# BÖLÜM 2

# MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ

# 8.1. Madde, Malzeme, Atom ve Molekül

Uzayda belli bir hacim kaplayan ve kütlesi olan her şey madde’dir. Maddeler aynı cins atomların bir araya gelmesiyle oluşurlar. Atom, bir çekirdek ve çekirdek etrafında farklı yörüngelerde dönen elektronlardan oluşur. Bir atomun yarıçapı yaklaşık 10-10 m civarındadır.

Çekirdek ise içinde çok küçük bir hacme sığdırılmış proton ve nötronlardan oluşur ve yarıçapı yaklaşık 10-14 m dir. Tabiî ki bu parçacıkları da oluşturan daha küçük parçacıklar vardır. Quark, pozitron, nötrino gibi… Bunlar şu anda bilim dünyasının üzerinde çalıştığı heyecan verici parçacıklardır. Bu küçük yapı taşlarının özelliklerini öğrenmek için ve yapılarını anlamak için Cern’de çok büyük yatırımlarla araştırmalar yapılmaktadır.

Protonlar pozitif yüklü iken elektronlar negatif yüklüdür, nötronlar ise yüksüzdür (nötr). Nötr bir atom içindeki elektron ve proton sayıları eşittir. Maddenin temel taşı olan atomlar her madde için farklı sayıda elektron, proton ve nötron içerir. Böylece maddeler birbirinden ayrılır. Örneğin altının 79 elektron ve protonu varken bakırın 29 elektron ve protonu vardır. Fiziksel ya da kimyasal yollarla atom içine fazladan bir elektron verilirse bu atoma *negatif iyon atomu, atomdan bir elektron sökülürse pozitif iyon atomu denir.*  Atomlar periyodik cetvelde atom sayılarına göre sıralanırlar. *Atom sayısı, çekirdeğin içindeki proton sayısını verir. Aynı zamanda, nötr bir atom için bu sayı atomdaki elektron sayısına da* eşittir.

# 8.2. Malzeme Nedir

Yararlı özellikleri nedeniyle uygulamalarda kullanılan cisimlere malzeme denir. Bu cisimler elementlerden oluşmuşlardır. Elementler ise kimyasal olarak daha fazla ayrılamayan basit maddeler olarak tanımlanabilir. Yani aynı atom numarasına sahip atomlardan meydana gelmişlerdir. Malzemeler tek bir elementten oluşabileceği gibi birden fazla elementten de oluşabilirler.

Atomun belirleyici özelliğinden bir diğeri de bağıl atom kütlesidir. *Bağıl atom kütlesi ise çekirdek içindeki proton ve nötron sayılarının toplamını verir. Buna göre nötr bir atom sembolü ve sembolünün sol üst ve at köşelerindeki atom sayısı ve bağıl atom kütlesini gösterir sayılarla verilir.*

# 8.3. Malzeme Mühendisliğinin Uygulama Alanları

Büyük köprülerde, binalarda, boru hatlarında ve benzer önemli yapılarda kullanılan çelikten, havacılıkta ve uzay araçlarında kullanılan çok hafif yüksek dayanımlı alaşımlara, bilgisayar çiplerinde kullanılan silikonlara kadar geniş bir yelpaze içinde yer alan malzemeler malzeme bilimi ve mühendisliğinin uğraş alanıdır. Sanayide, ileri teknoloji ürünlerinde, biyoteknolojide ve günlük yaşamda kullanılan bu çok çeşitli malzemelerin üretilmesi, geliştirilmesi, işlenmesi ve test edilmesi malzeme mühendislerinin görevleridir.

Malzeme mühendisleri metallerin yanında seramikler, camlar, plastikler ve kompozit malzemeler gibi pek çok farklı malzemelerin geliştirilmesi ve uygulamalarıyla da yoğun bir şekilde ilgilenirler. Tüm mühendislik tasarımlarında, istenen özelliklerde ve maliyette malzemelerin bulunabilirliği en önemli faktördür.

# 8.4. Malzemelerin Yapısı

Yapı kelimesi, malzemeyi oluşturan atomların veya moleküllerin kendi aralarındaki bir dizilişi anlamını taşır. Malzemeler tek tip atomdan oluşabileceği gibi (altın, demir, elmas...) moleküllerin bir araya gelmesiyle de (tuz, polietilen, ağaç...) oluşur. Atom veya moleküllerden oluşan katı malzemeler (bundan böyle aksi belirtilmedikçe malzemeleri katı haliyle değerlendireceğiz) atomik düzeyde incelendiğinde; bazı katılar da atomlar olsun, moleküller olsun birbirine göre düzenli geometrik bir diziliş gösterirler, bazılarında da böyle düzenli bir yapı gözlenmez. Düzenli yapısı olan katılara kristal (kar tanesi, elmas, grafit, demir gibi), düzenli bir yapıya sahip olmayan katılara da kristal olmayan veya amorf (dolu tanesi, cam, lastik gibi) diyoruz.

Katılar, onu meydana getiren parçacıkların (atom da olabilir, molekül de olabilir) birbirlerini bir arada tutan kuvvetlerin etkisinde oluşmaktadır. Bu kuvvetleri genel anlamda çekici ve itici olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. Buna göre katı yapının dengede olması için itici ve çekici kuvvetlerin birbirlerini dengelemesi gerekir. Denge durumunda olan bir katıyı sıkıştırdığımızda itici kuvvetin, gerdiğimizde de çekici kuvvetin etkin olduğunu söyleyebiliriz. Hatta bu kuvvetleri bir yay kuvvetine de benzetebiliriz. Çekici kuvvetler de kendi aralarında sınıflandırılmaktadır. Atomların birbirlerine bağlanmasını sağlayan bu kuvvetler katının özelliklerini belirlemektedir. Bazı kristallerde çekme kuvvetlerinden birden fazlası rol almaktadır.

Kristal yapılı bir katıda atomlar arasındaki mesafe bilinmektedir. Bazı kristal yapılarda, bir doğrultuda diziliş gösteren atomlar arasındaki mesafe, bir başka doğrultuda farklı olabilmektedir. Buradan da kristallerin birbirlerinden farklı geometrik yapıda olabileceklerini söyleyebiliriz (kübik ve dikdörtgenler prizması gibi). Kristallerin birbirlerinden farklı yapıda olmalarının bir diğer nedeni de atomların özgün özelliklerine bağlı olmakla beraber, atomları veya molekülleri bir arada tutan çekici kuvvetlerin de bir doğrultudan diğer bir doğrultuya farklılık göstermesi ve bu sebeple bir doğrultudaki çekici kuvvetin şiddetinin diğer doğrultuya göre küçük veya büyük olmasıdır.

Bu duruma en güzel örnek elmas ve grafit kristalleridir. Karbon atomlarının uzaydaki farklı dizilişleri sonucu bu iki farklı kristal yapı meydana gelmektedir. Elmas; çok pahalı, saydam, ışığı çok iyi kıran, elektriği iletmeyen ve çok sert olan bir malzemedir. Diğer taraftan grafit; pahalı olmayan, ışığı geçirmeyen, elektriği ileten ve kolayca çizilebilen bir malzemedir.

# 8.5. Malzemelerin Sınıflandırılması

Endüstride çok çeşitli malzeme türleri vardır ve gün geçtikçe bunlara yenileri eklenmektedir. Malzemeleri ayrı ayrı incelemek yerine yapı ve özellikleri benzer olanları tanımlayıp, sınıflandırmak daha uygundur. Eski çağlarda malzemeler farklı sınıflandırılmış bile olsalar, bugün genel kabul gören sınıflandırma atomlar arası bağ türüne göre yapılandır. Buna göre malzemeler metaller, seramikler ve plastikler olarak sınıflandırılır.

### Metaller

Metalik bağa sahip elementlerde aynı ve benzer tür atomlar düzenli bir biçimde dizilerek kristal yapı oluştururlar; hacimsel atom yoğunlukları yüksektir, özgül ağırlıkları diğer sınıflara göre büyüktür. Metaller serbest elektron içerdiklerinden ısıl ve elektriksel iletkenlikleri yüksektir ve opaktır, ışığı iyi yansıtırlar. Metallerin elastisite modülleri ve mukavemetleri yüksektir, çoğunlukla sünektirler, plastik şekil vermeye elverişlidirler. Ayrıca alaşımlandırma ile, soğuk şekil verme ve ışıl işlem ile sertlik ve mukavemetleri artırılabilir. Endüstride kullanılan metaller ve metal alaşımı türleri binlercedir. Her biri belirli amaçlar için geliştirilmiştir. Metaller demir esaslı ve demir dışı olarak gruplanırlar. Demir esaslı olanlarda demir ana elemandır ve karbon daima bir alaşım olarak bulunur. Demire karbon ilavesi ile çelik elde edilir. Demir dışı metallere en önemli örnekler alüminyum ve alaşımları ile bakır ve alaşımlarıdır. Demir dışı metaller, demir esaslı metallere göre hafiflik, korozyona dayanıklılık, yüksek ısıl ve elektriksel iletkenlik, güzel görünüş ve kolay işlenebilme özelliklerine sahiptir. Bununla beraber elastisite modülleri, dolayısı ile rijitlikleri düşüktür. Bir özellikleri de pahalı olmalarıdır.

### 8.5.2 Seramikler

Seramikler metal ve metal olmayan elemanların oluşturduğu iyonsal bileşiklerdir. Sodyum, Magnezyum, Demir ve Alüminyum gibi elekro negatif elementlerde, Klor, Oksijen gibi iyonsal bağ kurarak NaCl, MgO, FeO, SiO2, MgO gibi çok çeşitli türde seramik meydana getirirler. Özgül ağırlıkları metallerle plastikler arasındadır.

Seramikler plastik gibi şekil değiştiremez, sert ve gevrek olurlar. Bazıları sertliklerinden dolayı aşındırıcı olarak kullanılmaya elverişlidir. Ergime sıcaklıkları yüksek, ısıl ve elektriksel iletkenlikleri düşüktür. Elektrikli ısıtıcılarda, fırınlarda yalıtım malzemesi olarak kullanılırlar. Bazıları saydamdır, ışığı kötü yansıtırlar. Çekme mukavemetleri düşük olmakla beraber çoğunlukla basınç mukavemetleri yüksektir. Dış etkilere karşı dayanıklıdırlar.

### 8.5.3 Plastikler

Plastiklere ayrıca polimer, organik malzemeler veya reçineler de denir. Plastik kelimesi isim olarak malzeme türünü belirtir, bir sıfat olarak kalıcı şekil değiştirebilen cisim anlamındadır. Plastik sınıfına giren malzemelerin bir kısmı doğal, bir kısmı ise sentetiktir. İnsanlar tarafından metallerden çok daha önce kullanılmaya başlanan ahşap, deri, yün ve benzeri lifler birer doğal polimerdir. Bugün endüstride kullanılan plastiklerin büyük bir çoğunluğu sentetik polimerlerdir.

Birleşimindeki temel element karbondur. Plastikler çevre koşullarına ve asitlere karşı dayanıklıdırlar ve sudan etkilenmezler. Yangına dayanıklı olamamakla beraber yavaş yanarlar (selülozikler hariç).

Çoğunlukla 80 °C üzerinde yumuşarlar ve bu sınırın üzerinde kullanılmaya elverişli değildirler. Özgül ağırlıkları düşüktür. Polimerlerin ısıl ve elektriksel iletkenlikleri çok düşüktür, yalıtım malzemesi olarak kullanılmaya elverişlidirler. Mukavemetleri ve elastisite modülleri düşüktür. Bazı Malzemelerin Özellikleri ve Sebepleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

#### Malzemelerin Özellikleri ve Sebepleri

|  |  |
| --- | --- |
| Metalik Malzemeler | |
| Özellik | Sebep |
| Yüksek İletkenlik | Elektron Hareketi |
| Kimyasal dayanıklılık (aktiflik) | Elektron verme eğilimi |
| Yüksek şekil verme özelliği | Her yönde esnek etki |
| Yüksek yoğunluk | Atomların sıkı paketlenmesi |
| Orta seviyede ergime sıcaklığı | Orta şiddette atom bağı |
| Işığı iyi yansıtma | Elektron bulutunun ışığı iyi yansıtması |
| Isı ve elektriği iyi iletme | Elektron bulutunun iletiminin iyi olması |
| Seramik Malzemeler | |
| Düşük iletkenlik | Elektron akımı yok |
| Yüksek kimyasal dayanıklılık | Elektron alma verme yok |
| Sert ve kırılgan | Rijit bağ |
| Düşük yoğunluk | Ametal atomunun hafif olması |
| Yüksek erime sıcaklığı | Kuvvetli bağ |
| Plastik Malzemeler | |
| Düşük iletkenlik | Elektron akımı yok |
| Yüksek kimyasal dayanıklılık | Elektron alma verme yok |
| Düşük erime sıcaklığı | Zayıf bağ |
| Düşük yoğunluk | Sıkı olmayan paketleme |
| Işığı zayıf yansıtma | Serbest elektron yok |

# 8.6. Malzemelerin Özellikleri

# 8.6.1.Fiziksel Özellikleri

Maddeler doğada katı, sıvı, gaz ve plazma halinde bulunabilirler. Maddelerin bir halden diğer hale geçmeleri, elektriksel ve manyetik özellikleri, yoğunluğu, kırılganlığı, rengi, şekli ve esnekliği gibi özellikleri fiziksel özelliklerdir. Fiziksel değişme ise maddenin dış yapısında meydana gelen değişimlerdir. Fiziksel değişimlerde maddenin kimyasal özellikleri, molekül formülü ve toplam kütle değişmez. Değişen maddelerin sadece fiziksel özellikleridir. Örneğin buzun havanın sıcaklığı ile erimesi ve sıvı hale geçmesi veya suyun ısıtılarak su buharı haline geçmesi fiziksel bir değişimdir (hal değişimi). Şekerin veya tuzun suda çözünmesi, çamın kırılması ya da iletken bir metalin parçalara ayrılması gibi olaylar da maddelerin fiziksel değişimleridir. Tüm bu durumlarda maddenin iç özelikleri (kimyasal özellikleri, molekül formülü, toplam kütle) değişmemiştir. Su hal değişimine uğrarken, şeker ve tuz su içinde erimiş, çam ve metal ise şekil değiştirmiştir. Bu durumda maddenin yoğunluğu, tadı, elektriksel direnci gibi fiziksel özellikleri değişmiştir.

# 8.6.2.Kimyasal Özellikleri

Kimyasal özellik ise; maddenin atomik ve moleküler yapısı ile ilgili olan özelliklerdir. Yanıcı olup olmaması, asidik ya da bazik özellik göstermesi… gibi. Kimyasal değişim (reaksiyon/tepkime) ise; birden fazla maddenin bir araya gelerek bir katalizör (ısı, akım, basınç gibi) yardımıyla ya da kendiliğinden atomik dizilişlerini ve bağlanma yapılarını değiştirip yeni özeliklerde bir malzeme oluşturabilmesidir. Kimyasal değişimler sonucunda maddelerin hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri değişir. Odunun yanması, metallerin paslanması, asit’in baz’la nötrleşmesi, suyun elektrolizi, yaprakların sararması, domatesin çürümesi, peynirin küflenmesi… gibi olaylarda madde kimyasal değişime uğrar. Bu durumda kimyasal özellikler ile birlikte fiziksel özellikler de değişir.

## 8.7. Maddenin Elektriksel Özellikleri

Günümüzde maddeyi elektriksel özelliklerine göre dörtte ayırabiliriz. Bunlar: iletken, yalıtkan, yarıiletken ve süper iletkendir. Maddeyi oluşturan atomların en dış yörüngesindeki elektronlar kolaylıkla serbest kalabiliyorsa, bu tür maddelere iletken denir. Bakır, altın, demir, gümüş gibi metaller iletkenlere en iyi örnektir. Aynı şekilde maddeyi oluşturan atomların en dış yörüngesindeki elektronlar ancak çok zor şartlarda serbest kalabiliyorsa, bu tür maddelere yalıtkan denir. Çam, plastik gibi ametaller yalıtkanlara örnektir.

Bazı maddeleri oluşturan atomların en dış yörüngesindeki elektronlar ise normal şartlarda koparılamazken dışarıdan ısı veya ışık yolu ile alacakları küçük enerjilerle serbest hale geçecektir. Bu tür maddelere ise yarıiletken denir. Bunlara en iyi örnek ise silikon, germanyum gibi yarıiletken teknolojisinde kullanılan maddelerdir. İster iletken isterse yarıiletken olsun serbest kalan elektronlar bulundukları bölgede (valans bandı) serbestçe dolaşamazlar. Mutlaka küçük veya büyük bir dirençle karşılaşırlar. Bu dirence maddenin iç direnci denir. Ancak bazı özel malzemeler vardır ki, belli şartlar sağlandığında iç direnci sıfıra düşer ve elektronlar tamamen serbest kalırlar. Bu tür malzemelere de süper iletken denir. Örneğin cıva 4 K de süperilerken haline gelmektedir. Bu tür malzemeler genelliklealçak sıcaklıklarda oluşmaktadır. Oda sıcaklığında bu tür bir malzemenin elde edilmesi enerji konusundaki tüm sorunlarımızı çözecektir.

## Mekanik Özellikler

Birçok malzeme kullanım süresince çeşitli kuvvetlere ve yüklere maruz kalır. Onların bu kuvvetlerin etkisinde kalıcı deformasyona uğramaması ve kopmaması gerekir. Bunun için de kullanım amacına uygun malzemeler seçilir veya geliştirilir.

## Isıl Özellikler

Burada malzemelerin ısıl iletkenliği ve ısı kapasitesi aklımıza gelse de, malzemelerin kullanım sürecinde sıcaklığının artmasının onun mekanik özelliklerine etkisi, bazı malzemelerin ısıl işlemlerden geçirilerek daha dayanıklı hale getirilmesi bu kapsamda değerlendirilir.

## Manyetik Özellikler

Bu özellikler, bir malzemenin manyetik alan uygulandığı durumda tepkisini gösterir.

## Optik Özellikler

Bu özellikler, bir malzemenin elektromanyetik ışına ve özellikle görünür bölgedeki bildiğimiz ışığa maruz kaldığında tepkisidir. Işığın yansıması, kırılması, soğutulması, bazı malzemelerin güneş ışığında çok kalmasıyla özelliklerinin bozulması bu çerçevede değerlendirilir.

### 8.8. Bozulma

Malzemelerin birçoğu çevresinden etkilenir. Bunların başında, oksitlenme, bu sebeple de özellikle demirde bildiğimiz paslanma gelir. Polimerlerdeki çürüme bu sınıfta değerlendirilir. Malzemelerin çoğu çevrenin olumsuz etkileriyle karşı karşıyadır. Bu tür etkiler malzemenin mekanik özelliklerini, görünümlerini bozduğu için, malzemenin kullanımını etkiler ve malzemeyi zayıflatır. Bu tür etkileri daha iyi anlayabilmek için bazı kimyasal terimleri yükseltgenme, indirgenme, bozulma ve paslanma olaylarını tanımlayalım. Yükseltgenme, Metal atomları elektron verme eğilimindedirler. Eğer bir metal atomu elektron vermiş ise bu atoma yükseltgenmiş deriz ve pozitif yüklü metal iyonu oluşur. İndirgenme ise Bir kısım atomlar, özellikle de metal olmayanlar (ametaller), elektron alma eğilimindedirler. Böylece elektron almış atomlar aldıkları elektron kadar negatif (eksi) yüklenmiş iyon durumuna dönüşerek indirgenmiş olurlar. Bozulma mekanizmasına ilişkin özel bir durum olan demirin paslanmasını ele alalım. Ekonomik açıdan paslanmanın verdiği zarar tahminimizden çok büyüktür. Paslanan malzemelerin dayanıklılığının azalması ve o malzemenin değiştirilmesi, paslanmayı önlemek için yapılan harcamalar ve bunların sürekli olması önemli maddi kayba ve zamana sebep olmaktadır. Nemli ortamlarda paslanma çok daha hızlı bir şekilde meydana gelmektedir. Paslanma kuru havada yani nemsiz bir havada olmamaktadır. İçinde erimiş hava olmayan yani oksijen bulunmayan su içerisinde de paslanma olmamaktadır. Buna göre paslanma için ortamda hem oksijen (02) ve hem de su (H2O) bulunması gerekir. Uygun ortamda paslanma iki aşamalı olarak meydana gelir. Oluşan bu bileşik bize hiç yabancı gelmeyen pastır. Nemli ortamlarda paslanmanın neden daha fazla meydana geldiğini yukarıdaki reaksiyonlardan kolayca görebiliyoruz.

Paslanmaya engel olabilmek için aklımıza gelen ilk şey, elbette, demirin O2 ve H2O ile temasını kesmektir. Bu da demirin yüzeyini yağlamakla, antipas ile boyamak veya demiri bir başka uygun bir metal ile kaplamakla sağlanır. Metal kaplamalarda en yaygın olanı demirin çinko ile kaplanmasıdır. Eğer, çinko ile kaplanan demir yüzeyinde bir hasar varsa yani demir açığa çıkmışsa ve ortam paslanma olayı için uygun ise, bu durumda çinko demire göre daha aktif olduğundan, çinko anod olarak demir de katod olarak davranır. Böylece çinko yükseltgenerek demir korunmuş olur. Bu tür korunma katodik koruma olarak adlandırılır.