



Hastanelerde Kullanılan Suyun Özellikleri ve Kontrolü

Prof. Dr. Faruk AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, TRABZON

e-posta: faraydin@yahoo.com

İÇME ve KULLANMA SULARI

Su hazırlama sistemlerinin en çok kullanıldığı alanlardan bir tanesi de içme ve kullanma sularıdır. İçme suları için belirlenmiş olan standart değerlere ulaşmak için ham suyun kirlilik değerlerine göre farklı arıtma tesisleri kurmak mümkündür. İçme ve kullanma sularında arıtma işlemi aşağıdaki amaçlar için yapılır;

- Renk, bulanıklık, tat ve koku giderilmesi
- Demir ve mangan giderilmesi
- Amonyum giderilmesi
- Su sertliğinin düşürülmesi
- Sudaki korozif özelliğin giderilmesi
- Tuzluluğun giderilmesi
- Zararlı kimyasal maddelerin giderilmesi

Hastanelerde değişik amaçlı su kullanımı söz konusudur. Demineralize su diyaliz birimi, sterilizasyon ünitesi ve laboratuvarlar için, içme suyu mutfak için, kullanma suyu genel mahaller için, distile su laboratuvarlar için gereklidir (Tablo 1). Konuyu açmak gerekirse; hastanelerde su yaşamın kendisidir. Hastanelerde su ve buharla çalışan birçok sistem bulunmaktadır. Sterilizasyon, bulaşikhane, çamaşırhane ve tıbbi bölümlerde mevcut olan birçok cihazın sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için su ve buna bağlı buhar kalitesi çok yüksek değerlerde sağlanmalıdır.

Özellikle cerrahi setlerin sterilizasyonunda kaliteli buhar kullanımı ile risk minimize edilebilmektedir. Kaliteli buhar iyi arıtılmış sudan elde edilebilmektedir.

Tablo 1. Hastanelerin çeşitli birimlerinde gereksinim duyulan su özellikleri

Birimler	Su
Diyaliz ünitesi	Demineralize
Sterilizasyon ünitesi	Demineralize
Laboratuvarlar	Demineralize, distile
Çamaşırhane	Yumuşak su
Mutfak	İçme ve kullanma suyu
Genel mahaller	Kullanma suyu

Su arıtma işlemi çeşitli sistemlerle dinlendirme, filtreleme, sertlik alma, klorlama, tekrar dinlendirme, kızılötesi ışınlarla dezenfekte etme vb. amacına göre aktif karbon-dan geçirme ve ozmozdan geçirilerek saf su sağlayabilmektedir.

Saf Su ve Özellikleri

İletkenlik değeri $0.055 \mu\text{S/cm}$ (25°C) veya elektrik direnci $18,2 \text{ Megaohm-cm}$ olarak hesaplanan sudur. Suyun iyonik saflığı mikrosiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$) biriminden elektriksel iletkenlik veya tersi olan megaohm-cm biriminden elektriksel direnç şeklinde de ifade edilebilmektedir. İletkenlik ve direnç değerleri sıcaklığa bağlı değişeceğinden bu birimlere ilave olarak sıcaklık değerleri de parantez içerisinde verilmektedir. Suda çözülmüş halde bulunan tuzlar da artı ve eksi yüklü iyon oluşumuna yol açarak iletkenlik değerini artırmaktadır. Klorit ve sodyum iyonları da bu nedenle benzer etkiye sahiptir. Ayrıca, bazı gazlar da, örneğin karbondioksit, iyon oluşumunu pH kadar etkilemektedir. Daha önceleri suyun saflığını bozan maddelerin miktarları için ayrı ayrı sınır değerler tanımlanırken artık suyun iyon bakımından saflığının esas ölçüsü olarak toplam iletkenlik değeri bir sınır değeri belirtilmektedir. Saf su, kokusuz, tatsız, renksizdir; fakat havadaki karbondioksit kalıntıları ile karbonik asit çözeltileri oluşturmaya başladığı andan itibaren tadı bozulur ve tehlikeli bir hal alır.

İçme suyu kaynak olarak alındığında revers osmozis, deiyonizasyon, damıtma (distilasyon), iyon değişimi, filtreleme ve diğer uygun metodlar kullanılarak saf su üretilmektedir.

Deiyonize (demineralize) Su

İyon değişim reçinelerinden geçirilerek iyonik bileşenlerinden arındırılmış suya denir. İyon değişim kolonlarından (ion exchange column) ya da çeşitli filtrelerden geçirilerek iyonik bileşenlerden arındırılmış su iyonik olmayan bileşenlerinden temizlenmez, bunun için suyun distile edilmesi gerekir.

Hastanelerde su, kullanım alanına göre yukarıda anlatıldığı gibi farklılıklar göstermektedir. Yıkama amaçlı olarak kullanılan su, ıslanmayı sağlayan ve sökülen kirler ile deterjanı ortamdaki uzaklaştıran universal çözücüdür. Su, çok çeşitli özellikleriyle ve kul-

lanıma uygunluğu ile değerlendirilmelidir. Üniversal bir çözücü olup, kaynama noktası rölatif olarak yüksektir. Bu özelliklerinin yanında sıvılarda var olan yüzey gerilimine (sıvı yüzeyini azaltmaya çalışan kuvvet) sahiptir. Su molekülleri arasındaki güçlü kohezyon kuvveti nedeniyle oluşan yüksek yüzey gerilimine sahiptir. Bu görülebilir bir etkidir, örneğin; küçük miktardaki su çözünmez bir yüzey üzerine (örn. polietilen) konduğunda, su, diğer madde ile beraber düşene kadar kalacaktır.

Su hayattır. Ancak maalesef dünyamızdaki suyun %3'ü tazedir ve bunun da ancak %1'i insan kullanımına uygundur. Su kaynağına göre farklı kompozisyonlarda karşımıza çıkmaktadır. İçerisinde kir, atık, kum, kil, tortu yapıcı maddeler, mikroorganizmalar, NaCl, CaSO₃, CaHCO₃, Na, K, Ca, Fe gibi element ve bileşiklerin yanında asitler, tuzlar, silikatlar bulunabilmektedir.

Dolayısıyla her suyla yıkama yapma olanağı yoktur. Yıkamanın yapıldığı suyun sertlik derecesi 10'un üzerinde ise yumuşatılmalıdır. Suların sertlik sınıflandırması Tablo 2'de görülmektedir. Sertliğin giderilmesinin yanı sıra su kalitesinin yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun için filtrasyon, distilasyon, iyon-değiştirme, deiyonizasyon, ters ozmoz gibi farklı yöntemler uygulanabilir. Yine su içinde bulunan klor veya yıkama neticesinde artan klor miktarı korozyona neden olabileceği için uzaklaştırılmalıdır. Netice olarak yıkamada kullanılacak suyun; görünüm, renk, bulanıklık, toplam sertlik, klorür, iletkenlik, nitrit, amonyak, nitrat, demir, kurşun, mangan, pH, toplam bakteri, koliform bakteri gibi özellikleri önceden tespit edilerek yıkamaya uygunluğu değerlendirilmelidir. pH deterjanların etkisini optimize etmesi, katı ve sıvı yağları suda çözünebilir yağ asitleri ve gliserine (saponifikasyon) dönüştürmesi bakımından önemli bir parametredir.

Ürünlerin son yıkamalarının demineralize su ile yapılması ürünün kalitesi açısından gereklidir. Ham suyla yıkanan ürünlerin yüzeylerinde yıkama sonrası bir miktar su kalır. Bu suların zamanla buharlaşması sonucunda ham suyun içerisinde bulunan tuzlar ürünün yüzeyine yapışır. Bu sebeplerden dolayı yüksek ürün kalitesini hedefleyenlerin tuzlardan arındırılmış sularla çalışmalarını uygundur.

Su iyi bilinen bir çözücü olmasından dolayı özel bir maddedir. Aslında birçok madde su içinde, diğer sıvılar içinde çözüldüğünden daha iyi çözünür. Bu, suyun polar bir molekül olmasından kaynaklanır. Yüklü gruplar içeren hemen tüm maddeler bu nedenle su içinde çözünme eğilimindedir. Bu da hücre içi metabolik reaksiyonların devam edebilmesinin en önemli sebeplerinden birisidir.

Pek çok maddenin organizmaya alınabilmesi suda çözünebilmesine bağlıdır. Örneğin; solunum için gerekli olan O₂'nin vücuda alınabilmesi için suda çözünmesi gerekir. Bu nedenle tüm solunum yüzeyleri nemlidir.

Su kohezyon kuvvetine sahip bir maddedir, yani kendi molekülleri arasında çekim kuvveti sayesinde dağılmadan kalabilir. Moleküllerin dipol olması nedeniyle su, birçok maddeye yapışabilir, suyun ıslatma özelliği buradan gelmektedir.

Su aynı zamanda adhezyon (farklı iki maddenin molekülleri arasındaki çekim kuvveti) kuvveti yüksek bir maddedir. Hidrojen bağları nedeniyle su molekülleri birbirlerini de çekerler yani su molekülleri arasında kohezyon gücü de çok yüksektir. Suyun kohezyon

Tablo 2. Sertlik derecelerine göre suların sınıflandırılması

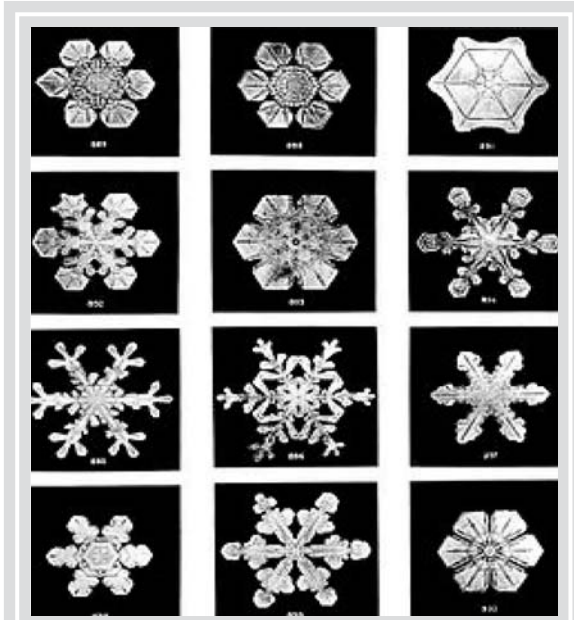
Suyun sertliği	Alman	Fransız	İngiliz
Çok yumuşak	0-4	0-7.2	0-5
Yumuşak	5-8	7.3-14.2	6-10
Orta sert	9-12	14.3-21.5	11-15
Oldukça sert	13-18	21.6-32.5	16-22.5
Sert	19-30	32.6-54.0	22.5-37.5
Çok sert	30'dan fazla	54'ten fazla	37.5'ten fazla

(ABD sertlik derecesi = Fransız sertlik derecesi x 10) (1 Fransız sertlik derecesi = 0.56 Alman sertlik derecesi = 0.70 İngiliz sertlik derecesi)

ve adhezyon yetenekleri, suyun belirli kılcıl yapılar içinde kopmadan yükselmesine ve taşınmasına yardımcı olur.

Suyun Halleri

Su yerkürede değişik hallerde bulunur: Su buharı, (bulutlar), su (denizler, göller), buz (kar, dolu, buzullar) gibi. Su sürekli olarak su döngüsü olarak bilinen döngü içinde değişik fiziksel hallerde dönüşür.



Şekil 1. "Snowflakes" (kartaneleri), Wilson Bentley, 1902.

Buhar Kalitesi

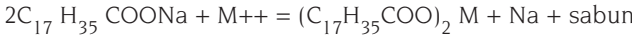
Doymuş buhar özellikle otoklavlarda sterilan olarak kullanılan bir ajandır. Doymuş buhar içerisinde bulunan su miktarının ölçülmesi amacıyla kullanılan bu tanım şu formülün açılımı olarak 0 (sıfır) ile 1 (bir) arasında bir değere tekabül eder.

Kalite = doymuş buhar miktarı (kg)/[doymuş buhar + su miktarı] (kg).

Özellikle kuru buhar istenen proseslerde bu değer 1'e yakın olması istenir.

Sertlik

Hastanelerde suyun kullanımını yukarıda ifade edildiği gibi etkileyen önemli bir parametredir. Sularda çeşitli bileşikler çözünür, bunlar mg/L olarak ölçülür. Kalsiyum karbonat kalsiyum oksit veya kalsiyum cinsinden ifade edilip toplanabilir. Bu çözülen bileşiklerden özellikle kalsiyum magnezyum gibi iki oksidasyon değerli iyonlar sabunun köpürme kudretini azaltır. Sıcak su borularında, ısıtıcılarda, buhar kazanlarında ve suyun temperaturünü yükseltmek için kullanılan kaplarda taş bağlanmasına sebep olur. Bu iyonların sabunla köpürmeye karşı direnme özelliğine sertlik denir. Buna göre sabun sertliği ölçmek için bir ölçek olabilir:



Denklemden görüldüğü üzere su sertliğini veren iyonları sabun bünyesine alıp çöktikten sonra köpürmeye başlar. Buna göre suda ne kadar iki değerli iyon fazla ise, diğer bir ifade ile suyun sertliği ne kadar çok ise, sabun sarfiyatı çok ve sıcak su borularında ve buhar kazanlarında taş bağlama olayı o kadar fazla olacaktır. Gerek sabun sarfiyatı gerekse suların temperatur değişimi ile taş bağlaması ekonomik ve ısıtma temizleme işlerini zorlaştırması bakımından su sertliği üzerinde durmaya değer.

Sertlik Sebepleri

Sertliğe iki valanslı metalik katyonlar sebep olur. Bu iyonlar özellikle Ca, Mg ve bir dereceye kadar Sr, Fe ve Mn iyonlarıdır.

Sertlik nedenleri

Katyonlar

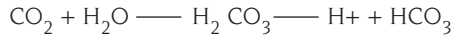
Ca, Mg, Sr, Fe, Mn

Anyonlar

HCO₃⁻ SO₄⁻ Cl⁻ NO₃⁻ SLO₃

Suyun sertliğini veren katyon ve bunlarla dengede olan anyonlar.

Toprağa düşen yağmur sularının tabii sularda bulunan çok miktardaki solitleri çözme yetme gücü yetmez. Suyun bu çözücülük özelliği topraktaki bakterilerin etkisi ile ortaya çıkan karbondioksidin suya karışarak, suda karbonik asit iyonlarını hasıl etmesinden ileri gelir.



Genel olarak sert sular üst toprağın yoğun olduğu ve kalker bulunan yerlerden çıkar. Buna karşılık yumuşak sular da daha ziyade üst toprağın gevşek olduğu ve kalker teşekkülü az veya hiç olmayan yerlerde mevcut olur.

Su Sertliğinin Sınıflandırılması

Su sertlikleri buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişir. Yüzeysel suların yer altı sularından daha yumuşaktır. Su sertlikleri 10 ppm CaCO₃'ten takriben 1800 ppm CaCO₃ kadar değişiklik gösterir.

Buhar Kazanlarında Blöf

Otoklavlarda kullanılan sterilite edici ajan olan doymuş buhar, suyun buhar kazanlarında (buhar jeneratörleri) buharlaştırılmasıyla elde edilir. Bu nedenle buhar kalitesi kullanılan suyun içeriğiyle direkt ilişkilidir.

Blöf, kazan suyu içinde buharlaşma sonucu konsantrasyonu artan çözünmüş ya da asılda kalmış katı madde miktarını kazan için belirlenen limitlere çekebilmek amacıyla kazan suyunun bir kısmının sistemden atılması işlemidir. Kazana besleme suyu ile gelen katı asıllar ve çözünmüş katı maddeler buhara geçemeyeceğinden kazan suyunda kalır ve zamanla derişimi artar. Eğer blöf ile kazan suyu ayarlanmazsa buhar kalitesi bozulur ve belirli bir zaman sonra tehlike arz eder ve hatta kazan çalışamaz hale gelir. Bir başka yöntem suyun kazana alınmadan bu asıtlı ve çözünmüş katı maddelerden arındırılarak kullanılmasıdır.

Hastanelerde kullanılan suyun aşağıda belirtilen parametreleri, bu kaynağı sunanlar tarafından analiz edilmiş olmalıdır:

Giardia-Cryptosporidium, alg toksinleri, koliform ve fekal koliform, klorofil (a), fitoplankton sayısı, toplam koliform ve *Escherichia coli* sayımı, toplam bakteri sayımı, pH, bulanıklık, iletkenlik, renk, bikarbonat alkalinitesi, t.sertlik, sülfat, klorür, amonyak, nitrat, permanganat indeksi, kalsiyum, f.alkalinitesi, m.alkalinitesi, magnezyum, toplam ve serbest klor, florür, siyanür, bromat, t.çözünmüş madde, tat-koku, toc, thm (her bir parametre için), anyon tayini (F, Cl, Br, NO₃, NO₂, PO₄, SO₄, BRO₃), katyon tayini (Na, K, Ca, Mg, Li, NH₄), organik madde.

KAYNAKLAR

1. Dirican R, Bilgel N. Halk Sağlığı (Toplum Hekimliği) II. Basık Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 1993;70:121-2
2. Yumuturuğ S, Sungur T. Hijyen Koruyucu Hekimlik. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları. 1982;393:111-2
3. Ural ZF. Koruyucu Hekimlik Hijyen ve Sanitasyon (Genel Hijyen) S.204-5. Ankara, 1972:204-5.
4. Aydın F. 6. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi Kongre Kitabı, Alet Yıkama ve Termal Dezenfeksiyon, 2009:192-201.
5. Guidelines for Drinking Water Quality Vol-1 Recommendations, 1984:55.
6. Uslu O, Türkman A. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 1987:89.
7. Güler Ç. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. Ankara, 1997:69
8. Güler Ç. Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, 1997-1998 Ders Notları.
9. Maxcy, Rosenau, Last. Public Health and Preventive Medicine. 14th ed. Appleton Lange- New-York 1998.
10. Tekbaş ÖF. Pratik Su Analizi ve Su Dezenfeksiyonu. Tıbbi Dokümantasyon Merkezi, Toplum sağlığı Dizisi No: 25. Ankara, 1999.
11. Haring BJA. Changes in mineral composition of food from cooking in hard and soft water. Advances in Modern Environmental Toxicology 1985;10:299-312.