

# **İNŞAAT MALZEMİ BİLGİSİ**

**Prof. Dr. Metin OLGUN**

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü**

<b>HAFTA</b>	<b>KONU</b>
<b>1</b>	Giriş, yapı malzemelerinin önemi
<b>2</b>	Yapı malzemelerinin genel özellikleri, mekanik özellikler
<b>3</b>	Yapı malzemelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri
<b>4</b>	Yapı malzemelerinin sınıflandırılması, ahşap ve ahşap ürünleri
<b>5</b>	Doğal taşlar ve toprak malzemeler
<b>6</b>	Harçlar
<b>7</b>	Beton
<b>8</b>	Betonarme
<b>9</b>	Beton ürünleri
<b>10</b>	Metal malzemeler
<b>11</b>	Plastikler
<b>12</b>	Yalıtım malzemeleri
<b>13</b>	Yapılarda malzeme ihtiyacının belirlenmesi
<b>14</b>	Yapılarda malzeme ihtiyacının belirlenmesi, öğretim programının değerlendirilmesi

## 2. YAPI MALZEMELERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ – MEKANİK ÖZELLİKLER

Yapı malzemelerinin özellikleri esas olarak üç grup altında incelenebilir. Bunlar; *mekanik özellikler*, *fiziksel özellikler* ve *kimyasal özelliklerdir*.

### Mekanik Özellikler

Yapı malzemelerinin dış kuvvetlerin etkisi altında gösterdiği şekil değişiklikleri ile malzemenin dayanma gücünü belirten özelliklerdir. Yapı malzemelerinin mekanik özellikleri bilinmeden projelendirme yapılması olanaksızdır. Çünkü bir yapının statik yönden başarılı olabilmesi ve servis ömrünün artırılabilmesi, malzemenin etkisi altında kaldığı yüklere karşı yeterli mukavemeti göstermesi ile olasıdır. Mekanik özellikler, malzemenin içyapısına bağlıdır. Bu nedenle mekanik özellikler, malzemenin malzemeye ve yüklerin etki etme şekillerine göre farklılık gösterirler.

Malzemelerin mekanik özellikleri denilince, gerilme ve şekil değiştirme, darbe dayanıklılığı, aşınma dayanımı, sertlik, sünme dayanımı ve yorulma gibi özellikler anlaşılır.

Herhangi bir malzemenin kesitinde bu kesite etki yapan kuvvete karşı malzemenin gösterdiği iç dirence *gerilme* adı verilir. Kesite etki eden kuvvet nedeniyle oluşan gerilmenin iç direnç gerilmesini aşması durumunda malzeme o noktada ezilecek, kırılacak ya da kopacaktır. Böylece bir başarısızlık ortaya çıkacaktır. Malzeme kesitinde ortaya çıkan gerilme;

$$\sigma = P / A$$

Eşitlikte;  $\sigma$  = Gerilme (kgf / cm<sup>2</sup>), P = Kuvvet (kgf), A = Kesit alanı (cm<sup>2</sup>) değerlerini göstermektedir. Eşitlikten de anlaşılacağı gibi gerilme, birim alana etki eden kuvvet olarak tanımlanır.

Dış kuvvetlerin etkisi altında yapı elemanlarında ortaya çıkan gerilmeler; *normal gerilme* ve *kesme (kayma) gerilmesi* olmak üzere iki grupta incelenebilir. Kesite dik olarak etki yapan gerilme normal gerilme, paralel olarak etki yapan gerilme de kesme gerilmesi olarak tanımlanır. Kesite eğik olarak ortaya çıkan gerilmeler daima yatay ve düşey bileşenlerine ayrılarak değerlendirilmelidir.

Normal gerilme, etki ettiği cismi kısaltma eğiliminde ise *basma gerilmesi*, uzatma eğiliminde ise *çekme gerilmesi* olarak adlandırılır. Örneğin düşey yük taşıyan kolonlar, temeller ve duvarlarda basma gerilmeleri ortaya çıkarken, kiriş, döşeme ve merdivenlerin alt bölümlerinde çekme gerilmeleri oluşur.

Kesme gerilmesi, herhangi bir yapı elemanına etki yapan kuvvetlerin yapı elemanını ortak bir kesit boyunca kesmeye, başka bir anlatımla bir parçasını diğeri üzerinde kaydırmaya çalışması durumunda söz konusu olur.

Yapı elemanlarının projelendirilmesinde malzemenin maksimum gerilmesi ile emniyet gerilmelerinin de bilinmesi gerekir. Üzerine gelen yükün etkisi altında herhangi bir malzemenin kırılma anından hemen önce ortaya çıkardığı en yüksek dirence *maksimum gerilme* adı verilir. Maksimum gerilme, yükleme hızına bağlı olarak değişir.

Yükleme sonucunda malzemedede oluşan gerilmenin aşılmasına izin verilmeyen ve böylece yapının hiçbir tehlikeye maruz kalmayacağı ya da başarısızlığa uğramayacağı gerilme sınır değerine *emniyet gerilmesi* adı verilir. Buna göre, yapı unsurunda belirli yükleme koşulunda hesaplanan gerilme değeri, kullanılan malzemenin emniyet gerilmesinden büyük olmamalıdır.

Herhangi bir elemanda ortaya çıkan gerçek gerilme ya da izin verilebilir gerilme (emniyet gerilmesi) ile o malzemenin maksimum gerilmesi arasındaki ilişkiye emniyet katsayısı adı verilir ve aşağıdaki eşitlikle gösterilir.

$$n = \sigma_{\max} / \sigma_{em}$$

Eşitlikte;  $n$  = Emniyet katsayısı,  $\sigma_{\max}$  = Maksimum gerilme (kgf / cm<sup>2</sup>),  $\sigma_{em}$  = Emniyet gerilmesi (kgf / cm<sup>2</sup>) değerlerini ifade etmektedir.

Mühendislik uygulamalarında emniyet katsayısının daima birden büyük ( $n > 1$ ) olması gerekir. Emniyet katsayısının artması yapı maliyetini de artırır. Uygulamada emniyet katsayısının ne kadar büyüklükte alınacağı, yapının kullanım amacına, önemine, gelen yüklerin büyüklük ve değişimine, başarısızlık durumunda ortaya çıkabilecek risklere bağlı olarak belirlenir.

Bütün yapı malzemeleri yük etkisi altında az ya da çok miktarda deformasyona uğrar. Başka bir anlatımla şekil değişikliği olur. Yük etkisi altında herhangi bir yapı elemanında ortaya çıkan deformasyona **şekil değiştirme** adı verilir. Şekil değiştirmenin büyüklüğü, yükün büyüklüğüne ve etki ediş şekline, elemanın kesitine ve yapıldığı malzemenin sertliğine bağlı olarak değişir.

Şekil değiştirme ile kuvvet arasındaki ilişki laboratuvar denemeleri ile belirlenebilir. Örneğin bir çelik çubuk giderek artan bir kuvvet ile çekilir ve herhangi bir anda uygulanan kuvvete karşılık ortaya çıkan boyut değişikliği ölçülürse, malzemedede ortaya çıkan **birim deformasyon** yani **şekil değiştirme sayısı** şöyle ifade edilir.



$$e = \Delta L / L$$

Eşitlikte;  $e$  = Şekil değiştirme sayısı,  $\Delta L$  = Boyut değişikliği,  $L$  = Malzemenin başlangıçtaki uzunluğu değerlerini göstermektedir. Buna göre şekil değiştirme sayısı, birim uzunluktaki deformasyondur.

Eksenel yükün etkisi altında kalan bir cisimde sadece aksenal doğrultuda değil yanal (lateral) doğrultuda da boyut değişikliği görülür. Basma kuvvetinin etki ettiği cismin boyu kısalırken, çekme kuvvetinin etki ettiği cisimde boyu uzar. Cismin hacmi sabit kaldığından, cismin boyundaki kısalma yan al doğrultuda boyut artışına, cismin boyundaki uzama ise yan al doğrultuda boyut azalmasına neden olacaktır. Yanal şekil değiştirme sayısının aksenal şekil değiştirme sayısına olan oranına *poisson oranı* adı verilir ve aşığıdaki şekilde ifade edilir.

$$\mu = e_L / e$$

Eşitlikte;  $\mu$  = Poisson oranı,  $e_L$  = Yanal şekil değiştirme sayısı,  $e$  = Aksenal şekil değiştirme sayısı değerlerini göstermektedir.

## **Darbe dayanıklılığı**

Yapı malzemeleri, ağır bir cismin düşmesi ya da çarpması ile darbe etkisinde kalırlar. Tarımsal yapılarda darbe etkisi yaygın görülür. Örneğin yapı içerisinde gübre temizliği, yem dağıtımı, ürün yükleme ya da boşaltma gibi günlük işlerde kullanılan alet ve makinelerin yapı elemanlarına çarpması veya özellikle serbest sistemde planlanmış büyük baş hayvan yetiştiriciliğinde hayvanların çarpma ve vurma etkileri söz konusudur. Malzemelerin darbe etkisine karşı dayanımları, atom bağları ile ilişkilidir.

## **Aşınma dayanımı**

Aşınma, bir malzemeye sürtünen cisimlerin malzeme yüzeyinden pürüzlülüğü sağlayan küçük parçacıkların koparılması sonucunda oluşur. Malzeme kısmen veya tamamen tahrip olur ve kaygan hale gelir. Aşınma özellikle canlılar ile alet ve makineler tarafından yoğun olarak kullanılan yol ve döşemelerde ortaya çıkar.

Aşınmaya çok çeşitli nedenler yol açtığından, aşınma dayanımının belirlenmesi oldukça zordur. Laboratuvarlarda gerçek koşulların simüle edildiği deneylerle belirlenmeye çalışılır. Malzemelerin aşınma dayanımı genellikle, bir eksen etrafında dönen millerin belirli bir basınçla malzeme yüzeyine temas ettirilmesi, malzemenin deney öncesi ve sonrası ağırlığı belirlenerek ağırlıktaki azalma miktarının deney süresine bölünmesi ile g /dakika olarak belirlenir.

## **Sertlik**

Sertlik, malzeme yüzeyinin kalıcı şekil değiştirmeye karşı gösterdiği dayanımdır. Başka bir anlatımla, malzemenin yüzeyine batırılmak istenilen sert bir cisme karşı gösterdiği dirençtir. Malzemelerin sertlikleri, hızlı ve kolayca belirlenebildiğinden kalite çalışmalarında çok sık kullanılan bir özelliktir. Malzemelerin sertliğinin belirlenmesi ile malzemenin orijini, mukavemeti ve işlenebilirliği gibi konularda fikir elde edilir.

## **Sünme özelliği**

Malzemelerin çoğu sabit bir gerilme altında zamanla artan şekil değişimine uğrarlar. Bu olaya sünme adı verilir. Genel olarak herhangi bir cisme belirli büyüklükte uygulanan kuvvetin etkisi uzun süre devam ederse cisimde iki türlü şekil değişimi ortaya çıkar.

Bunlardan birincisi kuvvetin uygulanmaya başladığı anda ortaya çıkan ani şekil değişimi, diğeri ise zamanla artış gösteren şekil değişikliğidir. Toplam şekil değişimi, bu iki değerin toplamından oluşur. Malzemelerde sünme olayını artıran etmenler; gerilme ve sıcaklıktır. Düşük gerilme veya düşük sıcaklıklarda sünme hızı yavaş olup, genellikle kırılma görülmez.

## **Yorulma**

Malzemeler, genellikle ölü (sabit) yükler yanında hareketli yüklerin de etkisinde kalırlar. Hareketli yükler, büyüklüklerinin sürekli değişiklik göstermesi nedeniyle malzemeler üzerinde zamanla farklı gerilmelerin oluşmasına yol açarlar.

Elastik sınırın altındaki gerilmelerin periyodik olarak uygulanması sonucunda malzemede ortaya çıkan ani kırılmaya *yorulma* adı verilir. Malzemede yorulma sonucunda kırılma şeklinde görülen başarısızlık ortaya çıkmadan önce herhangi bir şekil değişikliği ya da belirti görülmez. Yorulma sonucunda kırılma ani olarak gerçekleşir. Özellikle metal malzemelerde başarısızlığa yol açan etmenlerin başında gelir.