Su ve İnsan

Sağlık,
Çevre ve Bilincin
Derinlikleri
2024



Galip ARDUÇ

"Her yerde su var, ama
içilecek bir damla bile yok."

@arducgalip

www.galiparduc.com

Su ve İnsan

Sağlık, Çevre ve Bilincin Derinlikleri

Galip Arduç

Künye

Su ve İnsan
Sağlık, Çevre ve Bilincin Derinlikleri

Yazar: Galip Arduç

© 2024 Galip Arduç. Tüm hakları saklıdır.

İletişim: galiparduc@gmail.com

galiparduc.com | galiparduc.com.tr

Önsöz

Su, yaşamın temelidir. Bedenimizin büyük bir bölümünü oluşturur, gezegenimizin yüzeyini kaplar ve ekosistemleri besler. Sağlığımızdan çevreyle kurduğumuz ilişkiye kadar hayatın her alanında yer alır. Buna rağmen modern yaşamın yoğunluğu içinde, suyun önemini ve hayatımızdaki yerini çoğu zaman yeterince düşünmeyiz.

Bu kitap, suyun bilimsel ve çevresel yönleriyle ruhsal anlamını birlikte düşünmeye davet ediyor. Filtrasyon yöntemlerini, suyun sağlığımızdaki rolünü ve moleküler yapısı etrafındaki tartışmaları ele alırken, suyla kurduğumuz bağın bireysel ve kolektif bilinçteki karşılığını da araştırıyor.

Amacım, suyu fiziksel bir kaynak olmanın yanında bireysel ve toplumsal dönüşümü düşünmek için de bir başlangıç noktası olarak görenlere eşlik etmek. Bu yolculuk, içtiğimiz suyun niteliğini daha iyi anlamamıza, çevremize daha fazla özen göstermemize ve suyu daha bilinçli kullanmamıza yardımcı olabilir.

Suyun yaşamın her alanındaki derin gücünü keşfetmeye hazır olun. Çünkü su, düşündüğümüzden çok daha fazlasıdır.

Bu kitabı nasıl okuyabilirsiniz

Kitap, suya karışabilen maddelerden başlayarak arıtma yöntemlerine, mineral içeriğine, su kaplarına ve suyla kurduğumuz ilişkiye ilerler. Bölümler sırayla okunabileceği gibi, içindekilerden ilgilendiğiniz konuya da geçebilirsiniz.

Metindeki numaralı atıflar, kitabın sonundaki Kaynaklar bölümüne bağlanır. Bir araştırmanın yılı ve yapıldığı yer, bulgusunun kapsamını anlamaya yardımcı olur. ABD uygulamalarına ilişkin örnekler ilgili ülkedeki düzenleme ve koşullar bağlamında anlatılır.

mg/L litre başına miligramı, µg/L litre başına mikrogramı, ng/L ise litre başına nanogramı belirtir. Aynı maddede 1 mg/L, 1.000 µg/L'ye ve 1.000.000 ng/L'ye eşittir.

İçindekiler

Önsöz....iii
Bu kitabı nasıl okuyabilirsiniz....iv
Şekiller ve tablolar....vi
Kısaltmalar....vii
01 Su kirleticileri ve çözümleri....1
02 İnorganik kirleticiler....5
03 Ağır metaller....11
04 Florür....14
05 Nitratlar ve nitritler....16
06 Sert su mineralleri....17
07 Organik kirleticiler....21
08 Biyolojik kirleticiler....28
09 Belediye suyu dezenfeksiyonu ve arıtımı....31
10 Su filtrasyonu ve arıtma yöntemleri....46
11 Hangi filtrasyon türü size uygun?....51
12 Havuzlar ve jakuzi sistemleri....54
13 Mineraller....56
14 Alkali su....59
15 Suyun yapısı....61
16 Su kapları....62
17 Şişelenmiş su....66
18 Su ve bilinç....68
Terimler sözlüğü....70
Konu dizini....71
Kaynaklar....73

Şekiller ve tablolar

Şekiller

Şekil 1 İyon değişimiyle yumuşatma ve rejenerasyon.....18
Şekil 2 Ters ozmozda ürün ve konsantre akımları.....49

Tablolar

Tablo 1 Suda karşılaşılabilen madde ve etken grupları.....4

Kısaltmalar

BPA Bisfenol A

CDC ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri

DMFT / DMFS Çürük, eksik ve dolgulu diş / diş yüzeyi sayısı

EPA ABD Çevre Koruma Ajansı

MF / UF / NF Mikrofiltrasyon / ultrafiltrasyon / nanofiltrasyon

mg/L Litre başına miligram

µg/L Litre başına mikrogram

ng/L Litre başına nanogram

MTBE Metil tersiyer-bütil eter

NTP ABD Ulusal Toksikoloji Programı

RO Ters ozmoz

TDS Toplam çözünmüş maddeler

THM Trihalometanlar

UV Ultraviyole

VOC Uçucu organik bileşikler

WHO / DSÖ Dünya Sağlık Örgütü

BÖLÜM 01

Su kirleticileri ve çözümleri

18. yüzyıl şairi Samuel Taylor Coleridge, The Rime of the Ancient Mariner adlı şiirinde denizcinin çaresizliğini şu anlamdaki dizelerle anlatır: “Her yerde su var, ama içilecek bir damla bile yok.” Bu söz, bugün de suyun bolluğu ile güvenle içilebilmesi arasındaki farkı düşündürür. Çevremizin suyla dolu olması, o suyun içmeye uygun olduğu anlamına gelmez.

Su içmek yaşamın temel gereksinimlerinden biridir. Bağışıklık sisteminden dolaşıma kadar pek çok işlev, vücudun su dengesine bağlıdır. Sıvı kaybı; yorgunluk, baş ağrısı, dikkat azalması ve ağız kuruluğuna yol açabilir. Yetersiz sıvı alımı kabızlığa katkıda bulunabilir; daha belirgin kayıplarda dolaşım ve kan basıncı da etkilenir. Kuru cilt ya da “beyin sisi” olarak tarif edilen yakınmaların susuzluk dışında nedenleri de olduğundan, bunlar tek başına kronik susuzluk göstergesi değildir. [1][2]

Vücudun kullandığı ve kaybettiği suyu her gün yerine koymak, sağlığı ve canlılığı korumanın temel koşullarındandır. Su kalori sağlayan bir enerji kaynağı değildir; besinlerden enerji elde edilen tepkimelerin gerçekleştiği ortamı oluşturur. Besinlerin hücrelere taşınmasında ve kan dolaşımında görev alır, eklem sıvılarının ve dokuların yapısına katılır. DNA ve proteinler de bu sulu hücresel ortamda işlev görür. Yeterli sıvı almak susuzluğa bağlı fiziksel ve zihinsel zorlanmayı azaltabilir, cildin normal işlevini destekler. Bu yararlar, bütün hastalıkların veya stresin yalnız su içerek giderilebileceği anlamına gelmez. [2][3]

8 × 8 Su Kuralı

“8 × 8” kuralı, günde sekiz bardak, her bardakta yaklaşık 240 mL su içilmesini önerir; toplamı yaklaşık 1,9 litredir. Yaygınlığına rağmen bu miktar, herkes için geçerli bilimsel bir gereksinim sınırı değildir. İhtiyaç; yaş, cinsiyet, vücut büyüklüğü, beslenme, hava sıcaklığı ve aktiviteye göre değişir. Erkekler için verilen toplumsal referans değerler kadınlardan yüksektir; ancak bu, her erkeğin her kadından daha çok su içmesi gerektiği anlamına gelmez. Çocuklar ve yaşlılar sıvı kaybına farklı nedenlerle daha duyarlıdır. Egzersiz ve sıcaklık ise aynı kişinin gereksinimini gün içinde bile değiştirebilir. [4][1][5]

ABD Tıp Enstitüsünün 2004'te duyurduğu raporda yetişkin kadınlar için günde 2,7 litre, erkekler için 3,7 litre toplam su alımı referans alınır. Toplam, içecekler ile yiyeceklerin suyunu kapsar; incelenen beslenme örüntüsünde yaklaşık %80'i içeceklerden gelir. Ağırlığa dayalı "kilogram × 0,033 litre" hesabı da kaba bir tahmin olarak kullanılır: 62 × 0,033 = 2,046 litre, yuvarlandığında 2,05 litre. Bu formül IOM raporundan türetilmiş zorunlu bir kural değildir; bireysel gereksinim çevre ve aktiviteyle değişir. Çay, kahve ve diğer içeceklerdeki su da toplam alıma katılır. Sade su, şekerli meyve suları ve gazlı içeceklere kıyasla şeker ve ek kalori getirmeyen bir seçenektir. [4]

Su İçmeyi Hatırlatan Zamanlar

- **Sabah uyandıktan sonra:** Gece boyunca içecek alınmayan sürenin ardından su içmek, günlük sıvı alımını düzenlemeye yardımcı bir alışkanlıktır.
- **Yemeklerden 10–20 dakika önce:** Öğün öncesinde su içmek, düzenli sıvı alımı için kullanılabilecek bir hatırlatıcıdır. Sindirim salgılarının yapısında zaten su bulunur. Yemek sırasında veya sonrasında su içmek, sağlıklı bir sindirim sisteminde sindirimi bozmaz; suyun mutlaka öğünden önce içilmesi gerekmez. [2]
- **Egzersizden önce, egzersiz sırasında ve sonrasında:** Su, kasların çalışmasını destekleyen dolaşımın ve vücut sıcaklığının korunmasına katkıda bulunur. Terle kaybedilen sıvının yerine konması, egzersiz sonrasında da önemlidir. Laktat ise metabolizmada yeniden kullanılan bir maddedir; su içmek, dokulardaki "laktik asidi yıkayarak temizleyen" ayrı bir işlem değildir. [4][6]

Su içmenin miktarı kadar suyun niteliği de önemlidir. Böbrekler, suda çözünmüş metabolik atıkların idrarla atılmasını sağlar; kirlenmiş su ise vücuda istenmeyen mikroorganizmalar veya kimyasallar taşıyabilir. Türkiye'de musluk suyunun niteliği tek bir genellemeyle anlatılamaz. Kaynağın özellikleri, arıtmanın etkinliği, şebekenin durumu ve bina içi tesisat, musluğa ulaşan suyun kalitesini birlikte belirler. [7]

Suyun Kirlenmesine Karşı Koruma

Endüstriyel atıklardan, pestisitlerden ve gübrelerden gelen kimyasallar toprağa ulaşabilir; buradan yer altı sularına taşınabilir. ABD Çevre Koruma Ajansının yer altı suyu programında kullanılan tarihsel

değerlendirmede, ABD nüfusunun yarıdan fazlasının içme suyu için yer altı kaynaklarına bağımlı olduğu belirtilir. Bu oran Türkiye'ye ait değildir; bütün yer altı sularının kirli olduğunu da göstermez. EPA, oluşmuş yer altı suyu kirliliğini belirlemenin ve temizlemenin güç olabildiğini, arıtma ve izlemenin onlarca yıl sürebildiğini vurgular. [8]

Yüzey suyu kullanmak, kirlilikten kendiliğinden korunmak anlamına gelmez. Nehirler, göller ve barajlar da endüstriyel deşarjlardan, tarımsal akıştan ve atık sulardaki ilaç kalıntılarından etkilenebilir. Arıtma sırasında kullanılan dezenfektanların bazı maddelerle tepkimesi ise ayrı bir yan ürün sorunudur. Yer altı ve yüzey suyu arasındaki farkı, yalnız kaynağın adı değil, karşılaştığı kirletici yükü ve uygulanan arıtma belirler. [7]

Nehirleri, akarsuları, sulak alanları ve suyun beslendiği havzaları korumak, kirliliği kaynağında azaltır. Bahçelerde gereksiz pestisit ve gübre kullanımından kaçınmak, tarımda miktarı ve uygulama zamanını doğru ayarlamak, sızmayı ve yüzey akışını sınırlar. Artan boya, otomotiv sıvıları ve ev kimyasalları lavaboya dökülmemeli; belediyenin uygun atık toplama sistemine verilmelidir. Daha kolay biyolojik parçalanan temizlik ürünlerini gerektiği kadar kullanmak ve su havzalarını koruyan tarımsal üretimi, uygun olduğunda organik ürünleri desteklemek de bu çabanın parçasıdır. [7]

Güvenli Su İçin Alternatifler

Musluk suyuna hangi koşullarda alternatif aranmalıdır? Suyun güvenliğini belirleyen özellikler nelerdir ve uygun arıtma nasıl seçilir? Bu bölümde yaygın kirleticileri, kaynaklarını ve uzaklaştırılmalarında kullanılan yöntemleri ele alacağız. Su arıtma sistemlerinin yanı sıra suyun satıldığı ve saklandığı kaplara, sudaki minerallere ve suyun fiziksel özellikleri etrafında geliştirilen açıklamalara da bakacağız. Böylece her uygulamanın neyi değiştirdiğini ve hangi yararı sağlayabildiğini kendi bağlamında değerlendirebileceğiz.

Su Kirleticileri

Environmental Working Group'un (EWG; Çevresel Çalışma Grubu) 2005'te yayımladığı ABD değerlendirmesi, 22 milyondan fazla musluk suyu testini bir araya getiriyordu. İncelenen sonuçlarda 260 farklı kirletici saptanmış, bunların 141'inin o dönemde federal sağlık temelli bir sınırla

düzenlenmediği bildirilmişti. Bu sayılar, bütün maddelerin her muslukta bir arada bulunduğu anlamına gelmez; 2005 tarihli ABD veri derlemesinin kapsamını gösterir. [9]

EWG'nin ulusal musluk suyu veri tabanı, bu çalışmada ABD genelinde yaklaşık 40.000 su kuruluşundan derlenen sonuçları görünür kılmıştır. Veri tabanına https://www.ewg.org/tapwater/ adresinden ulaşılabilir. Buradaki kayıtlar ABD sistemlerine aittir; Türkiye'deki bir şebekenin analizinin yerine geçmez. [9]

Su Kirleticileri ve Kaynakları

Tablo 1 Suda karşılaşılabilen madde ve etken grupları

Grup	Örnekler
İnorganik	Çözünmüş gazlar, ağır metaller, florür, nitrat ve nitrit; sertlik oluşturan mineraller.
Organik	Pestisitler, uçucu organik bileşikler, ilaç kalıntıları, plastiklerden geçebilen maddeler, çözücüler ve dezenfeksiyon yan ürünleri.
Biyolojik	Bakteriler, virüsler ve protozoon parazitler.

Bu sınıflandırma, gruptaki her maddenin her düzeyde zararlı olduğu anlamına gelmez. Örneğin kalsiyum ve magnezyum beslenmeye katkıda bulunabilir; burada sertlik ve su kullanımı bakımından da ele alınır. [7]

Kirleticilerin etkisi aynı değildir: Bir mikroorganizma enfeksiyon oluşturabilir, bir metal uzun süreli maruziyetle zarar verebilir, başka bir madde ise öncelikle tat, koku veya tesisat sorununa yol açabilir. Kirleticinin kaynağını ve sudaki biçimini anlamak, doğru arıtma yöntemini seçmenin ilk adımıdır. [7]

BÖLÜM 02

İnorganik kirleticiler

Gazlar, Metaller, Florür ve Sertlik Mineralleri

Oksijen, karbondioksit ve azot gibi gazların suda çözünmesi doğaldır. Hidrojen sülfür ve radon gibi başka gazlar ise koku, korozyon veya sağlık sorunları yaratabilir. Klor ve kloraminler bu başlıkta farklı bir yerde durur: Arıtmada kullanılan dezenfektanlardır ve sudaki kimyasal biçimleri önemlidir. Bu maddeleri yalnızca "suda çözünmüş gazlar" olarak düşünmek, aralarındaki farkları örter. [7]

Klor

Klorla içme suyu dezenfeksiyonunun ilk uygulamaları 19. yüzyılın sonlarına uzanır; yaygın belediye uygulamaları 20. yüzyılın başında gelişmiştir. Klor, mikroorganizmaları etkisizleştiren bir biyosittir. Klor gazının I. Dünya Savaşı'nda kimyasal silah olarak kullanılması, yüksek yoğunluktaki gazın tehlikesini gösterir; bu durum, kontrollü içme suyu dezenfeksiyonuyla aynı maruziyet değildir. Ozon ve ultraviyole gibi yöntemlerin farklı üstünlükleri bulunmasına rağmen klor, şebekede koruyucu bir artık bırakabilmesi nedeniyle önemini korur. Kullanımında amaç, mikroplara karşı yeterli etkiyi sağlarken gereksiz kimyasal maruziyeti ve yan ürün oluşumunu sınırlamaktır. [7][10][11] [12]

Klor, sudaki doğal organik maddelerle tepkimeye girdiğinde trihalometanlar (THM'ler) dâhil dezenfeksiyon yan ürünleri oluşabilir. Bunların toksikolojik özellikleri birbirinden farklıdır; bazıları için kanser yapıcılık şüphesi veya deneysel kanıt vardır. İnsan çalışmalarında uzun süreli yan ürün maruziyeti ile bazı kanserler, ayrıca kimi gebelik sonuçları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Sonuçlar, bütün klorlu suların aynı riski taşıdığı ya da her yan ürünün aynı etkiyi yaptığı biçiminde okunamaz. Arıtmanın önemli görevlerinden biri, organik öncülleri azaltarak dezenfeksiyonun mikrobiyolojik yararını daha düşük yan ürün oluşumuyla sağlamaktır. [7]

Klorlama ile damar sertliği arasında doğrudan bağ bulunduğunu savunan yazarlardan biri Joseph M. Price'tır. Price, ilk kez 1969'da yayımlanan Coronaries/Cholesterol/Chlorine kitabında, Kore ve Vietnam savaşlarında

askerlerin yüksek düzeyde klorlanmış su içmesini, genç askerlerde bildirilen koroner damar lezyonlarıyla ilişkilendirir. Vietnam'daki kişisel gözlemlerini de bu görüşe dayanak gösterir. Bunlar, otopsi bulgularına ve savaş koşullarındaki klorlama uygulamalarına getirdiği yorumlardır. Kolesterol birikimi ve damar sertliğine ilişkin hipotezini daha sonra hayvan deneyleriyle sınamaya çalışmıştır. [13]

Price'ın anlattığı ilk deneyde, ellişerlik iki gruba ayrılmış toplam 100 erkek civciv bulunur. Deney grubunun suyuna ve yemine yüksek miktarda hipoklorit katılmıştır. Yazar, bu grupta kışın hareketsizlik, soluk ibikler, bozulmuş tüyler ve dolaşım bozukluğunu düşündüren bir görünüm; kontrol grubunda ise daha iyi büyüme ve canlılık gözlediğini bildirir. İncelediği deney hayvanlarında damar lezyonları, kontrol hayvanlarında normal aortlar tanımlar. Yüksek dozlu bu hayvan deneyi, Price'ın hipotezinin tarihini anlatır; olağan içme suyu klorlaması ile insanlarda damar sertliği arasında klinik nedensellik kurmaz. [13]

Klorlu Suyun Sağlık Üzerindeki Etkileri

Dezenfeksiyon yan ürünleri bakımından en çok araştırılan konulardan biri mesane kanseridir. İspanya'da yürütülen ve 2007'de yayımlanan bir vaka-kontrol çalışmasında, evdeki ortalama THM düzeyi 49 µg/L'nin üzerinde olanlarla 8 µg/L veya altında olanlar karşılaştırıldığında mesane kanseri için olasılık oranı yaklaşık iki bulunmuştur. Bu sonuç, "klorlu su içen herkesin riski iki katına çıkar" demek değildir; belirli maruziyet grupları arasındaki gözlemsel ilişkidir. Kolon ve rektum kanserleriyle ilişkiler de incelenmiştir, ancak farklı kanser türlerine ait bulgular aynı kesinlikte değildir. [14][7]

Maruziyet yalnızca suyu içmekle gerçekleşmez. Uçucu THM'ler, duş ve banyo sırasında sudan havaya geçebilir; solunum ve deri yoluyla da vücuda alınabilir. Suyun sıcaklığı, duş süresi ve havalandırma, alınan miktarı etkiler. Bu nedenle içilen suyun miktarı toplam maruziyeti tek başına açıklamaz. Bu yolların payı maddeye ve kullanım koşullarına göre değişir; serbest klor, farklı kloraminler ve uçucu yan ürünler ayrı değerlendirilir. [14][7]

Yüksek düzeyde klor gazı solumak solunum yollarına zarar verebilir. İyi havalandırılmayan kapalı havuzlarda oluşan uçucu kloraminler de öksürük, hırıltı ve bronşlarda tahrişe yol açabilir; astımı olanlarda atağı tetikleyebilir. Çocukların da etkilenebildiği bu ortamlarda havalandırma

ve su kimyası önemlidir. Normal musluk suyu kullanımı, yüksek gaz maruziyetinden ve kapalı havuz koşullarından ayrılmalıdır. [15][11]

Klorun Cilt ve Saç Üzerindeki Etkileri

Klorlu suyla temas, derişime ve temas süresine bağlı olarak ciltte tahriş ve kuruluk yapabilir; saçın hissini ve görünümünü de etkileyebilir. Sıcak suyla uzun süre yıkanmak, cildin koruyucu yağ tabakasını ayrıca azaltır. Etkiyi belirleyenler arasında suyun sıcaklığı, kullanılan temizleyici ve kişinin cilt yapısı bulunur; "gözeneklerin açılması" tek başına yeterli bir emilim açıklaması değildir. [15][16]

Kloru Suyunuzdan Uzaklaştırmak

Şebekedeki klor, dağıtım sırasında mikrobiyolojik koruma sağlar; su kullanılacağı noktaya ulaştığında ise istenmeyen klor tadı ve kokusu giderilebilir. Aktif karbon, serbest klorun azaltılmasında etkili ve yaygın bir seçenektir. Bazı organik dezenfeksiyon yan ürünlerini de adsorplayabilir; fakat kloru azaltan her filtre, bütün yan ürünleri aynı başarıyla tutmaz. Filtrenin debisi, karbon miktarı ve kullanım kapasitesi, elde edilen sonucu belirler. [7][17]

Kloramin

İçme suyu arıtımında kullanılan monokloramin, klorun amonyakla kontrollü tepkimesiyle oluşturulan bir dezenfektandır. Yeni keşfedilmiş bir katkı değildir; uzun süredir kullanılmaktadır. Serbest klora göre daha kalıcı olması, özellikle uzun dağıtım şebekelerinde bir avantajdır. Bununla birlikte, giderimi, tesisat malzemeleri ve özel su kullanımları bakımından dikkate alınması gereken özellikleri vardır: [10]

- **Giderim:** Kloramin, serbest klora göre daha zor uzaklaştırılır. Suyu açıkta bekletmek, kloraminden kurtulmak için güvenilir bir yöntem değildir. [10]
- **Akvaryumlar:** Balıklar ve diğer su canlıları için toksiktir. Kısa süreli kaynatma, akvaryum suyundaki kloramini güvenilir biçimde gidermez. [10][18]
- **Malzeme uyumu:** Bazı kauçuk hortum ve contaların ömrünü kısaltabilir. Çamaşır makinesi ve su ısıtıcısı gibi cihazlarda, kullanılan elastomerin kloraminli suya dayanıklılığı önem taşır. [18]

- **Kurşunlu tesisat:** Dezenfektanın değiştirilmesi, kurşunlu borulardaki koruyucu tortunun kimyasını değiştirebilir ve bazı sistemlerde suya kurşun geçişini artırabilir. Bu, suyun diğer kimyasal özellikleri ve korozyon kontrolüyle birlikte gerçekleşen bir etkidir. [7]
- **Diyaliz:** Diyalizde kullanılan suyun klor ve kloraminden arındırılması gerekir. Bu maddelerin diyaliz sıvısına ulaşması, kırmızı kan hücrelerinde yıkım dâhil ağır ve yaşamı tehdit edebilen sorunlara yol açabilir. İçme suyu ile diyaliz suyunun kullanım yolu ve arıtma gereksinimi farklıdır. [10][19]

Kloraminin Yan Ürünleri

İyodür içeren bazı kaynak sularda kloraminleme, iyotlu asit yan ürünlerinin oluşmasına yol açabilir. Michael Plewa ve çalışma arkadaşlarının 2004 tarihli araştırmasında iyodoasetik asit, o tarihe kadar memeli hücrelerinde incelenmiş dezenfeksiyon yan ürünleri arasında çok yüksek hücre toksisitesi ve genotoksisite göstermiştir. Sonuç, hücre deneyine ve belirli bileşiklere aittir; bütün kloraminli suların aynı düzeyde toksik olduğunu göstermez. İnsan maruziyetini değerlendirmek için bu maddelerin suda hangi derişimlerde bulunduğu da önemlidir. [20]

Washington, DC'de 2000'de kloramine geçilmesinin ardından bazı evlerde kurşun salımı artmış; 2002–2004 döneminde kurşun için geçerli 15 µg/L'lik EPA eylem düzeyi aşılmıştır. DC Water'ın 2004 ilk yarı verilerinde 90. yüzdelik değer 59 µg/L, raporlanan en yüksek sonuç 190 µg/L'dir. Diyaliz açısından somut bir örnek ise 1987'de Philadelphia'da yaşanmıştır: Karbon arıtımının yetersiz kalması sonucu kloraminli diyaliz sıvısına maruz kalan 41 hastada hemolitik anemi nedeniyle kan verilmesi gerekmiştir. İkinci olay, belediye suyunun doğrudan içilmesinden değil, diyaliz suyu arıtımındaki başarısızlıktan kaynaklanmıştır. [21][19]

Kloramin, bazı klorlu yan ürünlerin oluşumunu azaltabilir ve daha uzun süreli şebeke koruması sağlayabilir; buna karşılık yeni yan ürün ve korozyon sorunları da doğurabilir. Bu nedenle klordan kloramine geçiş, yalnız dezenfektanın adını değiştirmekten ibaret değildir. ABD'deki geçişlere yönelik kamuoyu itirazlarını yansıtan tarihsel bir yazı, https://www.americanfreepress.net/html/chloraminated_water.html adresindeki "Chloraminated Water" başlıklı metindir. Yazı, kloramin karşıtı tartışmanın bir örneği olarak okunmalıdır. [7][22]

Kloramini Sudan Uzaklaştırma Yöntemleri

Aktif karbon kloramini parçalayabilir; ancak serbest klor giderimine göre daha fazla karbon yüzeyi ve daha uzun temas süresi gerekebilir. Yalnız klor tadı için tasarlanmış küçük bir kartuş, aynı debide kloramin için yetersiz kalabilir. Karbon miktarı, türü ve suyun kloramin yükü, değiştirme sıklığını ve maliyeti belirler. [23]

Standart RO membranı, küçük ve yüksüz kloramin molekülünü tek başına güvenilir biçimde tutmaz. Birçok sistemdeki karbon ön filtre, kloramini membrana ulaşmadan azaltmak için kullanılır. Kapasitesi tükenirse kloramin geçişi başlayabilir; oksitleyicilere hassas membranlar da etkilenebilir. Bu nedenle ön filtre, suyun kloramin yüküne göre boyutlandırılır. [23][7]

Katalitik aktif karbon, kloraminin parçalanmasını hızlandırır. Evin ana girişindeki tanklar, yeterli karbon hacmi ve temas süresi sağlayabilir. C vitamini de askorbik asit veya askorbat biçiminde kloramini kimyasal olarak indirger; banyo suyu, bazı duş kartuşları ve tezgâh üstü düzeneklerde bu ilkeden yararlanılır. Cihazın debisi ve kapasitesi, işlemin sürekliliğini belirler. [23][24]

Karbonla katalitik parçalama ve kimyasal indirgeme iki temel yaklaşımdır. Katalitik karbon ve C vitamini yanında, yeterli temas süresiyle geleneksel karbon ve uygun başka indirgeme kimyasalları da kullanılabilir. [23][24]

Hidrojen Sülfür

Hidrojen sülfür, doğal süreçlerle oluşabilen ve suya çürük yumurta kokusu veren bir gazdır. Yüzey sularından çok kuyu sularında karşılaşılabilir; düşük derişimlerde koku ve tesisatta korozyon sorununa yol açabilir. Klorla oksidasyon, hidrojen sülfürün giderilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Oluşan kükürt parçacıkları süzülür; kullanım noktasında kalan fazla klorun tat ve kokusu aktif karbonla azaltılabilir. [7]

Manyetik ve Elektromanyetik Cihazlar

Manyetik ya da elektromanyetik cihazlar için hidrojen sülfür kokusunu ve korozyonu azaltma iddiaları da vardır. Ancak kirecin kristalleşme davranışını değiştirmek, çözünmüş hidrojen sülfürü ayıran bir arıtma

basamağı değildir; hidrojen sülfür için kullanılan havalandırma, oksidasyon ve filtrasyon süreçleri ayrı işlev görür. [7]

ABD Enerji Bakanlığının 1998 raporu, kimyasal kullanmadan kireç kontrolü sağlayabilecek teknolojilerin ticari–endüstriyel uygulamalarını, enerji ve bakım kazanımlarını ele alır. Korozyon olasılığını da tartışır; hidrojen sülfür giderimine ilişkin bir doğrulama sunmaz. [25]

Non-Chemical Technologies for Scale and Hardness Control başlıklı rapora aşağıdaki bağlantıdan ulaşılabilir. Cihazların çalışma yaklaşımını sert su bölümünde ele alacağız.

https://galiparduc.com/wp-content/uploads/2024/11/FTA.pdf

Radon

Radon, radyumun doğal radyoaktif bozunması sonucu oluşan bir gazdır. Evlerdeki başlıca kaynak çoğunlukla zemin toprağı ve temel kayadır. Bunun yanında radon, özellikle yer altı suyuyla beslenen özel kuyularda ve küçük su sistemlerinde bulunabilir. Sudaki miktarı, kaynağın jeolojik özelliklerine bağlıdır. [7]

Duş, banyo ve diğer ev içi kullanımlar sırasında radon sudan havaya geçebilir. Radonun sağlık değerlendirmesinde, akciğer kanseriyle ilişkili soluma maruziyeti önem taşır. Sudan giderim için havalandırma ve granüler aktif karbon kullanılabilir. Havalandırmada çıkan gazın güvenli biçimde dışarı verilmesi gerekir; karbon yatağında ise radyoaktif maddeler birikebildiğinden bakım ve kullanılmış ortamın yönetimi uzmanlık gerektirir. [7]

Evde radon değerlendirmesi, iç ortam havasındaki ölçümlerle su kaynağını birlikte ele alır. Sorunun topraktan havaya giriş mi, sudan havaya geçiş mi olduğu belirlendiğinde, kaynağa uygun giderim sistemi seçilebilir. [7]

BÖLÜM 03

Ağır metaller

Kurşun, cıva, alüminyum, kadmiyum ve arsenik, içme suyu incelemelerinde ele alınan önemli elementlerdir. Arsenik bir yarı metal, alüminyum ise hafif metaldir. Sağlık etkisini kimyasal biçim ve maruziyet miktarı belirler. Aşağıdaki RO yüzdeleri, Crystal Quest'in nominal membran tablosundan alınmış başvuru aralıklarıdır; su kimyası, sıcaklık ve çalışma koşullarına bağlıdır. Bunlar belirli bir cihazın sertifikalı çıkış suyu garantisiyle karıştırılmamalıdır. [7][26]

Alüminyum

İçme suyundaki alüminyum doğal kaynaklardan gelebilir; arıtma tesislerinde koagülant olarak kullanılan alüminyum sülfat ve diğer alüminyum tuzları da kalıntı bırakabilir. Bu maddeler, ince parçacıkları bir araya getirip uzaklaştırmaya yardım eder. Alüminyumun çözünürlüğü pH'a ve kimyasal biçimine bağlıdır. İyi ayarlanmış koagülasyon ve filtrasyon, arıtılmış sudaki kalıntıyı azaltır. [7]

- **Ters ozmoz:** Alüminyum iyonları için üreticinin nominal tablosunda %97–98 azaltım aralığı verilir. [26]
- **Damıtma:** Su buharı yeniden yoğunlaştırılırken uçucu olmayan alüminyum bileşikleri kaynatma haznesinde kalır. Sonucu, sıvı damlacıklarının ürün suyuna taşınmasını önleyen tasarım ve cihazın temizliği etkiler. [27]

Arsenik

Arsenik, doğal kayaçlardan suya geçebilen bir yarı metaldir. Arsenik ve bileşikleri, pestisitlerde ve bazı metal alaşımlarında da kullanılmıştır. Madencilik, metalürji ve tarım alanlarından gelen akış, su kaynaklarına ek yük getirebilir. İnorganik arsenik, uzun süreli maruziyette kanser dâhil ciddi sağlık sorunlarıyla ilişkilidir. Gideriminde, sudaki arsenik türü ile suyun diğer kimyasal özellikleri önem taşır. [7]

- **Adsorpsiyon ve özel karbon ortamları:** Arsenik tutmak üzere geliştirilmiş adsorbanlar veya bunları içeren karbon blokları kullanılabilir. NSF, WQA ya da IAPMO sertifikasında arsenik azaltımı,

arsenik türü ve izin verilen giriş düzeyi birlikte belirtilmelidir. Sıradan karbonun tat–koku giderimi bu işlevin yerine geçmez. [17][28]

- **Ters ozmoz:** Uygun membranlarla arsenikte %90'ın üzerinde azaltım sağlanabilir. EPA'nın değerlendirdiği belirli tek geçişli uygulamalarda As(V) için %97'nin, As(III) için %92'nin üzerinde giderim bildirilmiştir. Sonuç, arsenik türüne ve işletme koşullarına bağlıdır. [29]
- **Damıtma:** Uçucu olmayan arsenik bileşiklerini ayırır. Pure Water'ın damıtıcı ve karbon son filtre birleşimi için yayımladığı laboratuvar sonuçlarında %99,9'dan fazla arsenik azaltımı bildirilmiştir. Bu değer, açıklanan düzeneğin laboratuvar sonucudur. [30][27]

Kadmiyum

Kadmiyum, galvanizli tesisat malzemelerinin bozulması, endüstriyel atıklar veya gübre kaynaklı kirlilikle suya karışabilir. Kaynak suyu kadar, suyun geçtiği malzemeler ve korozyon koşulları da değerlendirilir. [7]

- **Ters ozmoz:** Kadmiyum iyonları için nominal azaltım aralığı %95–98'dir. [26]

Kurşun

Kurşun, beyin ve sinir sistemi, böbrekler ve kan yapımı üzerinde ciddi etkiler oluşturabilen toksik bir metaldir. Çocukların gelişen sinir sistemi özellikle duyarlıdır. İçme suyundaki kurşun, kurşunlu boruların, bakır boruları birleştiren eski kurşun lehimlerinin ve bazı armatürlerin korozyonundan kaynaklanabilir. Kloramine geçiş gibi su kimyasını değiştiren işlemler de bazı sistemlerde borulardan kurşun salımını artırabilir. [7]

- **Özel aktif karbon filtreleri:** Kurşun azaltımı için geliştirilmiş ve bu iddiası doğrulanmış filtreler kullanılabilir. Yalnız klor tadını gideren sıradan bir karbon kartuşunun kurşunu da aynı biçimde tutması beklenmez. [17]
- **Ters ozmoz:** Kurşun için üreticinin nominal azaltım aralığı %96–98'dir. [26]
- **Damıtma:** Uçucu olmayan kurşun bileşiklerini kaynatma haznesinde bırakarak ürün suyundan ayırır. Damlacık taşınmasının ve yeniden kirlenmenin önlenmesi, arıtılmış suyun niteliğini korur. [27]

Cıva

Cıvanın çevredeki davranışı, bulunduğu kimyasal türe bağlıdır. Elementel cıva, suya veya toprağa salındığında buharlaşabilir; çözünmüş inorganik cıva bileşikleri ve organik cıva türleri ise farklı özellikler gösterir. Arıtma seçiminde bu ayrım önemlidir. [7]

- **Aktif karbon:** Uygun karbon ortamları cıva azaltımında kullanılabilir. Giderim, cıvanın kimyasal türüne, karbonun özelliklerine ve temas koşullarına bağlıdır. [7]
- **Ters ozmoz:** Çözünmüş cıva için nominal azaltım aralığı %95–97'dir. [26]

Metallerin Sudan Uzaklaştırılması

Ters ozmoz ve damıtma, birçok çözünmüş metalin azaltılmasında kullanılabilir. Aktif karbonun rolü ise hedef maddeye ve filtrenin içerdiği özel ortama bağlıdır; kurşun veya arsenik için doğrulanmış bir ürün, yalnız tat–koku filtresiyle aynı değildir. Arsenikte kimyasal tür, cıvada uçuculuk ve tür dağılımı, seçilecek yöntemin sonucunu değiştirir. [7][17] [29]

BÖLÜM 04

Florür

Florür, flor elementinin negatif yüklü iyonudur. Flor içeren mineraller yer kabuğunda, florür ise sularda ve yiyeceklerde değişen miktarlarda bulunur. Doğal kayaçlardan geçen florür iyonu ile uygun bir florür bileşiğinin çözünmesiyle suya verilen iyon aynıdır. Bileşiğin çözünürlüğü, beraberindeki maddeler ve oluşan derişim, maruziyeti belirler. [7][31]

Florür ve Endüstriyel Kaynaklar

Su florürlemesinde kullanılan katkıların bir bölümü endüstriyel yan ürünlerden elde edilir. ABD'de başlıca katkılar florosilisik asit, sodyum florosilikat ve sodyum florürdür. CDC'nin 2011 teknik notuna göre kullanılan florosilisik asidin yaklaşık %95'i fosfat gübresi üretiminden; sodyum florürün yaklaşık %90'ı ise florosilisik asidin işlenmesinden elde edilir. İçme suyu katkısının saflığı, arsenik ve kurşun gibi safsızlıkları ayrıca kontrol edilir. Bu, doğal florür içeren kaynak sularından ayrı bir üretim konusudur. [31]

Christopher Bryson, 2004 tarihli The Fluoride Deception kitabında florürün endüstriyel geçmişini, iş sağlığı sorunlarını ve florürleme politikasının gelişiminde şirketlerle kamu kurumlarının rolünü eleştirel biçimde ele alır. Kitap; alüminyum, çelik ve nükleer endüstri gibi alanlardaki florür kullanımını sağlık değerlendirmelerinin tarihiyle birlikte inceler. Bazı florür bileşiklerinin geçmişte böcek ve kemirgen öldürücü olarak kullanılması da bu tartışmanın parçasıdır. Biyolojik etkiyi değerlendirirken bileşiğin biçimi ve alınan miktar birlikte ele alınır. [32][7]

Florürün Sağlık Üzerindeki Etkileri

Florür, özellikle diş ve kemik dokusunda birikebilir. Yüksek ve uzun süreli alım diş ya da iskelet florozisine yol açabilir. Ulusal Tıp Kütüphanesi bilimsel yayınları indeksler; veri tabanında makale bulunması, kurumun bu makalelerin bütün sonuçlarını benimsediği anlamına gelmez. İnsanlarda su florürlemesiyle kanser arasında kesin bir neden–sonuç bağı kurulmuş değildir. Florürleme uygulamaları ülkeler

arasında değişir. İsveç, Norveç, Danimarka, Batı Almanya, İtalya, Belçika, Avusturya, Fransa ve Hollanda, florürleme karşıtı tarihsel tartışmalarda sık anılan ülkelerdir; bu liste güncel ve ortak bir yasal yasak listesi olarak okunmamalıdır. [7][33][34]

Diş Çürüklerini Önlemede Su Florürlemesi Tartışması

Su florürlemesinin yararları, olası zararları ve kamu politikası içindeki yeri uzun süredir tartışılır. Sharon Begley'nin 1990 tarihli Newsweek yazısı, dönemin çürük önleme yararı, kanser şüphesi ve politika tartışmalarını yansıtır. Bu tarihsel yazının değerlendirmesi güncel bilimsel sonuçlardan ayrılmalıdır. NTP'nin 2024 incelemesi, çoğunlukla içme suyunda 1,5 mg/L'nin üzerindeki yüksek florür maruziyeti ile çocuklarda daha düşük IQ arasında orta güven düzeyinde ilişki bildirmiştir. Düşük maruziyet düzeylerinde sonuç çıkarmaya yetecek veri daha sınırlıdır. Bu bulgu, bütün florür uygulamalarının ve diş sağlığı yararlarının birlikte değerlendirildiği bir politika analizi değildir. [35][36]

Florürü Sudan Uzaklaştırma

- **Aktif karbon:** Sıradan karbon kartuşları, florür iyonunu güvenilir biçimde uzaklaştırmaz. Florür için aktif alümina veya florür tutucu başka özel ortamlar kullanılabilir. [7][28]
- **Ters ozmoz:** Florür için üreticinin nominal azaltım aralığı %93–95'tir. [26]
- Florür düzeyi yüksek bir suda, içme ve yemek hazırlama noktasına uygun bir RO sistemi veya florür giderimi için tasarlanmış filtre kullanılabilir. Ana girişte bütün evin suyunu arıtmak da teknik olarak mümkündür; ancak yüksek debi, yetersiz temas süresi ve küçük adsorban hacmi, giderimi düşürür ve filtreyi kısa sürede tüketebilir. Bu nedenle florür filtresinin kapasitesi, giriş derişimi ve işlenecek su miktarı birlikte ele alınır. [28]

Daha Fazla Bilgi ve Görüşler

Fluoride Action Network, su florürlemesine ve başka florür uygulamalarına karşı kampanya yürüten bir kuruluştur. Konuya ilişkin eleştirileri ve önerdiği eylemler, https://fluoridealert.org/take-action/ adresinde yer alır. Bu bağlantı, florürleme karşıtı görüşleri tanımak için kullanılabilir.

BÖLÜM 05

Nitratlar ve nitritler

Nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2^-), azot ve oksijen içeren negatif yüklü iyonlardır. Özellikle nitratın suda yüksek çözünürlüğü ve toprağa görece az tutunması, yer altı sularına taşınmasını kolaylaştırır. Tarımsal gübreleme, yoğun yerleşim, atık su ve benzeri kaynaklar düzeyleri yükseltebilir. Saptanan miktar, kaynağın yeri kadar toprağın ve suyun koşullarını da yansıtır; nitratın varlığı tek başına kirliliğin çok yeni veya hemen yakın olduğunu göstermez. [7]

Nitrat ve Nitritin Sağlık Üzerindeki Etkileri

İçme suyundaki yüksek nitrat düzeyi, özellikle bebekler için önem taşır. Nitratın nitrite dönüşmesi, hemoglobinin oksijen taşıma işlevini bozabilen methemoglobin oluşumunu artırabilir. Nefes darlığı ve ciltte mavimsi renk görülebilir. Bu belirtiler, yalnız suyun değiştirilmesiyle geçiştirilecek bir durum değildir; acil tıbbi değerlendirme gerektirir. [7]

Nitrat ve Nitritin Sudan Uzaklaştırılması

EPA'nın içme suyu arıtımında tanımladığı nitrat giderim seçenekleri arasında iyon değişimi ve ters ozmoz bulunur: [28]

- **İyon değişimi:** İşletme mantığı su yumuşatmaya benzer; ancak nitrat ve nitrit negatif yüklü olduğu için uygun anyon değiştirici reçine kullanılır. Kalsiyum ve magnezyumu tutan sıradan katyonik yumuşatıcı, nitrat filtresinin yerine geçmez. [28]
- **Ters ozmoz:** Basınç altında çalışan uygun bir membran, nitrat ve nitrit iyonlarını ürün suyundan ayırabilir. Gerçek azaltım, membran özelliklerine ve çalışma koşullarına bağlıdır. [7][28]

İyon değişimi ve RO, uygun tasarım ve bakım altında nitrat kaynaklı riski azaltabilir. Kaynatma ise nitratı uzaklaştırmaz; su buharlaştıkça kalan sudaki derişim artabilir. Bu nedenle mikrobiyolojik sorunlarda kullanılan kaynatma, nitrat gideriminin yerine geçmez. [7]

BÖLÜM 06

Sert su mineralleri

Kalsiyum ve magnezyum, hem sertliğe katkı sağlayan hem de insan beslenmesinde gerekli olan minerallerdir. İçme suyundaki çözünmüş iyonları vücut kullanabilir. Sertliğin kalsiyum karbonat eşdeğeriyle ifade edilmesi, suda yalnız katı kalsiyum karbonat bulunduğunu göstermez. Magnezyumun da bütün sert sularda magnezyum oksit biçiminde ve biyolojik olarak kullanılamaz olduğu söylenemez. Suyun ısıtılmasıyla oluşan kireç ile mineral iyonlarının vücuttaki işlevleri ayrı süreçlerdir. [7]

Sert Su Minerallerinin Etkileri

Sertlik tuzlarının birikmesi musluk ve boruları daraltabilir, su ısıtıcılarında ısı aktarımını azaltabilir ve ekipmanların ömrünü kısaltabilir. Bu teknik sorunlar, borudaki kireçlenmenin insan vücudunda aynı şekilde gerçekleştiğini göstermez. Sağlık değerlendirmesinde suyun toplam bileşimi ve kişinin gereksinimleri; tesisat değerlendirmesinde ise çökelme ve korozyon koşulları ele alınır. [7]

Sert Su Minerallerinin Sudan Uzaklaştırılması

Sertlikle ilgili uygulamalar iki amaca yönelebilir: Kalsiyum ve magnezyumu sudan ayırmak ya da mineraller suda kalırken yüzeydeki birikimi azaltmaya çalışmak. İyon değişimi ve RO ilk gruptadır; bazı şartlandırıcılar ikinci amaçla kullanılır. [7][37]

Sertlik sorununun giderilmesinde, suyun özelliklerine ve kullanım amacına uygun yumuşatma veya arıtma sistemi seçilir. Sıradan tortu ve karbon filtreleri, çözünmüş kalsiyum ve magnezyumun uzaklaştırılmasında iyon değişimli bir yumuşatıcının işlevini üstlenmez. [7]

İyon Değişimli Su Yumuşatıcıları

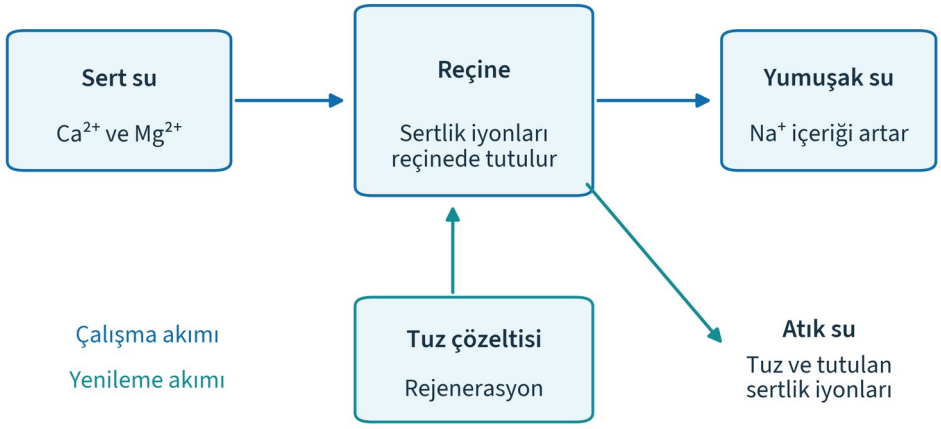
İyon değişimli yumuşatıcı, sudaki kalsiyum ve magnezyumu reçinede tutar; bunların yerine sodyum iyonları verir. Böylece kireç oluşumu azalır ve ısıtıcılar korunur. Yumuşatılmış su kendiliğinden içilemez hâle

gelmez; ancak sodyum içeriği artar. Artışın miktarını, giderilen sertlik belirler. Sodyumu sınırlandırması gerekenler için, içme ve yemek hazırlama musluğuna yumuşatılmamış uygun su vermek bir seçenektir. Yalnız sıcak su hattını yumuşatıp soğuk içme suyu hattını ayırmak da uygulanabilir tesisat düzenlerinden biridir. [7][38]

Geleneksel Su Yumuşatıcıların Sorunları

- **Tuz ve atık su:** Rejenerasyonda kullanılan tuz, tutulan kalsiyum ve magnezyumla birlikte yoğun bir atık akımına geçer. Çok sayıda cihazın tuz yükü, atık suyun yeniden kullanımında ve alıcı ortamda sorun oluşturabilir. Tüketim; cihaz verimine, sertliğe ve rejenerasyon sıklığına bağlıdır. [39]
- **Potasyum klorür seçeneği:** Uygun bazı yumuşatıcılarda sodyum klorür yerine potasyum klorür kullanılabilir; arıtma tedarikçilerinden sağlanabilen bu seçenek suya sodyum yerine potasyum verir. Rejenerasyonun klorür yükü ise devam eder. Potasyum alımını sınırlandırması gereken kişilerde bu suyun tüketimi ayrıca değerlendirilir. Cilt üzerindeki olası farklar, tuz değişiminin kanıtlanmış genel bir sağlık yararı olarak sunulmamalıdır. [38][39]

Şekil 1 İyon değişimiyle yumuşatma ve rejenerasyon



Sodyum çevrimli reçine kalsiyum ve magnezyumu tutarken suya sodyum verir. Rejenerasyonda tuz çözeltisi reçineyi yeniler; tutulan iyonlar atık akımına geçer. Şema, çalışma ve yenileme aşamalarını birlikte gösterir. [7]

Manyetik Su Şartlandırıcılar

Evsel ve ticari pazarda sunulan manyetik şartlandırıcılar, kireç birikimini azaltmayı amaçlar. DOE'nin 1998 raporu, ticari–endüstriyel sistemlerde bazı kimyasal işlemlere alternatiflik potansiyelini ele alır; ev tipi cihazları incelemez ve üretici performanslarını bağımsız doğrulamaz. [25]

Manyetik Su Şartlandırıcıların Avantajları

- **Yatırım ve montaj:** Borunun dışına bağlanan kalıcı mıknatıslı modeller, hat içi üniteler ve elektrikli modeller vardır. Dıştan montajda ana hat kesilmeyebilir. İlk yatırımın yumuşatıcıdan düşük olması, model ve ölçeğe bağlıdır. [25]
- **İşletme:** Rejenerasyon tuzu gerektirmemeleri tuz tüketimini ve deşarjı azaltabilir. Bakım yükü düşebilir; modele göre bağlantı, yüzey veya elektrot kontrolü sürer. Bu avantajlar, suya ayrıca sağlık yararı kazandırıldığını göstermez. [25]
- **Fiziksel çalışma mekanizması:**
  - Manyetik alan, suyla birlikte hareket eden yüklü iyonlarla etkileşir. [25]
  - Alan, iyonların hareket yönünü etkileyebilir; önerilen mekanizmada iyon karşılaşmaları ve kristalleşme davranışı değişir. [25]
  - Amaç, yüzeye sıkıca yapışan kireç yerine, su içinde daha kolay taşınabilen bir çökelti oluşmasıdır. [25]

Mineraller sudan ayrılmaz. Birikim azaldığında ısı aktarımı korunabilir, ısıtma–soğutma ve temizlik giderleri düşebilir. Lavabo ve küvetin kolay temizlenmesi beklenen kullanım yararlarındandır. Banyo sonrası cilt hissi ise ayrı bir gözlemdir; raporda klinik yarar olarak incelenmemiştir. [25]

Ters Ozmoz

RO, kalsiyum ve magnezyumu azaltır; nominal membran tablosunda bu mineraller için %95–98 aralığı verilir. Bütün evde yalnız kireç kontrolü için RO kullanmak, yumuşatmaya göre daha kapsamlı bir düzenek gerektirir. Sertlik tuzları membranda birikebildiğinden, uygun ön arıtma akıyı ve membran ömrünü korur. [26][7]

Sert Su ve Ters Ozmoz Kombinasyonu

Kuyu suyu gibi sert kaynaklardan yararlanan evlerde yumuşatma ve RO birlikte kullanılabilir. Önce sertliğin iyon değişimiyle azaltılması, ardından uygun RO arıtması, membranda birikimi sınırlandırabilir ve cihazın ömrünü koruyabilir. Manyetik şartlandırıcılar mineralleri sudan ayırmadığından, bu düzenekte iyon değişimli yumuşatıcıyla otomatik olarak eş tutulmaz. [7]

BÖLÜM 07

Organik kirleticiler

Organik bileşikler, temel yapılarında karbon bulunan geniş bir madde grubudur. Yapraklar ve diğer doğal kalıntılardan gelen maddeler bu gruba girdiği gibi, sanayide üretilen çok sayıda sentetik bileşik de organiktir. Pestisitler, uçucu organik bileşikler, trihalometanlar ve ilaç kalıntıları su kalitesi bakımından öne çıkan örneklerdir. [7]

Suya karışabilecek organik maddelerin sayısı çok fazladır; sentetik bileşikler bu çeşitliliği daha da artırır. Bir maddenin organik olması tek başına zararlı olduğunu göstermez. Sağlık etkisi, kimyasal yapısına ve maruz kalınan miktara bağlıdır. [7]

Organik kirleticilerin sağlık üzerindeki etkileri

Bazı organik kirleticilere uzun süre maruz kalmak kanser riskini artırabilir; bazıları ise sinir sistemi üzerinde etkili olabilir. Örneğin Tanner ve arkadaşları, belirli pestisitlerin kullanımıyla Parkinson hastalığı arasında ilişki bildirmiştir. Pestisit maruziyeti ile amyotrofik lateral skleroz (ALS; Lou Gehrig hastalığı) arasındaki ilişki de araştırılmıştır. Bu çalışmaların maruziyet koşulları, içme suyunda düşük düzeyde bulunan her organik maddeye aynı riskin yüklenmesine elvermez. [7][40][41]

- **Hormon ve üreme sistemi:** Hormonların işleyişini etkileyen bazı kimyasallar, üreme sağlığı ve doğurganlık açısından araştırılmaktadır. Kısırlık veya cinsel işlev sorunlarının nedenleri değerlendirilirken hangi maddeye, ne kadar ve ne süreyle maruz kalındığı önem taşır. [42][43]
- **Bağışıklık sistemi:** Çevresel maruziyetler ile lupus gibi bağışıklık sistemi hastalıkları arasındaki ilişkiler araştırılmaktadır. Fibromiyalji ise yaygın ağrı ve yorgunlukla seyreden, otoimmün hastalık olarak sınıflandırılmayan farklı bir tablodur. [44]
- **Duygusal ve davranışsal etkiler:** Bazı endokrin bozucu maddeler için sinir sisteminin gelişimi, dikkat ve davranış üzerindeki etkiler incelenmektedir. Bu etkiler kimyasala ve maruziyet dönemine göre değerlendirilir; bütün organik kirleticilere ortak bir davranış bozukluğu atfetmek uygun değildir. [43]

Sentetik organik kirleticilerin yaygın türleri

- **Pestisitler:** Tarımsal ve diğer kullanımlardan sonra yüzey akışı veya sızma yoluyla su kaynaklarına ulaşabilen zararlı mücadelesi kimyasallarıdır. [7]
- **Uçucu organik bileşikler (VOC'ler):** Yakıt, çözücü ve endüstriyel süreçlerle ilişkili birçok maddeyi kapsar. Su ile hava arasında geçiş yapabilmeleri, maruziyet ve arıtma açısından önemlidir. [7]
- **Trihalometanlar (THM'ler):** Dezenfektanların sudaki maddelerle tepkimesinden oluşabilen yan ürünlerdir. Sağlık değerlendirmesi her bileşiğin özellikleri ve derişimi dikkate alınarak yapılır. [7]
- **İlaç kalıntıları:** Kullanılan ilaçların ve dönüşüm ürünlerinin bir bölümü atık suya, oradan da su çevrimine ulaşabilir. Bazı ilaçlar hormon sistemiyle ilişkili etkilere sahip olsa da, bütün kalıntılar aynı biçimde değerlendirilmez. [7]

Organik kirleticilerle mücadele, önce su kaynağına girişlerinin azaltılmasıyla başlar. Arıtma ise saptanan maddelere göre seçilir. Aktif karbon, oksidasyon ve membran işlemleri farklı bileşiklerde farklı sonuçlar verdiği için, yöntemlerin hangi sorunu çözdüğünü bilmek gerekir. [7]

Pestisitler

Pestisitler, tarım alanlarından gelen yüzey akışıyla akarsu ve göllere; toprağa sızan suyla da yeraltı sularına ve kuyulara ulaşabilir. Bazıları çevrede görece hızlı parçalanırken, bazı pestisitlerin veya parçalanma ürünlerinin ortamdan uzaklaşması yıllar sürebilir. Kalıcılık; maddenin yapısı, toprak ve su koşullarıyla ilişkilidir. [7]

ABD'de EPA'nın kimyasal içme suyu kuralları, atrazin gibi belirli pestisitler için ayrı maksimum kirletici düzeyleri içerir; toplam pestisitlerin tamamına uygulanan tek bir ortak MCL değeri vermez. Bütün pestisitleri tek bir ortak sayıyla değerlendirmek, farklı toksisite ve kullanım özelliklerini gözden kaçırır. Buradaki ABD düzenleme örnekleri Türkiye'deki mevzuatın yerine geçmez. [45]

- **Aktif karbon:** Birçok pestisiti yüzeyinde tutarak azaltabilir. Sonuç; pestisitin yapısına, karbon türüne, temas süresine ve filtrenin kalan kapasitesine bağlıdır. [7][28]
- **Ters ozmoz:** Bazı pestisitlerin gideriminde kullanılabilir. Yüzde 97–99 gibi bir azaltım aralığı, belirli bir membran ve deney koşulu için anlam

taşıyabilir; bütün pestisitlere uygulanabilecek sabit bir oran değildir. Hedef madde için gösterilmiş performans esas alınır. [7]

Uçucu organik bileşikler (VOC'ler)

Benzen, karbon tetraklorür ve vinil klorür, su kalitesi açısından önem taşıyan VOC örnekleridir. Benzen ve vinil klorür insanlarda kanserojen olarak bilinir; karbon tetraklorürün değerlendirmesinde de kanser potansiyeli ile diğer toksik etkiler dikkate alınır. Vinil klorür, PVC üretiminde kullanılan monomerdir; PVC polimerinin kendisiyle aynı madde değildir. VOC'ler yakıt veya çözücü sızıntıları, endüstriyel atıklar ve başka kirlenme yollarıyla suya ulaşabilir. Bir bulgu, kaynağı araştırmak için başlangıçtır; sızıntının yerini ve nedenini tek başına göstermez. [7][45]

ABD'de 1986 Safe Drinking Water Act değişikliklerini izleyen ve 1987, 1991 ve 1992'de yürürlüğe konan kimyasal kurallarda düzenlenen VOC örnekleri şunlardır. Bazı adlar birden fazla izomeri kapsadığından, ölçüm ve sınır karşılaştırmasında tam kimyasal ad kullanılmalıdır: [45]

- Trikloroetilen.
- Tetrakloroetilen.
- Karbon tetraklorür.
- Trikloroetan; örneğin 1,1,1-trikloroetan.
- Dikloroetan; örneğin 1,2-dikloroetan.
- Vinil klorür.
- Metilen klorür (diklorometan).
- Benzen.
- Klorobenzen.
- Diklorobenzenin düzenlenen izomerleri.
- Triklorobenzen; örneğin 1,2,4-triklorobenzen.
- Dikloroetilenin düzenlenen izomerleri.

Düzenlenen maddeler listesi, çevrede bulunabilecek bütün VOC'leri kapsamaz. Analiz kapsamı seçilirken yerel sanayi, yakıt depoları ve geçmiş kirlenme olayları da dikkate alınmalıdır. [7][45]

VOC'leri sudan uzaklaştırma yöntemleri

- **Aktif karbon:** Birçok VOC için etkili bir adsorpsiyon yöntemidir. Karbonun kapasitesi bileşiğe göre değişir; bazı maddelerde hava sıyırma gibi yöntemler de kullanılabilir. [7][28]

- **Ters ozmoz:** Organik maddelerde giderim, molekülün ve membranın özelliklerine bağlıdır. Yüzde 70–80 gibi tek bir oran bütün VOC'lerin davranışını açıklamaz. Ev tipi cihazlarda karbon ön ve son filtrelerin katkısı da membranın katkısından ayrılmalıdır. [7][28]

VOC gideriminde doğru seçim, suda hangi bileşiklerin bulunduğuna dayanır. Filtrenin kapasitesi ve değiştirme zamanı, arıtılmış suyun izlenmesiyle birlikte ele alındığında koruma sürdürülebilir. [7]

MTBE (metil tersiyer-bütil eter)

MTBE, metanol ile izobütilenden üretilen bir yakıt katkısıdır. ABD'de kurşunlu katkılardan uzaklaşılırken oktan gereksinimini karşılamak ve yakıta oksijen kazandırmak amacıyla kullanılmıştır. Yeraltı yakıt depolarından sızıntı gibi olaylar, bu maddenin içme suyu kaynaklarına ulaşmasına yol açmıştır. [46]

MTBE suda kolay çözünür, toprağa birçok yakıt bileşeni kadar güçlü tutunmaz ve bazı yeraltı suyu koşullarında yavaş parçalanır. Bu özellikler, kirlenmenin yayılmasını ve temizlenmesinin uzun sürmesini açıklamaya yardımcı olur. Kalıcılık süresi ve görüldüğü yerlerin sayısı, belirli araştırmanın kapsamına göre belirtilmelidir. [47]

Sağlık, tat ve koku

EPA'nın tarihsel MTBE bilgilendirmesinde, 1997 tarihli tavsiye belgesinin tat ve kokuyu sınırlandırmak için 20–40 µg/L aralığını ele aldığı aktarılır. Bu değer bir ABD federal içme suyu standardı değildir. WHO, yüksek maruziyet düzeylerinde kemirgenlerde görülen kanser bulgularını ele alır; mevcut verilerin insan kanser riski hesabı için yetersiz kaldığını belirtir. Tat ve kokunun sağlık açısından kaygı oluşturan derişimlerin altında fark edilebilmesi de değerlendirmede önem taşır. Terebentin benzeri koku bir ipucu olabilir; kokunun alınmaması ise MTBE bulunmadığını kanıtlamaz. [47][7]

MTBE'nin sudan uzaklaştırılması

- **Karbon filtrasyonu:** Granüler aktif karbon MTBE azaltımında kullanılabilir. MTBE'nin karbon tarafından tutulması birçok başka organik maddeye göre daha zayıf olduğundan, yeterli temas süresi ve

kapasite özellikle önemlidir. Hava sıyırma ve başka uygun arıtma seçenekleri de koşullara göre değerlendirilir. [48]
- **Filtre boyutu:** Gerekli temas süresi ve kapasiteyi sağlamak için, aynı debide başka kirleticilere göre daha büyük bir karbon yatağı gerekebilir. Boyutlandırma, suyun MTBE derişimi ve hedeflenen çıkış kalitesine göre yapılır. [48]
- **Değiştirme zamanı:** Karbon doyuma yaklaştığında madde filtreden geçmeye başlayabilir. Bu nedenle kartuş veya yatağın değiştirilmesi yalnız tat ve kokuya bırakılmamalı, kapasite ve ölçüm sonuçlarıyla planlanmalıdır. [7][48]

MTBE sorununun çözümü, kirlenme kaynağının kontrolünü ve uygun arıtmayı birlikte gerektirir. Temiz su sağlandığının doğrulanması, seçilen cihazın adından daha fazla bilgi verir. [7]

Trihalometanlar (THM'ler)

Klorun sudaki organik maddelerle tepkimesinden yüzlerce farklı dezenfeksiyon yan ürünü oluşabilir. THM'ler, en yaygın izlenen gruplardan biridir. Bileşiklerin toksik özellikleri farklıdır; toplam THM ölçümü, bütün yan ürünlerin tek başına eksiksiz bir göstergesi değildir. [7]

THM düzeyleri ve sağlık etkileri

- **Kaynak suyu:** Organik madde yükü yüksek yüzey suları, uygun ön arıtma yapılmadığında daha fazla THM oluşumuna elverişli olabilir. [7]
- **Mevsim ve işletme:** Organik madde, sıcaklık, pH, dezenfektan dozu ve temas süresi değiştikçe yan ürün düzeyleri de değişebilir. [7]
- **Sağlık araştırmaları:** Uzun süreli dezenfeksiyon yan ürünü maruziyeti ile özellikle mesane kanseri arasında ilişki bildiren çalışmalar vardır. Rektum ve diğer kanser türlerine ilişkin sonuçlar da araştırılmıştır; bulguların gücü her kanser türünde aynı değildir. [7][14]
- **Maruziyet süresi:** Kırk–elli yıllık içme suyu geçmişi gibi uzun dönemler araştırmalarda önem taşır. Riski belirlemek için süreyle birlikte derişim, maruziyet yolu ve diğer etkenler değerlendirilir; düşük bir düzeyde tek ölçüm bütün yaşam boyu maruziyeti açıklamaz. [7][14]

Arıtma: Aktif karbon, uygun tasarım ve işletmeyle THM'leri ve bazı diğer organik yan ürünleri azaltabilir. Şebeke ölçeğinde ise organik öncüllerin

giderilmesi ve dezenfeksiyon koşullarının yönetilmesi, oluşumu azaltmaya yardımcı olur. [7][28]

İlaç kalıntıları

Reçeteli ve reçetesiz ilaçlar kullanıldıktan sonra, etkin maddelerin ve metabolitlerin bir bölümü vücuttan atılır. Atık su arıtma tesisleri bunların bazılarını azaltabilir; geleneksel süreçler bütün ilaç kalıntılarını aynı verimle gidermek üzere tasarlanmamıştır. [49]

İlaçların su kaynaklarına etkisi

- Su kaynağına ve arıtma koşullarına bağlı olarak, musluk suyunda veya şişelenmiş suda çok düşük düzeyde ilaç kalıntıları saptanabilir. Bir maddenin saptanmasıyla sağlık açısından etkili bir doza maruz kalınması ayrı değerlendirmelerdir. [49]
- 2008 tarihli Associated Press araştırması, antibiyotikler, ağrı kesiciler, antidepresanlar, kolesterol düşürücüler ve başka ilaçların en az 41 milyon ABD'liye hizmet veren içme suyu kaynaklarında bulunduğunu gündeme getirdi. Bu sayı, o tarihteki haber araştırmasının kapsamını anlatır. [50]
- Philadelphia için ilk haberlerde arıtılmış suda 56, kaynak sularında 63 madde sayısı yer aldı. Ancak 14 Nisan 2008 tarihli belediye meclisi oturumunda su idaresi yetkilisi, 75 analitlik taramada gerçek bulgunun arıtılmış suda 17, kaynak suyunda 32 madde olduğunu açıkladı. Tarihsel örnek aktarılırken bu düzeltme de birlikte okunmalıdır. [50] [51]

İlaç kalıntılarının özellikleri

İlaçlar, belirli biyolojik hedefler üzerinde etki göstermek üzere geliştirilir. Yine de tedavide kullanılan doz ile içme suyunda ölçülen iz derişim aynı değildir. Etki değerlendirmesi; bileşik, doz, toplam maruziyet ve hassas gruplar üzerinden yapılır. [49]

- ABD'de EPA'nın ulusal içme suyu kuralları, bütün ilaç kalıntıları için tek bir ortak sınır içermez. Klasik atık su arıtımı da bütün ilaçları bütünüyle uzaklaştıran ortak bir işlem değildir. İz kalıntıların değerlendirilmesinde WHO'nun sağlık temelli yaklaşımı ve mevcut arıtma kapasitesi birlikte ele alınır. [49][45]

- Kolesterol düşürücülerin, sakinleştiricilerin ve antiepileptiklerin giderimi kendi aralarında da farklıdır. Örneğin karbamazepin gibi bazı ilaçların geleneksel arıtımda kalıcı davranması, ileri işlemlerin neden araştırıldığını gösterir. [49][52]
- Klorlama bazı ilaçları dönüştürürken bazılarını sınırlı ölçüde etkiler; dönüşüm her zaman daha az toksik bir ürün anlamına gelmez. Bedner ve MacCrehan'ın parasetamolün klorlanmasını incelediği çalışmada, atık su dezenfeksiyonunu temsil eden deney koşullarında toksik 1,4-benzokinon ve NAPQI gibi ürünler saptanmıştır. Bu sonuç, kullanılan kimyasalın yanında oluşan ürünlerin de incelenmesi gerektiğini gösterir. [53]

İlaç kalıntılarını sudan uzaklaştırma yöntemleri

- **Ozon ve UV temelli ileri oksidasyon:** Uygun şekilde tasarlanan ozonlama ve UV ile yürütülen ileri oksidasyon işlemleri, birçok ilacın dönüşümünü sağlayabilir. Verim bileşiğe, doza ve suyun özelliklerine bağlıdır; dönüşüm ürünleri de değerlendirilmelidir. [49][52]
- **Membran işlemleri:** Nanofiltrasyon ve ters ozmoz, birçok çözünmüş ilaç için önemli ayırma seçenekleridir. Ultrafiltrasyonun daha büyük gözenekleri ise küçük çözünmüş molekülleri tek başına aynı ölçüde tutmaz. Membran seçimi ve başka işlemlerle birlikte kullanımı bu fark dikkate alınarak yapılır. [7][49]

İlaç kalıntılarını yönetmek, gereksiz salımları azaltmayı, ilaçların uygun bertarafını ve kaynak suyuna göre seçilen arıtmayı birlikte gerektirir. İleri teknoloji, hangi maddeyi ne kadar azalttığı ölçülerek değerlendirildiğinde anlam kazanır. [49]

BÖLÜM 08

Biyolojik kirleticiler

Biyolojik kirleticiler, suyla taşınarak hastalığa yol açabilen bakteri, virüs ve protozoonları kapsar. Bunların davranışları farklı olduğundan, her gruba karşı aynı arıtma işleminin aynı korumayı sağlaması beklenmez. [7]

Bakteriler

Hastalık yapıcı bakteriler dizanteri, gastroenterit, tifo ve kolera gibi hastalıklara yol açabilir. Hepatit A ise bakteriden değil bir virüsten kaynaklanır. Suda E. coli aranması, insan veya hayvan dışkısından kaynaklanan kirlenmeyi değerlendirmede kullanılan önemli bir göstergedir. [7]

Kirlenme riski

Houston Chronicle'ın "Tap Water at Risk" incelemesine atıf yapan Denver Health bilgilendirmesinde, 1994–1995 döneminde ABD'de 3.641 su sisteminin dışkı kaynaklı bakteri kirliliği nedeniyle federal sağlık standartlarını ihlal ettiği aktarılır. Bu sayı, belirli bir döneme ait tarihsel bir örnektir. [54]

Bakterilere karşı arıtma

- **Kimyasal oksidasyon ve dezenfeksiyon:** Klorlama ve ozonlama, uygun doz ve temas süresi sağlandığında bakterileri etkisizleştirmede kullanılan yöntemlerdir. Bulanıklık ve suyun dezenfektan talebi, sürecin başarısını etkiler. [7]
- **Ters ozmoz:** Sağlam bir membran bakterilerin geçişini büyük ölçüde sınırlar. Bununla birlikte bağlantı kaçakları, membran hasarı ve arıtma sonrası depoda çoğalma, cihazın bütün olarak değerlendirilmesini gerektirir. Yalnız yüzde 99 gibi bir oran, işletme güvenliğinin yerine geçmez. [7]

Virüsler

İnsan dışkısıyla suya ulaşabilen virüsler çok çeşitlidir. Enterovirüslerin tek başına yüzden fazla serotipi tanımlanmıştır; bütün enterik virüsler aynı hastalığı oluşturmaz. Su güvenliğinde önem taşıyan başlıca gruplar şunlardır: [7]

- **Enterovirüsler:** Çocuk felci (polio), aseptik menenjit ve ensefalit gibi farklı tablolara yol açabilen üyeler içerir. [7]
- **Reovirüsler:** Solunum ve sindirim sisteminden izole edilebilir. İnsanlardaki enfeksiyonları sıklıkla belirti vermeden veya hafif seyretmekle birlikte, grubun üyeleri farklı klinik özellikler gösterebilir. [55]
- **Rotavirüsler:** Özellikle küçük çocuklarda gastroenterit ve ciddi sıvı kaybına yol açabilir. [7]
- **Adenovirüsler:** Bazı tipleri solunum yolu hastalıklarıyla, enterik tipleri ise gastroenteritle ilişkilidir. [7]
- **Hepatit A virüsü:** Karaciğerde enfeksiyona, yani hepatit A'ya yol açar. [7]
- **Norovirüsler:** Norwalk benzeri virüsler olarak da bilinen bu grup, gastroenterit salgınlarının önemli nedenlerindendir. [7]
- **İzleme:** Rutin su kontrolünde her virüs doğrudan aranmaz; dışkı kirlenmesi göstergeleri ve arıtma süreçleri birlikte izlenir. Koliform veya E. coli sonucunun uygun olması, her koşulda bütün virüslerin bulunmadığını tek başına kanıtlamaz. [7]
- **Oksidasyon ve dezenfeksiyon:** Virüslerin etkisizleştirilmesi için uygun dezenfektan dozu ve temas süresi sağlanmalıdır. Virüs türlerinin dirençleri farklıdır. [7]
- **Klorlama ve karbon:** Klorlama sonrasında aktif karbon, tat ve koku gibi sorunları azaltmak için kullanılabilir. Karbonun bu görevi, tek başına güvenilir bir virüs giderim engeli oluşturduğu anlamına gelmez. [7][56]
- **Ozon ve iyot:** Ozon, tesislerde kullanılan güçlü oksidanlardan biridir. İyot bazı kısa süreli acil su uygulamalarında kullanılabilir; sürekli ev içi kullanım için uygunluğu ve hassas gruplar ayrıca değerlendirilmelidir. [7]
- **Ultraviyole ve damıtma:** Uygun UV dozu virüsleri inaktive eder; UV onları fiziksel olarak sudan ayırmaz. Damıtma da doğru işletilen bir sistemde mikrobiyolojik koruma sağlayabilir. Her iki yöntemde arıtma sonrası suyun yeniden kirlenmesi önlenmelidir. [7]

Protozoonlar

Cryptosporidium ve Giardia, suyla bulaşabilen tek hücreli parazitlerdir. Çevrede taşınan dayanıklı biçimleri koruyucu duvarlarla çevrilidir: Giardia kist, Cryptosporidium ise ookist oluşturur. Özellikle Cryptosporidium ookistleri, içme suyu arıtımında uygulanan olağan klorlamaya oldukça dirençlidir. [7]

- **Belirtiler:** İshal, bulantı, karın krampları ve bazı olgularda ateş görülebilir. Enfeksiyon, bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde daha ağır ve uzun süreli olabilir; yaşamı tehdit edebilir. [7]

Protozoonlara karşı arıtma

- **Filtrasyon:** Kist ve ookistlerin tutulmasında gözenek yapısı, filtre bütünlüğü ve doğrulanmış performans önemlidir. [7][56]
- **Gözenek derecesi:** 0,5 µm gibi bir değer değerlendirilirken bunun nominal mi, mutlak mı olduğu bilinmelidir. CDC, kist azaltımı için mutlak gözenek boyutu 1 µm veya daha küçük olan ya da ilgili kist azaltım belgelendirmesini taşıyan filtrelere dikkat çeker. [56]

Biyolojik güvenlik, kaynağın korunması, uygun filtrasyon ve dezenfeksiyon, güvenli depolama ve düzenli bakımın birlikte çalışmasına dayanır. Bakteri, virüs ve protozoonların farklı özellikleri bilinirse, seçilen yöntemlerin koruma sınırları da daha açık anlaşılır. [7]

BÖLÜM 09

Belediye suyu dezenfeksiyonu ve arıtımı

Klorlama, belediye sularının dezenfeksiyonunda yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bunun yanında kloramin, ozon, klor dioksit ve başka arıtma seçenekleri de vardır. Hangi yöntemin seçileceğini kaynak suyunun özellikleri, giderilmesi gereken tehlikeler ve dağıtım sisteminin koşulları belirler. [7]

Klorlama

Klor, uygun doz ve temas süresinde birçok bakteri ve virüsü etkisizleştirir. Bununla birlikte klorlu musluk suyunun doğrudan doldurulduğu bir akvaryumda balıklar zarar görebilir, hatta ölebilir. Balıkların solungaçlarından gerçekleşen maruziyet ile insanın suyu içerek sindirim sistemine alması farklı süreçlerdir. Bu nedenle akvaryum suyu hazırlanırken klor ve kloraminin giderilmesi gerekir. [7] [57]

Sağlık açısından dikkat edilmesi gereken konulardan biri, klorun suyun doğal bileşenleriyle tepkimesinden doğan dezenfeksiyon yan ürünleridir. Uzun süreli maruziyet ile özellikle mesane kanseri arasında ilişki bildiren gözlemsel araştırmalar vardır. Villanueva ve çalışma arkadaşlarının 2007 tarihli araştırması, içme yanında banyo, duş ve havuz yoluyla maruziyeti de ele almıştır. [14]

- **Yan ürünlerin oluşumu:** Klor, özellikle doğal organik maddelerle tepkimeye girerek çok sayıda yan ürün oluşturabilir. Bunların tümü aynı ölçüde tanımlanmış ve değerlendirilmiş değildir. Tanımlanabilen bileşiklerin oranı suyun içeriğine, kullanılan analiz yöntemlerine ve incelenen madde grubuna bağlıdır. [7]
- **Trihalometanlar (THM'ler):** Klorlama yan ürünlerinin en çok izlenen gruplarından biridir. Uzun süreli maruziyet olası sağlık etkileri nedeniyle sınırlandırılır; risk, hangi THM'nin bulunduğuna, derişimine ve maruziyet süresine bağlıdır. Yan ürünleri azaltırken suyun mikrobiyolojik güvenliğini sağlayan dezenfeksiyondan ödün verilmemelidir. [7]

Kloraminle dezenfeksiyon

Klorlama yan ürünlerini azaltma arayışı, ABD'de birçok su işletmesini dağıtım sisteminde kloramin kullanmaya yöneltmiştir. EPA'nın dezenfektanlar ve yan ürünleri hakkındaki düzenleme önerisi 1994'te yayımlanmış, ilk aşama kuralı 1998'de kesinleşmiştir. İşletmeler bu gereklilikleri karşılamak için kaynaklarına uygun yöntemleri seçer. Klorun amonyakla kontrollü tepkimesiyle elde edilen monokloramin, serbest klora göre daha yavaş dezenfekte eder; buna karşılık şebekede daha kalıcı bir koruyucu bakiye sağlayabilir. [58] [7]

Geçiş sırasında yaşanan sorunlar

- **Washington, DC:** 2000 sonunda serbest klordan kloramine geçiş, bazı kurşunlu tesisatlarda koruyucu yüzey tabakasının kararlılığını bozarak suya kurşun geçişini artırdı. 2004'te ortofosfatla korozyon kontrolü uygulanmaya başlandı. DC Water'ın 2004 su kalitesi raporunda, yılın ilk altı ayındaki örneklerin 90. yüzdelik değeri 59 µg/L olarak verilir; o dönemdeki eylem düzeyi 15 µg/L idi. Bu yüzdelik değer, örneklerin yüzde 90'ının altında veya eşitinde kaldığı derişimi gösterir. [59][21]
- Kaliforniya'daki geçişler bağlamında gündeme gelen önemli konulardan biri diyaliz güvenliğidir. Diyaliz suyu hazırlanırken klorun ve kloraminin uzaklaştırılması gerekir; bu maddelerin diyaliz sıvısından membran yoluyla hastaya ulaşması ciddi zarara yol açabilir. Diyaliz için su hazırlanması ile hastanın uygun kalitedeki şebeke suyunu içmesi, farklı maruziyet yollarıdır. [57]

Sağlık ve tesisat üzerindeki etkiler

- **Korozyon:** Dezenfektanın değiştirilmesi, suyun kimyasını ve boru yüzeyindeki tabakaları etkileyebilir. Kurşun içeren tesisatlarda uygun korozyon kontrolü yapılmazsa suya kurşun geçişi artabilir. Bu etki değerlendirilirken dezenfektanın yanında boru malzemesi, pH ve diğer su özellikleri de incelenir. [7] [59]
- **Uzun süreli koruma:** Kloramin ve klor, su güvenliği zincirindeki farklı önlemlerle birlikte kullanılır. Monokloramin, uygun işletilen sistemlerde dağıtım boyunca koruma sağlayan yararlı bir ikincil dezenfektandır; etkinliğini sürdürmek için bakiye ve şebeke koşulları izlenmelidir. [7]

Çözümler ve öneriler

Şebekede kloramin kullanılıyorsa, aşağıdaki kontroller evinizin gerçek koşullarını anlamanıza yardımcı olur:

- **Kurşun ölçümü:** Suyunuzdaki kurşun düzeyini uygun numune alma yöntemiyle laboratuvarda kontrol ettirin. Özellikle eski bağlantılar ve kurşun içerebilen tesisat parçaları varsa, belediye raporunun yanı sıra evdeki musluğun durumunu da incelemek gerekir. [7]
- **Tesisat kontrolü:** Boru, bağlantı ve armatürlerde korozyon belirtilerini inceletin. Kurşun geçişi görünür pas veya renk değişikliği olmadan da gerçekleşebildiğinden, görsel inceleme analizle tamamlanmalıdır. [7]
- **Ev girişinde arıtma:** Kloramini eve girmeden azaltan bir sistem, değerlendirilebilecek seçeneklerden biridir. Ancak bütün evde dezenfektan bakiyesinin kaldırılması, tesisatta mikrobiyal çoğalma riskini artırabilir. Bu nedenle ev girişinde arıtmanın mı, yalnız içme ve yemek suyunda kullanım noktası arıtmasının mı uygun olduğu su analizi, tesisat ve bakım koşulları birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir. [7]

Bireysel arıtma, uygun seçildiğinde klor veya kloramin tadı ve kokusunu azaltabilir; belgelenmiş bir kirletici sorununa karşı da ek koruma sağlayabilir. Bunun için cihazın hedef maddeyi azaltma yeteneği, kapasitesi ve bakım gereksinimi bilinmelidir. Arıtma ihtiyacı ve beklenen koruma, her evin su kalitesine ve seçilen cihazın performansına göre değerlendirilir. [7]

Ozonlama

Ozonlama, belediye suyu ve atık su arıtımında kullanılan güçlü bir oksidasyon yöntemidir. Klorlu yan ürünleri azaltma arayışı, bu teknolojiye ilgiyi artıran nedenlerden biridir. Teknik gelişmeler değerlendirilirken dezenfeksiyon gücüyle birlikte yatırım ve işletme maliyeti, enerji tüketimi ve kaynak suyunun özellikleri de hesaba katılır. [7]

Ozonlama nasıl çalışır?

- **Ozonun yapısı:** Ozon, üç oksijen atomundan oluşan O_3 molekülüdür; soluduğumuz oksijen ise O_2'dir. Arıtma tesisinde ozon çoğunlukla kuru

hava veya oksijenin yüksek voltajlı bir elektrik alanından geçirilmesiyle üretilir ve suya verilir. [7]

- **Patojenlere etkisi:** Ozon ve tepkimeler sırasında oluşabilen reaktif türler, mikroorganizmaların hücresel yapılarını ve işlevlerini oksidasyonla bozarak onları etkisizleştirir. Etki, ozonun doğrudan tepkimeleriyle ve suyun özelliklerine bağlı olarak gelişen başka oksidasyon yollarıyla ortaya çıkar. [7]
- **Parçalanma ve yan ürünler:** Ozonun parçalanmasıyla oksijen oluşur. Ozonun sudaki maddelerle tepkimesi ise başka ürünler de oluşturabilir: bromür içeren sularda bromat, organik madde içeren sularda aldehitler ve başka oksidasyon ürünleri meydana gelebilir. [7]

Ozonlamanın avantajları

- **Etkili dezenfeksiyon:** Uygun doz ve temas süresi sağlandığında bakterilere, virüslere ve bazı dirençli patojenlere karşı güçlü etki gösterebilir. Etkinlik, suyun ozon talebi ve arıtma koşullarıyla birlikte değerlendirilir. [7]
- **Farklı yan ürün profili:** Ozon, klorlamadan farklı bir yan ürün profiline sahiptir. Bu özellik bazı sistemler için avantajdır; ozon seçilirken özellikle bromat oluşumunun kontrolü de tasarıma dâhil edilir. [7]
- **Çevresel değerlendirme:** Ozonun kalıcı olmaması ve oksijene dönüşmesi yararlı özelliklerdir. Çevresel değerlendirme; elektrik tüketimini, yan ürünleri ve suya aktarılamayan ozon gazının güvenli biçimde parçalanmasını da kapsar. [7]

Ozonlamanın sınırlamaları

1. Kısa ömür

- Ozon suda hızla tepkimeye girer ve parçalanır; uzun dağıtım hatlarında etkili bir dezenfektan bakiyesi bırakmaz. [7]
- Bu nedenle su, tesisten çıktıktan sonraki yolculuğunda ek koruma önlemlerine ihtiyaç duyar. [7]

2. Dağıtım sırasında koruma

- Tesis çıkışında etkili ozonlama yapılmış olsa bile, borular ve depolar boyunca koruma ayrıca planlanmalıdır. Dağıtımda yeterli bakiye ve tesisat bütünlüğü birlikte gözetilir. [7]
- Dağıtım sistemindeki sızıntı, basınç kaybı veya uygunsuz depolama suyu yeniden kirlenmeye açık bırakabilir. Ayrıca ozonun organik maddeleri daha kolay biyolojik parçalanabilir hâle getirmesi, ardından uygun arıtma yapılmazsa bakteri çoğalmasını besleyebilir. [7]

Birlikte kullanım: ozon ve dağıtım için dezenfektan bakiyesi

Ozonlamayı, gerekli olduğunda biyolojik filtrasyon veya granüler aktif karbonla ve ardından dağıtımda koruma sağlayacak klor bakiyesiyle birleştirmek uygulanabilir yaklaşımlardan biridir. Sistemin en uygun düzeni, kaynak suyuna ve şebekenin koşullarına göre belirlenir. [7]

- **İlk aşamada ozon:** Suyun başlangıçta dezenfekte edilmesini ve uygun bileşiklerin oksitlenmesini sağlar. [7]
- **Dağıtımda bakiye:** Gereken düzeyde klor veya uygun başka bir kalıcı dezenfektan, borular boyunca mikrobiyal yeniden kirlenmeye karşı korumaya katkıda bulunur. Bakiye, şebekenin farklı noktalarında ölçülerek korumanın sürüp sürmediği izlenir. [7]

Ozon, yüzme havuzları ve spa sistemlerinin devridaim hatlarında da kullanılabilir. Hızlı oksidasyon etkisi bu sistemlerde yararlıdır; kullanıcıların bulunduğu suyun korunması için uygun dezenfektan bakiyesi ve düzenli izleme gerekir. Böylece devridaim hattındaki ozonlama ile havuzun içindeki sürekli koruma birbirini tamamlar. [60]

Klor dioksit

Klor dioksit, ABD ve Avrupa'da onlarca yıldır, elli yılı aşan bir geçmişle su arıtımında kullanılan bir dezenfektan ve oksidandır. Küçük ölçekli belediye sistemleri dâhil farklı uygulamalarda kullanılabilir. Avantajları ve işletme gereksinimleri, kaynak suyuna ve hedeflenen arıtma amacına göre değerlendirilir. [29] [7]

Klor dioksitin avantajları

- **Yan ürünler bakımından farkı:** Klor dioksit, serbest klorla oluşan THM gibi yan ürünlerden farklı bir profile sahiptir. Başlıca kaygılardan olan klorit ve kloratın oluşumu denetlenmeli; yöntemin avantajı, kaynak suyun özellikleriyle birlikte değerlendirilmelidir. [7]
- **Dağıtımda mikrobiyal kontrol:** Uygun koşullarda bir bakiye sağlayarak bakteriyel yeniden çoğalmayı sınırlamaya katkıda bulunabilir. Virüsleri etkisizleştirme ve alg kontrolü de uygulama kapsamındadır. Virüslerin çoğalması için canlı konak hücre gerektiğinden, bakteriyel büyüme ile virüslerin suda bulunması farklı süreçler olarak değerlendirilir. [7] [29]
- **Uygulama çeşitliliği:** Endüstriyel su devreleri, topluluk arıtma tesisleri, sarnıçlar ve hastane su sistemleri, klor dioksitin değerlendirilebildiği alanlardır. Uygunluk; sistem tasarımı, malzemeler, yan ürün kontrolü ve işletme gereksinimleri incelenerek belirlenir. [29]
- **Demir, manganez ve bulanıklık:** Klor dioksit, çözünmüş demir ve manganezin oksidasyonunu sağlayabilir; oluşan parçacıkların çöktürülmesi veya süzülmesi gerekir. Bazı koşullarda koagülasyon ve flokülasyon süreçlerine de yardımcı olabilir. Bu işlem, esas olarak kalsiyum ve magnezyumdan kaynaklanan su sertliğinin giderilmesinden ayrı değerlendirilir. [29] [7]

Kimyasal yapısı ve çalışma ilkesi

Klor dioksit, bir klor ve iki oksijen atomundan oluşan ClO_2 molekülüdür. Serbest klordan farklı kimyasal yapısı nedeniyle tepkimeleri ve yan ürünleri de farklıdır. Üretim koşulları denetlenerek istenmeyen diğer klor bileşenlerinin oluşumu sınırlandırılır. [7] [29]

Dezenfeksiyon etkisi

- Klor dioksit, oksidasyon tepkimeleriyle bakterilerin, virüslerin ve uygun koşullarda protozoaların işlevlerini bozar. Molekülün hedef yapılarla kimyasal tepkimesi, dezenfeksiyon etkisinin temelini oluşturur. [7] [29]
- Başlıca inorganik yan ürünler klorit ve klorattır. Bunların oluşumu üretim ve uygulama koşullarına bağlıdır. Klorit uygun işlemlerle azaltılabilir; kloratın oluştuktan sonra ekonomik biçimde giderilmesi

daha zordur. Dolayısıyla en etkili yaklaşım, oluşumu baştan sınırlamaktır. [7]

Derişim, temas süresi ve pH

- Klor dioksit geniş bir pH aralığında kullanılabilir. Etkinlik değerlendirilirken derişim; temas süresi, sıcaklık, suyun oksidan talebi ve hedef mikroorganizmayla birlikte ele alınır. Örneğin seyreltik suda yaklaşık 0,1 mg/L'ye karşılık gelen 0,1 ppm değeri, ancak bu koşullar tanımlandığında anlam kazanır. Uygulama gereksinimi her sistem için ayrıca belirlenir. [7] [29]

Kullanım alanları

- **Kamp ve doğa yürüyüşü:** İçme suyu için üretilmiş klor dioksit ürünleri, doğru kullanıldığında bazı mikrobiyolojik risklerin azaltılmasında bir seçenek olabilir. Hedef mikroorganizmaya uygun ürün ve etiketindeki temas süresi esas alınmalıdır. [61]
- **Acil durumlar:** Uygun ürünler acil su dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Yakıt veya toksik kimyasallarla kirlenmiş sularda ise güvenli başka bir kaynak gerekir; dezenfeksiyonun koruması mikrobiyolojik hedeflerle sınırlıdır. [61]
- **Diş hijyeni:** Klor dioksit içeren özel ağız bakım ürünleri, diş eti iltihabı ve periodontal hastalıklarla ilişkili sorunlarda araştırılmıştır. Örneğin 36 katılımcılı bir çalışmada, diş taşı temizliği ve kök yüzeyi düzleştirmesine eklenen klor dioksit jelinin 30 günlük klinik sonuçları incelenmiştir. Bu uygulama, diş hekimi gözetiminde kullanılan özel bir dental ürüne ilişkindir; su dezenfeksiyonu için üretilen kimyasallar ağız bakım ürünü yerine kullanılmamalıdır. [62]

İçme suyundaki kirleticileri öğrenmek

İçme suyunuzun içeriğini öğrenmek için su işletmesinin raporundan ve uygun laboratuvar analizlerinden yararlanabilirsiniz:

- **Belediye su kalitesi raporu:** ABD'de topluluk su sistemleri, federal düzenlemeler uyarınca tüketicilere yıllık su kalite raporu sunar; bu rapor kaynak suyu, ölçülen maddeler ve ilgili sınırlar hakkında bilgi verir. Raporu yorumlamaya ilişkin eğitim kaynakları arasında Purdue Üniversitesi'nin SafeWater sayfaları da yer alır (engineering.purdue.edu/SafeWater/drinkinfo/WQ-33.htm).

Türkiye'de yerel su idaresinin analiz sonuçları ve yetkili kurumların denetim bilgileri incelenmelidir. [63]

- **Su testi:** Kuyu, pınar veya yüzey suyu gibi özel bir kaynak kullanıyorsanız, kaynağın ve tesisatın güvenliğini izleme sorumluluğunu üstlenirsiniz. Analiz, risklere göre seçilmiş parametrelerle ve uygun numune alma yöntemiyle yapılmalıdır. ABD'deki ticari hizmet örneklerinden biri Watercheck'tir (www.watercheck.com). Laboratuvar seçerken yetkinlik, ölçüm kapsamı, ücret ve hizmetin bulunduğunuz ülkedeki kullanılabilirliği birlikte kontrol edilmelidir. [7] [64]

Klor dioksit, farklı ölçeklerde yararlanılabilen etkili bir arıtma aracıdır. Değeri, uygun koşullarda sağladığı mikrobiyal kontrol ve oksidasyon kapasitesinden gelir. Güvenli kullanım ise doğru üretime, doz ve temas süresinin denetlenmesine, bakiye ile klorit ve kloratın izlenmesine bağlıdır. [7]

Suyun florürlenmesi

Suyun florürlenmesi, diş çürüğünü azaltmak amacıyla sudaki florür düzeyinin ayarlanmasıdır. CDC'nin 2022 verilerinde, ABD nüfusunun yüzde 62,8'i, topluluk su sistemlerinden hizmet alanların ise yüzde 72,3'ü florürlü su sağlayan sistemlere erişmektedir; bu istatistik doğal florürü uygun düzeyde olan sistemleri de içerir. Bireysel tüketim miktarları ve diğer florür kaynakları farklı olduğundan yarar, toplam maruziyet ve kişisel tercih birlikte tartışılmalıdır. [65]

Florür ve kanser tartışması

Dr. William Marcus örneği

- EPA'nın İçme Suyu Ofisinde toksikolog ve kıdemli bilim danışmanı olarak çalışan Dr. William Marcus, florürün kanser oluşturma potansiyelini değerlendiren bir taslak rapora yönelik eleştirilerinden sonra işini kaybetti. İdari yargı kararındaki tarih 13 Mayıs 1992'dir. Marcus, tehlike bulgularının daha tarafsız ele alınmasını savunan bir bilim insanı olarak florür tartışmasının önemli örneklerinden biridir. [66]
- Marcus işten çıkarılmasına karşı başvurdu; 1992'deki idari yargıç kararı ve 7 Şubat 1994'teki Çalışma Bakanı kararı, korunan bilimsel

eleştirisi nedeniyle haksız işleme uğradığı sonucunu destekledi. İşe iade süreci, bilim insanlarının kurum politikalarını eleştirirken karşılaşabileceği baskının somut bir örneğidir. Kararın konusu çalışan hakları ve misillemeydi; kanser riskinin bilimsel değerlendirmesi ayrı araştırma sonuçlarına dayanır. [66] [67]

- Florürleme karşıtı tartışmalarda, yılda on bin kanser ölümü meydana geldiği ve bu bağın Pennsylvania mahkemelerinde doğrulandığı ileri sürülmüştür. Bu iddia, Marcus'un işe iade kararından ayrı tutulmalıdır. Bilimsel tartışmanın arka planındaki NTP'nin 1990 deneyinde, yüksek sodyum florür derişimlerine maruz bırakılan erkek sıçanlarda kanserojen etki için "belirsiz kanıt" sınıflaması yapılmış; dişi sıçanlarda ve her iki cinsiyetteki farelerde kanıt bulunmamıştır. Deneydeki sodyum florür miktarı, florür iyonu miktarından ve normal içme suyu derişiminden farklıdır. [67] [68]

Diş çürükleri ve florür

- Yaklaşık 39 bin ABD'li okul çocuğuna ait 1986–1987 verileri bu tartışmada sık kullanılan bir örnektir. Yiamouyiannis'in 1990'da yayımladığı, 39.207 çocuğu kapsayan yeniden analizinde kalıcı dişlerin DMFT değerleri bakımından anlamlı fark bildirilmemiştir; beş yaşındakilerin süt dişlerinde ise florürlü bölgeler lehine fark bulunmuştur. Aynı ulusal araştırmayı değerlendiren Brunelle ve Carlos, yaşam boyu florürlü suya erişenlerde çürük, eksik veya dolgulu diş yüzeyi sayısını gösteren DMFS'nin yaklaşık yüzde 18 daha düşük olduğunu bildirmiştir. Kullanılan ölçütlerden biri dişleri, diğeri diş yüzeylerini sayar. [69] [70]
- **Ülkeler arası karşılaştırmalar:** Fransa, Almanya, Japonya, İtalya, İsveç, Finlandiya, Danimarka, Norveç, Hollanda, Avusturya, Belçika, Portekiz, İzlanda, Yunanistan ve ABD, diş çürüğü eğilimleri tartışılırken karşılaştırılan örnekler arasındadır. WHO'nun ağız sağlığı verilerinde kullanılan DMFT, çürük, eksik ve dolgulu dişlerin sayısını anlatır. 1970 sonrası eğilimler değerlendirilirken her ülkenin ölçüm yılları, yaş grupları ve yerel florürleme geçmişi birlikte incelenmelidir. Örneğin Finlandiya'nın Kuopio kentinde su florürlemesi 1992 sonuna kadar sürmüştür. [71]

Diş çürüğündeki düşüşün birden fazla nedeni vardır. Gelişmiş ağız hijyeni ve diş bakım hizmetleri bu konuda önemli açıklamalardır; florürlü diş macunu gibi yerel uygulamalar da su florürlemesinden ayrı

değerlendirilmelidir. Kuopio örneğinde, su florürlemesinin bırakılmasını izleyen yıllarda çürükte artış görülmemesi, koruyucu önlemlerin hangi koşullarda ne kadar katkı sağladığını araştırmanın önemini gösterir. [71] [7]

Aşırı florür alımının zararları

Diş florozisi

- Dişler gelişirken fazla florür alınması, minede beyaz çizgi veya lekelerden ileri olgularda renk değişikliği ve yüzey bozulmasına kadar uzanan florozise yol açabilir. ABD'de 12–15 yaş grubu için karşılaştırılabilir iki araştırmada, florozis sıklığı 1986–1987'de yüzde 22,6, 1999–2004'te yüzde 40,7 olarak bildirilmiştir. Hafif ve çok hafif biçimler bu toplamın önemli kısmını oluşturur. [72] [7]

İskelet florozisi

- Florür, dişler gibi kemiklerde de birikebilir. Uzun süreli yüksek alım, kemik yapısında değişiklikler ve iskelet florozisiyle sonuçlanabilir. Tehlike değerlendirilirken su, yiyecek ve diğer içecekler dâhil bütün kaynaklardan alınan toplam miktar dikkate alınmalıdır. [7]
- Kalça kırıkları konusu, 1990'lı yıllardan bu yana florür tartışmalarında yer alır. Araştırmaların sonuçları farklıdır; örneğin 1990'da İngiltere ve Galler'de 39 bölgeyi karşılaştıran çalışma, su florürü ile kalça kırığı hastane başvuruları arasında zayıf korelasyonlar bildirmiştir. Yüksek toplam florür alımının kemikler üzerindeki zararı ise düşük derişimli şebeke uygulamalarından ayrı ele alınması gereken bir sorundur. [73] [7]
- İskelet florozisi ile osteoporoz farklı hastalıklardır. Yüksek florür alımı kemik yapısını ve dayanıklılığını olumsuz etkileyebilir. Florürleme uygulamalarının kemik sağlığı bakımından değerlendirilmesinde, gerçek derişim ve toplam alımın yanı sıra diğer kırık riski etkenleri de dikkate alınmalıdır. [7]

Çocuklar ve toplam maruziyet

- Üç yaşın altındaki çocuklarda su seçimi, sudaki florür derişimi ve diğer kaynaklardan alınan toplam miktar dikkate alınarak yapılmalıdır. Özellikle yüksek doğal florür içeren su söz konusuysa, düşük florürlü

güvenli bir kaynak seçilmesi ve çocuğun sağlık ekibiyle görüşülmesi gerekir. [7] [74]
- Yalnızca suyla hazırlanan mamayla beslenen bebeklerde, florürlü su kullanımı hafif diş florozisi olasılığını artırabilir. Bu olasılığı azaltmak için bazı hazırlamalarda düşük florürlü su tercih edilebilir. Seçilen suyun mikrobiyolojik güvenliği ve mamanın hazırlama talimatları da gözetilmelidir. [74]
- Florürlü diş macunu, çocuklarda çürük önlemede kullanılabilir. Amerikan Diş Hekimleri Birliği, ilk dişlerden itibaren üç yaşın altında pirinç tanesi kadar ince bir miktar, üç–altı yaşta ise en fazla bezelye büyüklüğünde macun önerir. Fırçalama yetişkin gözetiminde yapılmalı; macunun yutulması önlenmelidir. Kişisel çürük ve florozis riski diş hekimiyle değerlendirilir. [75]

Kemik kanseri

- New Jersey Sağlık Departmanından Perry D. Cohn'un 1992 raporu, 1979–1987 döneminde genç erkeklerde görülen osteosarkom ile yerleşim yerinin florürleme durumu arasında ilişki bildirdi. Yedi ilçedeki 20 yaş altı erkeklerde oran 3,4; üç ilçelik alt grupta 5,1; bu üç ilçenin 10–19 yaş erkek grubunda ise 6,9 kat olarak hesaplandı. Florürlü yerleşimlerde 12, diğerlerinde sekiz vaka vardı. Raporda küçük vaka sayısı ve bireysel maruziyet bilgilerinin bulunmaması özellikle vurgulanmış, sonuçların nedensel bağ kanıtlamadığı belirtilmiştir. [76]

Sinir sistemiyle ilgili sorular

- Florür–alüminyum etkileşimi ve sinir sistemi, hayvan deneylerinde incelenmiş konulardır. Varner ve arkadaşlarının 1998 çalışması, sıçanlarda içme suyuyla alüminyum–florür veya sodyum florür verilmesinin sinir ve beyin damar dokusuyla ilişkisini araştırmıştır. Bu deneylerin insan Alzheimer hastalığına aktarılabilmesi için ayrıca insan verisi gerekir. Alzheimer hastalığında alüminyumun rolü ve florürün buna olası katkısı, ayrı kanıtlarla değerlendirilmesi gereken sorulardır. [77]
- Çin'de yapılan çocuk çalışmalarında, daha yüksek florür maruziyeti ile daha düşük IQ puanları arasında ilişkiler bildirilmiştir. NTP'nin 2024 değerlendirmesi, çoğunlukla 1,5 mg/L'nin üzerindeki yüksek maruziyetlerle çocuk IQ'su arasındaki ilişki için orta düzeyde güven

bildirmiştir. Daha düşük içme suyu düzeylerinin etkisine ilişkin belirsizlik sürmektedir. [36]
- Konsantrasyon güçlüğü, hafıza sorunları ve kafa karışıklığı da florürle ilgili nörolojik tartışmalarda anılır. Bu belirtilerin değerlendirilmesinde olası diğer nedenler, maruziyetin düzeyi ve süresi birlikte incelenmelidir. İnsanlarda bilişsel etkilere ilişkin bir araştırmanın yorumu da kullanılan ölçüm ve çalışma yöntemine bağlıdır. [36]

Üreme sağlığı

- Sperm üretimi, sperm hareketliliği ve testosteron düzeyi, florür araştırmalarında incelenen üreme göstergeleridir. Örneğin sıçanlarda 52 gün boyunca yüksek sodyum florür dozu veya 5 mg/L florür içeren yeraltı suyu kullanılan bir deneyde sperm hareketliliği ve testosteron düşüşü bildirilmiştir. Bu bulguların insan sağlığına aktarılmasında deneyin türü, dozu ve gerçek yaşam maruziyeti arasındaki farklar dikkate alınmalıdır. [78]

Florür alımını azaltmak isteyenler için seçenekler

- Florür eklenen bir bölgede yaşıyorsanız ve alımınızı azaltmak istiyorsanız, önce suyun gerçek florür düzeyini öğrenin. Özellikle yüksek doğal florür veya yüksek toplam maruziyet varsa, florürü azaltabilen arıtma ya da güvenli alternatif su kaynağı değerlendirilebilir. Arıtma kararı ölçülen düzeye, toplam alıma ve hane gereksinimine göre verilmelidir. [7]
- Ters ozmoz ve florür için tasarlanmış özel adsorpsiyon filtreleri, uygun koşullarda kullanılabilecek yöntemlerdir. Örneğin aktif alümina florür azaltımında kullanılan ortamlardan biridir. Seçimde cihazın adıyla birlikte florür için gösterilmiş performansı, kullanım kapasitesi ve arıtılmış suyun doğrulanması önemlidir. [7]

Florür alımını sınırlandırmada amaç, gereksiz yüksek maruziyetten kaçınırken diş sağlığını korumaktır. Sudaki florürü azaltma tercihi; beslenme, ağız bakımından gelen toplam alım ve kişinin çürük riskiyle birlikte değerlendirilmelidir. Böylece suyla alınan florüre ilişkin tercih ile diş yüzeyine uygulanan koruyucu ürünler ayrı ayrı ele alınabilir. [7]

Su florürlemesine karşı dört ana argüman

1. Diş çürüğünü önleme katkısına itiraz

- Eleştirel görüş, florürlenmeyen bazı bölgelerde çocukların diş sağlığının benzer veya daha iyi bulunmasını öne çıkarır. Bu karşılaştırmalar, su florürlemesinin farklı ortamlardaki katkısının ve diğer koruyucu uygulamalarla ilişkisinin ayrıntılı incelenmesi gerektiğini gösterir. [69] [7]
- **Dört yayın örneği:** Yiamouyiannis, 1990 makalesinin girişinde ABD, Kanada ve Yeni Zelanda'dan dört yayına dayanarak florürlenmeyen bölgelerde benzer ya da daha düşük çürük düzeyleri bildirildiğini belirtir. Bunlar Yeni Zelanda'dan Colquhoun'un 1985 ve 1987 çalışmaları, Kanada'dan Gray'in 1987 yazısı ve ABD'den Hildebolt ile arkadaşlarının 1989 çalışmasıdır. Bazı karşılaştırmalarda florürlü bölgelerde daha fazla çürük görülmesinin yorumu, sosyal koşulların ve diğer koruyucu uygulamaların da incelenmesini gerektirir. [69]
- **Avrupa örneği:** Avrupa'daki su florürleme uygulamaları, başlangıç ve bırakma tarihleri bakımından yerel farklılıklar gösterir. Somut bir örnek, Finlandiya'nın Kuopio kentidir. Burada 1992 sonunda florürleme bırakıldıktan sonra 1992–1998 karşılaştırmasında çürükte artış saptanmamış; Kuopio ve karşılaştırma kenti Jyväskylä'da ortalama çürük göstergeleri azalmış veya benzer kalmıştır. [71]

2. Kullanılan kimyasalların kaynağı ve saflığı

- **Üretim kökeni:** Florürleme kimyasallarına yönelik eleştirilerde alüminyum ve gübre endüstrileri anılır. Kullanılan bazı florür bileşikleri gerçekten fosfat gübresi üretiminden geri kazanılır. İçme suyunda kullanılacak ürünler için belirleyici olan, saflaştırılmış ürünün bileşimi ve safsızlıkların son suya katkısıdır. Kurşun ve diğer istenmeyen maddelerin bu katkısı denetlenmelidir; NSF/ANSI/CAN 60 bu amaçla kullanılan değerlendirme çerçevelerinden biridir. [31] [79]
- **Çocukların kanındaki kurşun:** Hidroflorosilisik asit gibi silikoflorürlerin kurşun maruziyetini artırabileceği ileri sürülmüştür. Buna karşılık Macek ve arkadaşlarının 2006'da yayımladığı, 9.477 çocuğun verilerini içeren analiz; bina yaşı ve diğer etkenler dikkate alındığında, silikoflorür kullanılan topluluk sularının çocuklarda daha yüksek kan kurşununa yol açtığı görüşünü desteklememiştir. Yazarlar sonuçlarının kesin olmadığını da belirtmiştir. [80]

3. Sağlık riskleri

Üçüncü itiraz, yararın yanı sıra olası zararların ve hassas grupların da hesaba katılması gerektiğidir. Aşağıdaki başlıklar bu kaygıları özetler. Risk değerlendirmesi yapılırken yüksek maruziyet bulguları ile rutin florürleme düzeyleri ayrı incelenmelidir. [7]

Kemik sağlığı

- Yüksek ve uzun süreli florür alımı, kemik dokusunun yapısını değiştirebilir ve iskelet florozisine yol açabilir. [7]
- İleri düzeyde maruziyette kemiklerin dayanıklılığı bozulabilir ve kırık riski artabilir. Bu riskin değerlendirilmesinde sudaki derişim ve bütün kaynaklardan alınan günlük toplam miktar birlikte kullanılır. [7]

Diş sağlığı

- Gelişim dönemindeki fazla alım diş florozisine, yani minenin görünüm ve yapısında değişikliklere yol açabilir. Hafif biçimlerde beyaz lekeler; ileri biçimlerde renk değişikliği ve yüzey kaybı görülebilir. Florozis ve diş çürüğü, gelişme mekanizmaları farklı iki durumdur. [7]

Kurşun maruziyeti

- Kurşun kaygısı; kimyasal ürünün saflığı, suyun korozyon özellikleri ve tesisat malzemeleri üzerinden incelenmelidir. Maruziyetin belirlenmesinde su analizi ve gerektiğinde bireysel değerlendirme esas alınır. [7] [80]

Sinir ve hormon sistemi

- IQ ile ilgili bulguların yanında tiroid hormonları ve epifiz bezinin işlevi de araştırılmıştır. NTP'nin değerlendirmesi özellikle yüksek florür maruziyeti ile çocuk IQ'su arasındaki ilişkiyi öne çıkarır. NRC'nin 2006 incelemesi ise tiroid etkilerinde doz ve iyot durumunun önemine, epifiz ve melatonin konusunda bilgi eksiklerine dikkat çeker. Bu başlıklar, maruziyet koşulları ve kanıt düzeyleri ayrı ayrı incelenerek değerlendirilmelidir. [36] [81]

Kanser riski

- Harvard'dan Bassin ve arkadaşlarının 2006 çalışması, 20 yaş altındaki 103 osteosarkom vakasını 215 kontrolle karşılaştırdı. Erkeklerde yedi

yaşındaki en yüksek tahmini florür maruziyeti için düzeltilmiş olasılıklar oranı 5,46 idi; yüzde 95 güven aralığı 1,50–19,90 olarak verildi. Benzer ilişki kızlarda belirgin değildi. Araştırmacılar sonucu keşif niteliğinde değerlendirip doğrulanması gerektiğini yazdı. [82]

4. Anayasal ve medeni özgürlükler

- **Toplumsal müdahale ve seçim hakkı:** Florürlemeye karşı çıkanlar, diş fırçalama gibi bireysel çürük önleme seçenekleri varken bütün şebeke suyunun florürlenmesini "zorunlu kitlesel tedavi" olarak değerlendirmektedir. Bu itiraz, uygulamanın sağlık hedefinin yanında kişilerin tercihlerinin de tartışılması gerektiğini savunur.
- **Bireysel karar özgürlüğü:** Bir başka itiraz, kişinin kendi sağlığıyla ilgili kararlara katılması ve hangi müdahaleye maruz kalacağını seçebilmesidir. Florürleme politikalarının bu özgürlükle ilişkisi, toplumsal yarar gerekçesiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Florürleme tartışması, sağlık verileriyle birlikte bireysel özgürlükleri, eşit erişimi ve alternatif koruyucu uygulamaları da içerir. Bu nedenle politika değerlendirmesinde yararın büyüklüğü, toplam maruziyet, olası zararlar ve seçim hakkı açık biçimde konuşulmalıdır. Alternatiflerin varlığı, uygulamanın gerekliliğini sorgulamaya değer bir neden olmaya devam eder.

BÖLÜM 10

Su filtrasyonu ve arıtma yöntemleri

Su filtreleri, kirleticileri gözenekli bir ortamda tutarak veya aktif karbonda olduğu gibi yüzeylerine bağlayarak sudan ayırır. Ters ozmoz, damıtma ve ultraviyole cihazları ise birbirinden farklı yollarla çalışır: ters ozmoz bir membranla ayırma yapar, damıtma buharlaşma ve yoğuşmadan yararlanır, ultraviyole ışık mikroorganizmaları etkisizleştirir. Suda karşılaşılabilen kirleticilerin çeşitliliği nedeniyle bu yöntemlerin birkaçı, daha kapsamlı bir arıtma sağlamak üzere çok aşamalı sistemlerde bir araya getirilebilir. [7]

Bu yöntemler; sürahilerde, musluğa takılan cihazlarda, tezgâh üstü ve tezgâh altı ünitelerde, hatta evin tamamına hizmet veren sistemlerde uygulanabilir. İçme ve yemek pişirme suyunu iyileştirmek için mutfakta bir arıtıcı; klorla ilgili bir şikâyet varsa banyoda bir duş filtresi düşünülebilir. Evin bütün musluklarında aynı sorun yaşanıyorsa ana su hattına kurulan bir sistem de seçenekler arasındadır. Seçimin ölçütü, suyun analizinde görülen ihtiyaç olmalıdır. Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın düzenli bakım yapılmalı, filtreler önerilen aralıklarla değiştirilmelidir. [56]

Seramik filtreler

Seramik su filtreleri çoğunlukla cihaza yerleştirilen kartuşlar biçimindedir. Bazı seramik filtrelerin üretiminde, diatom adı verilen mikroskobik canlıların silisli kabuklarından oluşan diatomlu toprak kullanılır. Ön filtre olarak da kullanılabilen bu gözenekli yapı, tortuları ve belirli boyuttaki parçacıkları tutar; uygun gözenek yapısına sahip ürünler bazı mikroorganizmaları da azaltabilir. Bir mikron ve daha büyük parçacıkları tutan modeller bulunduğu gibi daha küçük gözenekli olanlar da vardır. Boyutu gözümüzde canlandırmak için, bir insan saçının çapının yaklaşık 70 mikron olduğunu düşünebiliriz. Bakteri giderimi ise yalnız “seramik” adına değil, filtrenin mutlak gözenek boyutuna ve doğrulanmış performansına bağlıdır. Seramik malzeme tek başına

çözünmüş kimyasal kirleticilerin çoğunu uzaklaştırmaz; bu amaçla karbon gibi başka ortamlarla birleştirilir. [56] [83]

Kömür (karbon) filtreler

Aktif karbon, ev tipi su arıtımında yaygın kullanılan filtre ortamlarından biridir. Gözenekli yüzeyi, tat ve kokuya yol açan bazı maddeleri, serbest kloru, bazı klorlama yan ürünlerini, uçucu organik bileşikleri (VOC) ve belirli pestisitleri azaltabilir. Uygun tasarlanmış granüler aktif karbon sistemleri radon gideriminde de kullanılabilir. Buna karşılık karbon, kendi başına genel bir mikrop giderme yöntemi değildir: bakteri, virüs ve protozoonları aynı ölçüde uzaklaştırdığı varsayılamaz. Florür ve çözünmüş mineral tuzları için de sıradan karbon filtresi yeterli değildir. Burada belirleyici olan, hedef maddeye uygun karbon türü, temas süresi ve ürünün o madde için gösterilmiş kapasitesidir. [7]

- **Karbon blok filtreler:** Aktif karbonun sıkıştırılarak blok hâline getirilmesiyle üretilir. Örneğin 0,5 mikron parçacık tutma derecesine sahip modeller vardır. Kurşun gibi belirli ağır metallerin azaltılması da uygun katkı maddeleri ve tasarımla sağlanabilir; bu özellik bütün karbon bloklarda aynı değildir. [84]
- **Nano gümüşle güçlendirilmiş karbon filtreler:** Gümüş katkısı, filtre ortamında bakteri üremesini sınırlandırmak amacıyla kullanılabilir. Bu ek özellik, filtreden geçen suyun bütün bakterilerden ve virüslerden arındırıldığı anlamına gelmez. [7]

Karbonun hammaddesi de seçimde önemlidir. Hindistancevizi kabuğundan üretilen karbon, ev tipi cihazlarda değerlendirilebilecek bir seçenektir; kömür kökenli karbonların da uygun kullanım alanları vardır. Hammadde veya üretim sürecinden kaynaklanan arsenik gibi safsızlıklar açısından ürünün içme suyuyla temasa uygunluğu önem taşır. Yalnız üretildiği ülkeye ya da “hindistancevizi” ifadesine bakarak güvenlik kararı vermek yerine malzeme uygunluğu ve giderim kapasitesi birlikte değerlendirilmelidir. [7] [85]

KDF filtreler

KDF, bakır ve çinko içeren granüler bir arıtma ortamıdır. Oksidasyon–indirgenme tepkimeleriyle serbest kloru azaltır; kurşun gibi bazı çözünmüş metalleri tutulabilir biçimlere dönüştürür. Üreticisi, uygun koşullarda ortam içindeki bakteri çoğalmasını da sınırlandırabildiğini

belirtir. Sıcak su uygulamalarına uygun olması nedeniyle duş filtrelerinde ve ev tipi sistemlerde aktif karbonla birlikte kullanılır. [86]

Bu özellikler, KDF'yi özellikle sıcak su ve belirli ağır metal sorunları için değerlendirilebilecek bir seçenek hâline getirir. Sağlanacak giderim, kullanılan KDF türüne, suyun pH'ına, akış hızına ve ortamla temas süresine bağlıdır. [86]

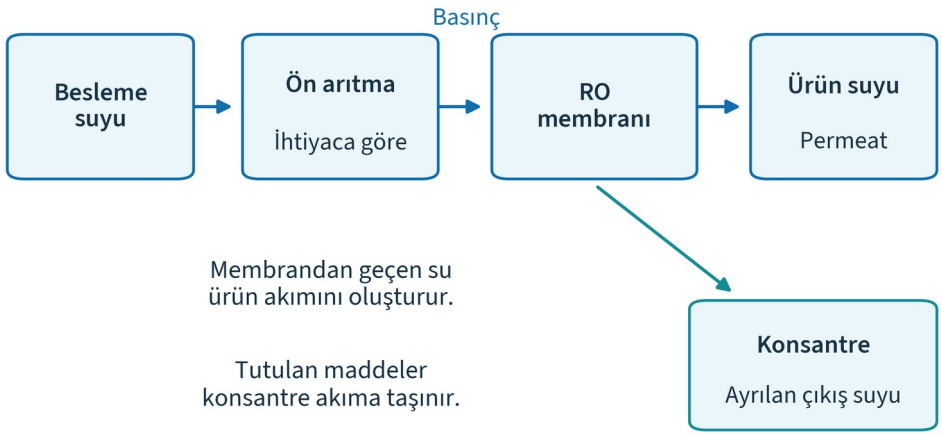
Ters ozmoz (RO)

Ters ozmozda su, yarı geçirgen bir membrandan basınçla geçirilir. Uygulanan basınç ozmotik basıncı aşarak doğal ozmoz yönünün tersine bir akış oluşturur. Su molekülleri membranı geçerken çözünmüş tuzların ve birçok metalin önemli bir bölümü diğer tarafta tutulur. Üretim hızı besleme basıncına, sıcaklığa ve membranın özelliklerine bağlıdır; ev tipi cihazlarda bu nedenle bir depolama tankı bulunabilir. RO, özellikle aktif karbonun tek başına gideremediği çözünmüş tuzlar ve belirli ağır metaller söz konusu olduğunda öne çıkar. [7]

Kaliteli bir RO sistemi çoğunlukla aktif karbon aşamasıyla birlikte tasarlanır. Karbon, membranı etkileyebilen oksidanları azaltırken membranın her koşulda bütünüyle tutamayacağı bazı uçucu organik bileşiklerin giderimine de katkı sağlar. RO kullanırken yalnız kartuşları değil, membranın performansını da izlemek ve üreticinin öngördüğü bakım ile değişim aralıklarına uymak gerekir. [7]

Şebeke suyunda kloramin varsa ön arıtmanın kloramine uygun seçilmesi gerekir. Yeterli miktarda uygun karbon ve yeterli temas süresi sağlanmadan, yalnız standart karbon kartuşunu daha sık değiştirmek sorunu çözmeyebilir. RO ayrıca kalsiyum ve magnezyum gibi çözünmüş mineralleri de azaltır. Çıkış suyunun pH'ı suyun bileşimine ve çözünmüş karbondioksite bağlıdır; her RO suyu zorunlu olarak asidik değildir. Mineral içeriğinin azalması, suyun beslenmeye yaptığı katkıyı düşürür. Bu nedenle uzun süreli kullanımda toplam mineral alımı ve gerekiyorsa kontrollü remineralizasyon birlikte düşünülmelidir. [7] [87]

Şekil 2 Ters ozmozda ürün ve konsantre akımları



Basınçla beslenen membran, suyu ürün ve konsantre akımlarına ayırır. Ön arıtmanın seçimi besleme suyuna bağlıdır. Akımların oranı ve kirletici giderimi sistemin tasarımına ve işletme koşullarına göre değişir. [7]

Damıtma

Damıtma, suyu kaynatıp oluşan buharı yeniden yoğunlaştırarak arıtır. Çözünmüş tuzların, metallerin ve birçok başka kirleticinin büyük bölümü kaynatma haznesinde kalır; bazı uçucu maddeler ise buharla taşınabildiği için ek karbon aşaması gerekebilir. İşlem enerji ister ve üretim hızı görece düşüktür. Toplam su tüketimi cihazın tasarımına bağlıdır: suyla soğutulan modellerde soğutma için kullanılan miktar da tüketim hesabına katılır; hava soğutmalı modeller farklı çalışır. Damıtmanın mineral içeriğini de büyük ölçüde azaltması, bu suyun beslenmedeki yeri bakımından ayrıca değerlendirilmelidir. [27] [87]

Minerali çok düşük suyun borular ve bağlantı parçalarıyla etkileşimi önemlidir. Yeterince dengelenmemiş su, temas ettiği bazı malzemelerden metal çözünmesini kolaylaştırabilir. İnsan beslenmesindeki mineral dengesi ise su ve gıdalardan alınan toplam miktarla birlikte değerlendirilir. František Kožíšek, WHO'nun 2005 tarihli mineral raporundaki bölümünde düşük mineralli suyun beslenme ve mineral dengesi bakımından olası sakıncalarını tartışır. Damıtılmış veya RO suyu sürekli kullanılıyorsa, suyla alınan kalsiyum ve magnezyumun azalması göz önünde bulundurulabilir. Gerektiğinde içme suyuna uygun, bileşimi

ve dozu belirli bir mineral kartuşu ya da mineral preparatıyla yeniden mineral kazandırma değerlendirilebilir. [87]

Ultraviyole (UV-C) sistemleri

Ultraviyole sistemleri, mikroorganizmaları uygun dalga boyundaki ışığa maruz bırakarak çoğalma ve enfeksiyon oluşturma yeteneklerini etkisizleştirir. Su arıtımında bu amaçla UV-C kullanılır. Etkinlik; ışık dozuna, suyun berraklığına, akış hızına ve cihazın bakımına bağlıdır. UV'nin görevi dezenfeksiyondur; çözünmüş kimyasalların, metallerin ve tuzların giderimi için başka aşamalar gerekir. Uygun ön filtrasyondan geçmiş suya, gerektiğinde aktif karbon ya da RO sonrasında mikrobiyal koruma eklemek için kullanılabilir. [27]

BÖLÜM 11

Hangi filtrasyon türü size uygun?

Size uygun filtrasyonu seçmenin ilk adımı, suyunuzda neler bulunduğunu bilmektir. Tat, koku, klor ve belirli organik maddeler için aktif karbon değerlendirilebilir. Mikrobiyal bir sorun varsa uygun ön arıtmayla birlikte UV gibi bir dezenfeksiyon aşaması düşünülebilir. Florür gibi çözünmüş iyonların azaltılması içinse florüre uygun adsorpsiyon ortamı veya ters ozmoz gerekir. Birden fazla sorun bulunduğunda farklı teknolojileri birleştiren cihazlar daha kapsamlı çözüm sunabilir. Böyle bir sistemin değeri, aşama sayısından çok bu aşamaların suyun gerçek ihtiyacını karşılamasında yatar. [7] [56]

Özellikle kloraminle dezenfekte edilen bir şebekede veya florürün azaltılmasının istendiği bir suda, cihazın bu hedef için uygun olduğundan emin olunmalıdır. Sıradan bir tat ve koku filtresinin kloramini ya da florürü de aynı ölçüde azaltacağı varsayılamaz. Seçilecek kartuşun ve sistemin bu maddelere yönelik performansı ayrıca belirtilmiş olmalıdır. [85]

Sürahiler

Sürahi tipi filtreler, özellikle apartmanda yaşayanlar ve tesisata müdahale etmek istemeyenler için ekonomik ve kolay bir seçenektir. Çoğunda aktif karbon bulunur; bazı modeller buna iyon değiştirici veya başka filtre ortamları ekleyerek çok aşamalı işlem sağlar. Ancak kompakt bir kartuşun azaltabileceği maddeler ve kapasitesi sınırlıdır. Sürahi, en çok hangi maddeyi azaltmak için üretildiyse o amaçla değerlendirilmelidir. [56]

Musluğa monte edilen filtreler

Musluğa bağlanan filtreler, suyu ayrı bir hazneye doldurmadan kullanabilmek açısından pratiktir. Genellikle aktif karbonla çalışır; modele göre parçacık tutma, belirli metalleri azaltma veya ek filtre ortamları gibi özellikler içerebilir. Muslukla uyum, günlük kullanım miktarı ve kartuş değiştirme kolaylığı seçimde dikkate alınabilir. [56]

Tezgâh üstü üniteler

Tezgâh üstü sistemler, daha geniş kartuşlara ve çok aşamalı arıtmaya yer verebildikleri için farklı kirleticileri birlikte hedefleyebilir. Bazı ürünlerde mineral ekleyen veya "suyun yapısını iyileştirdiği" ileri sürülen aşamalar da bulunur. Bu ikinci gruba daha iyi hidrasyon, hücresel sağlığı destekleme ve enerji artışı gibi yararlar atfedilir; ancak bu vaatler, belirli bir kirleticinin azaltılmasıyla aynı türde doğrulanmış performans değildir. Mineral katkısı ise suya gerçekten hangi iyonların, ne miktarda geçtiği üzerinden değerlendirilebilir. Royal Green Lux Plus, bu bölümde anılan ve uygun kurulumla tezgâh üstünde de kullanılabilen örneklerdendir. Kullanılmış kartuşların geri alınması veya geri dönüştürülmesi, ayrıca değerlendirilebilecek çevresel bir hizmettir; böyle bir programın kapsamı ilgili üretici ya da satıcıdan öğrenilmelidir. [88]

Tezgâh altı üniteler

Tezgâh altı sistemler tesisata bağlanır ve çoğu zaman profesyonel kurulum gerektirir. Dolap içindeki alan, depolama tankı ve ayrı içme suyu musluğu gibi ayrıntılar kurulumdan önce değerlendirilmelidir. Bu sistemler de çeşitli kirleticileri hedefleyen birden fazla aşama içerebilir. Royal Green Lux Plus mutfak su arıtma cihazı, 2020 tarihli tanıtımlarda yer alan örneklerden biridir. Model, NSF'nin NSF/ANSI 58 kapsamındaki listesinde toplam çözünmüş katı madde (TDS) azaltımı için yer almaktadır. Bu sertifika, ilgili modelin tanımlanmış test ve performans kapsamını gösterir. [88] [89]

Tüm ev sistemleri

Ana giriş hattına kurulan tüm ev sistemleri, yalnız mutfak musluğuna değil evin tamamına hizmet eder. Bu nedenle yaygın tortu, demir veya sertlik gibi bir sorunda güçlü bir seçenek olabilir. Hangi arıtma aşamalarının gerekli olduğu, evin su tüketimi ve giriş suyunun niteliğiyle birlikte belirlenmelidir. Sistemin en sık gözden kaçan yönü bakımdır: filtrelerin zamanında değiştirilmesi, uygun debinin korunması ve sistemin düzenli kontrolü, kurulum kadar önemlidir. [56]

Duş filtreleri

Uzun ve sıcak duşlarda bazı uçucu maddeler sudan havaya geçebilir; bu maddelere solunum ve cilt yoluyla maruziyet, içme yoluna eklenir.

Bunun her su ve her kimyasal için içmeden daha yüksek olduğu söylenemez. Duş filtresi seçerken de kapsamı ayırmak gerekir: birçok ürün öncelikle serbest kloru azaltmayı hedefler; bütün dezenfeksiyon yan ürünlerini gidermez. Kloraminin azaltılması daha farklı koşullar ister. C vitamini, kloru ve kloramini kimyasal olarak etkisizleştirebilir; fakat bunu sağlayan tek yöntem değildir. Uygun karbon ortamı ve yeterli temas süresi de kloramin gideriminde kullanılabilir. [14] [7] [90] [85]

Banyo filtreleri

Yirmi dakikalık sıcak bir banyo, suyla uzun süreli temas demektir; alınan kimyasal miktarı ise yalnız süreye değil, sudaki maddeye ve derişimine de bağlıdır. Küvette kloru azaltmak için kullanılan seçeneklerden biri askorbik asit, yani C vitaminidir. “1.000 mg C vitamini 100 galon suyu klorsuzlaştırır” örneği, başlangıç kloru bilinmeden bir reçete olarak uygulanamaz. Hesabı somutlaştırırsak: 100 ABD galonu yaklaşık 379 litredir; suda 1 mg/L klor varsa yaklaşık 379 mg klor bulunur. Her 1 mg klor için yaklaşık 2,48 mg askorbik asit gereksinimiyle, kuramsal miktar yaklaşık 940 mg olur. Başlangıç kloru, tabletin gerçek içeriği ve suyun diğer özellikleri değişirse gereken miktar da değişir. Bu nedenle klor azaltımı için hazırlanmış ürünün kullanım talimatı esas alınmalıdır. Klorun azaltılması hassas kişilerde banyo konforunu iyileştirebilir; cilt, saç ve tırnakta herkese aynı yararı garanti etmez. Bu işlem tek kullanımlık küvet banyosu içindir; ortak kullanılan havuz veya jakuzinin dezenfektanını ortadan kaldırma yöntemi değildir. [90] [91]

Crystal Ball veya Bath Ball adıyla satılan banyo ürünleri de klor azaltımı için geliştirilmiştir. Örneğin Rainshow’r Crystal Ball Bath 3000’de, musluğa asılabilen ve küvet suyunun içinde hareket ettirilen bir muhafaza bulunur. KDF Formula 73 içeren değiştirilebilir ortamın tanıtımında, serbest klorun yüzde 90 veya daha fazlasının azaltılabildiği belirtilir; bu oran bir ürün beyanıdır. Yaklaşık 200 banyo ya da bir yıllık değişim aralığı verilen modeller vardır. Bazı tanıtımlarda kuvars kristallerine de yer verilir; fakat kuvars, kalsiyum ve magnezyumu gideren bir iyon değiştirici gibi suyu yumuşatmaz. Küvet için tasarlanan bu ürünlerle, sürekli devridaim yapan jakuzi ve spa sistemlerinin ihtiyacı birbirinden farklıdır. Çevrimiçi satılan bir model seçilirken kullanım alanı ve değiştirilebilir dolgu özelliği birlikte incelenmelidir. [92] [93]

BÖLÜM 12

Havuzlar ve jakuzi sistemleri

Havuz bakımında kullanılan ürünlerin çeşitliliği büyüktür: dezenfektanlar, yosun önleyiciler, berraklaştırıcılar, yüzey temizleyiciler, kireç önleyiciler, şok uygulaması ürünleri ve köpük gidericiler bunlar arasındadır. Havuzdan sonra, özellikle hassas çocuklarda görülen göz kızarıklığı, kaşıntı veya solunum yakınmaları bu kimyasal ortamla ilişkili olabilir; her tahriş gerçek bir alerji değildir. Suya taşınan ter ve diğer organik maddelerle klorun tepkimesinden oluşan kloraminler de bu yakınmalarda rol oynar. Filtrasyon, havalandırma ve uygun yardımcı dezenfeksiyon yöntemleri, hem hijyenin hem yüzme konforunun iyileştirilmesine katkı sağlayabilir. [94]

Ozonun gücü

Ozon güçlü bir oksidandır ve uygun sistemlerde havuz suyunun dezenfeksiyonuna, organik yükün ve bazı kloraminlerin azaltılmasına katkı sağlar. Avrupa'daki kullanım geçmişi uzundur: 2000 tarihli bir teknik yazıda Almanya havuzlarında otuz yıllık kullanımdan söz edilir. 2005'te yayımlanan bir yazı da Avrupa'da yaklaşık 30 bin havuzda ozon bulunduğunu ve Sidney Olimpiyat havuzunun bunlar arasında olduğunu aktarır. Ozon, doğru tasarlanmış bir sistemde suyun berraklığını ve yüzme konforunu iyileştirebilir. Güvenli kullanım için bromür bulunan suda oluşabilen bromat kontrol edilmeli, ozon gazının yüzücülere ulaşması önlenmelidir. Havuzun içinde süreklilik gösteren mikrobiyal koruma ise uygun klor veya brom kalıntısıyla tamamlanır. [7] [95] [96] [97]

Kimyasallar ve suyun olumlu etkileri

Su, hareket etmeyi kolaylaştıran, bedeni rahatlatan ve egzersize alan açan güçlü bir yardımcıdır. Bu olumlu deneyimin aşırı kimyasal koku, göz yanması veya cilt tahrişiyle gölgelenmemesi gerekir. Sorun, yalnız suya klor ya da brom eklenmesi değildir; dozun, pH'ın, organik yükün ve havalandırmanın birlikte yönetilmesidir. Özellikle sıcak küvetlerde ve jakuzilerde yüksek sıcaklık, suyun hareketi ve yakın soluma mesafesi önem kazanır. Düzenli kullanıcılar için iyi işletilen bir sistem, hem

mikrobiyal korunmayı hem de rahat bir kullanım ortamını sağlamalıdır. [94] [95]

ABD’de ozonlama ve maliyet

Ozonlamanın benimsenmesinde ilk yatırım maliyeti önemli bir etkendir; ABD’deki uygulamalar tartışılırken de bu konu öne çıkar. Uygun bir sistem, kimyasal tüketiminde ve bazı bakım giderlerinde tasarruf sağlayabilir. Değerlendirme cihaz fiyatıyla birlikte, havuzun kullanım ömrü boyunca oluşacak toplam maliyeti kapsamalıdır. Kloramin içeren nemli hava havalandırma donanımını ve metal aksamı etkileyebilir; uygunsuz su kimyası kaplamalara da zarar verebilir. Ozon kullanımı bu yüklerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Ozonun kendisi de güçlü bir oksidan olduğundan dayanıklı malzeme, uygun gaz tahliyesi ve düzenli bakım gerektirir. [7] [94] [97]

Bu avantajlar, kapalı havuzlarda ozon seçeneğinin ciddi biçimde değerlendirilmesini haklı kılar. Güvenli sonuç için sistemin bütününün doğru tasarlanması ve düzenli işletilmesi gerekir. Bir jakuzi veya kişisel spa kullanıyorsanız, mevcut filtrasyon ve dezenfeksiyona uygun bir ozon ünitesinin eklenmesi yararlı bir seçenek olabilir. Uygun dezenfektan kalıntısıyla birlikte çalışan böyle bir sistem, hijyen ile kullanım konforunu birlikte iyileştirmeyi amaçlar. [95]

BÖLÜM 13

Mineraller

İçme suyundaki minerallerin sağlık açısından değeri, uzun zamandır tartışılan bir konudur. Buradaki önemli kavramlardan biri biyoyararlanımdır: alınan mineralin ne kadarının vücut tarafından kullanılabildiği. İçme suyu, minerallerimizin çoğu için ana kaynak değildir; yine de özellikle kalsiyum ve magnezyum içeren sular günlük alıma katkı sağlayabilir. Doğal sular, temas ettikleri toprak ve kayaların özelliklerine göre farklı miktarlarda mineral taşır; bazıları çok düşük mineralliidir. Emilim üzerinde yalnız miktar değil, mineralin kimyasal biçimi, birlikte yenilen yiyecekler, bağırsak ortamı ve mikrobiyota, yaşa bağlı değişiklikler ve kişinin mineral durumu da etkili olabilir. Bu yüzden suda bulunan mineral ile vücudun ondan yararlanabildiği miktar aynı şey değildir. [98]

Minerallerden arındırılmış suyun olası etkileri

Damıtılmış ve çok düşük mineralli suyun uzun süreli tüketimine ilişkin kaygılar, WHO'nun 2005 tarihli Nutrients in Drinking-water kitabında František Kožíšek tarafından ele alınmıştır. Bölümde eski hayvan deneyleri ve sınırlı insan çalışmaları birlikte değerlendirilir. Aşağıdaki değişiklikler, bu çalışmaların kendi deney koşullarında bildirdiği bulgulardır. [87]

- **İdrar ve elektrolit dengesi:** Bazı deneylerde idrar miktarının ve sodyum, potasyum, kalsiyum ya da magnezyum gibi iyonların atılımının arttığı bildirilmiştir. [87]
- **Hücre dışı sıvı:** Bazı deneylerde hücre dışı sıvı hacminde artış görülmüştür. Bu bulgunun kapsamı, incelenen denekler ve sıvı dengesi ölçümleridir. [87]
- **Kırmızı kan hücreleri:** Özellikle hayvan deneylerinde alyuvar hacmi ve hematokrit gibi kan ölçümlerinde değişiklikler bildirilmiştir. [87]

WHO raporlarında minerallerin biyoyararlanımı

WHO'nun 2005 tarihli Nutrients in Drinking-water raporundaki sınıflandırma, içme suyunda bulunan besinsel minerallerin tipik biyoyararlanımını şöyle özetler. Bu sınıflandırma sudaki miktarı ya da

herkes için gerekli tüketim dozunu değil, mevcut mineralden yararlanılabilme niteliğini anlatır. [98]

- **Yüksek biyoyararlanım:** Sodyum, klorür, fosfor, potasyum, selenyum, molibden, florür, bor ve iyot. [98]
- **Orta düzeyde veya değişken biyoyararlanım:** Kalsiyum, magnezyum, bakır, çinko ve manganez. [98]

Minerallerin emilimi

Suyun mineral katkısını anlamak için yalnız etiketteki miktara değil, emilime de bakmak gerekir. Belirli mineral sularıyla yapılan araştırmalar, sudaki kalsiyum ve magnezyumun iyi emilebildiğini, bazı karşılaştırmalarda gıdalardan alınan miktarlara yakın bir biyoyararlanım sağlayabildiğini göstermiştir. [99] [100]

- **Kalsiyum:** Kalsiyumdan zengin bir mineral suyuyla yapılan çalışmada emilim, süttekine benzer bulunmuştur. Bu, suyun uygun koşullarda anlamlı bir kalsiyum kaynağı olabildiğini gösterir. Çiğ meyve ve sebzelerdeki emilim ise gıdanın türüne ve bileşimine göre değişir; örneğin oksalat ve fitat emilimi azaltabilir. [100] [101]
- **Magnezyum:** Mineral suyundaki magnezyum da iyi emilebilir. On sağlıklı kadınla yapılan bir çalışmada emilim, su tek başına içildiğinde ortalama yüzde 45,7, bir öğünle birlikte alındığında yüzde 52,3 bulunmuştur. Sıkça verilen yüzde 45–50 ifadesi, bu tür çalışmalarda görülen büyüklüğün yaklaşık bir anlatımıdır; öğün ve kişinin özellikleri sonucu etkiler. [99]

Mineralin kimyasal biçimi de önemlidir. Örneğin kalsiyum karbonat bir takviye olarak kullanıldığında emilimi mide asidinden ve öğünle birlikte alınıp alınmamasından etkilenir; bu yüzden her koşulda “zor emilen” bir madde olarak tanımlanamaz. Yer altı suyunda ise kalsiyum ve magnezyum çoğunlukla çözünmüş iyonlar hâlindedir. Sertliğin “kalsiyum karbonat eşdeğeri” ile verilmesi, suyun içinde aynı miktarda katı kireç parçacığı bulunduğu anlamına gelmez; magnezyumun da mutlaka magnezyum oksit biçiminde taşındığını göstermez. Suyu kaynatınca kapta oluşan çökeltiyi, içilen mineralin eklemlerde veya arterlerde aynı biçimde birikeceği düşüncesiyle bir tutmamak gerekir. Artrit ya da aterosklerozu olan herkese bu nedenle kalsiyum ve magnezyum içeren sudan kaçınma önerisi verilemez. [7] [101]

İyonik formdaki mineraller

Minerallerin suda çözünmüş iyonlar hâlinde bulunması, bağırsakta emilime hazır olmalarını sağlayabilir. Kaynak sularındaki kalsiyum ve magnezyum da genellikle bu biçimdedir. Emilimin düzeyi, mineralin miktarıyla ve birlikte alınan besinlerle de ilişkilidir. [98]

Mineralleri geri kazandırma

- **Remineralizasyon filtreleri:** Bazı arıtma sistemlerinde, özellikle RO sonrasında suya yeniden kalsiyum ve kimi tasarımlarda magnezyum kazandıran kartuşlar bulunur. Böylece mineral içeriği, tat ve suyun kimyasal dengesi düzenlenebilir. Sonuç, kullanılan dolgu maddesine, temas süresine ve suyun başlangıç özelliklerine bağlıdır. [7]
- **Tuz ekleme yaklaşımı:** Damıtılmış veya RO suyunun her litresine ¼ çay kaşığı doğal, işlenmemiş tuz eklenmesi zaman zaman mineral kazandırma yöntemi olarak önerilir. Ancak sofra tuzunun başlıca bileşeni sodyum klorürdür; “doğal” olması, yeterli kalsiyum ve magnezyum sağlayacağı anlamına gelmez. Bu miktar su içildikçe toplam tuz alımını artırır. Dolayısıyla ¼ çay kaşığı/litre uygulaması, herkese uygun bir günlük içme suyu tarifi olarak kullanılmamalıdır. Amaç kalsiyum ve magnezyumu geri kazandırmaksa bunların miktarını belirli biçimde sağlayan bir yöntem seçilmelidir. [102]

BÖLÜM 14

Alkali su

Alkali su, son yıllarda yaygınlaşan su tercihlerinden biridir. Bir iyonlaştırıcı cihazla veya suya eklenen pH yükseltici damlalarla hazırlanabilir; pH değeri bazen 9 ya da 10'a çıkarılır. Alkali su mide asidiyle karşılaştığında asit–baz tepkimesine girer. Bu etkileşimin büyüklüğünü suyun pH'ı, tamponlama kapasitesi ve içilen miktar birlikte belirler. Bedenin sıvılarındaki asit–baz dengesi ise başta böbrekler ve solunum olmak üzere kendi düzenleyici mekanizmalarıyla korunur. [7] [103]

Su iyonlaştırıcılarında iki ayrı su akışı elektrolizle elde edilir: katot tarafında daha alkali, anot tarafında daha asidik bir akış oluşur. Bu süreç, bütün pozitif iyonların "alkali", bütün negatif iyonların "asidik" olduğu anlamına gelmez. Alkali akış içme amacıyla pazarlanırken bazı asidik elektrolize sular, uygun tuz bileşimi ve işlem koşullarında oluşan aktif klor nedeniyle yüzey dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Dezenfeksiyon etkisi yalnız düşük pH'tan kaynaklanmaz. Elektrik alanıyla işlem görmüş olmasını gerekçe göstererek suyun moleküler elektromanyetik yapısının bozulduğu ve "agresif" hâle geldiği de kanıtlanmış bir sağlık etkisi olarak kabul edilemez. [104]

Gabriel Cousens, Spiritual Nutrition adlı eserinde hücre içi ve hücre dışı ortamın asit–baz özelliklerini, ozmotik dengeyi ve elektriksel farkları suyun hücrelere ulaşmasıyla birlikte ele alır. Bu yaklaşımda hücre içinin çevresindeki sıvıya göre daha düşük pH'ı, beslenme ve stresin oluşturduğu yükle birlikte yorumlanır; hücre dışı ortamın asitleşmesinin dengeyi bozabileceği savunulur. Bu görüş, bedenin iç ortamını dengede tutmanın önemine dikkat çeker. Fizyolojik açıdan ise su hareketini belirleyen ozmotik fark yalnız pH'tan oluşmaz; çözünmüş maddelerin bütünü ve hücre zarının özellikleri de etkilidir. Klinik asidoz da yalnız "atık birikmesi"nin başka adı değildir; böbrekler, solunum ve diğer düzenleyici süreçlerle ilişkili belirli bir bozukluktur. Bu nedenle pH'ı 8,5'in üzerindeki bütün suların uzun süreli kullanımda zararlı olduğu sonucuna, tek başına bu anlatımdan varılamaz. [105] [103] [7]

Bu tartışmada "aktif hidrojen" ve alkali minerallerin karşı iyonlarla dengesi de öne çıkar. Hidrojen iyonları, yani protonlar, hücresel enerji üretiminde gerçekten önemli rol oynar: mitokondri zarının iki

tarafındaki proton farkı, adenosin trifosfatın (ATP) üretimini destekler. Ancak bu süreç, “asidik karşıtı olmayan alkali mineral içildiğinde vücut hidrojen kaybeder” biçiminde basitleştirilemez. Çözeltilerde elektriksel yük dengesi korunur; mitokondrideki proton akışı da doğrudan içilen suyun pH’ına indirgenemez. Minerallerin dengeli alınması önemlidir, fakat bunun gerekçesi suyla hücrelere belirsiz bir “aktif hidrojen” yüklemek değildir. [105] [106]

Bedenin mineral dengesini desteklemek için önce beslenmenin bütününe bakmak daha anlamlıdır. Taze meyveler, sebzeler ve uygun biçimde çiğ tüketilebilen gıdalar; mineraller, organik asitler ve başka besin öğeleri sağlar. Bu doğal kaynaklara sofrada yer vermek, yalnız suyun pH’ını yükseltmeye odaklanmaktan daha geniş bir beslenme yaklaşımı sunar. Yine de çiğ gıdalar “aktif hidrojen” tedavisi değildir; kan pH’ının düzenlenmesi böbrekler ve solunum başta olmak üzere bedenin kendi mekanizmalarıyla yürütülür. [103] [102]

BÖLÜM 15

Suyun yapısı

Bedeni "canlı bir kristal" olarak düşünmek, su ve yaşam arasındaki ilişkiye farklı bir pencere açar. Enerji tıbbı ve yapılandırılmış su literatüründe, bedenin dokuları arasında iletişime aracılık eden düzenli, kristal benzeri bir matristen söz edilir. Oschman, Jhon ve Pangman gibi yazarların kullandığı bu çerçevede su anahtar bir rol üstlenir; belirli koşullardaki moleküler düzenlenmenin farklı özellikler doğurabileceği savunulur. Bir kuvars parçasının yüzeyine bakmakla, kristal örgüsündeki düzeni düşünmek arasındaki fark bu yaklaşımı sezdiren bir benzetmedir. Bununla birlikte "canlı kristal" anlatımı, kuantum fiziğinin insan bedenini bütünüyle böyle tanımladığı ya da dokular arasında anlık iletişimi kanıtladığı anlamına gelmez. Sıvı sudaki hidrojen bağları sürekli değişir; yüzey yakınındaki yerel düzenlenmeler ile şişede kalıcı, özel bir sıvı kristal su bulunduğu iddiası aynı şey değildir. [107] [108] [109] [110]

Bağ dokusunun temel proteinlerinden kolajenin çevresindeki su da bu tartışmanın bir parçasıdır. 1960'larda yapılan kolajen ve jelatin araştırmaları, suyun bu moleküllerle hidrojen bağları kurabildiğini ve yakın çevredeki düzenlenmeye katıldığını incelemiştir. Buradaki "düzenli su", dokunun içinde bildiğimiz anlamda buz kristalleri bulunduğu demek değildir. Su ile bağ dokusunu birlikte ele alan enerji tıbbı yaklaşımlarında ise bu bütünün bedensel iletişime aracılık ettiği öne sürülür. Kolajen çevresindeki suyun fiziksel özellikleriyle, bütün beden için başlıca iletişim sistemi olduğu görüşünü birbirinden ayırarak düşünmek gerekir. [111] [108]

Yapılandırılmış suyu savunan yazarlar ve ürün tanıtımları; daha etkili hidrasyon, enerji artışı, ciltte yumuşaklık, bağırsak düzeninde iyileşme ve zihinsel açıklık gibi yararlar ileri sürer. Bu amaçla damıtılmış suya karıştırılmak üzere satılan konsantreler, evde kullanılan çeşitli cihazlar ve arıtmanın son aşamasına eklenen "yapılandırma" kartuşları bulunmaktadır. Bu ürün çeşitliliği, suyun yalnız temizliğine değil, nasıl bir su içtiğimize ilişkin merakı da yansıtır. Ancak sayılan yararlar, bu farklı ürünlerin tümü için gösterilmiş klinik sonuçlar değildir; suyun yerel moleküler düzenlenmesine ilişkin fiziksel bulgular da tek başına bu sağlık vaatlerini doğrulamaz. [112] [109] [110]

BÖLÜM 16

Su kapları

Şişelenmiş suların önemli bir bölümü plastik ambalajlarda sunulur. Bu nedenle suyun kaynağı kadar temas ettiği malzeme de önemlidir. Plastikler, küçük moleküllerin polimerleşmesiyle oluşur; üretimden kalan monomerler, kullanılan katkılar veya bozunma ürünleri belirli koşullarda suya geçebilir. Geçişin miktarı malzemeye, içeceğe, sıcaklığa ve temas süresine bağlıdır. ABD'de gıdayla temas eden malzemeleri düzenleyen kurum FDA'dır. Ambalajlarda kullanılan maddeler, kullanımına göre dolaylı gıda katkıları veya gıdayla temas eden maddeler kapsamında değerlendirilir; bu değerlendirmede gıdaya geçebilecek miktar da dikkate alınır. [113]

Plastik üretiminde kullanılan maddelerin sağlık özellikleri birbirinden farklıdır. Bazılarının kanserle ilişkili tehlikeleri, bazılarının ise hormon sistemine müdahale edebilen etkileri araştırılmıştır. Endokrin bozucu denen maddeler, hormonları taklit edebilir veya hormonların normal işleyişini değiştirebilir. Hormonlar çok düşük derişimlerde etkili olduğundan, özellikle gelişimin hassas dönemlerindeki küçük değişiklikler önem taşıyabilir. Bununla birlikte bir maddenin böyle bir özelliği olmasıyla, belirli bir kaptan hangi miktarda alındığı ayrı sorulardır; sağlık etkisi maddeye, doza ve maruziyet dönemine bağlıdır. [43]

Su kaplarında sık karşılaşılan iki plastik türü PET ve polikarbonattır. Birbirlerine benzeseler de aynı malzeme değildir ve aynı kimyasal kaygılarla değerlendirilmemelidir. Gündelik kullanımda gereksiz plastik tüketimini azaltmak, uygun olduğunda cam veya paslanmaz çeliğe yönelmek benimsenebilecek bir tercihtir. Bu tercihi bilinçli yapabilmek için önce bu iki malzemenin özelliklerine yakından bakalım.

PET veya PETE

PET ya da PETE, polietilen tereftalatın kısaltmasıdır. Şeffaf, hafif ve camı andıran görünümü sayesinde su ve meyve suyu dâhil birçok içeceğin ambalajında kullanılır. Adındaki "tereftalat", PET şişelerin bazı başka plastiklerde kullanılan ortoftalat yumuşatıcıları içerdiği anlamına gelmez; PET üretiminde BPA da kullanılmaz. Bu nedenle PET ile polikarbonatın kimyasal geçiş sorunlarını birbirine karıştırmamak gerekir. PET'te

tartışılan maddeler arasında antimon ve asetaldehit bulunur. Saklama süresi ve sıcaklık bazı maddelerin geçişini artırabildiğinden, şişeleri uzun süre sıcak depolarda, sıcak araçlarda veya doğrudan güneşte bırakmamak yerinde bir uygulamadır. [114] [115]

William Shotyk, Michael Krachler ve Bin Chen'in 2006 tarihli araştırması, PET üretiminde kullanılan antimonun suya iz miktarda geçebildiğini gösteren örneklerden biridir. Çalışmada Kanada'dan 15, Avrupa'dan 48 su markası incelenmiştir. Kanada'daki temiz bir yer altı suyunda başlangıçta litre başına yaklaşık 2,2 nanogram antimon bulunurken, PET şişede altı ay saklanan örnekte 566 nanogram ölçülmüştür. Almanya'daki bir şişeleme kaynağında başlangıç değeri 3,8 nanogram/litre iken, o suyun PET şişedeki karşılığında 359 nanogram/litre; üç aylık ek saklama sonrasında ise 626 nanogram/litre bildirilmiştir. Seyreltik suda bu büyüklükler yaklaşık olarak trilyonda parça, yani ppt ile de ifade edilir. Dolayısıyla burada söz konusu olan milyonluk değil, trilyonluk ölçekteki derişimlerdir. [115]

Bu ölçümlerdeki antimon düzeyleri rehber değerlerin altında kalmıştır. Çalışmanın somut bulgusu, ambalajdan suya geçişin ölçülebilmesi ve saklama süresiyle artabilmesidir. Sağlık açısından yorum yapılırken ölçülen miktar ve toplam maruziyet birlikte değerlendirilir. Antimon örneği, ambalaj malzemesini ve saklama koşullarını su kalitesinin bir parçası olarak düşünmek için anlamlı bir gerekçe sunar. [115] [114]

Polikarbonat

Polikarbonat, sert ve saydam su kaplarında kullanılan bir başka plastik türüdür. Geri dönüşüm işaretleri içinde genellikle 7 numaralı "diğer" grubunda yer alır. Bu grup polikarbonatla birlikte başka plastikleri de kapsadığından, BPA içeriğini anlamak için malzeme adı ve üretici açıklaması birlikte okunmalıdır. [116]

Polikarbonat kaplar sertlikleri, dayanıklılıkları ve yeniden kullanılabilmeleri nedeniyle tercih edilmiştir. Beş ABD galonluk, yani yaklaşık 19 litrelik büyük su kapları ile taşınabilir içme şişeleri tanıdık örneklerdir. Uzun ömür ve tat taşımama beklentisi bu tercihte rol oynamıştır. Buna karşılık BPA geçişi, malzemenin önemli tartışma konularından biridir. Case Western Reserve Üniversitesinden Patricia Hunt ve ekibinin 1998'de karşılaştığı beklenmedik laboratuvar olayı bu tartışmada dikkat çekicidir: deney farelerinde artan kromozomal anormallikler incelenirken, yanlışlıkla sert bir temizlik işlemine maruz kalmış polikarbonat kafes ve şişelerin hasar gördüğü anlaşılmıştır.

Ardından yürütülen ve 2003'te yayımlanan deneyler, BPA maruziyeti ile fare yumurta hücrelerindeki mayoz bozuklukları arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. [117] [118]

Ana Soto'nun da yer aldığı bir başka araştırma grubu, doğum öncesi ve emzirme döneminde BPA'ya maruz kalan sıçan yavrularında vücut ağırlığı değişiklikleri bildirmiştir. Beverly Rubin ve arkadaşlarının 2001 çalışması, BPA tartışmasının yalnız üremeyle değil, gelişim ve metabolizmayla da ilgili olduğunu gösteren örneklerdendir. Hücre çalışmalarında ise Krishnan ve arkadaşları, polikarbonat laboratuvar kaplarından açığa çıkan BPA'nın östrojene duyarlı insan meme kanseri hücrelerinde çoğalmayı uyarabildiğini 1993'te göstermiştir. Bu bulgular düşük doz etkilerine ilişkin araştırmaları beslemiştir; ancak hücre kabındaki derişim ile bir kişinin günlük BPA alımını doğrudan eşitlemek mümkün değildir. [119] [120]

BPA'nın sağlık üzerindeki etkileri

- **Üreme ve gelişim:** BPA'nın sperm üretimi, üreme organları, meme dokusu ve prostat gelişimi üzerindeki olası etkileri deneysel çalışmalarda incelenmiştir. Sonuçlar doza, maruziyet dönemine ve kullanılan modele göre değişebilir. [121] [43]
- **Ergenlik ve hormon dengesi:** Kızlarda erken meme gelişimi ve erkeklerde sperm sayısındaki değişimler, endokrin bozucu araştırmalarında ele alınan konulardır. Çok etkenli olan bu süreçlerde, belirli maddelere hangi dönemde ve ne miktarda maruz kalındığı incelenir. [43]
- **Kaptan suya geçiş:** BPA içeren polikarbonatın aşınması, çizilmesi, yüksek sıcaklığa ve uygun olmayan temizlik maddelerine maruz kalması, BPA geçişini etkileyebilir. Kabın kullanım ve bakım koşulları bu nedenle malzeme seçimi kadar önemlidir. [122]

Missouri Üniversitesi'nden Kembra Howdeshell ve arkadaşlarının 2003 tarihli çalışması, yeni ve kullanılmış polikarbonat hayvan kafeslerinden oda sıcaklığındaki suya BPA geçişini incelemiştir. Özellikle eskimiş ve görünür biçimde yıpranmış kafeslerde daha yüksek geçiş görülmüştür. Oda sıcaklığında da ölçülebilen bu geçiş, malzemenin yaşı ve geçmiş kullanım koşullarının önemini ortaya koyar. [122]

Biberonlarda kullanım: BPA içeren polikarbonat biberonlardan uzaklaşılması, sağlık kaygılarının tüketici tercihlerine ve ürün geliştirmeye nasıl yansıdığına örnektir. ABD'de FDA, üreticilerin bu kullanımları terk etmesi üzerine 2012'de polikarbonatın biberon ve

alıştırma bardaklarındaki kullanım iznini düzenlemelerden kaldırmıştır. Kararın hukuki dayanağı, bu kullanım alanlarının bırakılmış olmasıdır. [116]

Epoksi

Metal bir şişenin iç yüzeyinde kullanılan kaplama da suyla temas eder. Özellikle alüminyum şişelerde görülen epoksi astarlar, metal ile içecek arasında koruyucu bir tabaka oluşturur; fakat bazı epoksi reçineler BPA temelinde üretilir. Bu nedenle metal gövde, iç yüzeyin de mutlaka BPA'dan bağımsız olduğu anlamına gelmez. Hafif, ekstrüde alüminyumdan yapılan SIGG şişeleri uzun süre yeniden kullanılabilir bir alternatif olarak öne çıkmıştı. Şirketin eski kaplamalarından BPA geçmediğine ilişkin güvence vermesi, sonraki açıklamalarla birlikte tartışılmıştır. [123] [124]

SIGG'nin 2009'da yaptığı açıklamada, Ağustos 2008'den önce üretilmiş şişelerin eski kaplamasında BPA bulunduğu kabul edildi. BPA içermeyen EcoCare kaplama ise Ağustos 2008'de kullanılmaya başlanmıştı. Dolayısıyla yeni kaplamanın başlangıcı ile kamuoyuna yapılan açıklamanın tarihi farklıdır. Tartışmanın önemli bir yanı da şeffaflıktı: "BPA sızdırmaz" beyanıyla "BPA içermez" ifadesini aynı anlama gelen güvenceler gibi okuyan kullanıcılar, aradaki farkı sonradan öğrenmişti. [123] [124]

Bu örnek, bir su kabını değerlendirirken gövde malzemesinin yanında iç kaplamayı da sormanın önemini gösterir. "BPA içermez" ifadesi belirli bir madde hakkında bilgi verir; kaplamanın bütün kullanım özelliklerini tek başına açıklamaz. Ürünün içme suyuna uygunluğu, sıcaklık sınırları ve bakım talimatı birlikte değerlendirilmelidir. [113]

Paslanmaz çelik

Paslanmaz çelik su şişelerinin hafif ve dayanıklı modelleri, taşınabilir olmaları ve uzun süre tekrar kullanılabilmeleriyle öne çıkar. Uygun tasarlanmış modeller sıcak veya soğuk içecekler için kullanılabilir; sıcaklığı koruma özelliği ise şişenin yalıtımlı olup olmamasına bağlıdır. Gıdayla temasa uygun çelik, plastik tüketimini azaltmak isteyenler için güçlü bir seçenektir. Malzeme kalitesi, kullanım amacı ve bakım koşulları birlikte önem taşır. Klean Kanteen, gıda temasına uygun 18/8 paslanmaz çelikten şişeler sunan markalardan biridir. [125] [113]

BÖLÜM 17

Şişelenmiş su

Şişelenmiş suyun büyük bir pazara dönüşmesi, içeriği ve ambalajı hakkındaki soruları da büyüttü. Doğal Kaynakları Savunma Konseyi'nin (Natural Resources Defense Council, NRDC) 1999 tarihli raporu, o dönemde ABD'de yıllık yaklaşık dört milyar dolarlık bir sektörden söz ediyordu. Dört yıllık incelemenin temel sonucu, şişelenmiş suyun her durumda musluk suyundan daha iyi veya daha güvenli sayılamayacağıydı. Rakamın ait olduğu dönem değişse de raporun açtığı soru geçerlidir: Şişe satın alırken tam olarak hangi suya, hangi işleme ve hangi ambalaja ödeme yapıyoruz? [126]

Şişelenmiş suyun kaynağı

NRDC'nin 1999 raporunda, ABD'de satılan şişelenmiş suyun yaklaşık yüzde 25'inin musluk suyundan geldiği tahmini aktarılıyordu. Şebeke suyunun arıtılıp şişelenmesi bilinen bir uygulamadır: PepsiCo'nun Aquafina ve Coca-Cola'nın Dasani markaları bu yaklaşımın örnekleridir; uygulanan işlemler ürüne göre değişir. ABD'de şebeke suyunu EPA, şişelenmiş suyu ise FDA düzenler. NRDC raporu, iki düzenleme alanındaki bazı denetim farklarına ve eksikliklere dikkat çekmiştir. Bazı ürünlere florür de eklenir. Örneğin USDA'nın 2005 veri tabanında yer alan Dannon Fluoride To Go, florürlü şişelenmiş su örneklerinden biridir. Kaynağı ve eklenen maddeleri öğrenmenin yolu ürünün kendi bilgisini okumaktır. [126] [127] [128] [129] [130]

Kimyasal kirleticiler

Environmental Working Group'un (EWG) 2008'de yayımladığı araştırma, test edilen on şişelenmiş su markasında farklı maddeler saptadı. Bunlar arasında klorlama yan ürünleri, gübreyle ilişkili maddeler ve bazı ilaç kalıntıları bulunuyordu. Özellikle incelenen bazı mağaza markalarının kirletici profili, yerel musluk suyuyla benzerlik gösteriyordu. Raporda bazı örneklerin ilgili sınırları aştığı; dört markada bakteri bulunduğu ve bir örnekte ağrı kesici etken madde olan parasetamol saptandığı da bildirildi. Bunlar 2008'de alınan örneklerin bulgularıdır; markaların tüm ürün ve dönemleri hakkında değişmez bir sonuç değildir. Yine de şişenin, arıtma kalitesinin yerine geçmediğini somut olarak gösterir. [131]

Plastik ve sağlık sorunları

Aynı EWG araştırmasında, östrojene duyarlı meme kanseri hücreleriyle bir laboratuvar testi de yapıldı. Bir şişelenmiş su örneğiyle hazırlanan ortamda hücre çoğalması, kontrol grubuna göre yüzde 78 daha yüksek bulundu; östrojen etkisini engelleyen madde eklendiğinde bu fark ortadan kalktı. Bu, örnekte östrojen benzeri etkinlik bulunduğunu düşündürür. Ancak test, sorumlu maddenin hangisi olduğunu veya mutlaka plastik şişeden geldiğini belirlememiştir. Yüzde 78 de insanlarda kanser riskinin aynı oranda arttığı anlamına gelmez. Bulguyu önemli kılan, su ve ambalaj kaynaklı olabilecek kimyasalların biyolojik etkisinin araştırılmasıdır. [131]

Çevresel etkiler

Şişelenmiş suyun çevresel bedeli yalnız içindeki suyla sınırlı değildir. WWF için hazırlanan 2001 tarihli değerlendirmede, dünya genelinde su şişeleri için yılda yaklaşık 1,5 milyon ton plastik kullanıldığı tahmin edilmiştir. Dönemin bu tahmini, ambalajın çevresel ölçekteki önemini görünür kılar. Gerçekleşen geri dönüşüm, şişelerin toplanmasına ve uygun biçimde yeniden işlenmesine bağlıdır. Atık hâline gelen ambalaj, üretimden bertarafa kadar kaynak kullanımı ve çevreye yayılma sorunları yaratır. Özellikle yeniden doldurma ve tekrar kullanımın mümkün olduğu düzeneklerde camın tercih edilmesi anlamlı olabilir. Tek kullanımlık ağır bir cam şişenin taşıma yükü de bu değerlendirmeye katılmalıdır. [132]

Öneriler

Şişelenmiş su almayı tercih ediyorsanız, yalnız markaya ve ambalajın görünüşüne değil, kaynağa, uygulanan arıtmaya ve mineral içeriğine de bakın. Bir ürünün arıtılmış şebeke suyu olduğunu bilmek, ödediğiniz bedelin karşılığını anlamanıza yardımcı olur; şebeke kökenli olması tek başına kalitesiz olduğu anlamına gelmez. Uygun koşullarda cam şişeyi, özellikle depozitolu ve tekrar kullanılabilen seçenekleri tercih etmek plastik tüketimini azaltır. Güvenli bir yerel suyu temiz, dayanıklı bir kapla taşımak da aynı amaca hizmet edebilir. Suya gösterilen özen, onu taşıyan kabın üretimi ve kullanım ömrüne de uzanmalıdır.

BÖLÜM 18

Su ve bilinç

Masaru Emoto, Messages from Water adlı kitaplarıyla, suyun bireysel ve kolektif bilincimizle derinden bağlantılı olabileceği düşüncesini geniş bir okur kitlesine taşıdı. Suyu yalnız bir madde olarak değil, insanın niyeti ve duygularıyla ilişki içinde düşünmesi, çalışmalarına duyulan ilginin önemli bir parçasıydı. What the Bleep Do We Know!? filminde yer alan anlatımlar da bu yaklaşımın uluslararası ölçekte tanınmasına katkı sağladı. [133] [134]

Emoto'nun Hado yaklaşımı, var olan her şeyin bir enerji ve titreşim boyutu bulunduğu, titreşimdeki değişimin maddenin ifadesini de etkileyebileceği düşüncesine dayanır. Emoto; sözcükler, müzik, dua, sevgi ve şükranla ilişkilendirdiği su örneklerini dondurarak kristal fotoğrafları çekmiş, bu imgeler arasında anlamlı farklar gördüğünü anlatmıştır. Kitaplarında sevgi ve şükranla ilişkilendirdiği kristalleri daha güzel ve uyumlu olarak yorumlar. Bu fotoğraflar onun düşüncesinin görsel dilini oluşturur. Bununla birlikte, kristallerin güzel bulunması ile suyun insan niyetini taşıyan kalıcı bir hafızaya sahip olduğunun gösterilmesi aynı şey değildir; kuantum fiziği de bu özel savı kendiliğinden doğrulamaz. Emoto'nun anlatımını, suyla kurduğumuz ilişkiye açılan düşünsel bir kapı olarak okumak mümkündür. [133] [135]

Sevgi ve şükranla düşünmek, kendi "ifademizi" değiştirmeye çağırır bizi. Daha sakin bir bakış, daha özenli bir söz, bir başkasına ayırdığımız dikkat; içimizdeki uyumu dışarıya taşıyabilir. Titreşen bir keman telinin aynı frekanstaki başka bir teli harekete geçirmesi gibi, taşıdığımız duyguların çevremizde de bir karşılık bulduğunu hissederiz. Bu benzetme, insan ilişkilerindeki rezonansı anlatır. Belki suyun hayatımızdaki ortak varlığı da bu bağı düşünmemize yardımcı olur. Etkinin su üzerinden fiziksel bir iletimle gerçekleştiğini bilmesek de sevginin ve şükranın davranışlarımıza yerleşmesi, birlikte yaşadığımız dünyayı değiştirebilir.

Bu düşünceyi bir adım daha ileri taşıdığımızda, suya gösterdiğimiz sevgi ve saygının gezegenin bütünüyle kurduğumuz ilişkiyi de dönüştürebileceğini hayal edebiliriz. Suyu, bizi ilahi olana ve birbirimize bağlayan bir hatırlatıcı olarak görmek; bir bardak suyu şükranla içmek, kaynağına özen göstermek ve onu kirletmemek için anlamlı bir çağrıdır.

Emoto'nun "yüksek titreşimli su" düşüncesi bu manevi arayışın dilinde yer bulur. Buradaki dönüşümü, ölçülmüş bir titreşim derecesinin sağlık veya bilinç üzerindeki kanıtlanmış etkisi olarak değil, suyla kurduğumuz ilişkinin içimizde uyandırabileceği anlam olarak okuyorum. Su, ortak yaşamımızın vazgeçilmez parçası olarak, bireysel farkındalıkla kolektif sorumluluğun birbirine değdiği yerde durur. [133]

Yazar: Galip Arduç

Terimler sözlüğü

Adsorpsiyon. Bir maddenin başka bir malzemenin yüzeyinde tutulması. Aktif karbonun birçok uygulamasında temel mekanizmadır. Bölüm 10

Alkalinite. Suyun asit eklenmesine karşı tamponlama kapasitesi. pH ile aynı ölçüm değildir. Bölüm 14

Arıtma. Suyun belirli bir kullanım amacına uygunluğunu geliştiren fiziksel, kimyasal veya biyolojik işlemler bütünü. Bölüm 10

Bakiye dezenfektan. İlk uygulamadan sonra suda kalan ve dağıtımın izlenmesinde değerlendirilebilen dezenfektan miktarı. Bölüm 9

Biyofilm. Yüzeylere tutunarak bir topluluk içinde yaşayan mikroorganizmaların oluşturduğu yapı. Bölüm 8

Bulanıklık. Askıdaki parçacıkların ışıkla etkileşiminden kaynaklanan optik özellik; yaygın birimi NTU'dur. Bölüm 1

Deiyonizasyon. Çözünmüş iyonların azaltılmasına yönelik işlem; tek başına mikrobiyolojik güvenlik belgesi değildir. Bölüm 2

Derişim. Belirli hacim veya kütlede bulunan madde miktarı; örneğin mg/L. Bölüm 1

Dezenfeksiyon. Mikroorganizmaların enfeksiyon oluşturma yeteneğini azaltmayı veya ortadan kaldırmayı hedefleyen etkisizleştirme işlemi. Bölüm 9

Dezenfeksiyon yan ürünü. Dezenfektanın su içindeki bileşenlerle reaksiyonları sırasında oluşabilen madde. Bölüm 9

İyon değişimi. Sudaki belirli iyonların bir değiştirici ortam üzerindeki başka iyonlarla yer değiştirmesi. Bölüm 2

Konsantre. Membran ayırımında tutulan maddelerin daha yoğun bulunduğu akım; RO'da ürün suyundan ayrı çıkar. Bölüm 10

Korozyon. Malzemenin çevresiyle etkileşerek bozulması; tesisatta bazı maddelerin suya geçmesine yol açabilir. Bölüm 9

Membran. Belirli bileşenlerin geçişini diğerlerinden farklı biçimde sağlayan ayırıcı yapı. Bölüm 10

pH. Hidrojen iyonu etkinliğiyle ilişkili, asitlik-bazlık durumunu ifade eden logaritmik ölçü. Bölüm 14

Sertlik. Başlıca kalsiyum ve magnezyum iyonlarından kaynaklanan, çoğunlukla $CaCO_3$ eşdeğeriyle ifade edilen özellik. Bölüm 6

TDS. Total dissolved solids; toplam çözünmüş maddeler. Bazı cihazlarda iletkenlikten tahmin edilir. Bölüm 13

UV-C. Ultraviyole ışığın dezenfeksiyon uygulamalarında kullanılan bölgesi; etkinlik doz ve koşullara bağlıdır. Bölüm 10

Konu dizini

Dizindeki sayfa numaraları ilgili bölümün başlangıcını gösterir. Bağlantıdan doğrudan bölüme geçebilirsiniz.

Aktif karbon Bölüm 10, s. 46; Bölüm 11, s. 51

Alkali su Bölüm 14, s. 59

Alüminyum Bölüm 3, s. 11

Arsenik Bölüm 3, s. 11

Bakteriler Bölüm 8, s. 28

BPA Bölüm 16, s. 62

Cıva Bölüm 3, s. 11

Damıtma Bölüm 10, s. 46

Diyaliz ve kloramin Bölüm 2, s. 5; Bölüm 9, s. 31

Florür Bölüm 4, s. 14; Bölüm 9, s. 31

Havuz ve jakuzi Bölüm 12, s. 54

İlaç kalıntıları Bölüm 7, s. 21

İyon değişimi Bölüm 6, s. 17

Kadmiyum Bölüm 3, s. 11

KDF Bölüm 10, s. 46

Klor Bölüm 2, s. 5; Bölüm 9, s. 31

Kloramin Bölüm 2, s. 5; Bölüm 9, s. 31

Klor dioksit Bölüm 9, s. 31

Kurşun Bölüm 3, s. 11; Bölüm 9, s. 31

Manyetik şartlandırıcılar Bölüm 6, s. 17

Mineraller Bölüm 13, s. 56

MTBE Bölüm 7, s. 21

Nitrat ve nitrit Bölüm 5, s. 16

Ozon Bölüm 9, s. 31; Bölüm 12, s. 54

Pestisitler Bölüm 7, s. 21

PET Bölüm 16, s. 62

Polikarbonat Bölüm 16, s. 62

Protozoonlar Bölüm 8, s. 28

Radon Bölüm 2, s. 5

Seramik filtre Bölüm 10, s. 46

Sertlik Bölüm 6, s. 17

Suyun yapısı Bölüm 15, s. 61

Su ve bilinç Bölüm 18, s. 68

Şişelenmiş su Bölüm 17, s. 66

Ters ozmoz Bölüm 6, s. 17; Bölüm 10, s. 46

THM Bölüm 7, s. 21

UV Bölüm 10, s. 46

Virüsler Bölüm 8, s. 28

VOC Bölüm 7, s. 21

Kaynaklar

Metindeki numaralı atıflar aşağıdaki kayıtlarla eşleşir. Kaynağı aç bağlantıları çevrimiçi yayına yönlendirir. “t.y.”, yayın yılı belirtilmeyen kaynakları gösterir.

[1] NHS. Dehydration. 2026.

Kaynağı aç

İlgili konum: Symptoms; Who is at risk.

[2] Mayo Clinic Staff. Water after meals: Does it disturb digestion?. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su tüketimi, sindirim ve dışkı kıvamı.

[3] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. 2010.

Kaynağı aç

İlgili konum: Ss. 7–8 ve 18–19; suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, vücut suyu ve dehidrasyon.

[4] Institute of Medicine / National Academies. Report Sets Dietary Intake Levels for Water, Salt, and Potassium To Maintain Health and Reduce Chronic Disease Risk. 2004.

Kaynağı aç

İlgili konum: Water bölümü.

[5] Valtin H. “Drink at least eight glasses of water a day.” Really? Is there scientific evidence for “8 × 8”?. 2002.

Kaynağı aç

İlgili konum: American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 283(5), ss. R993–R1004; özet.

[6] Brooks GA. The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. 2018.

Kaynağı aç

İlgili konum: Cell Metabolism, 27(4), ss. 757–785.

[7] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first, second and third addenda. 2026.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bölüm 8.4, s.184–191; kimyasal bilgi föyleri, s.390–391 ve 430–433; Ek 5, s.565–567.

[8] United States Environmental Protection Agency. Groundwater: One Cleanup Program. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Yer altı suyuna bağımlılık ve kirliliğin giderilmesi.

[9] Environmental Working Group. National Tap Water Quality Database. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: National Tap Water Quality Database; 2005 değerlendirmesi.

[10] Centers for Disease Control and Prevention. About Water Disinfection with Chlorine and Chloramine. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Water disinfection; Chloramine; Special considerations.

[11] Centers for Disease Control and Prevention. Chlorine Chemical Fact Sheet. 2026.

Kaynağı aç

İlgili konum: Klor gazına maruziyet ve belirtiler.

[12] Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. OPCW States Parties issue historic Declaration on the centenary of the first large-scale use of chemical weapons in Ieper. 2015.

Kaynağı aç

İlgili konum: Ieper'de klor gazı kullanımına ilişkin tarihsel bölüm.

[13] Price JM. Coronaries/Cholesterol/Chlorine. 1969.

Kaynağı aç

İlgili konum: E-kitap baskısı, ss. 66–68 ve 74–76.

[14] Villanueva CM ve diğerleri. Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. 2007.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet: içme, banyo, duş ve havuz maruziyeti.

[15] Centers for Disease Control and Prevention. Preventing Eye Irritation from Pool Chemicals. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Kloraminler ve havuz havalandırması.

[16] American Academy of Dermatology. Dermatologists' top tips for relieving dry skin. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Banyo ve duş, su sıcaklığı ve temizleyiciler.

[17] NSF. Contaminant Reduction Claims Guide. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Arsenic (pentavalent); Lead; Chlorine, taste and odour.

[18] United States Environmental Protection Agency, Region9. Chloramine. 2017.

Kaynağı aç

İlgili konum: Balıklar, kaynatma ve malzeme uyumu.

[19] Tipple MA ve diğerleri. Illness in hemodialysis patients after exposure to chloramine contaminated dialysate. 1991.

Kaynağı aç

İlgili konum: ASAIO Transactions, 37(4), ss. 588–591; özet.

[20] Plewa MJ ve diğerleri. Chemical and biological characterization of newly discovered iodoacid drinking water disinfection byproducts. 2004.

Kaynağı aç

İlgili konum: Environmental Science & Technology, 38(18), ss. 4713–4722; özet.

[21] District of Columbia Water and Sewer Authority. 2004 Drinking Water Quality Report. 2004.

Kaynağı aç

İlgili konum: 2004 yılı kurşun izleme tablosu; kloramin ve korozyon kontrolü.

[22] American Free Press. Chloraminated Water. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Chloraminated Water.

[23] Water Quality Association. Chloramine Fact Sheet. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Treatment methods.

[24] Los Angeles Department of Water and Power. Videos and Fact Sheets — Chloramine. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Chloramine; C vitaminiyle kloramin giderimi.

[25] United States Department of Energy, Federal Energy Management Program. Non-Chemical Technologies for Scale and Hardness Control. 1998.

Kaynağı aç

İlgili konum: DOE/EE-0162, Ocak 1998; s. 1, 5–11.

[26] Crystal Quest. Reverse Osmosis — Nominal Rejection Characteristics of Reverse Osmosis Membranes. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Nominal Rejection Characteristics of Reverse Osmosis Membranes tablosu.

[27] Centers for Disease Control and Prevention. About Home Water Treatment Systems. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Distillation systems; Reverse osmosis.

[28] United States Environmental Protection Agency. Overview of Drinking Water Treatment Technologies. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Adsorptive media; Ion exchange; Reverse osmosis/nanofiltration.

[29] United States Environmental Protection Agency. Arsenic Treatment Technology Evaluation Handbook for Small Systems. 2003.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bölüm 2.4: Reverse Osmosis.

[30] Pure & Secure, LLC. Typical Analytical Results Obtained by Independent Laboratories on Water Produced by Pure Water Brand Distillation Systems. 2014.

Kaynağı aç

İlgili konum: Arsenik satırı; damıtma sistemi ve karbon son filtre.

[31] Centers for Disease Control and Prevention, Division of Oral Health. Water Fluoridation Additives — Engineering Fact Sheet. 2011.

Kaynağı aç

İlgili konum: Florürleme kimyasallarının üretim kökeni.

[32] Bryson C. The Fluoride Deception. 2004.

Kaynağı aç

İlgili konum: Seven Stories Press kitap tanıtımı.

[33] European Food Safety Authority. Updated consumer risk assessment of fluoride in food and drinking water including the contribution from other sources of oral exposure — Plain language summary. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Ağız yoluyla maruziyet kaynakları ve Avrupa'da su florürlemesi.

[34] National Cancer Institute. Fluoridated Water. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su florürlemesi ve kanser riski.

[35] Begley S. Don't Drink the Water? Brush Your Teeth, but the Fluoride from Your Tap May Not Do Much Good—and May Cause Cancer. 1990.

Kaynağı aç

İlgili konum: Newsweek, 5 Şubat 1990, ss. 60–61.

[36] National Toxicology Program. NTP Monograph on the State of the Science Concerning Fluoride Exposure and Neurodevelopment and Cognition: A Systematic Review. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Sonuçlar: çocuk IQ'su ve yüksek florür maruziyeti.

[37] Du X, Wang Y, Shu F, Jiang W, Ahasan T, Wang H, Yuan K, Anovitz LM, Ishai PB, Xu P. Electromagnetic fields for scaling mitigation in water treatment: Mechanisms, challenges, and optimization strategies. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet.

[38] Health Canada. Guidance on Potassium from Water Softeners. 2008.

Kaynağı aç

İlgili konum: Part A: Guidance.

[39] Minnesota Pollution Control Agency. Water permit holders and chloride. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su yumuşatıcıları, klorür kaynakları ve atık su yönetimi.

[40] Tanner, C. M. ve ark. Rotenone, paraquat, and Parkinson's disease. 2011.

Kaynağı aç

İlgili konum: Environmental Health Perspectives, 119(6), 866–872; DOI 10.1289/ehp.1002839.

[41] Yu, Y. ve ark. Environmental Risk Factors and Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS): A Case-Control Study of ALS in Michigan. 2014.

Kaynağı aç

İlgili konum: PLoS ONE, 9(6), e101186; DOI 10.1371/journal.pone.0101186.

[42] National Institute of Environmental Health Sciences. Reproductive System Disorders. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Program Description.

[43] National Institute of Environmental Health Sciences. Endocrine Disruptors. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Endocrine System; What is NIEHS Doing?

[44] National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Fibromyalgia. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Overview; Causes of Fibromyalgia; Mayıs 2024.

[45] United States Environmental Protection Agency. Chemical Contaminant Rules. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Rule History; Regulated Chemical Contaminants.

[46] United States Environmental Protection Agency. Gasoline: Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE). t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: MTBE üretimi ve yakıtta kullanım amacı; arşiv sayfası.

[47] United States Environmental Protection Agency. Drinking Water: Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE). t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Movement and Disposition; 1997 Drinking Water Advisory; arşiv sayfası.

[48] United States Environmental Protection Agency. Clean Up and Treatment: Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE). t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Cleaning Up MTBE; Granular Activated Carbon; arşiv sayfası.

[49] World Health Organization. Pharmaceuticals in drinking-water. 2012.

Kaynağı aç

İlgili konum: Arıtma süreçleri: klorlama, ileri oksidasyon ve membranlarla ayırma.

[50] Philadelphia City Council. Resolution 080288. 2008.

Kaynağı aç

İlgili konum: Associated Press araştırmasına ilişkin karar metni.

[51] Philadelphia City Council. Committee Hearing, April 14, 2008. 2008.

Kaynağı aç

İlgili konum: 14 Nisan 2008 oturumu, basılı s. 20.

[52] Boleda, M. R.; Galceran, M. T.; Ventura, F. Behavior of pharmaceuticals and drugs of abuse in a drinking water treatment plant (DWTP) using combined conventional and ultrafiltration and reverse osmosis (UF/RO) treatments. 2011.

Kaynağı aç

İlgili konum: Environmental Pollution, 159(6), 1584–1591.

[53] Bedner, M.; MacCrehan, W. A. Transformation of acetaminophen by chlorination produces the toxicants 1,4-benzoquinone and N-acetyl-p-benzoquinone imine. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: Environmental Science & Technology, 40(2), 516–522.

[54] Denver Health. Water Issues. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bacteria; Houston Chronicle incelemesine ilişkin bölüm.

[55] Coombs, K. M. Mammalian Reoviruses: Propagation, Quantification, and Storage. 2023.

Kaynağı aç

İlgili konum: Current Protocols, 3(4), e716.

[56] Centers for Disease Control and Prevention. About Choosing Home Water Filters. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Understand pore size; Understand NSF ratings.

[57] US Environmental Protection Agency. Common Health Questions Related to Monochloramine: 22) Can chloraminated or chlorinated water be used for dialysis or in an aquarium?. 2009.

Kaynağı aç

İlgili konum: Soru 22: diyaliz ve akvaryum suyu.

[58] US Environmental Protection Agency. Small Entity Compliance Guide: National Primary Drinking Water Regulations—Stage 1 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Stage 1 DBPR düzenlemesinin tarihçesi.

[59] DC Water. EPA Lead and Copper Monitoring Results. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Kurşun ve bakır izleme sonuçları: 2000–2004 tarihçesi.

[60] Centers for Disease Control and Prevention. 2024 Model Aquatic Health Code, 5th edition: Code Language. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: §5.7.3.7 ve §5.7.3.7.7.

[61] Centers for Disease Control and Prevention. Yellow Book: Water Disinfection for Travelers. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Klor dioksit ve kimyasal su dezenfeksiyonu açıklamaları.

[62] Komara I, Winata EA, Susanto A, Hendiani I. Periodontal tray application of chlorine dioxide gel as an adjunct to scaling and root planing in the treatment of chronic periodontitis. 2020.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet; yöntem ve sonuçlar, s.194–199.

[63] US Environmental Protection Agency. CCR Information for Consumers. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Consumer Confidence Report açıklamaları.

[64] National Testing Laboratories / Watercheck. Residential and Commercial Water Testing. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su testi hizmetleri ve numune bilgileri.

[65] Centers for Disease Control and Prevention. 2022 Water Fluoridation Statistics. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: 2022 National Water Fluoridation Statistics tablosu.

[66] US Department of Labor, Administrative Law Judge David A. Clarke Jr. Marcus v. United States Environmental Protection Agency, 92-TSC-5: Recommended Decision and Order. 1992.

Kaynağı aç

İlgili konum: Statement of the Case; görev, unvan ve işten çıkarılma tarihi.

[67] US Department of Labor, Secretary Robert B. Reich. Marcus v. United States Environmental Protection Agency, 92-TSC-5: Decision and Order. 1994.

Kaynağı aç

İlgili konum: Kararın başlangıcı, C bölümü ve işe iade hükmü.

[68] National Toxicology Program. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Sodium Fluoride in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). 1990.

Kaynağı aç

İlgili konum: Two-year studies; Conclusions.

[69] Yiamouyiannis JA. Water fluoridation and tooth decay: Results from the 1986–1987 national survey of U.S. schoolchildren. 1990.

Kaynağı aç

İlgili konum: s.55: özet ve giriş; s.66: kaynaklar 3–6.

[70] Brunelle JA, Carlos JP. Recent trends in dental caries in U.S. children and the effect of water fluoridation. 1990.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet, s.723–727.

[71] Seppä L, Kärkkäinen S, Hausen H. Caries trends 1992–1998 in two low-fluoride Finnish towns formerly with and without fluoridation. 2000.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet, s.462–468.

[72] Beltrán-Aguilar ED, Barker L, Dye BA; CDC/NCHS. Prevalence and Severity of Dental Fluorosis in the United States, 1999–2004. 2010.

Kaynağı aç

İlgili konum: 12–15 yaş grubu için 1986–1987 / 1999–2004 karşılaştırması.

[73] Cooper C, Wickham C, Lacey RF, Barker DJ. Water fluoride concentration and fracture of the proximal femur. 1990.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet, s.17–19.

[74] Centers for Disease Control and Prevention. Community Water Fluoridation Frequently Asked Questions. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Infant formula; What happens if water has too much fluoride?

[75] American Dental Association. Fluoride: Topical and Systemic Supplements. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Fluoride Toothpastes: çocuklarda miktar ve gözetim.

[76] Cohn PD; New Jersey Department of Health. A Brief Report on the Association of Drinking Water Fluoridation and the Incidence of Osteosarcoma among Young Males / An Epidemiologic Report on Drinking Water and Fluoridation. 1992.

Kaynağı aç

İlgili konum: Executive Summary: alt grup oranları ve çalışma sınırları.

[77] Varner JA, Jensen KF, Horvath W, Isaacson RL. Chronic administration of aluminum-fluoride or sodium-fluoride to rats in drinking water: alterations in neuronal and cerebrovascular integrity. 1998.

Kaynağı aç

İlgili konum: Künye ve çalışma kapsamı, s.284–298.

[78] Chaithra B, Sarjan HN, Shivabasavaiah. Sodium Fluoride and Fluoride Contaminated Ground Water Induced Altered Reproductive Performances in Male Rats. 2020.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet: deney koşulları ve üreme göstergeleri.

[79] NSF. Standards and Regulations Related to Fluoride in Drinking Water. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: NSF/ANSI/CAN 60 kapsamındaki florürleme ürünleri.

[80] Macek MD, Matte TD, Sinks T, Malvitz DM. Blood lead concentrations in children and method of water fluoridation in the United States, 1988–1994. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet: bina yaşı ve kan kurşunu analizi.

[81] National Research Council. Fluoride in Drinking Water: A Scientific Review of EPA's Standards. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bölüm 8, s.224–267; epifiz bezi, s.252 ve sonrası.

[82] Bassin EB, Wypij D, Davis RB, Mittleman MA. Age-specific fluoride exposure in drinking water and osteosarcoma (United States). 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: Özet: erkeklerde yaşa özgü olasılıklar oranı.

[83] U.S. Environmental Protection Agency. Particulate Matter (PM) Basics. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Parçacık boyutu karşılaştırması.

[84] Pentair. Pentek CFB-PB10 Series — Modified Molded Block Cartridge. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: CFB-PB10 teknik ürün föyü.

[85] NSF. NSF Standards for Water Treatment Systems. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: NSF/ANSI 42, 53, 55, 58 ve 177 açıklamaları.

[86] Kymera International / KDF Fluid Treatment. KDF 55 and 85 Process Media in Point-of-Entry Water Treatment Systems: Chlorine, Iron and Hydrogen Sulfide Reduction. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: "What is KDF Process Media?" ve uygulama bölümleri.

[87] Kozisek, F. (2005). Health risks from drinking demineralised water. Nutrients in Drinking-water içinde (s. 148–163). Geneva: World Health Organization.

Kaynağı aç

İlgili konum: s. 148–163; özellikle s. 150–155 ve 158.

[88] Royal Green. Royal Green Lux Plus Su Arıtma Cihazı Tavsiyesi 2020. 2020.

Kaynağı aç

İlgili konum: Royal Green Lux Plus ürün tanıtımı.

[89] NSF. NSF/ANSI 58: Certified Drinking Water Treatment Units — Royal Green. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: NSF/ANSI 58; Royal Green Lux Plus model kaydı, TDS azaltımı.

[90] Land, B. Using Vitamin C To Neutralize Chlorine in Water Systems. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: Tech Tips, 0523 1301–SDTDC.

[91] U.S. Environmental Protection Agency. Effect of Treatment on Nutrient Availability. 2007.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bölüm 4.4.5, “Dechlorination”.

[92] Rainshow’r Manufacturing Co. Crystal Ball for the Bath — Bath 3000. 2012.

Kaynağı aç

İlgili konum: Bath 3000 ürün broşürü, Şubat 2012.

[93] The Water Guy / Rainshow’r ürünü. Rainshow’r The New Series 3000 Crystal Ball for the Bath — product description. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Ürün özellikleri ve dolgu değiştirme bilgileri.

[94] Centers for Disease Control and Prevention. Chloramines and Pool Operation. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: “Overview of chloramines” ve “How to prevent or remove chloramines” bölümleri.

[95] HealthLinkBC / Government of British Columbia. Residential hot tubs and pools: Safe water quality. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: HealthLinkBC File 27b; “How can I make sure the water is safe?” bölümü.

[96] Guelber, A. Searching for the O-zone. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: “Ozone Purifies” bölümü.

[97] Legrini, O.; Lesznik, G. Combining Ozone with UV: Advanced Oxidation Process for Swimming Pool Applications. 2000.

Kaynağı aç

İlgili konum: “Established pool treatments” ve “Field testing” bölümleri.

[98] World Health Organization. Nutrients in Drinking-water. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: s. 4–5, Tablo 2.

[99] Sabatier, M. ve ark. Meal effect on magnesium bioavailability from mineral water in healthy women. 2002.

Kaynağı aç

İlgili konum: 75(1), s. 65–71.

[100] Couzy, F. ve ark. Calcium bioavailability from a calcium- and sulfate-rich mineral water, compared with milk, in young adult women. 1995.

Kaynağı aç

İlgili konum: 62(6), s. 1239–1244.

[101] National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Calcium — Fact Sheet for Health Professionals. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Kalsiyum kaynakları ve emilim bölümleri.

[102] World Health Organization. Healthy diet. 2026.

Kaynağı aç

İlgili konum: Meyve, sebze, tuz ve sodyum bölümleri.

[103] National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Your Kidneys & How They Work. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: “Why are the kidneys important?” bölümü.

[104] USDA Agricultural Marketing Service. Hypochlorous Acid — Technical Evaluation Report, Handling. 2015.

Kaynağı aç

İlgili konum: s. 2–4, satır 43–108.

[105] Cousens, G. (2005). Spiritual Nutrition (s. 477–478). North Atlantic Books.

İlgili konum: s. 477–478.

[106] Mitchell, P. Coupling of Phosphorylation to Electron and Hydrogen Transfer by a Chemi-Osmotic type of Mechanism. 1961.

Kaynağı aç

İlgili konum: 191, s. 144–148.

[107] Jhon, M. S. (2004). The Water Puzzle and the Hexagonal Key. Uplifting Press.

[108] Oschman, J. L. (2003). Energy Medicine in Therapeutics and Human Performance (s. 61, 98–99). Elsevier Limited.

İlgili konum: s. 61, 98–99.

[109] Pangman, M. J. (2007). Hexagonal Water: The Ultimate Solution (gözden geçirilmiş baskı, s. 22–41). Uplifting Press.

İlgili konum: s. 22–41.

[110] Cowan, M. L. ve ark. Ultrafast memory loss and energy redistribution in the hydrogen bond network of liquid H2O. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: 434(7030), s. 199–202.

[111] Fels, I. G. Hydration and density of collagen and gelatin. 1964.

Kaynağı aç

İlgili konum: 8, s. 1813–1824.

[112] Pangman, M. J. (2011). Dancing with Water (s. 77–79).

İlgili konum: s. 77–79.

[113] U.S. Food and Drug Administration. Understanding How the FDA Regulates Substances that Come into Contact with Food. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Kullanım koşulları, migrasyon ve toksikolojik değerlendirme bölümleri.

[114] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). PET bottles: no indication of health risk. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Sık sorulan sorular: PET, plastikleştiriciler, BPA, antimon ve asetaldehit.

[115] Shotyk, W.; Krachler, M.; Chen, B. Contamination of Canadian and European bottled waters with antimony from PET containers. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: 8(2), s. 288–292.

[116] U.S. Food and Drug Administration. Questions & Answers on Bisphenol A (BPA) Use in Food Contact Applications. 2024.

Kaynağı aç

İlgili konum: Reçine kodları, biberonlar ve alıştırma bardaklarıyla ilgili sorular.

[117] Hunt, P. A. ve ark. Bisphenol A exposure causes meiotic aneuploidy in the female mouse. 2003.

Kaynağı aç

İlgili konum: 13(7), s. 546–553.

[118] Hunt, P. A. ve ark. The Bisphenol A Experience: A Primer for the Analysis of Environmental Effects on Mammalian Reproduction. 2009.

Kaynağı aç

İlgili konum: 81, s. 807–813.

[119] Rubin, B. S.; Murray, M. K.; Damassa, D. A.; King, J. C.; Soto, A. M. Perinatal exposure to low doses of bisphenol A affects body weight, patterns of estrous cyclicity, and plasma LH levels. 2001.

Kaynağı aç

İlgili konum: 109(7), s. 675–680.

[120] Krishnan, A. V. ve ark. Bisphenol-A: an estrogenic substance is released from polycarbonate flasks during autoclaving. 1993.

Kaynağı aç

İlgili konum: 132(6), s. 2279–2286.

[121] European Food Safety Authority. Bisphenol A in food is a health risk. 2023.

Kaynağı aç

İlgili konum: BPA değerlendirmesi ve sağlık etkileri bölümleri.

[122] Howdeshell, K. L.; Peterman, P. H.; Judy, B. M.; Taylor, J. A.; Orazio, C. E.; Ruhlen, R. L.; vom Saal, F. S.; Welshons, W. V. Bisphenol A is released from used polycarbonate animal cages into water at room temperature. 2003.

Kaynağı aç

İlgili konum: 111(9), s. 1180–1187.

[123] Cooper, J. E.; Kendig, E. L.; Belcher, S. M. Assessment of Bisphenol A Released from Reusable Plastic, Aluminium and Stainless Steel Water Bottles. 2011.

Kaynağı aç

İlgili konum: 85(6), s. 943–947.

[124] SIGG / Steve Wasik; mektubun yayımlandığı SGB Media. SIGG Bottles Contained BPA Pre-2008 — CEO letter. 2009.

Kaynağı aç

İlgili konum: SIGG yöneticisinin 2009 tarihli açıklama mektubu.

[125] Klean Kanteen. Frequently Asked Questions — product materials. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Ürün malzemeleriyle ilgili sık sorulan sorular.

[126] Natural Resources Defense Council. (1999, Mart). Bottled Water: Pure Drink or Pure Hype?

Kaynağı aç

İlgili konum: Yönetici özeti; su kaynakları ve düzenleme karşılaştırmaları.

[127] Cutrufelli, R. L.; Pehrsson, P. R.; Haytowitz, D. B.; Patterson, K. K.; Holden, J. M. USDA National Fluoride Database of Selected Beverages and Foods, Release 2. 2005.

Kaynağı aç

İlgili konum: “USDA National Fluoride Database” tablosu, Dannon Fluoride To Go satırı.

[128] PepsiCo / Aquafina. Frequently Asked Questions — Aquafina water source and purification. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su kaynağı ve arıtma süreciyle ilgili sık sorulan sorular.

[129] The Coca-Cola Company. DASANI Bottled Water Report. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Su kaynağı, arıtma ve yeniden mineral kazandırma bölümleri; 2025 yıllık analiz raporu.

[130] U.S. Food and Drug Administration. Bottled Water Everywhere: Keeping it Safe. 2025.

Kaynağı aç

İlgili konum: Şişelenmiş su standartları ve düzenleyici kurumlar bölümleri.

[131] Environmental Working Group. (2008). Bottled Water Quality Investigation.

Kaynağı aç

İlgili konum: On markanın analiz sonuçları ve hücre çoğalması deneyi.

[132] Ferrier, C. Bottled Water: Understanding a Social Phenomenon — Discussion Paper. 2001.

Kaynağı aç

İlgili konum: s. 9–10 ve 21–23; dipnot 9.

[133] Masaru Emoto Office. Messages from Water / Masaru Emoto’s official account. t.y.

Kaynağı aç

İlgili konum: “Messages from Water” bölümü.

[134] Beliefnet. Does Water Have a Message for Us? — Interview with Masaru Emoto. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: Masaru Emoto ile röportaj.

[135] Radin, D.; Hayssen, G.; Emoto, M.; Kizu, T. Double-blind test of the effects of distant intention on water crystal formation. 2006.

Kaynağı aç

İlgili konum: 2(5), s. 408–411.