

# SUYUN DONMASINDAKİ GİZEM VE GIDALARIN DONDURULARAK SAKLANMASI

Dr. Vural YİĞİT  
Başuzman TÜBİTAK-Marmara Araştırma Enst.

☞ Suyun hidrojen ve oksijen atomlarından oluştuğunu hepimiz biliriz, ancak suyun molekül yapısının aydınlatılması uzun araştırmaların yapılmasını gerektirmiştir. Buz oluşumunun modeli ise suyun kristal yapısından kaynaklanmaktadır. Bileşimindeki suyun dondurularak gıdaların saklanması yöntemi yakın zamanda uygulama alanı bulmuştur. Halbuki donma olayı dünyanın varoluşundan beri süregelen bir olaydır. ☞

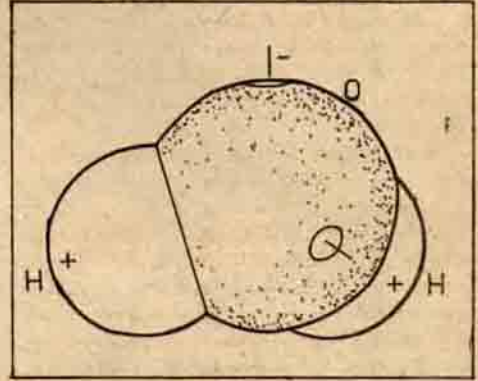
## Bir su molekülünün yapısı:

Fizikçiler ve fizikokimyacılar atom ve molekül yapısından doğan özelliklerin elektronik yapılarında kaynaklandığını açıklamaktadırlar. İlk modellerinde atom, bir çekirdek etrafındaki yörüngede dönen elektronlardan meydana gelen bir "gezen sistemi" olarak şekillendirilmiştir. En dış yörüngedeki elektronların da kimyasal olayların meydana gelmesinden sorumlu oldukları varsayılmıştır.

Daha sonraları elektronların hareketlerindeki dalgalanma özellikleri izlenerek "gezen" tanımı kullanılmamıştır. Böylece elektronların buldukları veya bulunabilecekleri alanlar sayımsal (istatistik) olasılıklar ile hesaplanmaya başlanmıştır. Bu olasılık durumları şekiller ile ifade edilmiştir. Böylece ortalama elektronik dağılımın resimleri ortaya konmuştur. Elektron dağılımının hesaplanması doğal olarak birçok modern fizik kuram ve ilkelerine dayanmaktadır. Özellikle elektronların dalga kuramı, belirsizlik ilkesi, kuantum ve kimyasal bağlarda paylaşılması, elektron çiftlenmesi kuramları gibi.

Bu ilk analizler ve denemelerden elde edilen bilgiler ışığında, bir su molekülünü şekildeki gibi şekillendirebiliriz.

Şekil 1, de H ve O. (hidrojen ve oksijen) atomlarını göstermektedir. Pozitif yüklü protonlar güç değişimleri dolayısıyla oksijen çekirdeğinin dört bir yanındaki ikiz kutuplara doğru yönelmektedir. Sistem (+) işaretli yerlerde pozitif, (-) işaretli bölgelerde negatif olarak yüklenmektedir.



## *Bir su molekülünün modeli.*

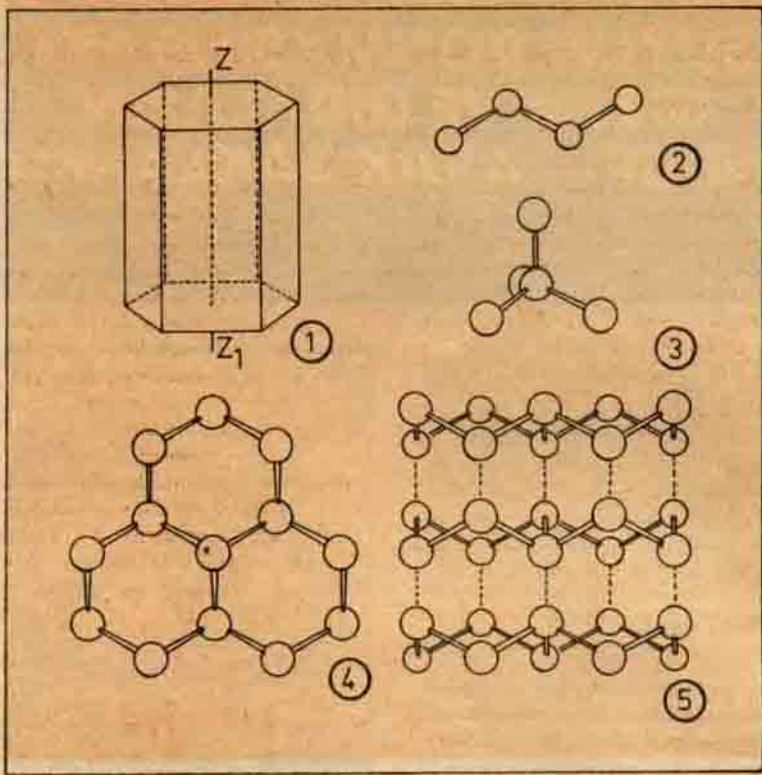
Böylece her su molekülü, dört yüzlü ve birinin, iki pozitif yükü diğerinin ise iki negatif yükü ile bir başka moleküle bağlanmış bir görünümündedir. Bu durum hidrojen bağı adı verilen çekim gücünün doğmasına yol açar.

## Sıvı haldeki suyun yapısı:

Suyun sıvı haldeki yapısına ait son yüzyıl içinde birçok kuramlar geliştirilmiş ve bu düşünceler hızlı değişen bir evrim geçirmiştir. Nihayet küçük açılı x- ışınları difraksiyonu ile yapılan çalışmalarda suyun "kısa-dizilim" düzenine ait diyagramlar elde olunmuştur. Bir grup içinde moleküller düzenli bir oluşum halinde bulunmasına karşın grupların kendisi bütün içinde gelişigüzel dağılım göstermektedir. Son zamanlardaki araştırmalar ise moleküllerin "salkım" veya "kafes" biçiminde dizildiğini ve nadir gazların da bulunmasıyla buz ile aynı kristal yapıda olduğunu ortaya koymuştur.

## Buz kristallerinin mimarisi:

Su molekülleri sıcaklığın düşmesi sonucu doğal yapıları gereği kristaller halinde dizilmeye



başlar Böylece birbirine yaklaşarak bir çekim gücü yaratılması sonucu hegzagonal (altı yüzü kristaller) oluşmaya uşlar. Bu kristaller zincir gibi birbirine bağlanmışlardır, (Şekil 2,3,4). Bu durumda moleküller altigen bir prizma görünümündedir ve bir eksen (optik eksen) boyunca dizilmişlerdir. İki buz kristalinin merkezleri arasındaki uzaklık 3 Å kadardır. Böylece eksenin 1 mikronluk uzunluğu üzerinde 3000 molekül bulunmaktadır. Bir mikron küp boyutundaki buz kristali içindeki molekül sayısı ise (3000<sup>3</sup>) yani 27 milyondur.

Suyun kristal oluşumu ile buz haline geçişi sırasında, boyutsal değişimlere de yol açar. Saf su, buza dönüşürken hacminin % 9'u oranında büyür. Günlük yaşamımızda bu olay ile sık sık karşılaşırız. Hacim genişlemesi sırasında meydana gelen büyük güç ile su konmuş kapları ve arabamızın motorunu hiç bir engel tanımadan parçalar. Gıdaların dondurulması sırasında hacim genişlemesi ise % 6 kadardır, çünkü gıdalarda büyük oranda suyun yanında hava boşlukları da bulunmaktadır.

#### Buz oluşumunun modeli:

Suyun donmaya geçişi sırasında merkezden başlayan kristalleşme başlıca üç ayrı tipte sınıflandırılır.

1- Su molekülleri, donma olayı sırasında yeterli zaman bulursa düzgün altigen kristaller haline dönüşür.

2-Eğer bu durum hızlandırılırsa, kristaller gelişigüzel yapıda ve eksen üzerinde düzgün olmayan bir şekilde oluşmaya başlar ve dallanmalar görülür. Ancak bu dallar 60° lik muntazam açılar meydana getirir.

3- Çok hızlı soğutma durumunda ise, yine merkezden oluşmaya başlayan ok şeklinde buz kristalleri görülür, dallanma yoktur, küçük, ince çubuklar halindeki kristaller saydamdır.

Böylece buzun oluşumu ve şekillenmesi donma hızı ile yakinen ilgilidir.

Dünyanın oluşumundan beri süregelmekte olan bu olayın yer yüzünün şekillenmesinde en büyük etmen olduğu muhakkaktır. Ancak insan-oğlunun bundan yararlanması, hem de gıdalarını koruma ve saklama yöntemi olarak kullanması için milyonlarca yıl geçmesi gerekmiştir.

Günümüzde gıdaların dondurarak saklanması çok yaygın bir uygulama alanı bulmuş olan en iyi bir muhafaza yöntemidir. Donma gıdaların bozulmasına ve zehirlenmelere yol açan organiz-



maların çalışmasını önler, düşük sıcaklıklar gıdalarda normal olarak görülen enzimatik ve biyokimyasal olayların yavaşlamasını sağlar. Donma olayı ile bu amaca ulaşılmasında iki yol bulunmaktadır. Birincisi sıcaklığın düşmesi ile gıdaların içerdiği su buza dönüşerek ayrılır. İkinci olarak da suyun tamamen buz haline geçmesi ile suda çözünmüş maddelerin konsantrasyonu artar. Gıdanın su aktivitesinin azalması sonucu mikroorganizmaların yaşamasına elverişli olmayan bir ortama dönüşür. Ancak bütün bu yaşam belirtilerinin yavaşlaması tamamen durmaz. Depolama sürecinde kısmen devam eder. Bu durum gıdada karmaşık fiziksel ve fizikokimyasal değişmelere ve kalite bozulmalarına yol açar. Ayrıca dokulardaki suyun buza dönüşmesi sırasındaki hacim büyümesi, hücre ve doku yapılarının bozulmasına neden olur.

Ancak insanoglunun, buna da bilimsel yolla bir çözüm getirmesi için asırlar geçmesi gerekmiştir. Suyun buza dönüşü sırasındaki kristallenme

yapılarının özelliklerinde bulunan bu çözüm için uzun çalışmalar yapılmıştır.

Yüzyılımızın başında İngiltere'de Cambridge'de düşük sıcaklıklar araştırma enstitüsünde bir grup araştırmacının azimli çalışması sonucu, dünyada yeni bir sanayi doğmasına da yol açmışlardır. Genellikle gıdalar hızlı olarak dondurulursa içerdiği suyu çok küçük parçacıklar halinde kristallenir. Kristallerin boyutu dondurma hızına bağlıdır.

Yavaş dondurma sırasında oluşan büyük buz kristalleri hücre dokularını parçalar. Çözünme sırasında yapısı bozulmuş olan gıda anzim ve organizmaların hücumuna karşı direnç göstermez ve kısa zamanda bozulur. Halbuki hızlı dondurmada suyun kristallenmesi büyümesi için zaman bulunamaz. Günümüzde geliştirilen hızlı dondurma teknolojileri ile dünyanın oluşumundan beri süregelen suyun donması olayı, insanların beslenmesinde en iyi gıda koruma yöntemi olarak hizmetine sokulmuş ve yeryüzü soğuk-zincir ağlarıyla örülmüştür.

## UZUN YAŞAMANIN SIRRI: YOĞURT

Şemseddin KÜÇÜKAZAY

Zir. Yük. Müh. VI Müd. Topraksu-KONYA

**Y**oğurt, çok eski çağlardan beri Orta Asya kavimleri ile, daha batıda bulunan İskitler'deki yiyecek çeşitlerinden biridir. Yunan tarihçisi Hippokrat bile, İskit kavimlerinin yaptıkları yoğurt veya yoğurda benzer yiyeceklerden sık sık söz açmıştır.

Yaklaşık 1000 yıl önce Balasagunlu Yusuf Has Hacip ve Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılmış olan "Kutadgu Bilig" ve "Divan-ı Lügatit Türk" adlı eserlerde yoğurtla onun kurutulmuş bir şekli olan "Kurut" kelimesine rastlanmaktadır.

Yoğurt, Avrupa'ya 16'ncı yüzyılda Fransa Kralı 1. Fransuva'yı tedavi amacıyla Türkler tarafından götürülmüş ve o tarihte Fransa'da daha ziyade bir ilaç olarak tanınmıştır. Hatta bu konuda Fransız tıp aleminde geniş yankılar yaratan ilginç bir olayda tıp tarihi kayıtlarına geçmiştir. Bu kayıtlara göre Fransa Krallarından 1. Fransuva çok hastalanmış, ihtiyarlığının da etkisiyle kendisini bir türlü toparlayamıyormuş. Memleketinin ve Avrupa'nın en ünlü doktorlarının bütün çabaları olumlu sonuç vermemiş; Nihayet o devirden yalnız

askerlik ve siyasal alanlarda değil, aynı zamanda ilim ve fende de en yüksek düzeyde bulunan Osmanlı İmparatorluğu'na baş vurularak devrin padişahı Kanunî Sultan Süleyman'dan bir hekim rica edilmiş, Saraydan bir doktor gönderilmiş. Bu doktor beraberinde getirdiği keçiden elde ettiği sütü, Fransız doktorlarının hayretleri arasında yoğurda işlemiş ve onu lrala yedirerek birkaç gün yoğurt kürü yaptırmış ve bu yoğurt tedavisi sonucunda Fransuva sağlığına kavuşmuş. Bunun üzerine yoğurt Fransa'ya mucize yaratacak bir ilaç olarak girdiği gibi tababette de ilaçların kralı "İmparator" olarak anılmaya başlamıştır.

16 ncı yüzyılda Avrupa'da harika bir ilaç olarak tanınan yoğurdun gerçekten insan sağlığı üzerinde yaptığı katkılar birçok toplumların ve beslenme uzmanlarının ilgisini çekmiştir. Zamanımıza kadar yoğurt üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmış ve ondan faydalanma yolları araştırılmıştır.

O halde yoğurdun tanım ve bileşimini açıklamakta fayda vardır.