

# KOLLOİDLER

Dr. Serpil KIŞLALIOĞLU

Fizik ve kimya kitaplarında, genellikle maddenin üç halinden söz edilir: Katı, sıvı ve gaz. Oysa günlük yaşamda karşılaşılan, doğal olarak bulunan veya yapay olarak elde edilen jöle (jel) halinden hiç söz edilmez.

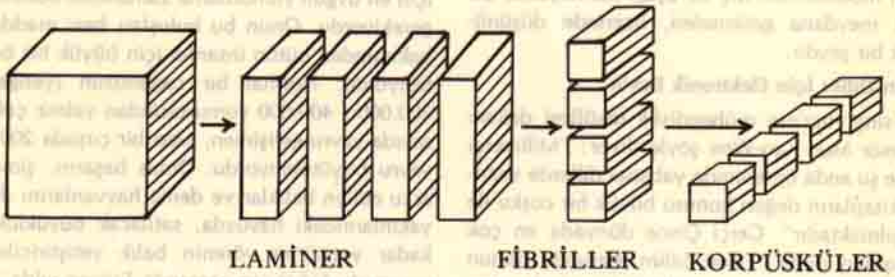
Jeller ne sıvı ne de katıdır. Bu nedenle kolayca sınıflandırılıp açıklanamazlar. Gerçekte, jeller ders kitaplarında pek sıklıkla görülmezler, fakat maddenin en çok rastlanan hallerindendirler. Örneğin, yumurta beyazı, bir protein olan albumindir. Yapısına katı veya sıvı denilebilir mi?

## KOLLOİD NEDİR?

Kolloid sözcüğü, Yunanca "kolla" sözcüğünden, türetilmiş olup, yapışkan demektir. İlk kez 1861 yılında Thomas Graham tarafından kullanılmıştır. Aslında kolloidlerin tümünün özellikleri, yapıştırıcılıkla pek bağdaştırılmaz. Graham bu yakıştırmayı, kolloid haldeki maddeler, kristal halden çok zamka benzer şekilde, amorf halde buldukları için yapmış olsa gerekir.

Bugün kolloidler, bir maddenin (dağılan-faz), bir ortam içinde, (sürekli-faz), çok küçük parça-

## KOLLOİD SİSTEMLER



ŞEKİL : 1

cıklar halinde dağılması ile oluşurlar şeklinde tanımlanmaktadır. Bu dizgede dağılan-faz ve sürekli-faz katı, sıvı veya gaz olabilir. Tablo 1'de, bu sistemler birer örnekle sınıflandırılmıştır. Asıl önemlisi, dağılan-fazın parçacık boyutlarıdır. Acaba bir maddenin kolloid hale gelmesi için gerekli parçacık büyüklüğü nedir?

## KOLLOİD BOYUTLARI

Düşünürler, Eski Yunan'dan beri, maddenin en küçük parçasının ne olduğunu düşünüyorlardı. Örneğin, bir kum tanesi, bir su damlacığı, sonsuza dek bölünebilir miydi? Bu soruya zaman zaman, çağdaş atom kuramına çok yakın bir yanıt buldular. Hayır. Madde kendi özelliklerini yitirmeden, ancak atomlarına bölünebildi. Bugünkü atomun yarıçapı, ortalama  $10^{-8}$  cm. (0.1 nm.)dir. Fakat, koca bir parça, parçacıkla-

rına bölünerek atomik düzeye erişmeden önce, boyutları ortalama 1000 nm.'ye indirgenince, bölündüğü ana parçadan farklı özellikler gösterir. Örneğin, bu boyuta indirgenmiş parçacıklar üstüne bir ışın gönderilince, ışın görünür hale gelir. Tozlu bir odada, perde aralığından giren, güneş ışınları görülebilmesi, havada asılı halde bulunan toz parçacıkları sayesinde. Deneysel olarak, kolloid parçacıklar, mikroskop altında görülebilir. Mikroskopla bakıldığında, bu parçacıkların canlı imiş gibi kıpırdandıkları dikkati çeker. İşte birçok kolloid sistemin ayırıcı niteliği olan bu kimliya Brown-hareketi denir. Katı-kolloidler bu özelliği göstermezler.

Bir kenarı 1.0 cm. olan bir küp, bakımsız olarak, dilimlenip, daha küçük parçalarına ayrıldığında, ağırlığı değişmeyecek, fakat yüzeyi çok genişleyecektir (Şekil 1).



## YÜZEY GENİŞLEMESİNDE ENERJİ DEĞİŞİMİ NASIL OLUR?

Ana parçacığın toplam enerjisi  $E_T$  ise,  
 $E_T = E_i + E_y$  olarak yazılabilir.  
Burada  $E_i$  parçacığın iç enerjisi,  $E_y$  ise yüzey enerjisidir.

Aynı şekilde,  $E_i = e_i V$ ,  
 $E_y = \sigma A$  olarak yazılabilir. Bu denklemlerde,  $e_i$ , bir birim hacmin iç enerjisi,  $\sigma$ , bir birim yüzeyinin enerjisi,  $V$  yüzey hacmi ve  $A$  da parçacıkların alanıdır. Yukardaki formüller, Ana parçacığın toplam enerji formülünde, yerine konursa:

$E_T = e_i V + \sigma A$  elde edilir. Parçacıkların bir biriminin hacmi için ise,

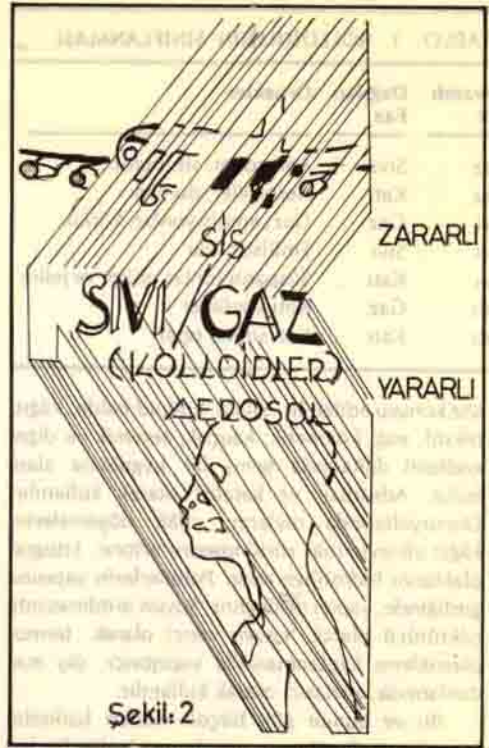
$$E_T/V = e_i + (\sigma/V) \sigma \text{ olur.}$$

Yukarıda verilen formüllerden açıkça görüldüğü gibi, yüzey enerjisi terimi, yüzey arttıkça, veya parçacıkların boyutları küçüldükçe artmaktadır. Büyük parçalar için,  $A/V$  değeri çok küçük olacağından, yüzey-enerjisi terimi denklemden çıkarılabilir. Fakat  $10^{-4} - 10^{-7}$  boyutlarındaki parçacıklar için, yüzey-enerjisi terimi önemlidir, denklemden çıkarılamaz.

Ana-parçacık, boyutları 1.0'er cm. olan bir küp olarak, düşünülürse,  $A/V$ ,  $1.0 \text{ cm}^{-1}$  olacaktır. Bu parça  $10^{10}$  küpçüğe bölünürse, bu küpçüklerin herbir kenarı 100 nm. olacak ve elde edilen küpçüklerin toplam yüzeyi,  $600.000 \text{ cm}^2$ ,  $A/V$  değeri ise,  $6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-1}$  olarak bulunacaktır. Boyutları  $10^{-4} - 10^{-7}$  cm. olan kolloidler karakteristik kolloidlerdir. (Birçok kolloidal katalistler bu sınıfta incelenir). Bu sistemler, korpusküller (Corpuscular) sistemler olarak adlandırılırlar. İki dar, bir uzun boyutu olan kolloidlerle fibrillar-kolloidler olarak adlandırılırlar. Bu sistemlerde  $A/V$  değerleri büyüktür. Yine aynı, 1.0 cm. kenarlı, küp 10.0 nm. boyutlu, parçalara ayrılırsa, toplam yüzey alanı  $4.000.000 \text{ cm}^2$  ve  $A/V$  değeri  $4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-1}$  olacaktır. Aynı küpün yalnız bir boyutu kesirlerine ayrıldığında, laminar-kolloidler elde edilir. Bu kolloidlerin enerji değerleri yine aynı küp üzerinde, örneklenirse, bu halde  $A/V$  değeri  $2 \times 10^{10}$ , yüzeyleri ise,  $1.000.000 \text{ cm}^2$  olacaktır. Bir tankerden damlayan, aynı boyutlardaki, aynı hacimdeki, petrol damlacığı, çok geniş bir su yüzeyini kaplayarak yayılabilir.

### KOLLOİDLERİN UYGULAMA ALANLARI

Kolloidler günümüzde çok geniş uygulama alanları buldukları gibi, reaksiyon artıkları, veya bulaşıklar halinde, istenmeyen veya zararlı



Şekil: 2

sistemler olarak gözlenmektedirler. Bu nedenle, hazırlanmaları, kararlı duruma getirilmeleri ve istenmedikleri hallerde, kolayca bozulup, özelliklerini kaybettirmeleri için, yeterli bir bilgi gerektir.

Örneğin sis, hava ulaşımında, zaman zaman, korkunç kazalara neden olmaktadır. Öte yandan, aynı grup kolloidler içinde sınıflandırılan aerosoller, ilaç etken maddelerinin solunum yollarına, en uygun biçimde verilip, solunum yolu hastalıklarının iyileştirilmesinde, gerçek bir aşama niteliği taşımaktadırlar. Minerallerin, doğada bulunan bileşiklerinin artırılmasında, flotasyon tekniği uygulanmasında devamlı bir köpük gerektiren, lâğım sularına karışan deterjanların oluşturduğu köpüklerin giderilmesi, gerçek bir sorun doğurmaktadır. Dayanıklı emülsiyonlar, besin, kozmetik ve ilaç teknolojisi için gerekli iken, ham petrolün su ile yaptığı ve ayrılması hemen hemen olanaksız olan emülsiyon şekli, büyük bir ekonomik kayıptır. Laboratuarlarda gravimetrik analizlerde, normal süzme yöntemleri ile ayrılamayan kolloid karışımlarının oluşması, ne kadar istenmezse, bazı boyalar yapılırken, özelliklerinin aynı şekilde olması o kadar istenir.

### ÖRNEKLEM GEREKİRSE...

Kolloidlerin çeşitli alanlarda uygulanma olanağı bulmalarını örneklemek için, kolloid silika



**TABLO: 1. KOLLOİDLERİN SINIFLANMASI**

Devamlı Faz	Dağılan Faz	Örnekler
Gaz	Sıvı	Aerosoller, sis, bulut
Gaz	Katı	Aerosoller, duman
Sıvı	Gaz	Gaz, emülsiyonlar, köpük
Sıvı	Sıvı	Emülsiyonlar
Sıvı	Katı	Süspansiyonlar, soler ve jeller
Katı	Gaz	Katı köpükler
Katı	Katı	Katı soler, opal

söz konusu edilebilir. Silika, kolloid halde, kâğıt, tekstil, yağ, kozmetik, kauçuk, seramik ve diğer endüstri dallarında geniş bir uygulama alanı bulur. Adsorban ve katalist olarak kullanılır. Demiryollarında rayların, cilâlı döşemelerin, kâğıt yüzeylerinin sürtünmesini artırır. Litograf plaklarını hidrofilyze eder. Polimerlerin yapısına girdiğinde, yapıyı pekleştirir. Suyun arıtılmasında çöktürücü olarak, kıvam verici olarak, termoplastiklerin kaplanmasında yapıştırıcı, diş macunlarında, parlatici olarak kullanılır.

Bu ve bunun gibi birçok madde kolloidal boyutlara indirgenince, uygulama alanları birden artmıştır. Selüloz da bunlardan biridir. Mikrokrystal asbest, kollagen, poliamidler amiloz, isotaktik, polipropilen ve poliesterler arasında en geniş uygulanma alanı bulmuştur. Mikrokrystal selüloz, tablet yapımında bir gereksinim olan granülasyon işleminin yapılmasının gereğini ortadan kaldırarak, tabletlerin doğrudan doğruya basım olasılığını sağlamıştır. Suda çözündüğünde, dayanıklı bir jel oluşturur. Bu jel kozmetik, ilaç ve besin teknolojisinde kullanılır. Yanısıra, aynı jel değişik konsantrasyonlarda, ısıya dayanıklı emülsiyonların hazırlanmasında, dondurma ve diğer donmuş tatlı ve şekerleme gibi besin maddelerinin hazırlanmasında, geniş olanaklar sağlar. Mikrokrystal sellüloz, buz kristallerinin büyümesini engeller. Bunun yanısıra, seramik endüstrisi ve diyet için hazırlanmış kek ve kremaaların hazırlanmasında kullanılır. Bilindiği gibi, selüloz hazmedilemediği için, kalori vermez, dolayısı ile şişmanlatmaz.

**Şekil 3.** Teorik çalışmalarda model olarak kullanılan yek-boyutlu Kolloidler den Polivinilpirolidon? Ortalama yarıçap 1.0 dur. (Jelatinin katı maddeler üstüne adsorpsiyon mekanizmasını incelemek için kullanılmıştır).

Mikrokrystal kollagene gelince, kullanma alanı daha çok cerrahiye has kalmıştır. Cerrahizamk olarak kullanıldığında, insan ve hayvanlarda, hemostatik ve yara-kapatıcı özelliği vardır. Hiçbir yan-etki yaratmadan, vücut dokularına yapışır. Ameliyat yaralarının ve yanıkların iyileşirken, üstlerini çok ince bir deri tabakası gibi örtebilen, aerosol yapımların etken maddesidir. İlaç hammaddelerinin kapsüllemesinde kullanılır. Yapısına uygun çapraz-bağlar sokulduğunda, kemik dokusuna ve arterlere benziyen yapılar oluşturulabilir.

Yek-boyutlu (monosize) kolloidler (ki bunların arasında, polistiren, bütadiyen polivinilklorür, stiren-bütadiyen gibi lateksler sayılabilir), teorik araştırmalarda model sistemler olarak kullanılırlar. Bu maddelerin değişkenlikleri en aza indirgenmiş olduğu için tekrarlanabilirlikleri vardır. Biçimleri, hesaplamada düzgün olmayan polimerlerden daha uygundur. Bu gibi kolloidal özellikteki polimerler, aerosol, hidrosol sistemlerinin kararlı hale geçirilmesi için yapılan teorik çalışmalarla, pratik çalışmaların sonuçlarını kıyaslamada çok yararlıdırlar. Bu kullanım, aşında çok önemli bir noktayı yanıtlar. Demek ki, kolloid sistemler, belirsiz, tekrarlanamayan, özellikleri değişebilen sistemler değildirler ve mutlaka, uygulama alanlarını genişletmek, yeni uygulama yolları bulmak, bilim ve teknoloji gerçekten yararlı olacaktır.

Bu konuda bilgilerini arttırmak isteyen okuyucular aşağıda isimleri verilen eserlerden yararlanabilirler:

- (1) Introduction to Colloid and Surface Chemistry (2.nd edn., Butterworths, 1970), D.J. Shaw.
- (2) Introduction to Colloid Chemistry (Interscience, 1959), K.J. Mysels.
- (3) A Short Textbook of Colloid Chemistry (2.nd edn., Pergamon, 1962), B. Jirgensons, M.E. Straumanis.

