

# ZEMİN MEKANİĞİ

# BÖLÜM : 3 ZEMİNİN UNSURLARI

- Zeminin katı unsurunun yanında, su ve hava ile dolu olan boşluk unsurunun da bilinmesi mekanik yönden önemli bulunmaktadır.

- Zeminin hava, sıvı ve tane unsurlarının ağırlıkları sırası ile  $W_a$ ,  $W_w$  ve  $W_s$  ile ve bunların hacimleri de  $V_a$ ,  $V_w$  ve  $V_s$  sembolleri ile belirtilir.

$X_{ort}, \sigma$

# 3.1. Zeminin Boşluk Unsuru

- Zeminin taneleri arasında kalan değişik büyüklüklerdeki boşluklarda, genellikle **hava ve su beraber bulunur**. Zeminin mekanik özelliklerine önemli derecede etki eden bu boşlukların hacmi, esas olarak tanelerin boyutuna bağlıdır. **Tane boyutu arttıkça, aralarındaki boşlukların hacmi fazlalaşır**. Ancak bu boşluklar, tanelerin dizilişii ile de yakından ilgilidir. Bu nedenle Şekil a da gösterildiği gibi dizilen tanelerin arasındaki boşluklar, aynı tanelerin Şekil b de verilen durumundan daha fazladır. Dięer bir deyişle zemin tanelerinin değen alanı arttıkça, boşlukların hacmi azalır. **Kumdan kile doğru gidildikçe, toplam boşluk artar**.

Zeminlerin boşluk miktarı, tanelerin hacmine bağlıdır. Bu bakımdan katı unsuru fazla olan zeminin boşluk hacmi, taneleri az olandan daha küçüktür. Zeminde bulunan **boşluklar** aşağıda açıklandığı gibi **porozite** ve **gözenek oranı** olmak üzere, iki parametre ile belirtilir.

### 3.1.1. Porozite

Zemin taneleri arasında bulunan boşlukların zeminin hacmine oranına, porozite denir ve genellikle yüzde olarak verilir.

$$n = \frac{V_v}{V} 100 = \frac{V_a + V_w}{V} 100$$

### 3.1.2. Gözenek (Boşluk) oranı

Zemin taneleri arasındaki boşlukların katı unsurun hacmine bölümü, gözenek oranı olarak nitelenir.

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_a + V_w}{V_s}$$

Porozite ile gözenek oranı arasında aşağıda verildiği gibi bir ilişki vardır.

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{V_v / V_s}{V_s / V_s + V_v / V_s} = \frac{e}{1 + e}$$

## 3.2. Zeminin Katı Unsuru

Zeminin katı unsuru, **birim hacimde bulunan miktar** olarak ifade edilir. Bu parametre **birim hacim ağırlık** veya hacim ağırlık olarak nitelenir. Zeminin birim ağırlığı **doğal**, **kuru** ve **doygun** (boşlukların tamamen su ile dolu olduğu durum) için belirtilir.

### 3.2.2. Doğal hacim ağırlık

Doğal halde bulunan bir zeminin birim hacmi içerisinde bulunan miktarı, doğal hacim ağırlık olarak belirtilir.

$$\gamma_n = \frac{W}{V}$$

### 3.2.1. Kuru hacim ağırlığı

Kuru halde, yani boşluklarında su olmayan bir zeminin birim hacmi içerisinde bulunan miktarı, kuru hacim ağırlık olarak belirtilir. Kuru hacim ağırlığı saptamak amacıyla zeminden belli bir hacimde örnek alınır ve bu örnek su kalmayacak derecede kurutulur ağırlığı bulunur. Örneğin kuru ağırlığının hacmine bölümü, kuru hacim ağırlığını verir.

$$\gamma_d = \frac{W_d}{V} = \frac{W_a + W_s}{V} = \frac{W_s}{V}$$

- Kuru bir zeminin boşluklarında tamamen hava bulunur. Kuru hacim ağırlığının bulunması için kullanılan örneğin boşluklarında bulunan **havanın ağırlığı** çok küçük olduğu için **ihmal edilir**. Böylece bir zeminin örneğinin kuru ağırlığı, katı unsurun ağırlığına eşit olmaktadır.

### 3.2.3. Doygun hacim ağırlık

Boşlukları tamamen su ile dolu olan bir zeminin, birim hacminde bulunan miktarına doygun hacim ağırlık denir.

### 3.2.4. Batık hacim ağırlık

Su altındaki zeminin birim hacmi içerisindeki miktarı, su altındaki hacim ağırlık olarak belirtilir.

Su altında bulunan zeminin ağırlığı, serbest ağırlığından **kaldırma kuvveti** kadar azdır. Zemine etki eden kaldırma kuvveti, yer değiştiren suyun ağırlığına eşit olarak alınır.

### 3.2.5. Özgül ağırlık

Zeminin katı unsurunun yani hava ve su bulunmayan kısmının birim hacminde bulunan miktarına, özgül ağırlık denir.

$$G = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_d}{V_s}$$

- Yerkabuğunda bin kadar mineral kökenli tane vardır. Mineral tanelerin özgül ağırlığı çok değişiklik gösterir. Boraksın özgül ağırlığı 1.7, demir minerali hematit 5.3 dür. Zeminlerin çok büyük bir bölümü, kuartz kökenli tanelerden meydana geldiği için özgül ağırlık genellikle **2.65-2.85** arasında bulunur. Ancak özgül ağırlık organik madde miktarına bağlı olarak 2 nin altına kadar düşebilir.



# 3.3. Zeminde Tutulan Su

Zemindeki tanelerin çevresi ile kapilar boşluklarda su tutulur. Zeminde tutulan suyun miktarı kuru ve yaş ağırlığa göre belirtilir ve nem olarak ifade edilir.

## 3.3.1. Kuru ağırlığa göre nem miktarı

Bir zemin örneğinde bulunan suyun ağırlığının, kuru ağırlığa göre miktarı, yüzde olarak aşağıda verilen ilişkiye göre bulunur.

$$\% w = \frac{W_w}{W_d} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

## 3.3.2. Yaş ağırlığa göre nem miktarı

Bir zemin örneğinde bulunan suyun ağırlığının örneğin yaş ağırlığına bölümü, yaş ağırlığa göre nem miktarını verir. Yaş ağırlığa göre nem miktarı yüzde olarak belirtilir.

$$\% w_w = \frac{W_w}{W} \times 100$$

### 3.3.3. Doygunluk derecesi

Boşlukları tamamen su ile dolu olan zeminde, maksimum miktarda su bulunur. Bu durumdaki zeminde bulunan su, doygunluk derecesi ile belirtilir. **Saturasyon derecesi** olarak da belirtilen bu parametre, aşağıda verilen ilişkiden elde edilir.

$$\%s = \frac{w_w}{V_v} \times 100$$

Saturasyon derecesini bulmak için gerekli olan ve yukarıda verilen ilişkinin terimlerini elde etmek için, zeminden belli bir hacimde örnek alınır. Suyu doymuş duruma getirilen bu örneğin ağırlığından, 105 °C sıcaklıktaki fırında kurutulduktan sonraki ağırlığı çıkartılarak, tutulan suyun ağırlığı bulunur. Bu ağırlık, zeminde tutulan suyun hacmine eşit olarak alınır.

Zemin örneğinin kuru ağırlığı, tane yani özgül ağırlığına bölünerek tane kısmının hacmi bulunur. Zemin örneğinin tane kısmının hacmi, örneğin hacminden çıkartılarak, zeminin boşluk hacmi bulunur.

## 3.4. Zemin Unsurlarının Birim Hacime Göre Belirtilmesi

- Zeminin katı, sıvı ve boşluk unsurunun belirtilmesinde kullanılan ve yukarıda verilen bağıntılar, örnek hacmine göre ifade edilmiştir. Örnek hacmi bilinmediği durumda bu unsurlar, birim hacim için belirtilir ( $V=1$ ). Zeminin örnek hacmi bir birim kabul edilince boşluk hacmi, **poroziteye eşit olur.**