

**Gıda Kimyası Nedir?**

- Gıdaların bileşimi, özellikleri ve ürünün her aşamada gerçekleşen kimyasal reaksiyonlarıyla ilgilenen bir bilim dalıdır.

**Gıda Kimyasınının Amacı nedir?**

- Gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında kimyasal tepkimelere yönelik analitik bir yaklaşım getirmeyi amaçlar.

# Gıda Kimyasının Çalışma Alanları Nelerdir?

- Yüksek kalite, güvenli gıda üretimi için, önemli özelliklerin belirlenmesi ve tayini,
- Gıdaların Sağlığa yararlı yada zararlı konumları ile kalitesinin kaybına yönelik önemli derecede etki yapan kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların saptanması,
- 1 ve 2 de gıdanın kalite ve güvenliğini etkileyen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların anahtarlarının ortaya konulması,
- Bu ilkelerin ve varılan sonuçların gıda formülasyonuna işlenmesi ve depolama sürecinde uygulamaya alınması ve kullanılması.

En Önemli Hücresel Bileşenler  
Nelerdir?

- Su
- Karbonhidrat
- Protein
- Lipidler
- Enzimler
- Vitaminler
- Mineraller



- Su ve Buz

# Neden Önemlidir?

- Çünkü su hayatın vazgeçilmezidir.
- Canlıların gıdalarındaki temel bileşendir.

## Su ve Gıda işleme

Suyu gıdalardan uzaklaştırıp, tuz veya şeker ilavesiyle suyun bağlanması, pek çok reaksiyonun oluşumunu ve mikroorganizmaların gelişimini engellemekte ve böylece gıdanın raf ömrü artırmaktadır.

Su; protein, karbonhidrat, lipit ve tuzlarla fiziksel etkileşime girerek gıda sektörüne önemli ölçüde katkıda bulunur.

Suyun işlevini anlamak için yapısını ve özelliklerini bilmek önemlidir.

## Çizelge 1. Bazı gıdaların nem içerikleri

Gıda	Nem Miktarı(%ağırlık)
Un	12-14
Süt	87
Etler	65-75
Sebzeler	74-95
Meyveler	80-95

## Su ve Buzun Fiziksel Sabitleri

Suyun yapısı ve davranışlarını anlamak için:  
molekül ağırlığı suya yakın olan( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  ve  $\text{HF}$ )  
ve IV. Grup elementlerinin hidrürlerinin fiziksel  
sabitlerini karşılaştırdığımızda,

# Suyun

1. Erime ve kaynama noktası yüksek
2. Yüzey gerilimi, dielektirik sabiti, ısı kapasitesi ve faz değişim ısılarını oldukça büyük,
3. Yoğunluğu düşük ve katı halde hacminin arttığı
4. Viskozitesinin normal olduğu görülür.

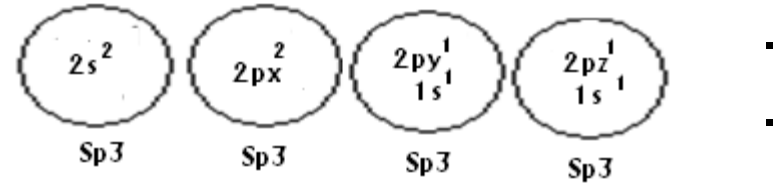
Suyun olağan üstü özellikleri,

Su molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin güçlülüğü ve su ile buzun diğer maddelerden farklı yapıda oluşları ile açıklanabilir.

Öncelikle su molekülünün yapısı çok iyi bilinmelidir!

O:  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$

H:  $1s^1$

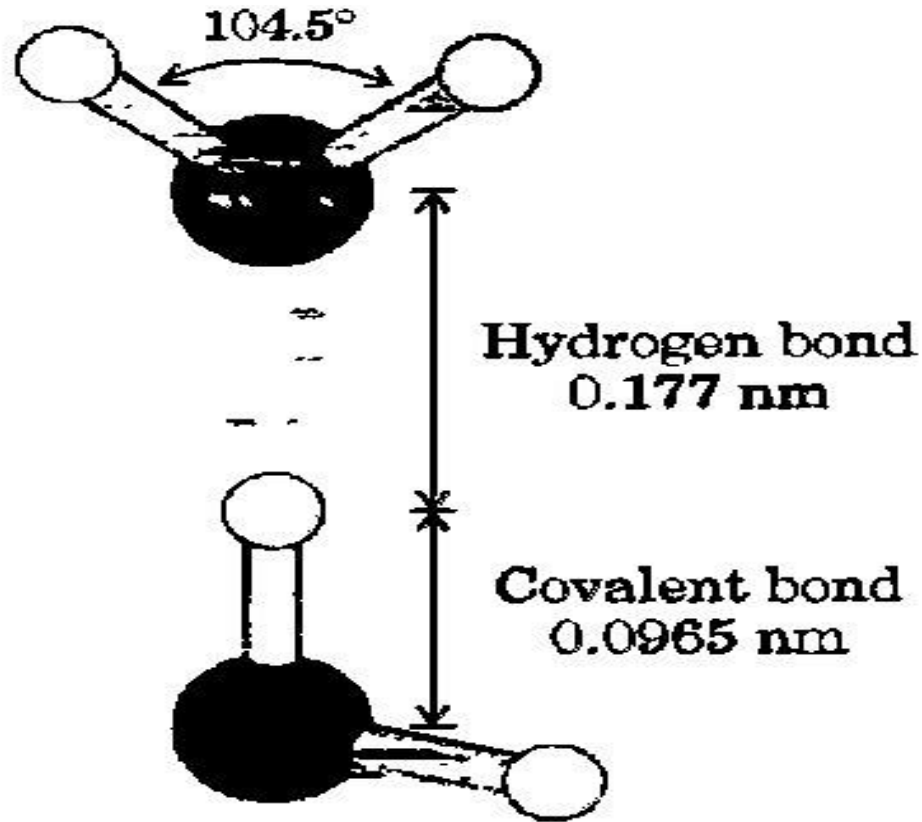


Şeklinde 2 H atomu ile  $sp^3$  hibriti yapar.  
Su molekülünde oksijen atomu ile H atomları arasında oluşan bağ kovalent bağdır.

Bu yapıda O molekülü üzerindeki ortaklanmamış elektronlar sebebiyle  $104,5^\circ$  lik bir açısal bir şekil oluşur.



Su molekülleri komşu su moleküllerini zayıf hidrojen bağlarıyla bağlar. Bu bağlar katı ve gaz fazda bile vardır. Suyun olağanüstü özellikleri üç boyutlu olan bu bağlara bağlıdır.



# **Bu hidrojen bağları sebebiyle;**

Su molekülünün:

**kaynama noktası**

**Benzer şekilde ısı kapasitesi,**

**Erime noktası,**

**yüzey gerilimi,**

**buharlaşma ve erime entalpi değerleri**

**benzeri moleküllerden daha yüksektir.**

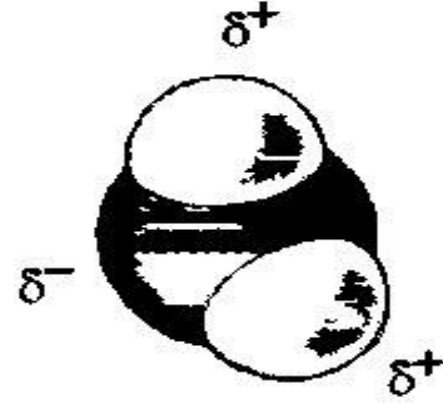
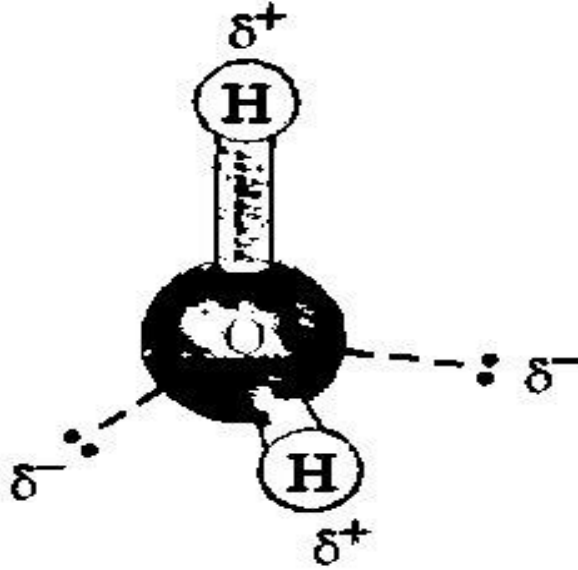
**Suyun dielektrik sabitide** bu bağlardan etkilenir.

Su moleküllerinin buzda %100'ü, oda sıcaklığındaki suda %70'i, 100 °C'deki suda %50'si hidrojen bağlarıyla art arda birbirlerine bağlanmışlardır:

# Suyun Çözücü Özelliği

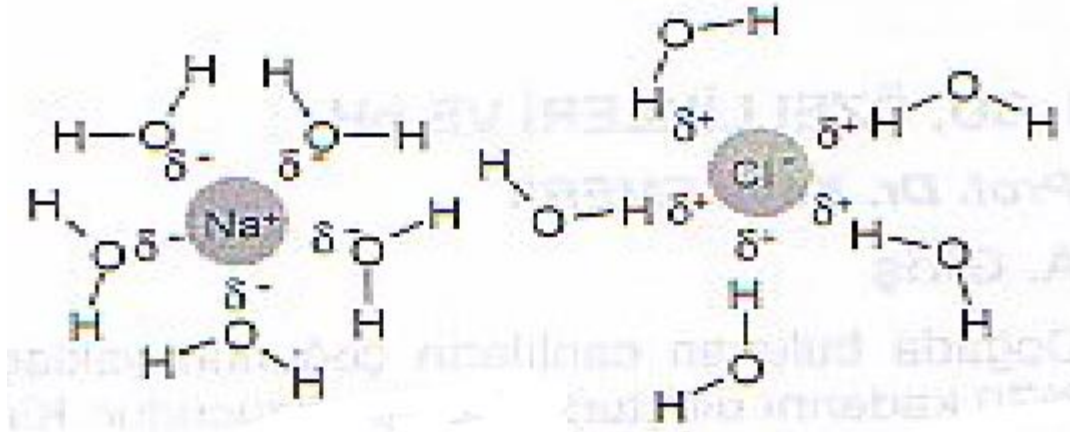
Pek çok sıvıya rağmen su iyi bir çözücüdür. Su molekülü dipol iki kutuplu olarak adlandırılabilir ve dipol momenti pek çok sıvınınkinden büyüktür. Bir molekülün dipol momenti o moleküldeki artı ve eksi kutupların birbirinden ne kadar ayrılmış(ne kadar kutuplaşmış) olduğu hakkında fikir verir.. çevresindeki elektrik yükü dağılımı üniform değildir. Su molekülünün oksijen tarafı elektronlardan zengindir ve lokal bir negatif (-) yüklü bölge oluşturur; hidrojen tarafı da elektronlardan fakirdir ve lokal bir pozitif (+) yüklü bölge oluşturur:

Su molekülü, dipol karakterdedir;



Su molekülünün artı ve eksi ucunun bulunması iyonlarla etkileşimi sağlamaktadır. Bu etkileşim hidrasyon olarak bilinir. Kristal tuzların birçoğu ve iyonik bileşikler suda kolaylıkla çözünmektedir. İyonik bağlarla oluşan kristal örgüde pozitif ve negatif iyonları bir arada tutan kuvvet güçlü elektrostatik çekimdir. İyonları birbirinden uzaklaştırmak için önemli miktarda enerji gereklidir. Su dipolleri ile Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları oluşur. Ayrıca dielektrik sabiti ortama ait özellik olduğundan elektriksel yükler arasındaki çekimi de azaltıcıdır.

Hidrofilik (suyu seven) maddeler suda çözüdürler. Bunlardan iyonik olanlar yüklerine göre suyun pozitif veya negatif ucuyla etkileşir, polar olanlar su ile hidrojen bağları yaparlar.



▪

**Suda çözünen ikinci grup maddeler** ise iyonik olmayan ancak şekerler, basit alkoller, aldehit ve ketonların karbonil grubundaki oksijen ile hidrojen bağları oluşturarak bu maddelerin çözünmesini sağlar.

- Suya çözünen ögeler eklendiğinde bir dizi özellikler de (kolligatif özellikler) değişir.
- Donma noktası alçalması,
- kaynama noktası yükselmesi,
- buhar basıncı düşmesi ve
- ozmotik basınç gibi bu özellikler birim hacimdeki çözünen tanecik sayısına bağlı olarak değişir.

# Hidrofob Etkileşimler

Hidrofob maddelerin suya eklenmesiyle, apolar maddeye komşu su molekülleri arasında hidrojen bağı oluşumu artar ve entropi azalır. Bu nedenle hidrofob maddelerin suya eklenmesi termodinamik açıdan tercih edilmeyen bir durumdur. Polar ve apolar grupları bir arada bulunduran maddeler su tarafından dispersiyon oluştururlar ve miseller şeklinde çözünürler. **Örneğin**, uzun zincirli yağ asidi olan oleik asidin sodyum tuzu misel oluşturur. Yağ asidinin bir polar ucu(karboksil grubu)vardır. Bu grubun suya ilgisi çok olup **hidrofil** özelliktedir. Yağ asidinin diğer ucu ise hidrokarbon zinciri olup suya ilgisi yoktur. Buna **hidrofob** denir.Sonuç olarak yağ asidi gerçek iyonik çözelti oluşturacak şekilde suda çözünmez, suda misel oluşturacak şekilde dağılır. **Miselde** negatif yüklü karboksilat grupları suya doğru yönelir ve su molekülleri ile hidrojen bağı oluşturur. Polar olmayan ve çözünmeyen hidrokarbon zincirleri ise misel yapının içinde kalır. Molekülün hidrofob kısmını su dışında kalması hidrofobik etkileşim olarak bilinir. Sulu çözeltide kolloidal olarak dağılan yağ asidi anyonları, monomoleküller bir film tabakası şeklinde suyun yüzeyini kaplar. Bu moleküllerin hidrofil olan karboksil kısımları suyun içine doğru, hidrofob olan alkil kısımları ise suyun dışına doğru gelecek şekilde yüzeye yayılır.



# Gıdalarda Bulunan Su

- **Bağlı su**
  - -Yapısal Su
  - -Komşu su
  - -Çoklu tabaka suyu
- **Yığın faz özelliklerine sahip su**
  - -Serbest su
  - -Kapanlanmış su

## Bağlı su:

Çözünenlerin ve su dışındaki diğer bileşenlerin civarında bulunan, aynı sistemdeki yığın suya göre farklı özelliklere sahip ve devingenliği azalmış olan ve  $-40^{\circ}$  C de donmayan su olarak tanımlanabilir.

**Yapısal su:** Kompleks sistemlerde su farklı şekillerde bağlı olabilir.

Su dışındaki bileşenlerin bir parçası olarak bulunan su , en sıkı bağlı olan sudur.

Yüksek neme sahip olan gıdalardaki suyun çok az bir kısmını oluşturur.

Çözücü özelliği göstermez.

-40° C da donmaz, su aktivliği sıfırdır.

Saf suya göre buharlaşma entalpisi yüksektir ve moleküler düzeyde öteleme hareketi göstermez.

Bu konuda örnek olarak kimyasal hidratlar ve protein kristallerinde dokular arası bölgede bulunan su verilebilir.

- **Komşu Su:**
- Yapısal suyun ardından en kuvvetli bağlı sudur.
- Su-iyon ve su- dipol birleşmesi yolu ile kuvvetli hidrofilye gruptardaki uçlara bağlanır. Ayrıca Mikrokılcallarda(çap<0.1 µm) bulunan su bu grupta yer alır.
- Maksimum düzeyde olduğunda, kuvvetli hidrofilye grupları kaplayan tek tabakayı oluşturabilir.
- İyon ve iyonik gruplara bağlı su, komşu suyun en sıkı bağlı olanıdır.
- Komşu su çözücü özelliği göstermez.
- - 40° C da donmaz, saf suyunkine göre buharlaşma entalpisi yüksektir ve öteleme hareketi sınırlıdır.

## Çoklu tabaka suyu:

Birinci tabakada kalan uçlara bağlanır ve komşu su dışında pek çok tabaka oluşturur. Çoklu tabakada bulunan su, komşu suya kıyasla daha az kuvvetle bağlı ise de su dışındaki bileşenlere yakın bir konumdadır ve bu nedenle özellikleri saf suyunkinden farklıdır.

Örneğin büyük bir kısmı - 40 ° C da donmaz, az veya çok çözücü özelliği vardır. Buharlaştırma entalpisi saf suyunkine göre az çok yüksektir ve ötelenme hareketleri sınırlıdır.

# Gıdalarda Yığın faz özelliklerine bağlı su iki farklı grupta düşünölmelidir.

- 1. Serbest su:
- Su haricindeki bileşenlerden uzak konumda bulunan, başlıca su-su hidrojen bağları ile yapıya katılan sudur. Özellikleri seyreltik tuz çözeltilisindeki suya benzemektedir. Makroskobik akışı engellenmemiştir. Serbest su çözücü özelliği gösterir ve soğutulduğunda donabilir. Esas itibari ile saf suyun buharlaşma entalpisine sahiptir. Ötelenme hareketleri çok az sınırlıdır.

- **Kapanlanmış Su,**

- Gıdalarda bulunan makromoleküller oldukça büyük miktarda suyu tutarlar. Pektin, nişasta jellerinde, hayvan ve bitki dokularındaki su buna örnektir. Bu su yapıdan dışarı sızmaz. Diğer taraftan gıdanın işlenmesi sırasında saf suyun özelliklerini gösterir. Örneğin kurutma,ile kolaylıkla ortamdan uzaklaştırılır ve dondurulduğunda kolaylıkla buza dönüşür. Özellikleri **serbest su ile aynı olmakla birlikte, farklılığı jel matriksi veya doku nedeniyle makroskobik akışın engellenmesidir.**

## Su Aktifliği

- Gıdaların su miktarı ile dayanıklılığı arasındaki ilişki yüzyıllar öncesinden fark edilip gıdaların korunması amacıyla, su miktarının düşürülmesini esas alan pek çok gıda muhafaza yöntemi geliştirilmiştir. Kurutma ve konsantre etme gibi yöntemler gıdadaki su miktarını azaltmayı ve böylece çözünenlerin miktarını artırmayı amaçlamaktadır. **Ancak aynı su miktarına sahip gıdalar arasında dayanıklılıkları açısından önemli farklılıklar olduğu saptanmış ve gıdanın dayanıklılığı konusunda su miktarının tek başına ölçü olamayacağı düşüncesi ortaya çıkmıştır.** Gıdaların içerdiği su miktarı kantitatif olarak onun bileşimini belirleyen bir faktördür.



Gıdanın nem içeriğinden, gıdada bulunan suyun özellikleri hakkında bilgi edinilmesi mümkün değildir. Diğer taraftan, gıdaların işlenmesi ve depolanması aşamalarında uğradıkları bozulmalar ve kalite kayıpları arasındaki bağıntılar en iyi şekilde su aktifliği ile ifade edilebilmektedir. **Su aktifliği**, gıda maddesindeki suyun yapıya ne şekilde bağlı olduğunu, bazı kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarla, mikrobiyolojik faaliyetler için kullanılabilme durumunu ve derecesini belirlemektedir.

## Bazı gıdalardaki su aktifliği değerleri

<b>Gıda maddesi</b>	<b>aw</b>
Kurutulmuş sebzeler, kek miksleri, kraker	0,2- 0,3
Kurutulmuş yumurta, kakao	0,4
Çikolata, şekerleme, bal	0,5- 0,6
Kurutulmuş meyve, mısır şurubu	0,6- 0,7
Tuzlanmış balık, kuru incir(yumuşak)	0,7- 0,8
Macar salamı, reçeller	0,8- 0,9
Taze et sebze ve meyveler, portakal suyu	
Konsantresi	0,9- 1,0

$$a_w = P / P^\circ$$

$P$  : örnekteki nemin kısmi buhar basıncı

$P^\circ$  : Aynı sıcaklıktaki suyun saf buhar basıncı

**Denge Bağlı nemi** için aşağıdaki eşitlik yazıldığında  $a_w$  için farklı bir tanım daha yapılmış olur.

$$\%DBN = (P / P^\circ) \times 100$$

DBN= örneği çevreleyen ortamın denge bağlı nemi

$$a_w = DBN / 100$$

(su aktifliği örneğe ilişkindir. DBN ise örneğin dengede olduğu ortama ilişkindir. İki eşitlik sadece denge durumunda eşittir.)

# Su aktifliği tayin yöntemleri

- Gıdaların su aktifliği çeşitli yöntemlerle belirlenir. Uygulamalardaki en basit yöntem, örnek sabit sıcaklıktaki kapalı bir kaba konup, dengeye gelmesi için beklendikten sonra, örneğin dengede olduğu atmosferin bağıl neminin ölçülmesidir.
- Bu amaçla kullanılan basit higrometrelerin yanı sıra daha duyarlı elektronik aygıtlardan da yararlanır.

## Su aktifliği ve gıdaların kararlılığı

- Gıda endüstrisinde üretilen ürünlerin önemli bir bölümünü kurutulmuş ve orta nemli gıdalar oluşturmaktadır. Düşük nem içeriklerine rağmen, bu gıdalarda kaliteyi etkileyen pek çok kimyasal bozunma meydana gelmektedir. Gıdaların işlenmesi ve depolanması aşamalarında uğradıkları bozulmalar ve kalite kayıpları arasındaki bağıntılar en iyi şekilde su aktifliği ile ifade edilebilmektedir. **Gıdanın nem içeriği, suyun farklı şekillerdeki etkisine bağlı olarak reaksiyon hızı üzerine etkili olmaktadır.**

# Suyun reaksiyon hızını artıran veya azaltan özellikleri şöyledir.

- Su reaktan olarak davranabilir veya reaksiyon sonucunda ürün olarak meydana gelir.
- Su, polar ve iyonik grupları hidratize ederek reaksiyon etkinliklerini değiştirebilir.
- Su, pek çok molekül için çok iyi bir çözücüdür. Çözünen moleküller sulu fazda devingenlik kazanır.
- Su yüzeylerin şişmesine neden olur.
- Su miktarının artmasıyla, reaktan derişimi azalır.
- Su miktarının artmasıyla, adsorplanan sulu fazın viskozitesi azalır.

# Donma Noktasının Altındaki Sıcaklıklarda Gıdanın Kararlılığı

- Pek çok gıda için kullanılan uzun süreli muhafaza yöntemlerinden biriside dondurma tekniğidir. Dondurma ile gıdada bulunan suyun bir kısmı buz haline dönüşmektedir. Ancak bu teknikte muhafazayı sağlayan faktör buz oluşumundan çok gıdanın düşük sıcaklıkta tutulmasıdır. Gıdada buz oluşumuyla ilgili gıda kalitesini etkileyebilecek iki önemli olay da meydana gelmektedir. Bunlar
  - 1.buz dışındaki bileşenlerin donmamış fazda konsantre hale gelmeleri ve
  - 2. buza dönüşen suyun hacminin %9 oranında artmasıdır.

- Donmamış fazda konsantrasyonun artması, bu fazın
- pH,
- titre edilebilir asitlik,
- iyonik şiddet,
- viskozite,
- donma noktası gibi özellikleri ile
- bu ortamda suyun yapısı ve çözünen ile olan etkileşimlerini değiştirir.



- Konsantrasyona bağlı özelliklerdeki bu değişimler, reaksiyon hızında artırır.
- Böylece donma ile birlikte reaksiyon hızı üzerine zıt yönlü iki etki ortaya çıkar;
- **sıcaklığın düşmesi reaksiyon hızını azaltırken,** donmamış fazın konsantrasyonunun artması, bazı durumlarda reaksiyon hızını artırır.
- Donmuş halde reaksiyon hızında artış görülen tepkimeler arasında , sakkarozun asit katalizli hidrolizi, askorbik asitin yükseltgenmesi, kızarmış patateste tokoferolün yükseltgenmesi ve yağda  $\beta$ -karotenin yükseltgenmesi sayılabilir.

- Donmuş halde enzimler tarafından katalizlenen bazı reaksiyonların hızı da artmaktadır.
- Burada etkili faktör, buz oluşumuna bağlı hacim artışı ile enzim substratlarının yerinden çıkmasıdır. Kuşburnu ve çilekte askorbik asidin yükseltgenmesi bu konuya uygun örneklerdir.