

YAŞAMI OLUŞTURAN SIVI:



Doğumdan ölüme değin yaşam tümüyle, yeryüzünde en fazla bulunan sıvı olan suya bağlıdır. İnsanların bulmak, sahip olmak ve korumak için çağlar boyu savaşmışlardır, toplumların gelişmesinde temel etken olan su geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına da neden olmuştur. Yaşam için su niçin mutlak gereklidir? Özellikleri nelerdir?

Prof. Dr. Burhan KACAR*

Su, canlıların tüm içsel tepkimeleri ile doğrudan ilgilidir. Gıda maddelerinin ve atıklarının çözelti şekline dönüşürülmesi, bunların vücutta kullanılıp atılması suya bağlıdır. Oksijenin dokulara, dokulardan CO₂'in akciğerlere taşınması kanın olağan akım hızı ile ilgili olup, bu da suyun varlığına bağlıdır. Kanın yaklaşık %80'i, gelişen bir emrionun %90'ı ve yeni doğan bir buzağının %75-80'i sudur. Su miktarı hayvan yaşlandıkça azalır ve %50-60'a değin düşer. Çoğu yaşlı hayvanların vücutlarındaki su miktarı %40 civarındadır. Hayvanlar susuz kalınca vücut yağlarının hepsini, proteinlerinin 1/2 sini yitirirler. O nedenle kurak geçen mevsimlerde ya da yıllarda hayvanların ağırlıklarında önemli miktarda azalma görülür.

Yağlayıcı madde gibi görev yapan su, bazı dokuları dış etkenlerden korur, kaslara esneklik verir. Suyun metabolizmadaki, vücut sıcaklığının ayarlanmasındaki ve dokuların taze tutulmasındaki önemli rolü, susuz niçin uzun süre yaşamayacağını ortaya koyan önemli kanıtlardır.

Su sürekli olarak vücut yüzeyinden buharlaşıp atmosfere karışır. Yaşamın sürmesi, çeşitli yollarla yitirilen suyun geri alınmasına bağlıdır. Bir insan yılda ağırlığının yaklaşık 5 misli kadar su içer. Normal yaşam sürdüren bir insan, öldüğü zaman yaklaşık 26 ton su içmiştir. Sıvı ya da katı şekilde alınmış olsun erişkinlerin günde 2.5 litre suya gereksinimleri vardır. Yapılan belirlemeler 300 g eklemek yaklaşık



100 g; 200 g sütle 175 g; 100 g etle 76 g; 200 g meyve ile 160 g ve 150 g peynir ile 45 g suyun vücuda alınabildiğini göstermiştir.

Milyonlarca yıldan bu yana su, yeryüzünün sürekli şekil değiştirmesine yol açmıştır. Yağışlarla yeryüzüne düşen, akarsularla akıp giden su, heybetli dağların yok olmasına, geniş vadilerin açılmasına, dik yarıların oluşmasına, buz haline dönüşerek görkemli kayaların parçalanıp ufalanmasına neden olmuştur. İklimi etkileyen su, toprağın oluşup özellik kazanmasından başlayarak, hangi bitkilerin nerede daha iyi yetişebileceğinin belirlenmesine değin çeşitli olaylarda önemli bir ölçüttür. Hidrolik barajlarda toplanan su elektrığe dönüşerek modern teknolojinin geliştirdiği makinaların, insanlığın hizmetine sunulmasına yol açmış, ekmeğin pişirilmesinden, transistörlü radyonun üretilmesine değin tüm üretim evrelerinde yerini almıştır.

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de, özellikle kurak iklim bölgelerindeki yerleşim akarsu vadilerinde yoğunlaşmıştır. Deniz kenarlarında bile yerleşim yoğunluğu tatlı su kaynaklarının çevresinde ya da yakınında gerçekleşmiştir.

Nüfus arttıkça, teknoloji ilerledikçe suyun daha fazla tüketilmesi doğaldır. 20. yüzyılın başlarında, batıda kişi başına su tüketimi günde 15-60 lt ye yükseldi. Bir yandan dünya nüfusu hızla artarken diğer yandan otomatik yıkayıcılar ve pek çok yeni cihazların kullanılmasıyla su giderek yetmez oldu. Tarımda üstün nitelikli bol ürün alınması, sulamada daha fazla suyun kullanılmasını gerektirdi. Endüstrinin gelişme-

*Ankara Üni. Zir. Fak. Öğretim Üyesi ve TÜBİTAK-TOAG Yürütme Kom. Sekreteri



Geçmişte olduğu gibi günümüzde de, özellikle kurak iklim bölgelerindeki yerleşim, su kenarlarında yoğunlaşmıştır.

sine bağlı olarak su gereksinimi de arttı. Örneğin 1 varil petrolün rafine edilebilmesi için 18 varil, bir fıçı bira üretimi için ise yaklaşık 1200 kg su kullanılmaktadır. Buhar sisteminde 1 ton kömürün elektrığe dönüştürülmesi için 100 ton suya gereksinme vardır.

Yeryüzünde su dağılımı düzenli değildir. Toplam suyun yalnızca %0.027 si içilebilir şekilde ve hemen yararlanılabilir durumdadır. Yer yüzünde suyun %97 si okyanuslarda bulunmaktadır. Okyanuslar ise 3.6×10^6 km² alan kaplamakta ve 13×10^6 km³ su içermektedir. Doğada durmaksızın süren bir su dönüşümü (devri daimi) vardır. Her yıl okyanuslardan 3.8×10^{14} ton su buharlaşarak atmosfere karışır. Aynı sürede göllerde ve ırmaklarda yaklaşık 0.63×10^{14} ton su buharlaşır. Yağışlarla yeryüzüne yılda 3.5×10^{14} ton (3.5×10^5 km³) su ulaşır. Kutuplardaki buzullar kapladıkları 1.5×10^7 km² lik alanla yeryüzünde en büyük tatlı su deposunu oluştururlar. Buzulların erimesi durumunda oluşacak suyun, yer yüzündeki akarsuların 830 yıl süre ile su gereksinimlerini karşılayabileceği hesaplanmıştır.

Bir madde olarak su; kokusuz, renksiz ve tatsızdır. Yapı yönünden durağan bir bileşik olan su, olağanüstü çözücü özelliğe sahip olup kimyasal enerjinin güçlü bir kaynağıdır. Katı hali sıvı halinden hafif olan su, bu özelliğiyle de doğadaki birkaç maddeden biridir. Bir sıvı olarak su, yer çekimine karşın yukarı doğru bir itme gösterir. Sıcak günlerde ısıyı absorbe eden su, soğuk günlerde çevreye absorbe etmiş olduğu ısıyı verir. Bu özelliğiyle yeryüzünü kaplıyan büyük su kitleleri ve atmosferdeki buhar halindeki su, çevre sıcaklığını ayarlayıcı rol oynar.

Su, doğadaki her türlü maddeye etki yapabilecek bir güce sahiptir. Belli bir zaman içerisinde en sert metallere bile nüfus ederek, paslanıp parçalanmalarına neden olur. Olağanüstü kolay şekil değiştirir. Kimi zaman aynı göl ya da akar suyun kenarında katı, sıvı ve gaz şeklindeki suyu yanyana

görmek olanaklıdır.

Su sahip olduğu tüm özelliklerini molekül yapısına borçludur. Su molekülündeki hidrojen ve oksijen, birbirine büyük sevgisi, isteği, bağlılığı olan iki atom olup, birleşerek suyu oluştururlar. Bu olgu ortamda önemli miktarda enerjinin serbest hale geçmesine neden olur. Hidrojen ve oksijenin birleşerek yaklaşık 4 litre suyun oluşturulması durumunda serbest hale geçen enerjinin, 60 wattlık bir ampulün 270 saat yanmasına eşdeğer olduğu hesaplanmıştır. Bu enerjinin gücü su molekülü içinde iki hidrojen atomunu bir oksijen atomuna birleştiren bağın gücünden kaynaklanmaktadır. Hidrojen ve oksijen atomlarının en dış kabuğunda bulunan elektronların işlevleri sonucu oluşan bir güçlü bağ, "Hidrojen bağı" olarak adlandırılır. Hidrojen bağı suda görülen tüm özelliklerin temelidir.

Hidrojen atomu, yalnız bir elektronu bulunan ve ayrıca iki elektron için yeri olan tek bir kabuğa sahiptir. Oksijen atomunun en dış kabuğunda ise 8 elektrona yer olmasına karşın yalnızca 6 elektron bulunmaktadır. Oksijen atomu dış kabuğundaki boş olan iki elektronunu yerini iki ayrı hidrojen atomunun kabuklarındaki elektronlarla doldurur. Aynı anda oksijen atomunun dış kabuğundan iki elektron iki hidrojen atomunun kabuklarında boş olan birer elektronun yerini doldurur. Böylece elektronlarını kullanarak 1 oksijen ve 2 hidrojen atomu oldukça durağan bir su molekülünü oluşturur.

Doğadaki hemen hemen tüm maddelerin, ister katı - sıvı gaz olsunlar, soğuyunca büzülerek hacimleri küçülür ve yoğunlukları azalır. O nedenle katı sıvıdan, sıvı da gazdan ağırdır. Bu kural yalnızca suyun gaz ve sıvı şekli için geçerlidir. Donma noktasına yaklaşıldıkça suda hacim artar ve ağırlık azalır. Su 0°C'de donarak buza dönüştüğünde %9 daha fazla hacim kazanır.

Bu olgu, doğanın üzerinde durulup düşünülmesi gereken bir harikasıdır. Örneğin kışın göllerin, akar suların yüzeyinde oluşan buz tabakası, alttaki suya ve içindeki canlılara bir nevi örtü sağlayarak alt kısmın donmasını, sıcaklığın dipte azalmasını önler. Eğer buz sudan ağır olsaydı donma aşağıdan yukarı doğru gelişecek ve sudaki canlılar yaşamlarını yitirdikleri gibi doğada önemli şekilde su sıkıntısı oluşabilecekti. Giderek su altındaki buzlar büyüyerek buz dağları şeklinde suyun yüzüne çıkacak, bunun sonucu olarak yer yüzündeki okyanuslar, denizler, göller ve akarsular donmuş buz dağlarına dönüşecekti.

Buzun sudan hafif olmasının temel nedeni yine suyun molekül yapısıyla ilgilidir. Suyun sıcaklığı donma derecesine (0°C) yaklaştıkça hidrojen bağları daha büyük güç kazanır. Hareketleri giderek yavaşlayan su molekülleri tetrahedral bir dizilişle buzu oluşturur. Su buza dönüştüğünde hidrojen bağları su moleküllerini hareket edemeyecek şekilde sıkıca bağlar. Sıvı durumunda ise su molekülleri dans eder gibi sürekli hareket halindedir. Molekül grupları biri birleri çevresinde dö-



**İŞTE SUYU
MUCİZESİ:**

Nil nehri kıyısındaki
bir bölgeyi görüntüle-
yen bu resim, suyun
yaşamsal önemini sanı-
rız yeterince
vergulamaktadır.





nerek hareket ederler. Kopan hidrojen bağları yeniden oluşur. Yeni bağlar yeni çiftlerin oluşmasına yol açar. Su ısıtıldığı zaman molekül hareketi o denli hızlanır ve fazlaşır ki moleküller ne bağlı oldukları arkadaşlarını ne de yenilerini bulabilirler. Bu durumda su molekülleri gaz şeklinde atmosfere karışır.

Yer yüzünde yüzde yüz arı su bulmak ve arı olarak suyu korumak olanaksızdır. Çünkü su, doğal olarak oluşmuş tüm maddeler için üniversal bir çözücüdür. yabancı maddelerle değişim halindeki su molekülleri kızgın boğalar gibi hareket eder. Su molekülleri maddeyi parçalayıp, aralarına girerek parçacıkların birleşmesini önler. Yağışlarla yer yüzüne dönen su içinde atmosferdeki gazlar çözülmüş şekilde bulunur. Yer yüzünde de su çözücülüğünü sürdürür. Tüm kimyasal elementlerin yaklaşık yarısı az ya da çok suda çözünür. O nedenle denizde, gölde, gölette vb. yerlerde bulunan sular, sulu bir çözelti niteliğindedir. Bunlar içinde deniz suyu çözülmüş maddelerce en zengin olanıdır.

Suyun iki önemli özelliği 18. yüzyılda İskoçya'lı bilim adamı Joseph Black tarafından keşfedilmiştir. Gözlem ve deneyimlerine dayanarak bilim adamı, suyun ısı kapasitesinin ve ısıyı absorbe etme kabiliyetinin yüksek bulunduğunu saptamıştır. Isı kapasitesi, belli bir maddenin sıcaklığını belli bir dereceye yükseltebilmek için istenen ısı olarak tanımlanmaktadır. Suyu ısıtılmak için yüksek sıcaklığa gereksinim vardır. Çoğu kez ocakta su ısıtan hanımlar su kabına dokununca ellerini yakarlarken, kabin içindeki suyun ılık olduğu görülür. Suyun ısıtıldığı metal kap, sudan yaklaşık 10 kez daha hızlı ısınır ve belli bir dereceye gelebilmek için daha az sı-

caklığa gereksinime gösterir.

Bilim adamı Bladi'in ikinci buluşu buzun çözülme sıcaklığının olağanüstü yüksek olmasıdır. Buzun çözülerek tamamen suya dönüşmesinde çevre sıcaklığının değişmediği görülür. Çünkü buz oluşurken çevreye verilen ısı buzun çözülmesi anında absorbe edilir. Su molekülleri arasındaki hidrojen bağı kırılınca buz çözülür. Buzun çözülmesi anında her bir gram için çevreden 86 kalori ısı alınır. Donma anında ise bu ısı çevreye geri verilir. Örneğin donma derecesinde bulunan bir seraya gecedan büyük bir leğen içinde su bırakıldığını varsayalım. Sabah leğendeki suyun donmuş olmasına karşın sera içi sıcaklığının dışardakinden daha yüksek olduğuna tanık olunur.

Su buharlaşırken ve yoğun şekle dönüşürken eşit olarak aldığı ve verdiği enerji tüm maddelere oranla daha fazladır. Bu durum güçlü hidrojen bağı nedeniyle su moleküllerinin birbirlerinden ayrılmasının güçlüğünden kaynaklanır. Her bir gram suyun buharlaşabilmesi için yaklaşık 540 kaloriye gereksinim vardır. Eğer su molekülleri arasındaki hidrojen bağları belirtildiği şekilde güçlü olmasaydı, kuzey kutbunda su daha düşük sıcaklıkta kaynayacak ve bunun sonucu olarak da dünyadaki önemli su potansiyeli kısa sürede buhar halinde dönüşüp yok olacaktı.

Doğanın üstün bir harikası olan su tüm özelliklerini; Hiç bir maddeninkine benzemeyen kendine özgü molekül yapısına borçludur. Suyun molekül yapısı bir anda değişse, birbirini izleyen felaketlerle yeryüzünde yaşam yok olur. Vücuttaki kan kaynamaya başlar, bitkiler, ağaçlar ve tüm canlılar ölür. Yeryüzü tümüyle çöle döner.