
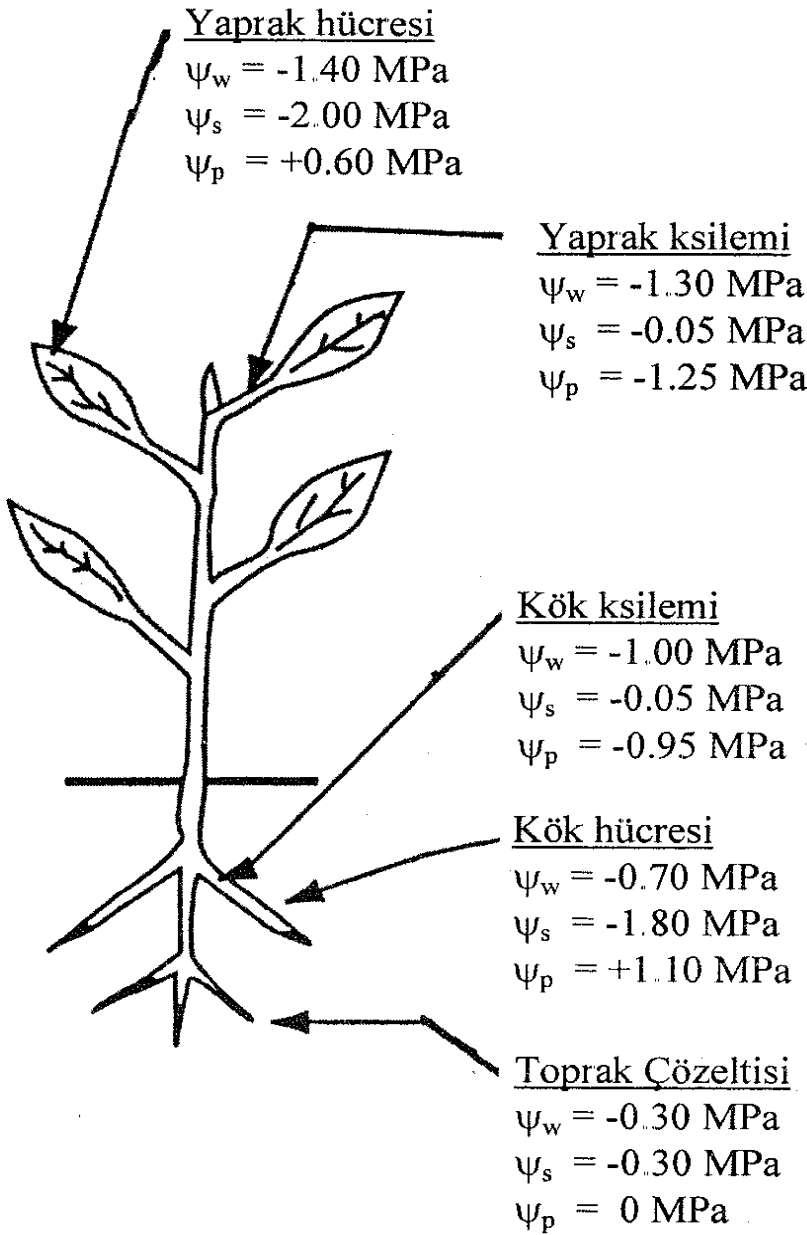


# SUYUN ALINMASI VE TAŞINMASI

- 
- ▶ Suyun tamamına yakını bitki kökleri ve az bir bölümü de toprak üstü organlarıyla alınır.
  - ▶ Su, metabolik enerjiye gereksinim duyulmaksızın temelde osmotik kurallara bağlı olarak alınır. Osmotik kurallara göre suyun alınmasına **Pasif Absorpsiyon** ya da **Osmotik Absorpsiyon** denir.
  - ▶ Bu şekildeki su alımında bitki kökünün canlı ya da ölü olması önemli olmadığı gibi metabolik enerji de önemli değildir.



Kök ucundan giren suyun bitkinin tepe uç noktasına değin taşınmasında ve yapraklardan buhar şeklinde yitirilmesinde temelde yine su **potansiyel gradienti** önemli rol oynar

Şekil 4-1. Toprak çözeltisindeki ve bitkinin değişik organlarındaki su potansiyel ( $\psi_w$ ) miktarları ile su potansiyelini oluşturan temel öğelerin miktarları (Kozłowski ve Pallardy 1997)

# TOPRAKTA SU VE SUYUN YARAYIŐLILIĐI

- ▶ Toprakta bulunan suyun tamamından bitkiler yararlanamazlar. Genel olarak suyun toprakta tutulmasını sağlayan fiziksel g¼c¼n, bitki tarafından suyun alınmasında uygulanan g¼c¼ten y¼ksekliđi oranında bitkinin topraktan alabildiği su miktarı azalır.
- ▶ Toprak suyunun tanımlanmasında en çok *Tarla Kapasitesi (TK)* ve *S¼rekli Solma Noktası (SSN)*, s¼zc¼kleri kullanılmaktadır.


- ▶ **Tarla kapasitesi (TK);** yağışlarla ya da sulama suyu ile iyice ıslanan (su ile satüre olan) toprağın kapilar su hareketi duruncaya değin drene olduktan sonra kapsadığı su miktarı anlaşılmaktadır. Tarla kapasitesinde (TK) su potansiyeli genelde -0.03 MPa düzeyindedir.
- ▶ **Sürekli solma noktası (SSN);** bitkinin sürekli solma gösterdiği andaki toprağın su kapsamını ifade eder. Sürekli solma gösteren bitki nemli ortamda bırakılsa bile tekrar eski durumuna dönemez ve turgor gösteremez. Sürekli solma noktasında (SSN) toprağın su potansiyeli -1.5 MPa düzeyindedir.

$$(\psi_w)$$

→ Su potansiyeli

$$(\psi_s)$$

→ Osmotik potansiyel

- 
- ▶ Çözünmüş madde miktarı az olduğu için toprak suyunun osmotik potansiyeli genelde düşük olup  $-0.02$  MPa düzeyindedir.
  - ▶ Çözünmüş tuz içeriği yüksek olan tuzlu topraklarda ise osmotik potansiyel değeri  $-0.2$  MPa' a değin çıkar.

# Suyun Alınması ve Kök Ksilemine Taşınması

## Suyun Alınması

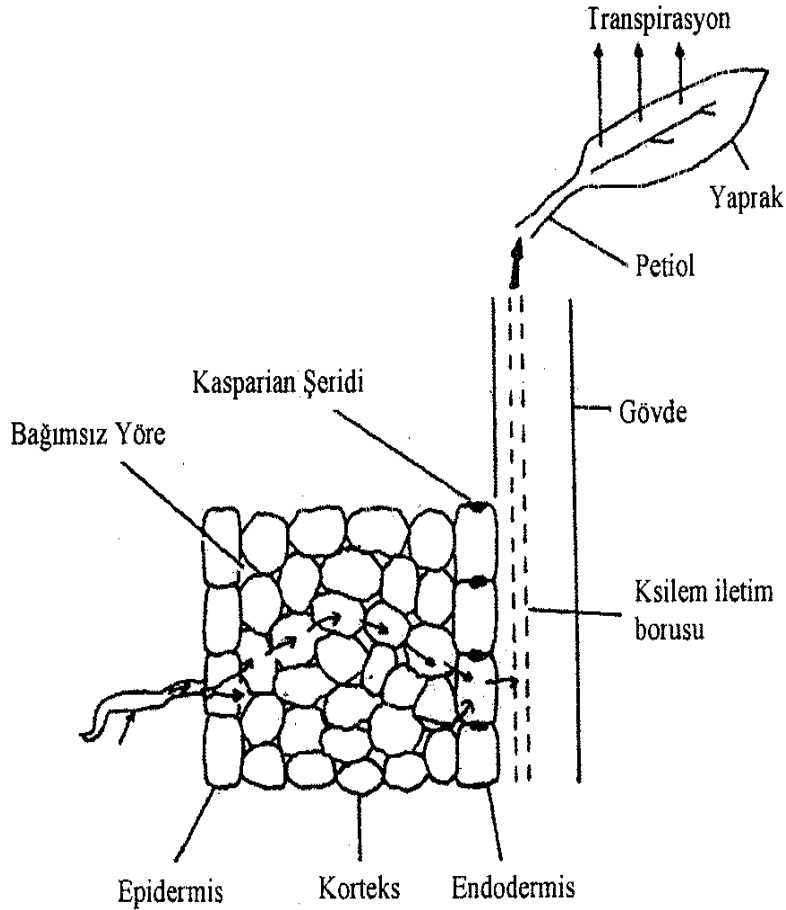
Suyun çok büyük bir bölümü bitkilerde kök uçlarından alınır. Kökün en uç kısmında (apeksinde) bulunan beyaz renkli ve olağanüstü kısa yöre *Kök Başlığı* olarak isimlendirilmiştir.

Kök başlığının hemen üzerindeki yöre *Meristematik Yöre'dir*, Sarımsı rengi ile kolaylıkla ayrılan meristematik yöre pek seyrek olarak birkaç milimetreden daha uzundur. En yüksek düzeyde hücre bölünmesi meristematik yörede gerçekleşir.

Meristematik yöreyi *Uzama Yöresi* izler. Çoğunlukla birkaç milimetre uzunluktadır. Kök ucunun uzunluğuna büyümesi özellikle bu yörede gerçekleşir.

Uzama yöresinin üzerinde ise *Kök Tüyü Yöresi* yer alır.

# Suyun Kök Ksilemine Taşınması

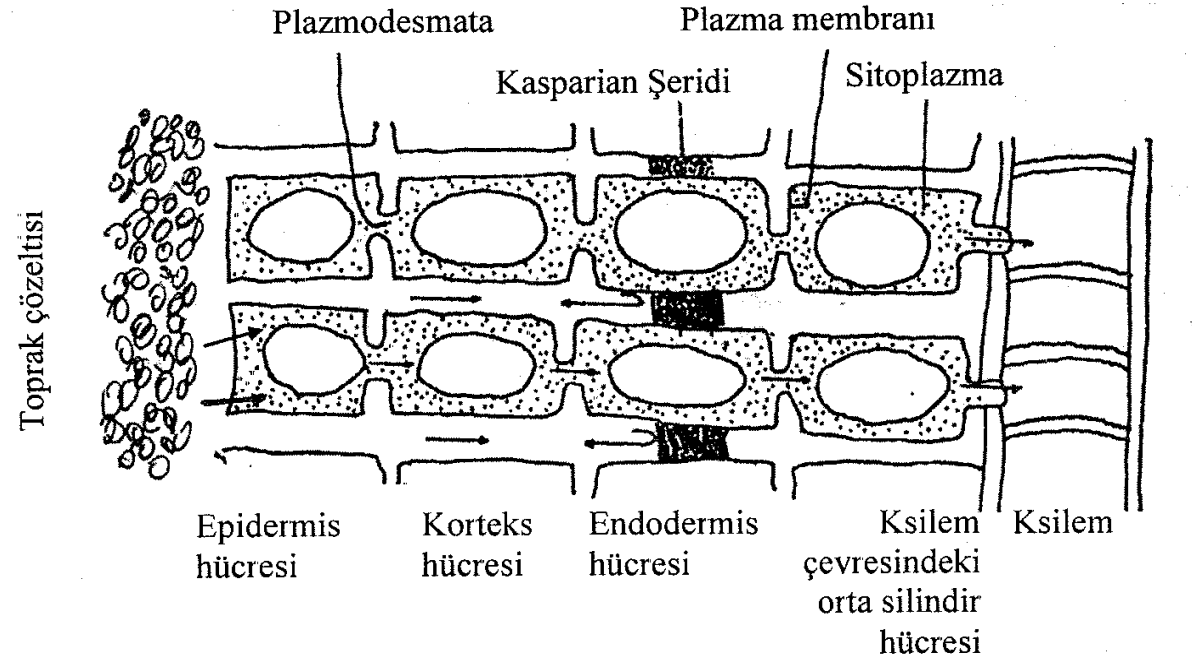
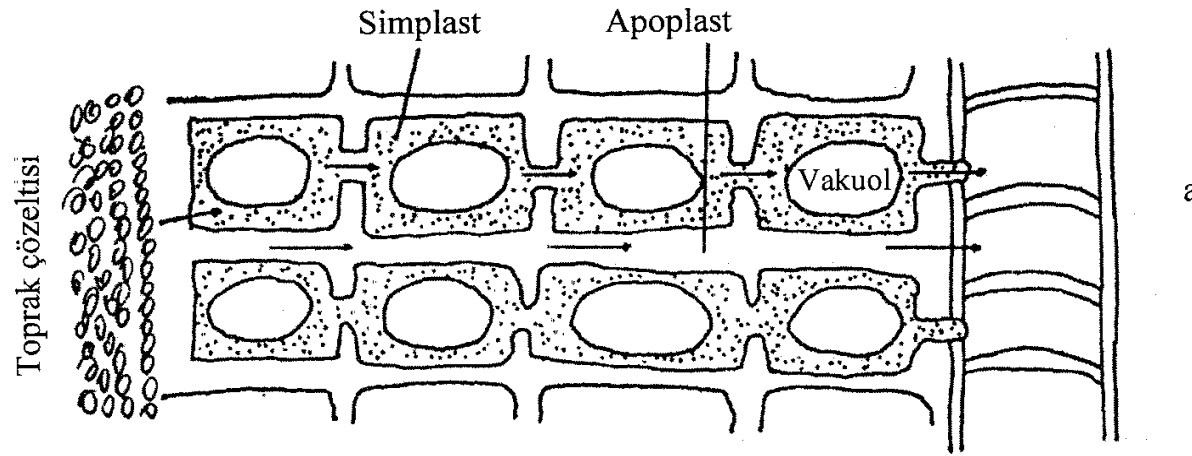


Suyun kök ucundan girişinden başlayarak kök ksilemine ve oradan da bitkinin en uç tepe noktasına değin taşınması üç aşamada açıklanabilir.

- toprak çözeltilisindeki suyun kök ucundan girerek korteksi kat edip kök ksilemine ulaşması,
- kökten yapraklara doğru ksilem iletim borularından yukarı doğru taşınması
- yapraktan su buharı şeklinde atmosfere yitmesi olarak ifade edilebilir.

Şekil 4-10. Kök tüyü yöresinden alınan suyun yüksek bitkilerde atmosfere taşınmasında izlenen yol





Şekil 4-11. Kök ucundan köke giren suyun ksileme değin izlediği yol  
 (a) Genç bitki kökünde  
 (b) Gelişmesini tamamlamış bitki kökünde

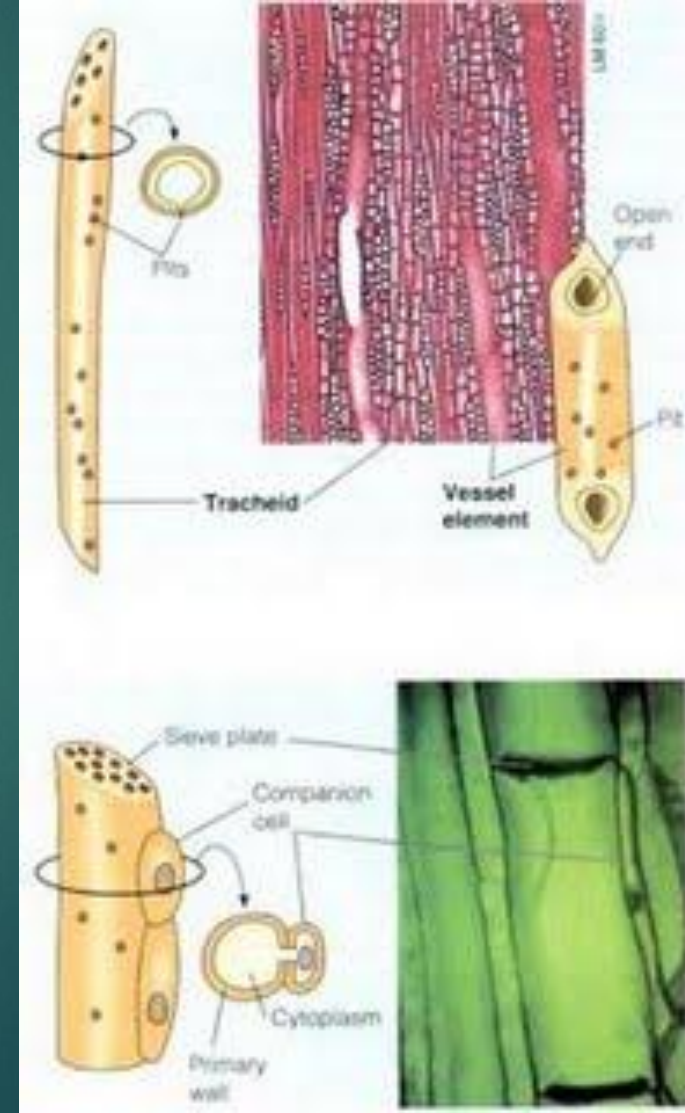
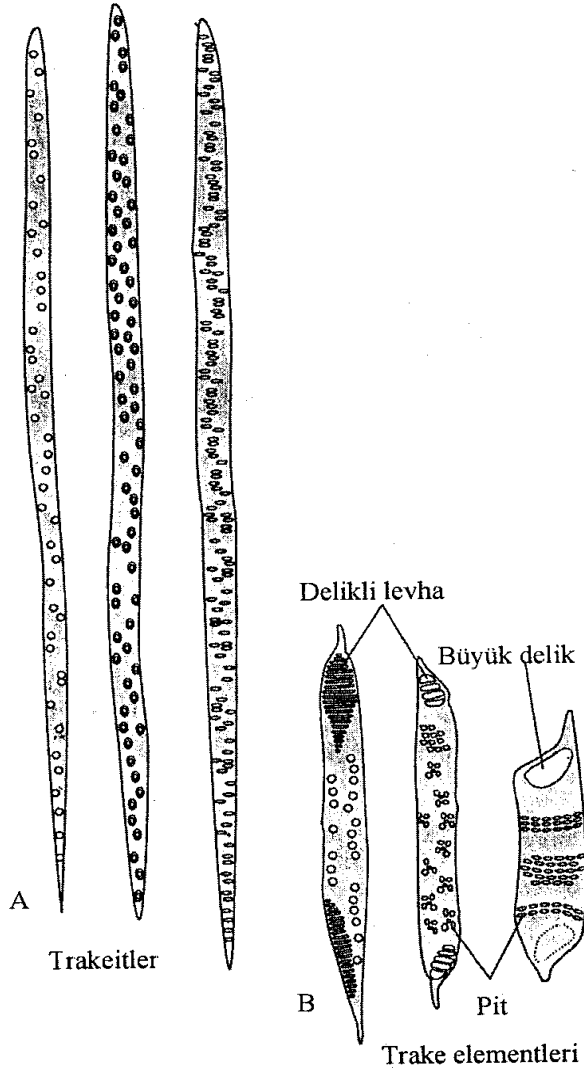
Kök epidermesinden endodermise değin suyun taşınması birbirini tamamlayan ve birlikte görev yapabilen başlıca üç yoldan gerçekleşir:

- (a) Apoplast yolu,
- (b) Transmembran yolu (plazmamembran)
- (c) Simplast yoludur (plazmodesmata'dan)


Araştırmalar, genç bitki köklerinde kök ksilemine suyun özellikle apoplast yolundan taşındığını göstermiştir


# Ksilem Dokusunun Yapısı

Bitkilerde kısa ve uzun yol su taşınımı genelde ksilem iletim boruları içerisinde gerçekleşir.



Şekil 4-12 Ksilem dokusu içerisinde yer alan en önemli iki ksilem elementinin yapısı  
(A) Trakeitler  
(B) Trake (Vessel) elementleri

- 
- ▶ Su taşınmasının başladığı olgun trakeri elementlerde hücreler ölmüş olup membranlara ya da organellalara sahip değildirler. Bunlar sekonder duvarları ligninleşmiş içleri boş, protoplastları olmayan tüp şeklinde kısa ve uzun borulardır.
  - ▶ Trakeitler mil şeklinde uzamış, yan duvarları ligninleşmiş, üst ve alt uçları sivrilmiş ve yassılaştırmış hücrelerdir.
  - ▶ Alt ve üst uçlarının birbiri üstüne gelmesiyle oluşan borulardan su yukarı doğru taşınır, Trakeitlerin yan duvarlarında bulunan çok sayıdaki geçitler (pits) sayesinde bitişikteki trakeitlerle su alış verişini gerçekleştirilir.

- 
- ▶ Trakeitlerde yukarı doğru su taşımını ve taşınan su miktarı göreceli olarak daha azdır. Ancak yan duvarlarında daha fazla sayıda geçite (*pits*) sahip olmaları nedeniyle yanal su taşımını trake elementlerine göre trakeitlerde daha fazladır.

# Suyun Ksilemde Taşınma Mekanizması

## 1. Kök Basıncı Kuramı

Bitki köklerinde oluşan *Kök Basıncının* ya da *Pozitif Hidrostatik Basıncın* etkisiyle suyun ksilemde yukarı doğru taşınımı.

Kök basıncı: "*köklerin metabolik işlevlerinin bir sonucu olarak ksilemin trakeri elementleri içerisinde oluşan basınç*" şeklinde tanımlanmıştır.

Yapılan ölçümler bitkilerde kök basıncının 0.05 MPa ile 0.5 MPa arasında değiştiğini göstermiştir.

- Kök basıncı ile suyun ksilemde yukarı doğru hareketi şu şekilde cereyan eder:**
- Bitki kökleri tarafından toprak çözeltisinden alınan besin elementleri ksileme taşınır.**
  - Element miktarı arttıkça ksilemdeki suyun su potansiyeli toprak çözeltisinin su potansiyeline göre önemli ölçüde azalır.**
  - Bunun bir sonucu olarak osmotik kurallara göre dışarıdan su kökün içine girer ve ksileme doğru ilerler.**

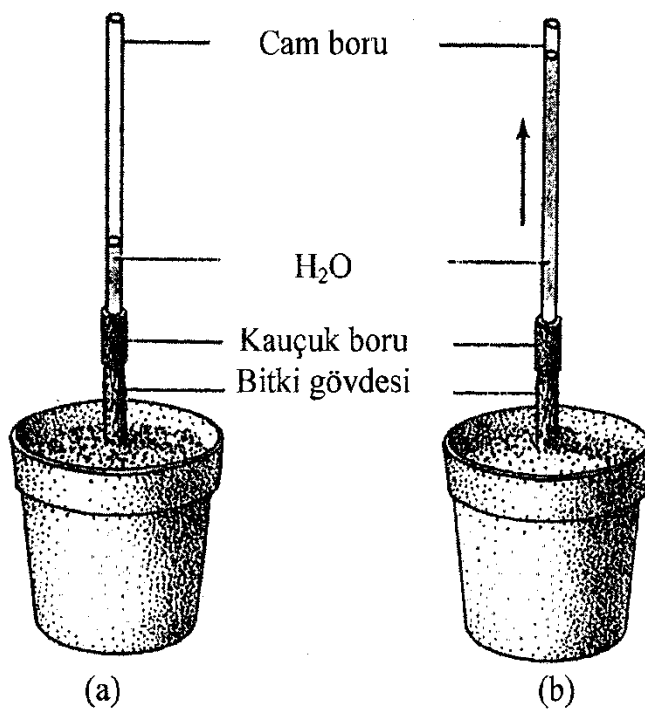
**Bu şekilde bitki köküne hızla giren su hidrostatik pozitif bir basınç oluşturur. İşte bu hidrostatik pozitif basınç, kök basıncı olarak bilinmekte ve bu basınç sayesinde suyun, ksilemin trakeri elementleri içerisinde yukarı doğru hareket ettiği ileri sürülmektedir.**

Anlatılan şekilde ksilemin trakeri elementleri içerisinde oluşan pozitif kök basıncı, aktif transpirasyon sonucu oluşan emme olgusunun bir başka deyişle negatif basıncın (tension) tam karşıtıdır.

Kök basıncı; nem oranı yüksek, transpirasyon oranı düşük ve su içeriği fazla olan bitkilerde belirgin şekilde görülebilir. Buna karşın transpirasyon oranının yüksek olduğu bir başka deyişle topraktan alınan suyun yapraklardan buhar şeklinde kolayca yitirildiği kurak koşullarda ksilemde hiçbir zaman pozitif basınç oluşmaz.

Kök basıncına göre suyun taşınmasında doğrudan metabolik enerji kullanılmamaktadır.

Kök basıncı ile ksilem elementleri içerisinde taşınan su genellikle çok azdır.



Şekil 4-13. Kök basıncının deneysel olarak gövdeden kesilen domates bitkisinde gösterilmesi  
(a) Kesimden hemen sonra  
(b) Kesimden bir süre geçtikten sonra

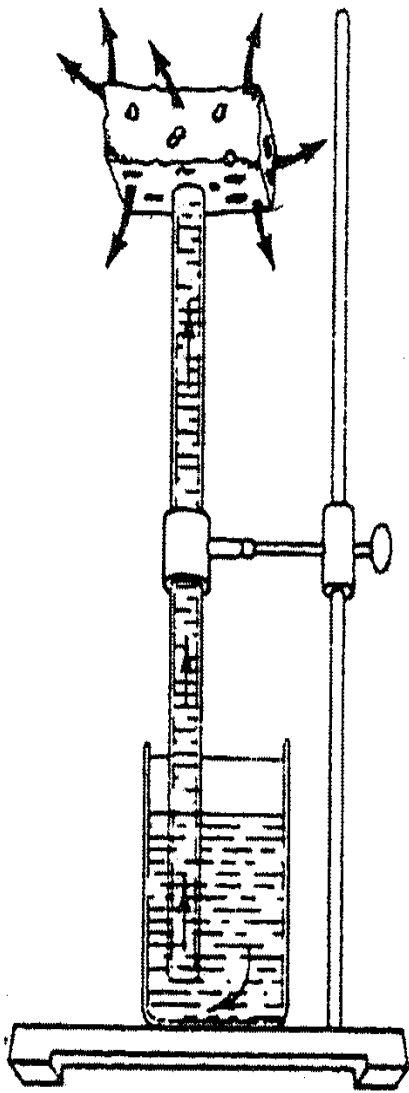
Bitkilerde suyun taşınmasında kök basıncının kimi koşullar altında önemli ve kimi koşullar altında ise önemsiz etkileri vardır. Özellikle transpirasyonun az olduğu hallerde (örneğin geceleri) su taşınmasında kök basıncının rolü belirgindir. Buna karşın hızlı transpirasyon koşullarında kök basıncının etkisi önemsizdir.

Kök basıncının çok düşük ya da hiç olmadığı durumlarda bile bitkilerde suyun taşınabilmesi, su taşınmasının yalnızca kök basıncı ile açıklanamayacağını açıkça ortaya koymaktadır.



## 2. Kohezyon-Emme (Tension) Kuramı

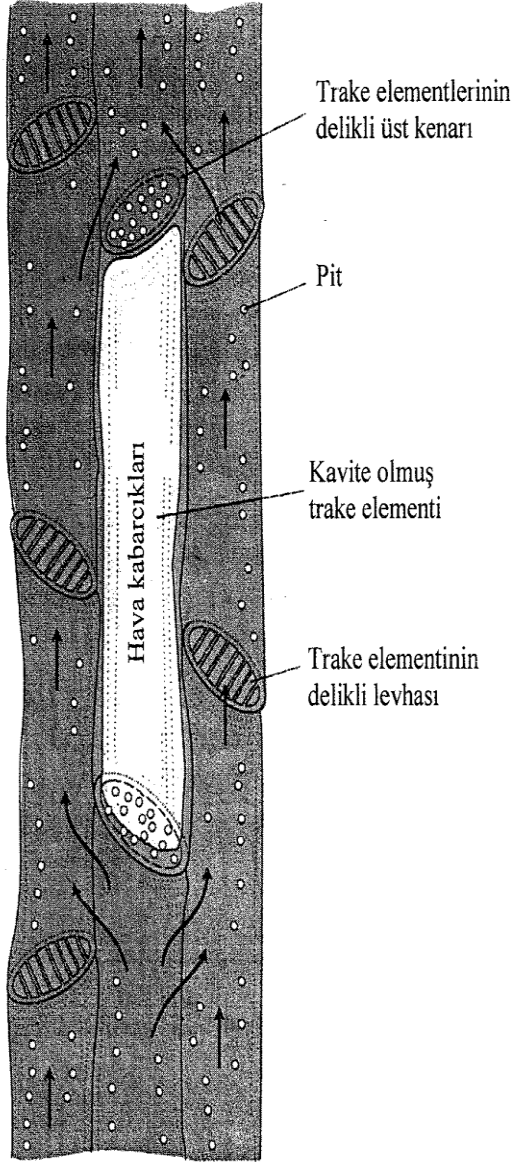
- ▶ Su moleküllerinin birbirlerine bağlanma (*Kohezyon*) gücünün, içinde taşındıkları iletim borularına bağlanma (*Adezyon*) gücünün ve transpirasyon sonucu iletim borularında oluşan *Emme Gücünün* (basınç eksilmesinin-negatif basıncın) yardımlarıyla ksilemin trakeri elementlerinde suyun yukarı doğru taşınması.
- ▶ Bu kuram bitkilerde suyun yukarı doğru taşınmasında en çok kabul gören bir kuram olmuştur.



Şekil 4-14. Kohezyon-emme kuramının açıklanmasında kullanılan basit bir sistem

Cam borudaki su sütununun bozulmadan beherdeki suyun yukarı doğru taşınması kohezyon ve adezyon güçlerinin yer çekimi gücüne göre daha fazla olması ile ilgilidir. Yer çekimi gücü kohezyon ve adezyon güçlerinden fazla olduğu zaman su sütununda parçalanma görülür ve suyun yukarı doğru hareketi durur.

Son yapılan araştırmalar, bitkinin tepe kısmında oluşan emme gücünün (negatif basıncın) ksilem elementlerindeki su sütununun yukarı doğru çekilmesine yetecek güçte olduğunu göstermiştir.



Şekil 4-15. Ksilem elementlerinden trake (Vessel) elementinin içine hava kabarcığının girmesi ile su sütununun parçalanması. Kavitasyon (Embolizm) olayı

Ksilem elementleri içerisindeki su sütununun parçalanmadan yukarı çekilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bitkinin tepe kısmında oluşan yüksek emme gücü nedeniyle ksilem elementlerinin içine hava kabarcıkları girebilmekte ve su sütunu parçalanmaktadır.

Bu olgu *Kavitasyon* (cavitation) ya da *Embolizm* (embolism) olarak ifade edilmektedir

Transpirasyon oranının düşük olduğu gece ksilemde hidrostatik basınç yükselir ve bunun bir sonucu olarak da hava kabarcıkları ksilem suyunda çözünür. Kimi bitkilerde oluşan kök basıncı da benzer etkiyi yapabilir.

# Bitkilerin Kök Üstü Organları Tarafından Suyun Alınması ve Taşınması

- ▶ Az ve sınırlı da olsa bitkiler yaprak, gövde gibi kök üstü organlarıyla sıvı ve buhar şeklindeki suyu alırlar. Tüm bitkilerin yaprakları aracılığıyla ayrımlı miktarlarda olmakla beraber su aldıkları saptanmıştır.
- ▶ Yapraklarda su alımı, gözeneklerle birlikte doğrudan epidermal hücreler aracılığıyla da gerçekleşir. Kütin tabakasının geçirgenlik durumu da kök üstü organlarda su alımını etkiler.
- ▶ Kök üstü organlarından su alımı, su potansiyeline bağlı olarak osmotik kurallara göre gerçekleşir