

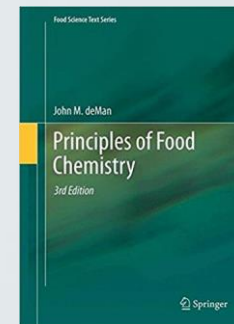
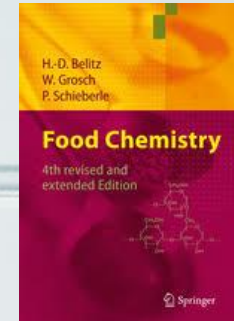
GIDA KİMYASI DERS NOTLARI

Prof. Dr. Özlem KÜPLÜLÜ

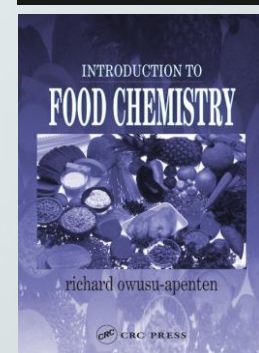
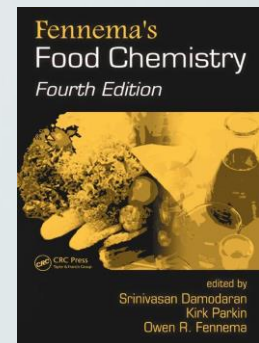
**Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü**

DERS KAYNAKLARI

- Belitz H.D., Grosch W., Schieberle P. (2009). Food Chemistry 4th ed., Berlin: Springer-Verlag
- DeMan, J.M. (1976). Principles of food chemistry 3rd ed. New York: Springer.
- Vaclavik, V. A., Christian, E.W. (2008). Essentials of Food Science 3rd ed. New York: Springer.



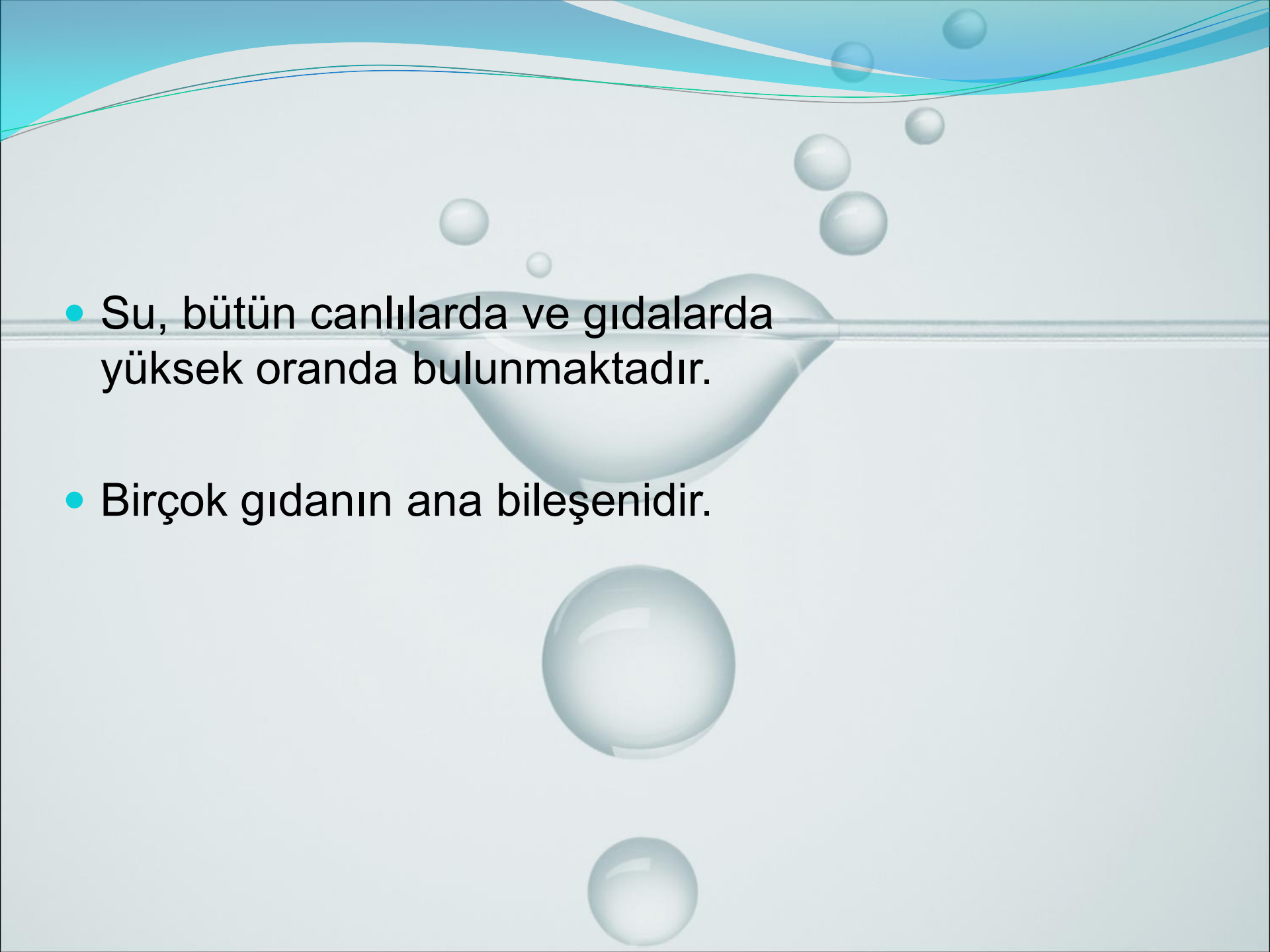
- Nielsen, S.S. (2010). Food analysis 4th ed. New York: Springer.
- Brady, J. W. (2013). Introductory food chemistry. Comstock.
- Damodaran, S., Parkin, K.L., Fennema, O.R. (2007). Fennema's food chemistry 4th ed. CRC press.
- Owusu-Apenten, R. (2004). *Introduction to food chemistry*. CRC press.





SU KİMYASI

Prof. Dr. Özlem KÜPLÜLÜ

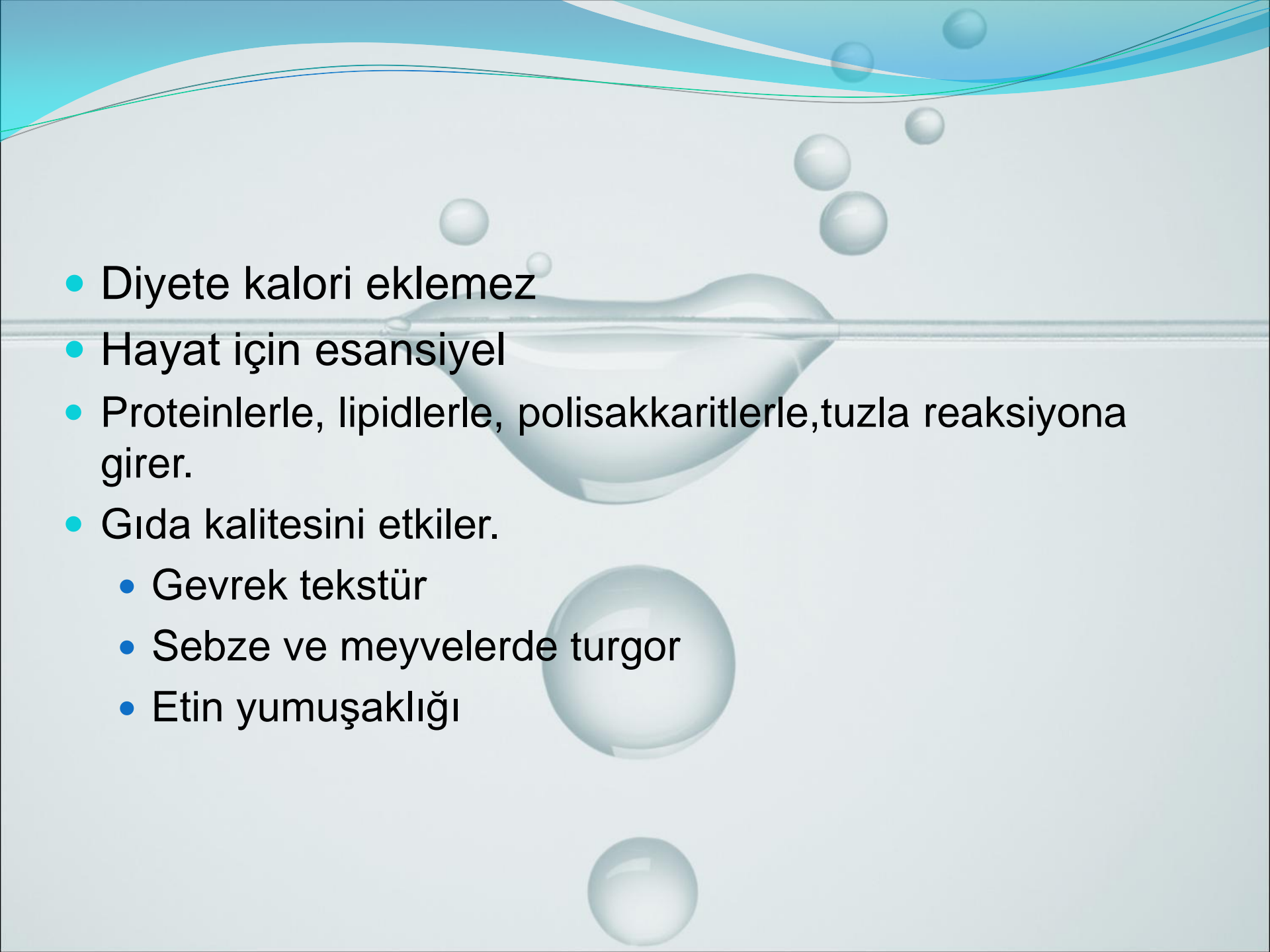
- 
- Su, bütün canlılarda ve gıdalarda yüksek oranda bulunmaktadır.
 - Birçok gıdanın ana bileşenidir.

Gıda	Su miktarı (Ağırlıkça, %)
Et	65-75
Süt	87
Meyve-Sebze	70-90
Ekmek	35
Bal	20
Tereyağı, margarin	16-18
Un	12-14
Süt tozu	4

Su oranı;
Elma :% 87

Süt : % 87



- 
- Diyete kalori eklemmez
 - Hayat için esansiyel
 - Proteinlerle, lipidlerle, polisakkaritlerle,tuzla reaksiyona girer.
 - Gıda kalitesini etkiler.
 - Gevrek tekstür
 - Sebze ve meyvelerde turgor
 - Etin yumuşaklığı



- Raf ömrüne etkir.

- Gerçek solüsyon oluşturmada iyi bir çözücüdür.

- Kolloidal solusyonlar oluşturmada iyi bir dağıtıcıdır.

- Asitler ve bazlar suda iyonize olur.



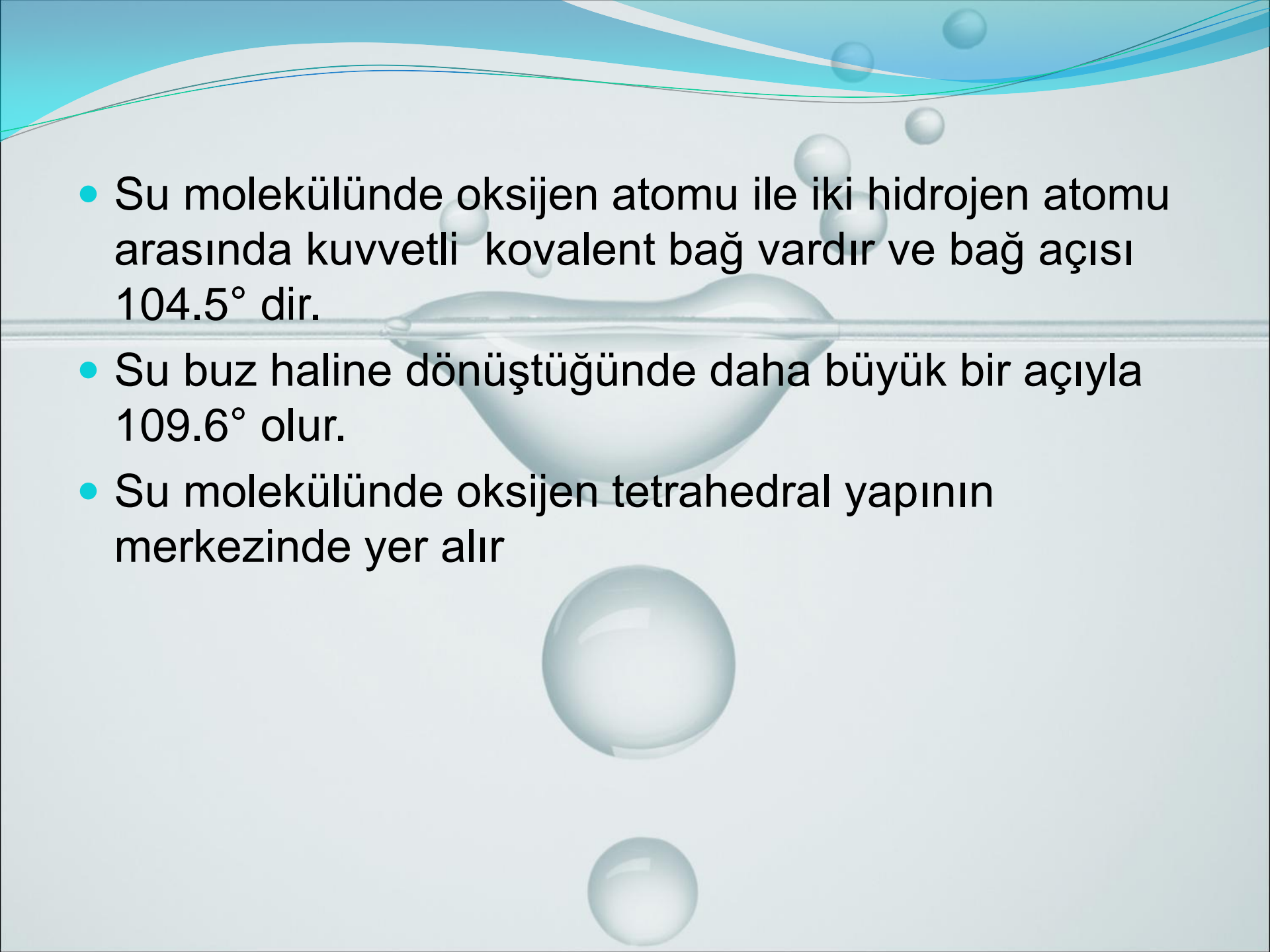
- Isıtıcı-soğutucu medyum

- Temizleyici ajandır.

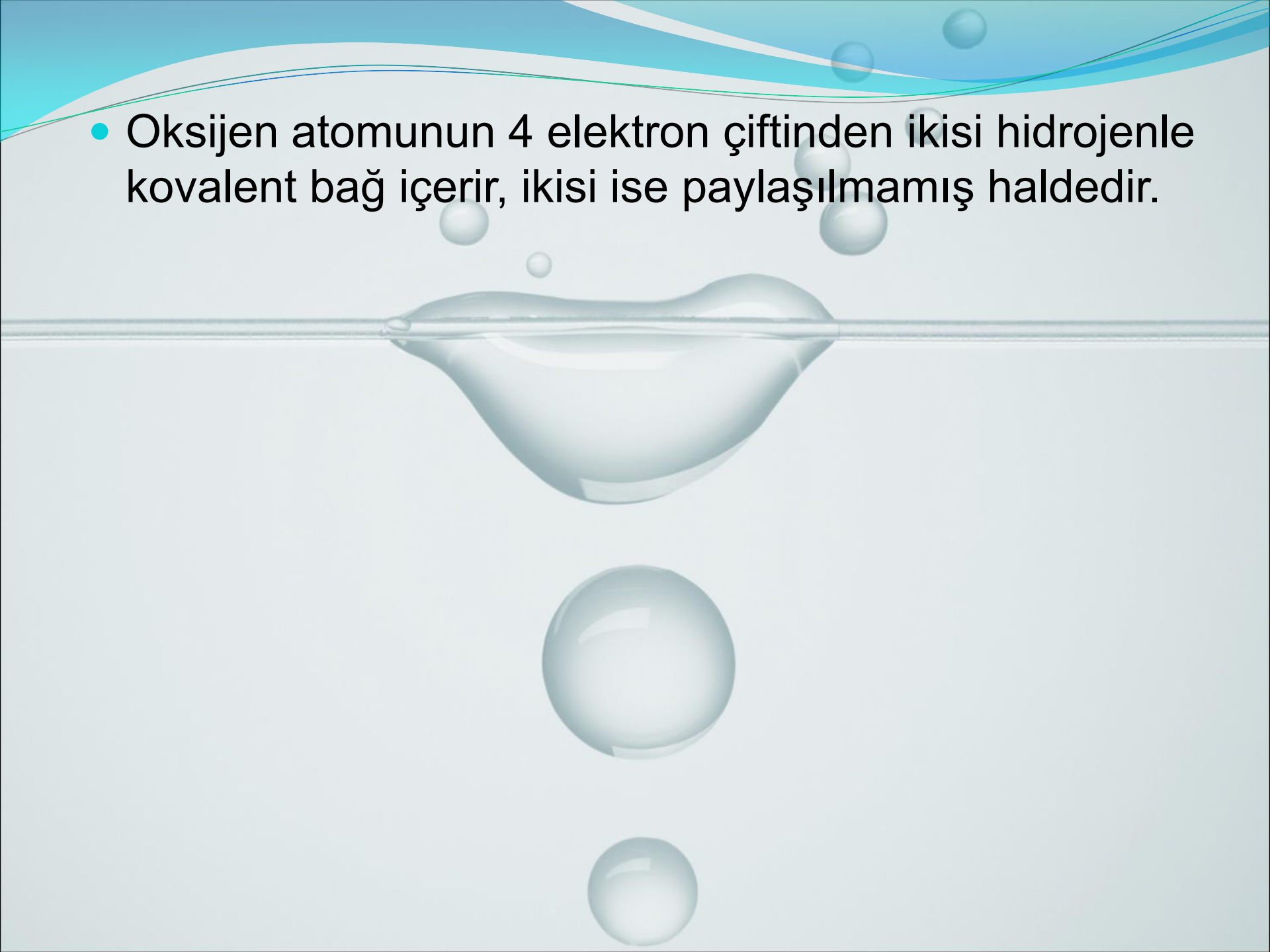
Suyun yapısı

- Suyun kimyasal formülü H_2O 'dur.

H iyonuna bağlanmış OH iyonu
dihidrojenmonoksit
hidrojen hidroksit

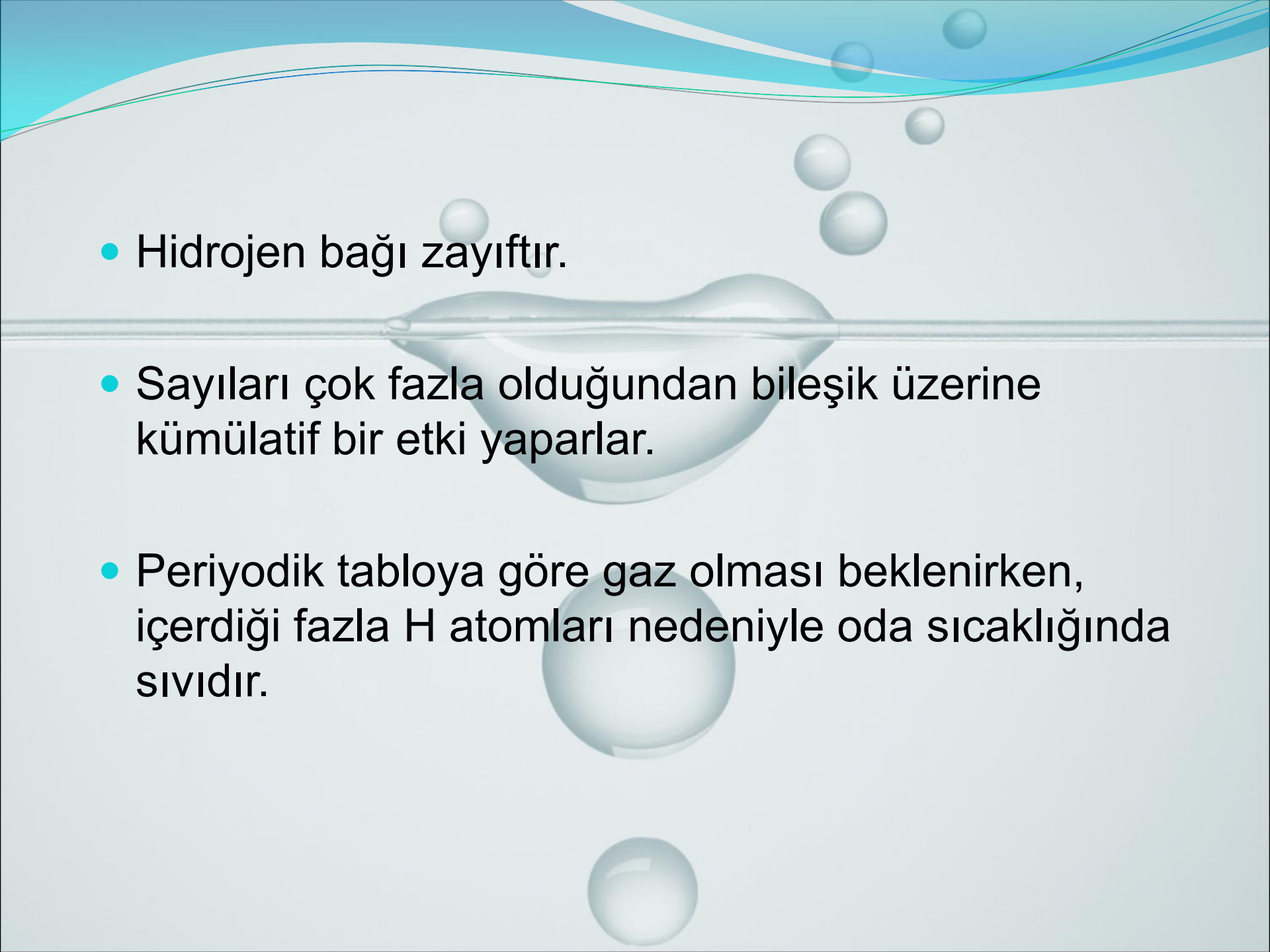
- 
- Su molekülünde oksijen atomu ile iki hidrojen atomu arasında kuvvetli kovalent bağ vardır ve bağ açısı 104.5° dir.
 - Su buz haline dönüştüğünde daha büyük bir açıyla 109.6° olur.
 - Su molekülünde oksijen tetrahedral yapının merkezinde yer alır

- Oksijen atomunun 4 elektron çiftinden ikisi hidrojenle kovalent bağ içerir, ikisi ise paylaşılmamış haldedir.



- Su polar moleküldür.
- Elektrik yükü dağılımı asimetriktir.
- Bu farklı elektrik yükü nedeniyle su molekülleri kendi aralarında H bağları ile bağlıdır



- 
- Hidrojen bağı zayıftır.
 - Sayıları çok fazla olduğundan bileşik üzerine kümülatif bir etki yaparlar.
 - Periyodik tabloya göre gaz olması beklenirken, içerdiği fazla H atomları nedeniyle oda sıcaklığında sıvıdır.

Suyun hücreiçi ve hücrelerarası ortamın ana bileşeni olmasının nedeni:

- H bağı oluşturma eğilimi
- Dipolar karakteri

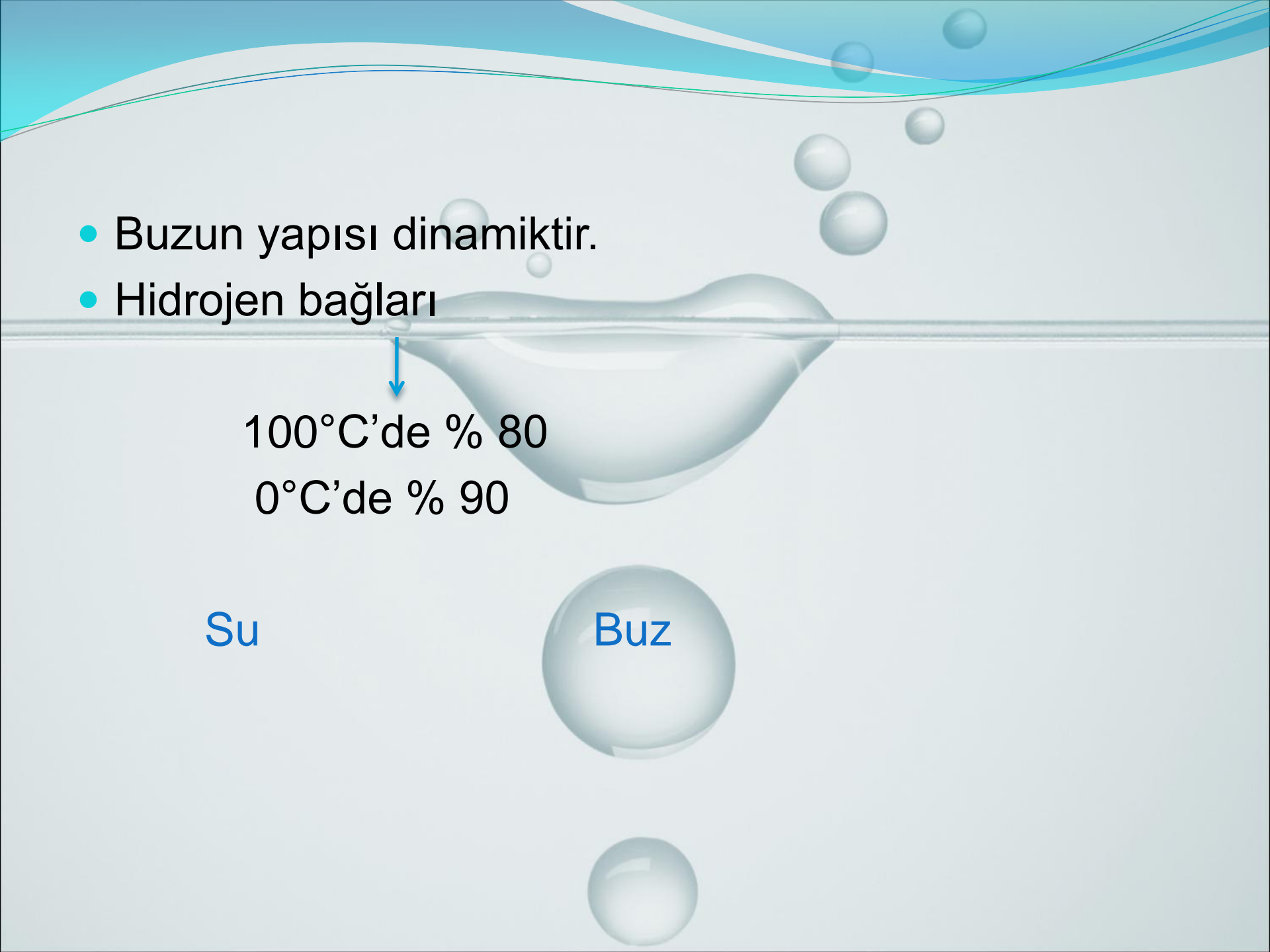
- V şeklindeki yapısından dolayı her su molekülü yakınındaki moleküllerle dört hidrojen bağı yapabilmektedir.
- Her hidrojen atomu bir hidrojen bağı yapabilirken oksijen atomu iki hidrojen bağı yapabilmektedir.
- Böylece buzun üç boyutlu yapısı oluşmaktadır.

- Buzun yapısı dinamiktir.
- Hidrojen bağları

100°C'de % 80
0°C'de % 90

Su

Buz



- Su molekülleri bağ açıları küçük olduğu için buza göre daha sıkı olarak bir arada bulunurlar.
- Komşu molekül sayısının ifadesi olan koordinasyon numarası suda buzdan daha yüksektir.
- Su molekülleri arasındaki uzaklık sıcaklıktan etkilenir.
- Sıcaklık artışıyla birlikte moleküllerin daha fazla kinetik enerjiye sahip olup daha hızlı hareket etmesi nedeniyle uzaklık artar.

- Koordinasyon numarası ve sıcaklık yoğunluğu etkiler, fakat koordinasyon numarasının etkisi daha fazladır.

- Buz sudan daha küçük bir koordinasyon numarasına sahip olmasından ve moleküllerin su kadar birbirine yakın olmamasından dolayı daha az yoğundur.

- Buz suyun üzerinde yüzer.

- Yüzmeseydi ne olurdu?

- Su donarken yoğunluğu düşer ve hacmi % 9 civarı artar. Su miktarı fazla olan gıdalarda bu oldukça belirgindir. Kap ve ekipmanlar dondurma işlemi sırasındaki hacim artışına uyum gösterecek şekilde dizayn edilmelidir.
- Su, 4°C'nin üzerine ısıtıldığında moleküllerin birbirinden uzaklaşmasıyla yoğunlukta azalma oluşur.

SUYUN ÖZ ISISI ve LATENT ISISI

- Suyun öz ısısı 1 gram suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli olan enerjidir.
- Gerekli olan enerji miktarı su ve buz için aynıdır, hidrojen bağları nedeniyle diğer maddelere kıyasla daha yüksektir.
- Suyun öz ısısı her °C için 1 cal/g dır.

Tablo - Çeşitli maddelerin öz ısıları

Madde	Öz ısı (j/g °C)*	Madde	Öz ısı (j/g °C)
Su	4.18	Oksijen	0.92
Alkol	2.54	Civa	0.12
Zeytinyağı	1.96	Alüminyum	0.91
Demir	0.46	Kurşun	0.13
Bakır	0.37		

*Bir kalori yaklaşık 4,184 joule'e eşittir

- Erime sıcaklığına ulaşmış 1 gram saf katı maddenin tamamen erimesi için gerekli ısı miktarına erime ısı denir. Hal değiştiren bir maddenin aldığı ısı enerjisi, maddenin tanecikleri arasındaki mesafeyi artırarak moleküller arasındaki çekim kuvvetinin azalmasını sağlar.
- Latent erime ısı 1 g buzun 0°C de suya dönüşmesi için gereken enerjidir ve 80 cal dir.

• Sıvı halde bulunan bir maddenin gaz haline geçmesi olayına buharlaşma denir. Buharlaşma olayının gerçekleşmesi için maddenin ısıya ihtiyacı vardır. Maddenin aldığı bu ısı, tanecikler arasındaki bağların yok olacak kadar zayıflamasına neden olur ve tanecikler birbirinden bağımsız hale gelir. Bu sırada maddenin sıcaklığı değişmez. Sıvı buharlaşırken çevresinden ısı aldığı için çevresini soğutur.

• Latent buharlaşma ısısı 1 g suyun 100°C de buhara dönüşmesi için gereken enerjidir ve 540 cal dir.

Tablo - Bazı maddelerin buharlaşma ısısı

Madde	Buharlaşma ısısı (j/g)
Alkol	854.97
Eter	296.78
Aseton	520.41
Su	2257
Gümüş	2392

- Buz vakumlanır ve ısıtılırsa, sıvı faza geçmeden doğrudan buharlaşır.
- Bu olay sublimleşme olarak bilinir ve bu, gıdalarda uygulanan liyofilizasyon (soğuk kurutma) işleminin temelidir.



Buhar basıncı

- Su kaynamadığı halde birkaç su molekülü sıvıdan gaz hale geçecek enerjiye ulaşarak buharlaşmaktadır.
- Eğer sıvı kapalı bir kaptadır ise, dengeli olarak, bazı moleküller buharlaşırken bazı moleküller yoğunlaşır, bu sayede sistem içerisinde bir değişiklik olmaz.

- Sıvı halden ayrılmış olan buhar molekülleri sıvının yüzeyine buhar basıncı adı verilen bir basınç uygular.



Buhar Basıncı



Buharlaştırma
kolay

Kaynama noktası



Buhar Basıncı

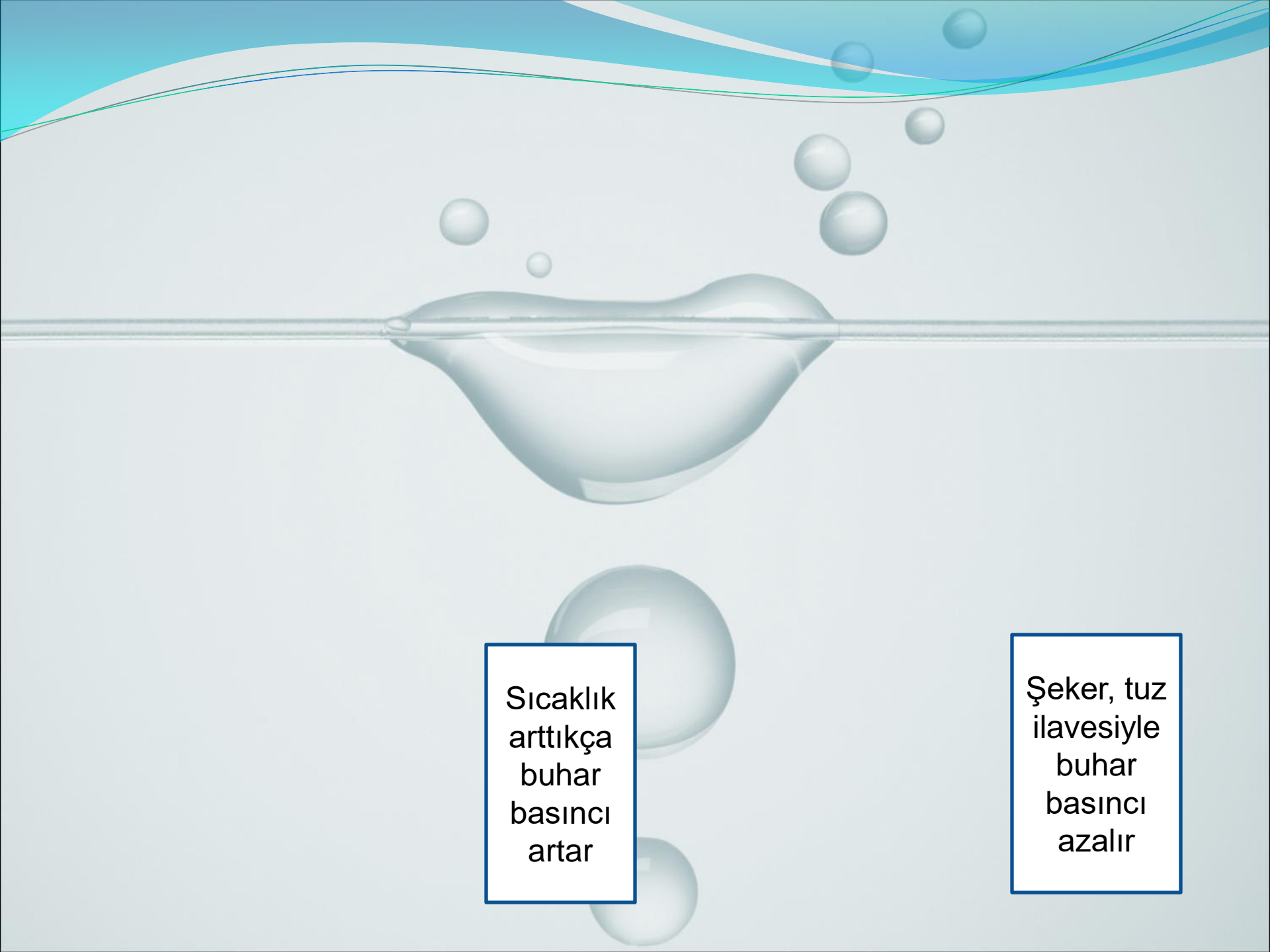


Buharlaştırma
zor

Kaynama noktası



Buhar Basıncı = Dış Basıncı → Kaynama



Sıcaklık
arttıkça
buhar
basıncı
artar

Şeker, tuz
ilavesiyle
buhar
basıncı
azalır

Kaynama noktası

- Buhar basıncını düşüren her şey kaynama noktasını yükseltir.
- Dış basınç tuz veya şeker eklenirse değişmez, fakat moleküllerin buharlaşması daha da zorlaşır; buhar basıncı ve dış basıncın eşit olduğu sıcaklık yani kaynama noktası yükselir.
- Bir mol sukroz kaynama noktasını 0.52°C ve 1 mol tuz ise 1.04°C yükseltmektedir.
- Tuzlar ve şekerler donma noktasını aynı şekilde azaltmaktadır.

- Eğer dış basınc ısıtma ile artırılırsa, kaynama noktası yükselir ve gıdalar normalden daha kısa sürede pişirilebilir.

- Konserve teknolojisi

- Aksine, eğer dış basınç düşürülürse, örneğin yüksek bir yerde, su daha düşük sıcaklıklarda kaynar ve gıdalar daha uzun sürede pişerler.

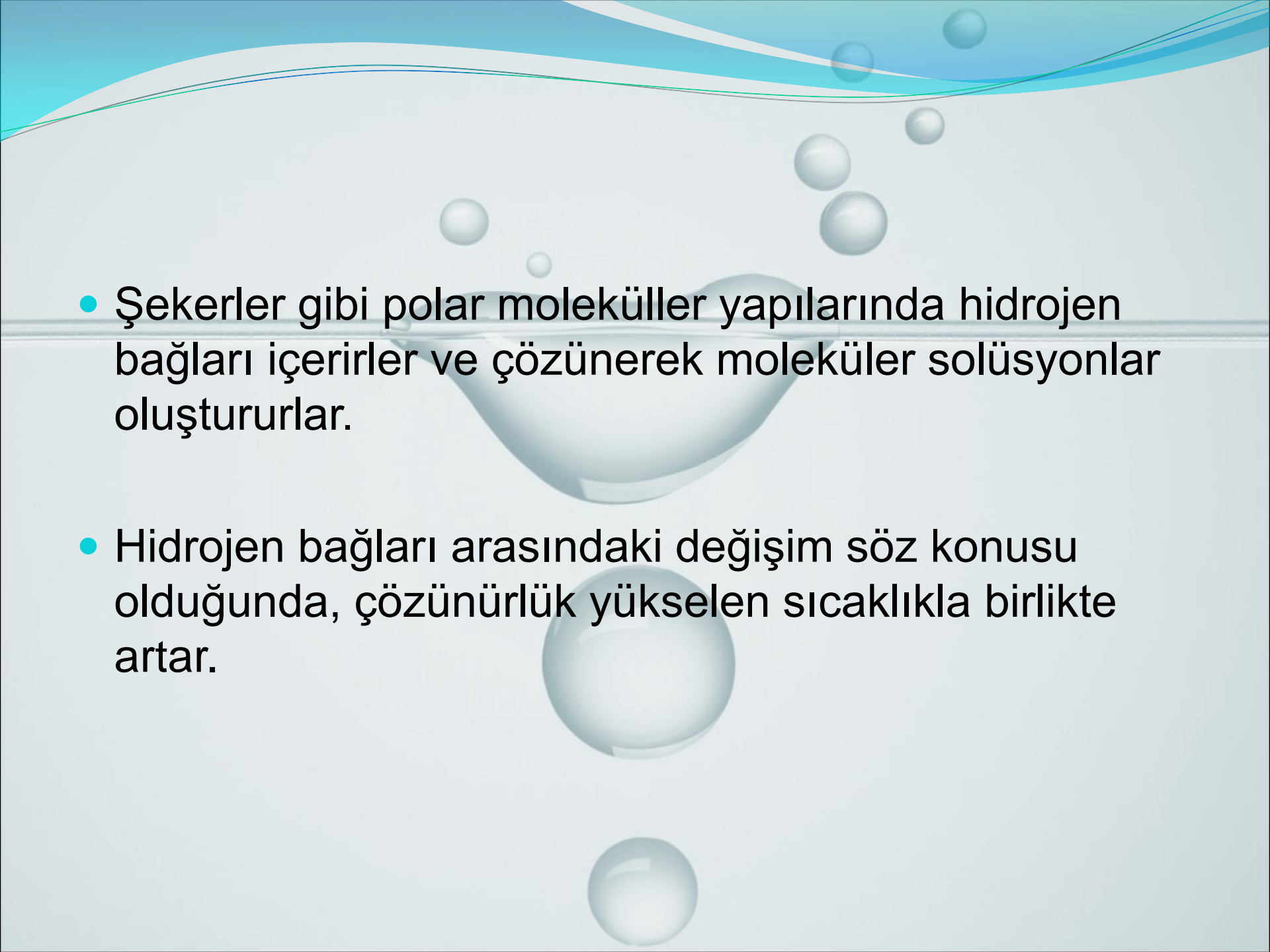
BİR ÇÖZÜCÜ OLARAK SU

- Maddelerin çözünen, su içerisinde dağılmış veya süspansiyon halinde olmaları sudaki partikül büyüklüklerine ve çözünürlüklerine bağlıdır.
- Su genel çözücü bir ortamdır.

Solüsyon

- Su tuzlar, şekerler veya suda çözünen vitaminler gibi küçük molekülleri iyonize veya moleküler olarak çözer ve gerçek solüsyonlar oluşturur.

- Tuzlar, asitler veya bazlar su içerisinde iyonize olarak iyonik solüsyonlar oluştururlar.
 - NaCl....iyonik bağ

- 
- Şekerler gibi polar moleküller yapılarında hidrojen bağları içerirler ve çözünerek moleküler solüsyonlar oluştururlar.
 - Hidrojen bağları arasındaki değişim söz konusu olduğunda, çözünürlük yükselen sıcaklıkla birlikte artar.

Kolloidal Dağılım

- Gerçek solüsyon oluşturamayacak kadar büyük moleküller su içerisinde dağılım gösterirler.
- Boyutlar 1-100 nm arasında olan parçacıklar ayrışarak kolloidal yapı veya sol oluştururlar.



selüloz

pişmiş nişasta

pektin bileşikleri

sakızlar

bazı gıda proteinleri (kazein)

- Kolloidal ayrışma genellikle değişkendir;

- Isıtma
- Dondurma
- pH deęişiklikleri

gibi faktörler bu deęişkenlięi etkiler.

- Eğer bir gıda üretimi söz konusu olacaksa kolloidal durum stabilize edilmelidir.

Süspansiyon

- 100 nm den büyük partiküller su ile karıştırıldıklarında süspansiyon oluştururlar.
- Süspansiyon içerisinde bulunan partiküller zamanla ayrılırlar.

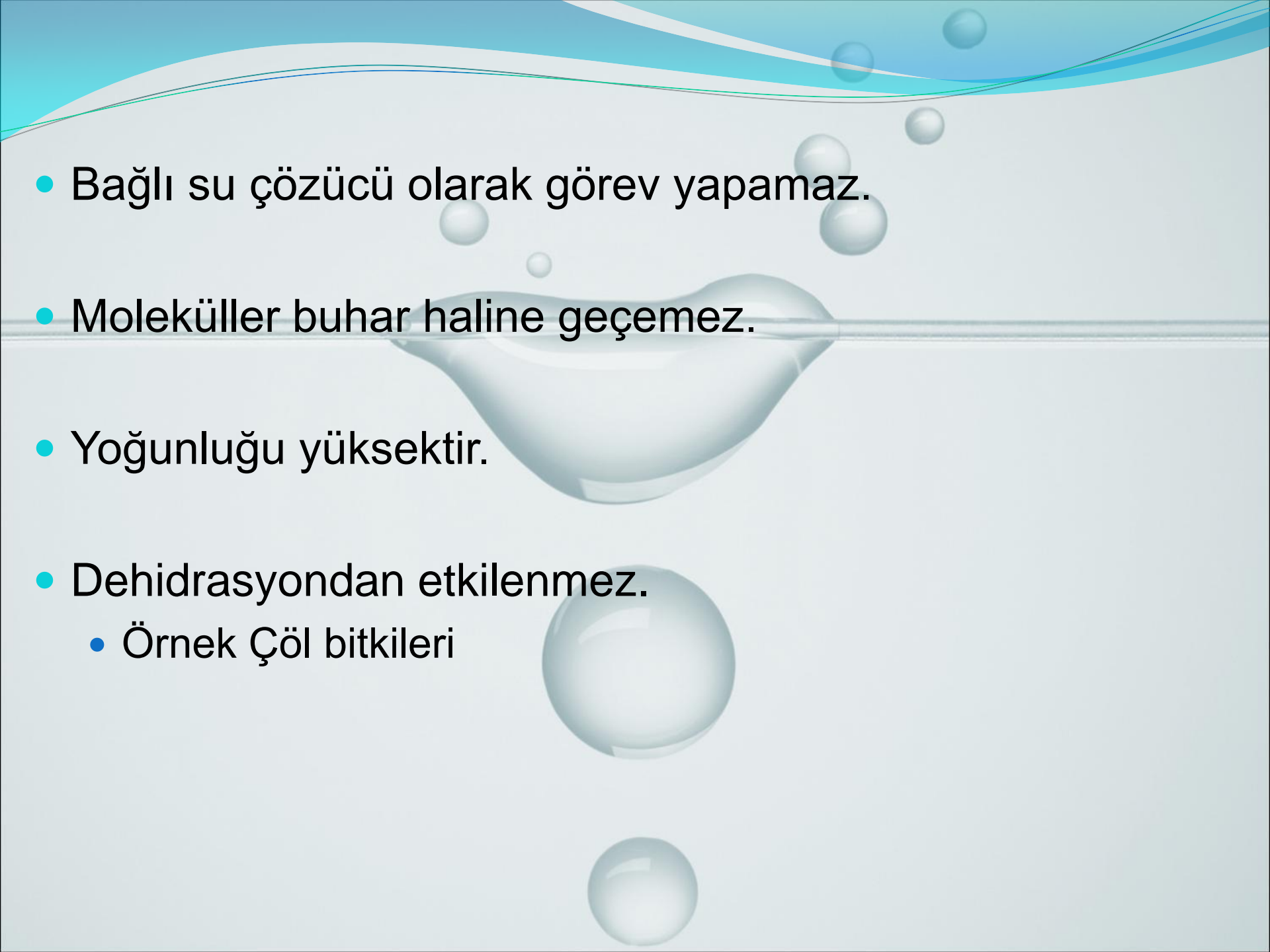
↓
su - pişmemiş nişasta

SERBEST, BAĞLI ve TUTULAN SU

- Sıkma, kesme veya presleme ile çıkarılan su serbest su olarak, bu tür yöntemlerle kolayca çıkarılamayan su ise bağlı su olarak adlandırılır.

Bağlı suyun bazı karakteristikleri şunlardır:

- Tuzlar ve şekerler için řözücü olamaz,
- Suyun donma noktasının altındaki sıcaklıklarda donar.
- Buhar basıncı gösteremez,
- Yoğunluğu serbest suyun yoęunluęundan daha fazladır.

- 
- Bağlı su çözücü olarak görev yapamaz.
 - Moleküller buhar haline geçemez.
 - Yoğunluğu yüksektir.
 - Dehidrasyondan etkilenmez.
 - Örnek öl bitkileri

- Su aynı zamanda yoğurt, pektin jelleri, meyveler ve sebzeler gibi gıdalarda tutulmuş formda bulunurlar.
- Tutulmuş olan su kapiller yapılarda veya hücreler içinde hareketsizdir, fakat kesilme veya hasar alma sonrasında serbest hale geçebilirler.
- Tutulmuş su, bağlı suyun değil serbest suyun özelliklerine sahiptir.

SU AKTİVİTESİ (A_w)

- Su aktivitesi, veya A_w , bir solüsyondaki suyun buhar basıncının (P_s), saf suyun buhar basıncına (P_w) olan oranıdır.

$$A_w = P_s / P_w$$

- Gıdalarda tuz ve şeker, su aktivitesini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır.

Su aktivitesi a_w	Tuz veya şeker oranı
0.95	% 7 tuz
0.91	% 55 şeker, % 12 tuz
0.87	% 65 şeker, % 15 tuz

GIDA MUHAFAZASINDA SUYUN ROLÜ

- Kurutma ve dondurma
- Dehidratasyon veya dondurma

↓
raf ömründe uzama

Su ile ilgili gerçekler

- Yeryüzünün % 70'i su, bunun % 97.5'i tuzlu su, % 2.5'i tatlı su.
- Ocak 2015'te Dünya Ekonomik Forumunda Su Krizi önemli bir yer kapladı.
- 750 milyon insan güvenilir sudan yoksun. Ortalama 9 kişiden biri
- İçme sularının yetersiz sanitasyonu ve hijyeni nedeniyle her yıl 842 000 insan ölüyor. Günde 2300 kişi.
- Her dakika bir bebek ölüyor.
- Kırsal alanda yaşayanların % 82'si, kentsel alanda yaşayanların % 18'i hijyenik ve yeterli miktarda su bulamıyor.

- Gelişmekte olan ülkelerde 1.2 milyar insanın içecek suyu yok
- Son yüzyılda dünya nüfusu 2 kat, su tüketimi 6 kat artmıştır.
- Dünya nüfusunun % 40'ı su sıkıntısı çekmektedir.
- Gelişmekte olan ülkelerde sanayii atıklarının % 70'i , kanalizasyonun % 90'nı doğrudan su kaynaklarına verilmektedir.
- Ortalama 2 milyon ton atık her gün nehirlere, göllere ve derelere atılmaktadır.
- 1 l atık su, 8 l temiz su kirletmektedir.
- Dünya tarım alanlarının % 70'i çölleşme tehlikesi altındadır.