

Deniz Suyunun Tarımda Kullanımı ve Arıtma Olanakları

A. Konuralp ELİCİN¹, Mustafa GEZİCİ¹, Selim UYGUN¹

¹ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Ankara
akelicin@agri.ankara.edu.tr

Özet: Dünyamızda, birbirini tetikleyen sorunların en başında şüphesiz ki su sıkıntısı gelmektedir. Havalarda ısınmasıyla, yağışların azalmasıyla ve küresel ısınmanın etkisiyle dünyada su sıkıntısı giderek en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada tüketilen suyun yüzde 70'i tarım sektöründe, yüzde 30'u ise diğer sektörlerde kullanılmaktadır. Türkiye'de kullanılabilir toplam 110 milyar m³ su varlığı bulunmaktadır, sulanabilir toplam alan ise 26 milyon ha'dır olmasına rağmen, ekonomik olarak sulanabilecek alan ise 8,5 milyon ha'dır. Bu veriler ışığında, sulamanın tamamının damla sulama yöntemi ile yapılması halinde 18 milyar m³ su tasarrufu elde edileceği tahmin edilmektedir. Tasarruf ile elde edilecek su ise, son yıllarda ülkemizin önemli bir bölümünde büyük boyutlara ulaşan kuraklık ile mücadelede etkin bir şekilde kullanılabilir olacaktır. Devamlı artan enerji ve işçilik giderleri de, kaynaklarının daha verimli kullanımını zorunlu kılmaktadır, hatta yeni kaynak arayışı kaçınılmaz olmaktadır.

O halde, deniz suyunu tarımda kullanılabilir hale getirmek diğer su kaynaklarına göre, belki yapılan masrafları bir miktar arttırabilmesine karşın, uzun vadede sulanabilir tarım arazilerinin artışında çözüm olarak görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Tarımda su, deniz, deniz suyu, deniz suyunun arıtılması, ters osmoz

The Possibilities of Using Sea Water in Agriculture

Abstract: Water scarcity is the leader among the problems triggering each other in today's world. Water scarcity is growing to be the main problem due to the effects of increase in temperatures, decrease in precipitation and global warming. About 70 % of the world's water resources is consumed in agriculture, and the rest is in other sectors. The amount of potentially usable water in Turkey is about 110 billion m³, and although the area that could be irrigated is 26 million ha, only 8.5 million ha of this area can economically be irrigated. Considering the data given above, it is estimated that about 18 billion cubic meters of water could be saved when the current irrigation system is transformed to drip irrigation. This saved water could be used effectively when struggling against drought that has reached to important levels throughout an important part of Turkey in the recent years. In addition, increasing cost of energy and labour necessitates the productive use of water resources and besides it is inevitable to search for new resources. Thus, using sea water is seen as a solution for irrigating the irrigable agricultural lands, although the cost of treating the sea water is relatively high when compared to other water resources.

Keywords: Water in agriculture, sea, sea water, treating of sea water, cross-osmosis.

GİRİŞ

Küresel ısınmanın bir etkisi olan kuraklık, su kaynaklarını ve su kullanımını oldukça önemli hale getirmiştir. Bugün dünyada da konuşulan konuların başında küresel ısınmanın önlenmesine yönelik tartışmalar gelmektedir. Ancak buna rağmen insanoğlunun hala kendi sonunu hazırlayan sera etkisi yapan gazların üretimine ve dünya kaynaklarını hoyratça harcamaya devam etmektedir. Küresel ısınmaya karşı dünya genelinde alınması gereken tedbirlerin yanı sıra, ülke olarak bizlerin yapması gereken konulardan birinin de kuraklıkla birlikte yaşamının şartlarını ortaya koymak ve buna uymaktır.

Türkiye'de geçmiş yıllara oranla yağışlar ciddi anlamda azalmış, bunun için tarımsal sulamada kullanılan ve insanoğlunun yaşam kaynağını oluşturan suyun daha kontrollü kullanılması gerekmektedir (Taylan, E. 2007).

WWF (World Wide Fund for Nature) Türkiye'nin yaptığı araştırma sonucu yayınlanan raporda, Türkiye'de toplam sulak alanların 2.5 milyon hektar olduğu, ancak son 40 yılda yaklaşık 1 milyon 300 bin hektar sulak alanın kurutma, doldurma ve su sistemlerine müdahaleler nedeniyle ekolojik ve ekonomik özelliğini yitirdiği belirtilmiştir. Bu da Van Gölü'nün üç katından fazladır. Türkiye'nin tüm kullanılabilir su varlığı 110 milyar m³tür. Tuna

Nehri'nin Karadeniz'e bir yılda 206 milyar m³ su boşalttığı göz önüne alınırsa, sanılanın aksine, ne kadar su fakiri olduğumuz anlaşılacaktır (<http://www.wwf.org>).



Şekil 1. Ekolojik ve ekonomik özelliğini yitirmiş su kaynağı

Bugün geldiğimiz noktada ise sulak alanlarımızın kaybının ülkemize nelere mal olduğunu üzülerken görüyoruz. İklim değişikliği nedeniyle de etkilerini daha ağır bir şekilde yaşadığımız kuraklık sorunu karşısında, sulak alanlarımızı korumanın gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Yaşamın devamlılığı için elimizde kalan sulak alanlarımızı son derece dikkatli yönetmek ve akılcı kullanmak durumundayız.

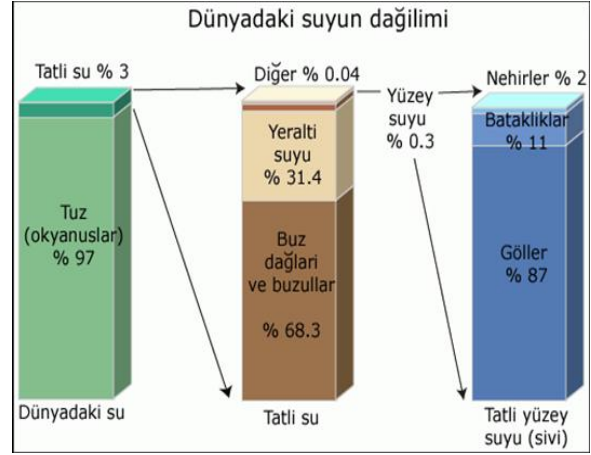
Aksi takdirde çölleşmeden göçe kadar uzanan bir süreçle karşı karşıya kalabiliriz. Dünyanın 2/3 ünü su oluşturmaktadır (<http://www.wwf.org>).



Şekil 2. Dünyadaki su miktarları

Bu suyun %97,5'i tuzlu sulardan oluşurken yalnızca %2,5'i tatlı sudur. Tatlı su miktarının ise sadece %10'luk kısmı kullanılabilen, %90'lık kısmı ise buzullar, karla kaplı alanlar ve kullanılmayan sulardan oluşmaktadır. Bu veriler birleştirildiği vakit dünya üzerindeki su stoklarının yalnızca %0025'i insan ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Bu %0025'lik birikimin ise %17'si tarımsal sulamada

kullanılmaktadır. Şekil 3'de, Dünya'da bulunan su miktarlarının dağılımı görülmektedir.



Şekil 3. Dünyadaki suyun dağılımı

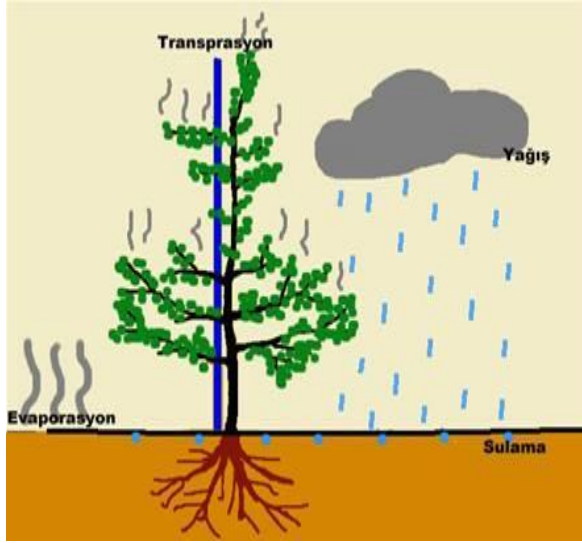
TARIMDA SULAMANIN ÖNEMİ

Bütün canlılar hayatlarını devam ettirebilmeleri için mutlak suya ihtiyaç duyarlar. Bitkiler, türe bağlı olarak %90-95 oranlarda sudan oluşmaktadır. Toprakta mevcut bulunan besin elementlerinin doğal döngüsünü tamamlayabilmeleri tamamen su döngüsüne bağlıdır.



Şekil 4. Su döngüsü

Su döngüsü, yağışlarla toprağa düşen suyun buharlaşma (evaporasyon) ve terleme (transpirasyon) ile tekrar havaya iletilmesi olayıdır. Bitkiler terleme ile önemli miktarda suyu topraktan alıp su buharı şeklinde havaya verirler. Bu olay esnasında birçok besin elementi de suda çözülmüş olarak bitki bünyesine girer ve buradaki iletim demetleri aracılığı ile taşınırlar.



Şekil 5. Bitkilerde su döngüsü

Tarımda sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu ve yağışlarla karşılanamayan suyun toprakta bitkinin kök bölgesine gereken miktar ve zamanda verilmesidir. Ülkemizin birçok bölgesi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer almakta, bu kurak tarım alanlarında bitkilerin yetişme döneminde doğal yağışların yetersiz olması durumunda yüksek verim ve kalite için en uygun yöntemle tarımsal sulama yapılması gerekmektedir. Ülkemizde yapılan sulu tarımın, 70 milyonunun üzerinde olan nüfusumuzun ve hızla gelişen sanayiimizin tatlı su ihtiyacının karşılanması, yeraltı ile yerüstü tatlı su kaynaklarımızın daha etkin ve tasarruflu kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Yapılan araştırmalara göre dünyadaki toplam su tüketiminin %70'i sulamada kullanılmaktadır. Ülkemizde ise 110 milyar m³ kullanılabilir suyun % 75'i tarım amaçlı değerlendirilmektedir. Önümüzdeki yıllarda nüfusla birlikte gıda ihtiyacının da artacak olması tarım alanında su kullanımını artıracaktır.

Türkiye'de hali hazırda sulanan alanın yaklaşık %94 'ünde açık kanal sistemleri, %6'lık kısmında ise basınçlı sulama sistemleri bulunmaktadır. Sulama metodu olarak %92 oranında salma sulama, %8 oranında yağmurlama, %1 oranında da damla sulama yöntemi kullanılmaktadır (Veziroğlu ve ark., 2010).

Tarımsal sulamalarda su, toprağa değişik yöntem ve sistemlerle verilebilir. Günümüzde daha az sulama suyu, az işçilik, derenaj ve tuzluluk sorunu yaratmayacak, verim ve kaliteyi arttıracak sulama sistemlerinin kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda dünyada, özellikle plastik ve makine endüstrisinde ki gelişmeler ile su ve enerjiden daha fazla tasarruf yapılmıştır. Böylece daha ekonomik ve daha etkin yeni sulama teknolojileri geliştirilmiştir.

Tarımsal üretimde sulamada birinci kural tarla başına kadar getirilmiş suyun, en az kayıpla bütün tarlaya eşit bir şekilde yayılmasıdır. Sulama konusunda pek çok sistem vardır. Bu sistemlerden sulamada

birinin seçilmesi tarlanın tesviyesinin düzgün olup olmamasına, yetiştirilen mahsulün cinsine, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine, sulama suyunun miktarına ve kalitesine, çiftçi alışkanlıklarına, bazı sulama yöntemlerinin ek yatırımı gerektirmesi nedeniyle oradaki çiftçilerin ekonomik durumuna ve bölgenin rüzgar, sıcaklık, oransal nem, yağış gibi iklim koşullarına bağlıdır. Tesviyeli arazilerde bütün sulama sistemleri uygulanabildiği halde tesviyesiz arazilerde yağmurlama sulama, hakim rüzgarı şiddetli bir bölgede yağmurlama sulama sistemi yerine ya damla sulama ya da karık sulama daha uygun olmaktadır.

Tarımsal sulamada, kısıtlı olan tatlı su kaynaklarını doğru yöntemlerle ve tekniklerle daha az su, enerji ve işgücü kullanımı sağlayan teknolojilerin uygulamaya konulması ülkemiz bitkisel üretimimizin daha istikrarlı ve sürdürülebilir olması için büyük önem taşımaktadır.

Dünyadaki su kıtlığı ve kısıtlı olan kaynaklar göz önünde bulundurulduğu takdirde tuzlu su bu durumda çok iyi bir kaynak olarak görülmektedir. En azından tarımda kullanımı %17'lik bir kâr sağlarken Dünya üzerindeki toplam suyun ise sadece % 0,425 gibi ufak bir miktarına denk gelmektedir. Ayrıca tuzlu suyun artırılarak kullanımı kurak, buharlaşması fazla ve su kaynakları kit olan yerlerde de tarım yapılabilmesine olanak sağlayabilir. Çizelge 1'de, Dünya üzerinde çeşitli denizlerin tuzluluk oranları görülmektedir.

Çizelge 1. Dünya üzerindeki bazı denizlerin tuzluluk oranları

Denizler	Tuz konsantrasyonu (%)
Standart Deniz Suyu	35
Baltık Denizi	7
Pasifik Okyanusu	34
Atlantik Okyanusu	36
Kızıldeniz	43
Karadeniz	18
Marmara Denizi	22
Ege Denizi	38
Akdeniz	43

TARIMDA DENİZ SUYU

Tarımda deniz suyunun kullanımına ait Arizona Üniversitesi'nin Toprak, Su ve Çevre Bölümü, Yabanî Hayat ve Balıkçılık Bölümü ile Bitki Bilimi Bölümleri'nin Dünya'nın bütün deniz kıyılarından birkaç yüz çeşit halofit bitkisi toplamalarıyla ve lâboratuvarlarında onların tuza dayanıklılığı ve besin değerlerini analiz etmeleriyle başladı (Yolcu, M., 2008).

Meksika'da çöl kıyısında 1978 yılında on kadar halofit türü denemeye alındı. Her gün su verilerek m² başına yıllık toplam 20 ton deniz suyu uygulandı. Bu miktar, uygulanması gereken tatlı suyun yaklaşık 15-20 katıdır. Bununla birlikte, tatlı su ile sulanan yonca bitkisinden elde edilen kadar (m² başına 1-2 kg) kuru madde elde edildi (Yolcu, M., 2008).

Bazı araştırmacıların desteği ile Meksika, Birleşik Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan ve Hindistan'da 250 hektara varan birkaç Salicornia işletmesi kurulmuştur. Buralarda m² başına 1,7 kg kuru madde ve 0,2 kg yağlı tohum üretilmektedir. Bu miktar tatlı su ile sulanan soya ve diğer yağ bitkilerinin verimine eşit veya onları aşmaktadır. Tatlı suya göre % 35 daha fazla deniz suyu kullanılarak üretim yapılabilmektedir. Deniz suyunun ve deniz suyuna nazaran tuzluluk oranı düşük olmasına rağmen, içme ve kullanma suyu olarak istifade edilemeyen yeraltı sularının, tuzdan arındırılmasına yönelik teknoloji Ortadoğu'da petrol zenginliğin ülkelere geniş ölçüde kullanılmaktadır. Dünyadaki tuz arıtma tesislerinin toplam kapasitesi, 1992 yılı verilerine göre, günde 15.6 milyon m³ (yılda 5.7 milyar m³) olup, bu kapasitenin %24.4'ü Suudi-Arabistan'da, %10.6'sı Birleşik Arab Emirlikleri'nde, %9.1'i Kuveyt'te, %15.2'si Amerika Birleşik Devletleri'nde, %4.1'i Japonya'da geriye kalan %36.6'sı ise çeşitli ülkelere dağılmış bulunmaktadır.

Yüksek enerji tüketimi nedeniyle tuzlu su arıtma tesisleri, belirtilen petrol zenginliğin Ortadoğu ülkeleri dışında büyük kapasitelerde kullanılmamaktadır. Örneğin, zengin ve yüksek teknolojiye sahip bir ülke olan İsrail'de bile 23 bölgeye dağılmış 33 ünite ile yılda ancak 4 milyon m³ su arttırılabilmektedir. Bu miktar, İsrail'in su kullanımının binde ikisine tekabül etmektedir. (Worldwide Desalination Research and Technology Survey, 1994).

İsrail ve Mısır'da; Akdeniz kıyısında, Ürdün'de ise Akabe Körfezi'nde nükleer enerji ile çalışan arıtma tesisleri kurulması yönünde, 1967 Savaşı'ndan sonra başarısızlıkla sonuçlanan girişimlerde bulunulmuştur. Belirtilen tesislerin toplam arıtma kapasitesi yaklaşık 1 milyar 400 milyon m³ olarak öngörülmüş ve Gazze Şeridi'nde de bir tesis kurulması bilahare bu plana ilave edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri eski başkanlarından Eisenhower'ın 1960'lı yılların ikinci yarısında aktif olarak rol aldığı çabanın hedefi, yeni enerji ve su kaynaklarının sağladığı imkanlarla bölgede ilave sahaların tarımsal kullanıma açılması ve bir milyon Filistinli mültecinin bu sahalarla yerleştirilmesiydi. Maliyeti 1967 fiyatları ile 1 milyar dolar olarak tahmin edilen projenin, Uluslararası Atom Enerjisi Komisyonu'nca denetlenmesi ve uluslararası özel bir ortaklık eliyle gerçekleştirilmesi düşünülmüştür. (Worldwide Desalination Research and Technology Survey, 1994).

Deniz suyundan kullanılabilir su üretim yöntemleri

- İyon Değişimi
- Elektrodializ
- Buhar Kompresyonlu Damıtma
- Güneş Buharlaştırması
- Çok Etkili Damıtma (MED)
- Buhar Sıkıştırma Prosesi (VC)
- Ters Ozmoz

• Çok Kademeli Ani Damıtma (MSF)

Yeni tatlı su kaynaklarının geliştirilmesinin maliyeti ve uzaklığı arttıkça, deniz suyu dönüşümünün maliyetinin uzak tatlı su sağlama projelerinin maliyetinden düşük hale geçmesi beklenebilir. Bu durumda yukarıda sıralanan yöntemlerden uygun olanı seçilip çevrim yapılmalıdır. Deniz suyunun bileşenleri Çizelge 2' de açık olarak ifade edilmektedir.

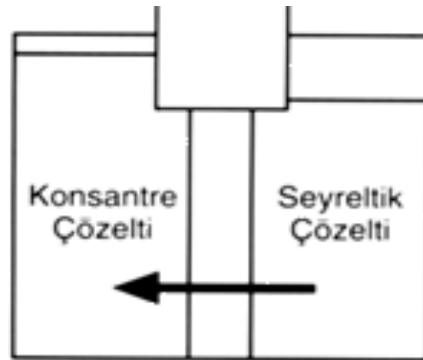
Çizelge 2. Deniz suyu bileşimi

Element	Pay	Element	Pay
Oksijen	85.84	Kükürt	0.091
Hidrojen	10.82	Kalsiyum	0.04
Klor	1.94	Potasyum	0.04
Sodyum	1.08	Brom	0.0067
Magnezyum	0.1292	Karbon	0.0028

Deniz suyu bir çok yöntemle arıtılmaktadır. Yukarıda belirttiğimiz üzere Arizona Üniversitesi'nin Toprak, Su ve Çevre Bölümü, Yabanî Hayat ve Balıkçılık Bölümü ile Bitki Bilimi Bölümleri'nin yaptığı bir dizi araştırma sonucunda en etkili ve de en hızlı arıtma yönteminin ters ozmoz (Reverse Osmosis) olduğu yayınlanmıştır (Yolcu, M., 2008).

TERS OSMOZ

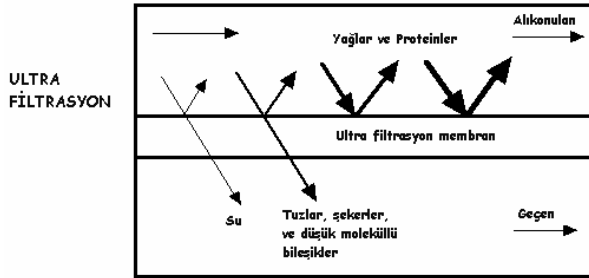
Osmoz bilindiği gibi, bir çözeltideki çözücünün, örneğin tuzlu sudaki suyun; yarı geçirgen olan, yani çözücüyü geçirip de çözünüleni geçirmeyen bir zar üzerinden, düşük konsantrasyonlu bir bölgeden daha yüksek konsantrasyonlu bölgeye doğru diffüzyonuna denilmektedir (Şekil 6) (Öztürk, M.,2002).



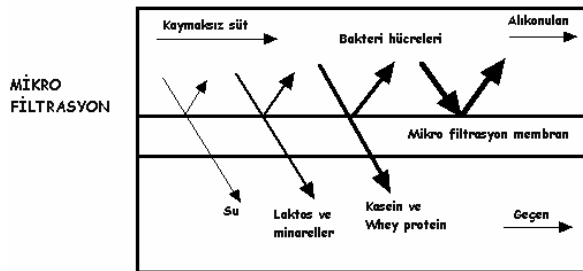
Şekil 6. Osmoz olay

Yukarıdaki sistemde konsantre çözelti ile seyreltik çözelti yarı geçirgen bir membran ile ayrılmıştır. Membranın yarı geçirgen doğal yapısı sayesinde, suyun geçişi, çözülmüş minerallerin geçişine göre daha kolaydır. Çözelti konsantrasyonunun artması, birim hacimdeki; çözünen unsura ait moleküllerin sayısının, toplam molekül sayısına oranının artması; buna karşılık, çözücüye ait moleküllerin sayısının toplam molekül sayısına oranının azalması anlamına

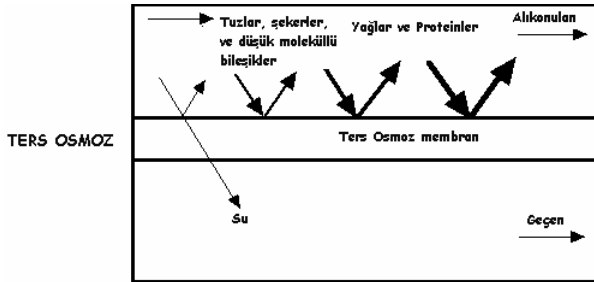
gelmektedir. Yani bir çözeltinin konsantrasyonu ne kadar yüksekse, çözücünün konsantrasyonu o kadar düşüktür. Dolayısıyla; çözücü moleküllerinin, daha yüksek sayısal yoğunluğa sahip oldukları düşük konsantrasyon bölgesinden, daha düşük sayısal yoğunluğa sahip oldukları yüksek konsantrasyon bölgesine doğru sızmaları, beklenen bir süreçtir (Veziroğlu ve ark., 2010)



Şekil 7. Ultrafiltrasyonun gerçekleşmesi



Şekil 8. Mikrofiltrasyonun gerçekleşmesi



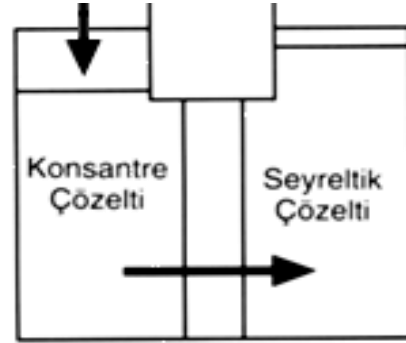
Şekil 9. Ters osmoz olayının gerçekleşmesi

Bu süreç içerisinde ters osmoz sisteminde nanofiltrasyon, ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon ve partikül filtrasyonu ile yok edilemeyen anyon ve katyonları filtre etmek mümkündür (Şekil 7,8,9). Membranlarının gözenek çapları 0.1 nm ile 1.5 nm arasında değişen ters osmoz sistemleri ile belli yüksek moleküllü organik kirleticileri, bazı deterjanları ve spesifik pestisitleri gidermek de mümkündür. Çizelge 3'de giderilebilen maddeler ve giderilme yüzdeleri gösterilmektedir (Öztürk, M.,2002).

Bu süreç sonunda, iki bölgenin konsantrasyonları eşitlenmektedir. Çünkü; yarı geçirgen zarın çözücü için geçirgen olması, fakat çözülün unsur için olmaması, iki bölge arasındaki bu diffüzyon sürecini tetikleyen bir kimyasal potansiyel oluşturmaktadır. Çözücü, zarın

düşük konsantrasyon tarafından yüksek konsantrasyon tarafına, ta ki iki tarafın kimyasal potansiyeli eşitlenene kadar geçmektedir. Ancak, zarın yüksek konsantrasyonlu, yani çözücünün sayısal yoğunluk oranının daha düşük olduğu tarafındaki basınç arttırılırsa, yani zarın iki yüzü arasında, diffüzyon yönüne ters yönde bir basınç farkı uygulanırsa, çözücünün diffüzyon hızı azalır. Diffüzyonu tümüyle durdurmak için gereken basınç farkına, osmoz basıncı denilmektedir (Balkı, B., 2002).

Düşük konsantrasyon bölgesindeki basınç arttırılmaya devam eder ve osmoz basıncını aşarsa, çözücü bu sefer, ters yönde diffüzyona zorlanmış olur. Yani; düşük konsantrasyonlu bölgeden yüksek konsantrasyonlu bölgeye; çözücünün sayısal yoğunluk oranının daha düşük olduğu bölgeden daha yüksek olduğu bölgeye doğru sızmaya başlar. Ters osmoz düzeneği, bunu başaran bir düzeneştir (Şekil 10).



Şekil 10. Ters osmoz olayı

Kurulan düzeneç, zarın yüksek konsantrasyon tarafına basınç uygulamak suretiyle, çözücünün bu taraftan, düşük konsantrasyon bölgesine geçişini sağlamaktadır. Daha kolay anlaşılır bir ifadeyle, ters osmoz; bir çözeltiyi, çözücüyü geçirip de çözülün tutan bir filtre üzerinden pompalama olayıdır. Böylelikle, filtrenin yüksek basınç tarafındaki tuzlu su, diğer tarafında tuzsuz suya dönüştürülmektedir. Şekil 11'de Avusturya da bulunan bir ters osmoz tesisi görülmektedir (Veziroğlu ve ark., 2010)

Çizelge 3. Ters osmoz sonucunda giderilebilen maddeler ve giderilme yüzdeleri

Anyonlar, Katyonlar, Organikler, Pestisitler	Giderilme (%)	Anyonlar, Katyonlar, Organikler, Pestisitler	Giderilme (%)
Alüminyum	97-98	Nikel	97-99
Amonyum	85-95	Nitrat	93-96
Arsenik	94-96	Fosfat	99+
Bakteriler	99+	Polifosfatlar	98-99
Bikarbonat	95-96	Potasyum	92
Bromür	93-96	Pirojen	99+
Kadmiyum	96-98	Radyoaktivite	95-98
Kalsiyum	96-98	Radyum	97
Klorür	94-95	Selenyum	97
Kromat	90-98	Silika	85-90
Krom	96-98	Silikat	95-97
Bakır	97-99	Gümüş	95-97
Siyanür	90-95	Sodyum	92-98
Fe-siyanür	98-99	Sülfat	99+
Florür	94-96	Sülfid	96-98
Demir	98-99	Çinko	98-99
Kurşun	96-98	Virusler	99+
Magnezyum	96-98	Insectisitler	97
Mangan	96-98	Deterjanlar	97
Cıva	96-98	Herbisitler	97
% TÇM	95-99	Bor	50-70
Tiyosülfat	96-98	Borat	30-50

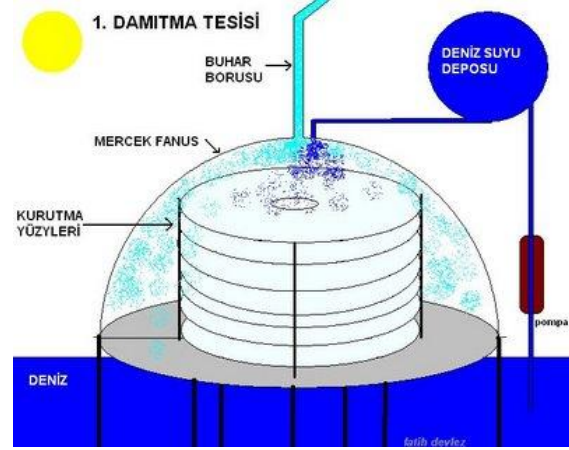


Şekil 11. Graz Devlet Hastanesi Ters Osmoz Tesisi, Avusturya

Şekil 12'de şematik olarak sıvının buharlaşmaya kadar ısıtılıp daha sonra yükselen buharın bir soğutma yöntemiyle yeniden sıvılaştırılması (damıtma) verilmiştir (Öztürk, M., 2002).

Ters osmoz sistemi ile tuzlu deniz suyunun, kullanma suyu haline getirilmesinde tesislerin ömrünün 15-20 yıl arasında değiştiği belirtilirken, deniz suyu arıtma sistemlerinde bireysel olarak işletilen tesiste bir metreküp suyun maliyetinin 60-70 cent olduğu belirtiliyor. İsrail yılda 100 milyon metreküp suyu metreküp başına 52 sent gibi düşük bir maliyetle tuzdan arındıran, kendi alanında dünyadaki en büyük deniz suyu arıtma tesislerinden birine

sahiptir. 1960'lı yıllardan beri tuzdan arındırma yapan İsrail, 2012 yılına kadar, tüketilen suyun yüzde 20'sini denizden sağlamayı hedefliyor.



Şekil 12. Deniz suyu damıtma tesisi

Aşkelon deniz suyu arıtma tesisi 250 milyon dolarlık maliyetle, şu anda İsrail'in su ihtiyacının yüzde 6'sını karşılamaktadır. Ters osmoz teknolojisi kullanılarak günde 1 metreküp ile 1 milyon metreküp suyun artırılması mümkün olmaktadır. Ters osmoz yöntemiyle deniz suyundan içme suyu elde edebilmek için kurulacak tesisin başlangıç maliyeti metreküp başına 400-450 dolar arasında değişmektedir. Sistemin enerji maliyetleri ise kurulacak tesisin kapasitesine göre değişmekle birlikte ortalama enerji kullanımının, metreküp başına 2.5-5 kilovat saati (kwh) bulmaktadır. Ters osmoz ile artılan bir m³ suyun yatırım ve işletme maliyeti sistemin kurulduğu bölgedeki denizin tuzluluğuna göre de değişiklik göstermektedir. Tuzluluğun en yüksek olduğu Akdeniz bölgesinde bir tesisin 1 m³ artılmış su elde etme maliyeti 0.35-0.40 euro civarında olmakta, Marmara denizi için bu rakam 0.30 euronun altındadır. Türkiye'de şebeke suyu maliyeti ise ortalama 1,0-1,5 euro/m³ olduğu düşünülürse, deniz suyu arıtmanın maliyeti, şebeke suyuna göre yarı yarıya ucuz olabilmektedir. Önümüzdeki 5 yıl içinde devreye girecek olan arıtma tesislerinde ise 1 m³ suyun üretim maliyeti 70 cent ile 1.2 dolar arasında olacağı belirtilmektedir. Aynı süre zarfında tuzlu suyun artırılmasında kullanılan enerji miktarının yüzde 10-20 kadar azalacağı, klasik arıtma maliyetlerinin ise yüzde 15-20 artacağı kaydedilmektedir. Bunun nedeni, yeni içme suyu yönetmeliklerinin talep ettiği mikro filtrasyon, ultra filtrasyon, ozonlama ve ultraviyole ışınlarıyla dezenfeksiyon gibi ileri arıtma işlemlerinin başlamasıyla, deniz suyunun artırılması, nehirden su getirmeyle rekabet edebilecek duruma gelebilecektir.

İsrail içme suyunun üçte ikisini denizden karşılamaktadır. Kuraklık ve içme suyu problemi çeken Ortadoğu ve Arap yarımadası, Mısır, Libya, İspanya ve Avustralya gibi deniz kıyısındaki ülkeler de halen içme suyunu deniz suyundan elde etmektedir. Suya ihtiyacın büyük olmasından dolayı BAE'de deniz

suyundan tatlı su üretilmesine ağırlık verilmiş, şu anda deniz suyunu arıtma kapasitesi bakımından S. Arabistan'dan sonra dünyada ikinci sırayı almaktadır. Ülkede kullanılan suyun üçte birinden fazlası tuzlu sudan elde edilmektedir. Bu amaçla 1960'tan beri 120 arıtma tesisi kurulmuş, bunların günlük toplam üretim kapasitesi 2,2 milyon m³'e ulaşmış durumdadır. İlk kurulan tesis günde 50 ton su üretirken şu anda Abu Dabi'nin su ihtiyacının %10'dan fazlasını karşılayan Al Taweelah tesisinin günlük kapasitesi 230 bin ton'u bulmaktadır. Bu tesise 150 km uzaklıktaki doğal gaz yataklarından gelen gaz ile önce elektrik üretilmekte, gaz türbinlerinden çıkan 550 °C'deki atık gazlarla buhar üretilmekte ve buhar türbinleriyle ikinci bir elektrik üretimi sağlanmaktadır. Gaz ve buhar türbinlerinin toplam kurulu gücü 710 MW'dır. En sonunda buharın sıcaklığı 160 °C'ye inmekte ve bunun yardımıyla deniz suyundan tatlı su elde edilmektedir. 2004 yılı sonunda Shuweihat'ta hizmete giren yeni bir tesis bunun iki katı kapasitede olup, tesis 1500 MW elektrik, 450 bin ton tatlı su üretmektedir. Buradan 250 km uzunluktaki bir boru hattı ile başkent Abu Dabi'ye içme suyu götürülmektedir. Al Taweelah şu anda dünyanın en büyük MED (multi etkili distilasyon) tesisidir. Burada bulunan ve RO (ters ozmoz) yöntemiyle tatlı su üretimi yapan ayrı bir ünite de bulunmaktadır. Bu ünitenin günlük kapasitesi 250 bin m³'ü bulmakta ve dünyanın bu türdeki en büyük tesisi unvanını kazanmaktadır. Qidfa'da kurulan ve 2006'da faaliyete geçen yeni bir tesis ise günde 450 bin m³ su üretimiyle dünyanın en büyük hibrit su arıtma tesisidir.

Gazimağusa'da deniz suyunun arıtılarak içme ve kullanma suyu elde edilmesi için günde 5 bin metreküp kapasiteli bir su arıtma tesisi kurulmaktadır. Bafra sahilinde ise, günde 8 bin ton kapasitede su arıtan Bafra Tatil Köyü ve Bölgesi Deniz Suyu Arıtma tesisi hayata geçirilmiştir. Her iki tesis de, Akdeniz'den çekilen ve tuzluluk oranı 38 bin ppm olan deniz suyunu 228 ppm'e düşürerek içilebilir su haline dönüştürmektedir.

SONUÇ

Suyun kısıtlı, yağışların bazı bölgeler dışında miktar ve dağılımının düzensiz olduğu içme, kullanma ve sulama suyu kalitesinin gün geçtikçe artan sanayi ve diğer çevre kirlilikleri neticesinde düştüğü ve küresel ısınma düşünülürse, ülkemizde kuraklığın kuraklığın şiddetini çok yakın bir zamanda bugünkünden çok daha fazla hissedeceği açıkça görülmektedir (Kadioğlu 2007).

Küresel iklim değişikliği sürecinde yaşanan su kaynaklarının etkin kullanımı ihtiyacı bilim insanlarını alternatif sistemlerin arayışına itmiş, deniz suyu ise yeni bir fikir olmuştur. Ülkemizin 3 tarafının denizlerle kaplı olduğu göz önünde bulundurulursa deniz suyunun tarımda kullanılması yani arıtımı ülkemiz için çok büyük bir alternatiftir. Günümüzde yaygın olarak deniz suyu arıtımı ve kullanımı istenilen seviyede

olmamasından dolayı ekonomik anlamında maliyeti yüksek olsada iklim değişikliği sürecinde, kullanılabilir suyun hızla azaldığı bir dönemde devlet teşvikleri ve kurumlar arası iş birlikleri ile desteklenip maliyet düşürülerek arıtma tesisleri artırılarak tarımda deniz suyu kullanımı yaygınlaştırılabilir. Deniz suyu ile tarım yapılabilmesi konusunda iki yaklaşım vardır. Birincisi buğday, arpa gibi bitkilerin tuza dayanıklılığı konusunda ıslahıdır. Diğer bir yaklaşım ise deniz suyunun arıtılıp kullanılmasıdır. Tüm bunların gerçekleşmesi belirli bir maliyeti gerektirmektedir. Yüksek basınçlı bir ters ozmoz sistemini çalıştıran en büyük maliyet yüksek basınçlı bir pompa için kullanılan enerji girdisidir. Sulu tarımda ise en büyük sulama maliyetini suyun pompalanması oluşturmaktadır. Pompalama maliyeti pompalanan su miktarı ve onun alındığı derinlik ile doğru orantılıdır. Deniz suyunu arıtılıp yapılacak tarımda yine bu maliyet olacağı için ekstra bir pompalama gideri söz konusu olmayacaktır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Ayvaz, Z., Suya Hasret Topraklar Deniz Suyundan Üretilen Tatlı Su ile Buluşuyor, İzmir, 2004
- Balkı, B.,2002. Ters ozmoz ve ters ozmozla sertlik giderimi Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Mühendisliği Kimyası Araştırma Tezi, Ekim, 2002
- Kadioğlu, M. 2008 Küresel İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri 5.Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Kuraklık Risk Yönetimi Kar Hidrolojisi Konferansı 27-28 Mart Erzurum.
- Öztürk, M. 2002. Ters ozmoz sistemleri ile suların arıtımı. Tesisat Dergisi, istanbul.
- Taylan, E. 2007. Isparta Bölgesi Meteorolojik Kuraklık Analizi 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri kitabı, 11-13 Nisan 2007, İstanbul.
- Veziroğlu, S., Ö. Özgün ve M. Uzalası, 2010. Deniz suyunun tarımda kullanımı, 6.Öğrenci kongresi bildiri kitabı, 125-131, Ankara
- Yolcu, M.,2008, Çöller Deniz Suyu ile Diriliyor.Sızıntı Dergisi, İstanbul.
- Worldwide Desalination Research and Technology Survey, 1994
- www.aldebaran.com.tr/reserveosmosis.htm (Erişim tarihi: 05.05.2010)
- www.biotek-tr.com/reverse.htm (Erişim tarihi : 09.05.2010)
- www.ats.com.tr/urun/reverse/reverse.htm (Erişim tarihi 09.05.2010)
- www.telerehber.com/botes/suarit2.htm (Erişim tarihi 16.05.2010)
- www.tarimsalbilgi.org 2007. Tarımda Sulamanın Önemi. (Erişim tarihi : 09.05.2010)
- www.bahcesel.com/content/view/2947/3067/ (Erişim tarihi 28.04.2010)
- www.biltek.tubitak.gov.tr/merak_etikleriniz/index.php?kateg ori_id=5&SORU_id=3455 (Erişim tarihi : 12.05.2010)
- www.sızıntı.com.tr/konular/ayrinti/colle-deniz-suyuyla-diriliyor.html (Erişim tarihi : 17.04.2010)
- www.wwf.org/ (Erişim tarihi : 17.04.2010)
- www.edubilim.com (Erişim tarihi : 09.05.2010)