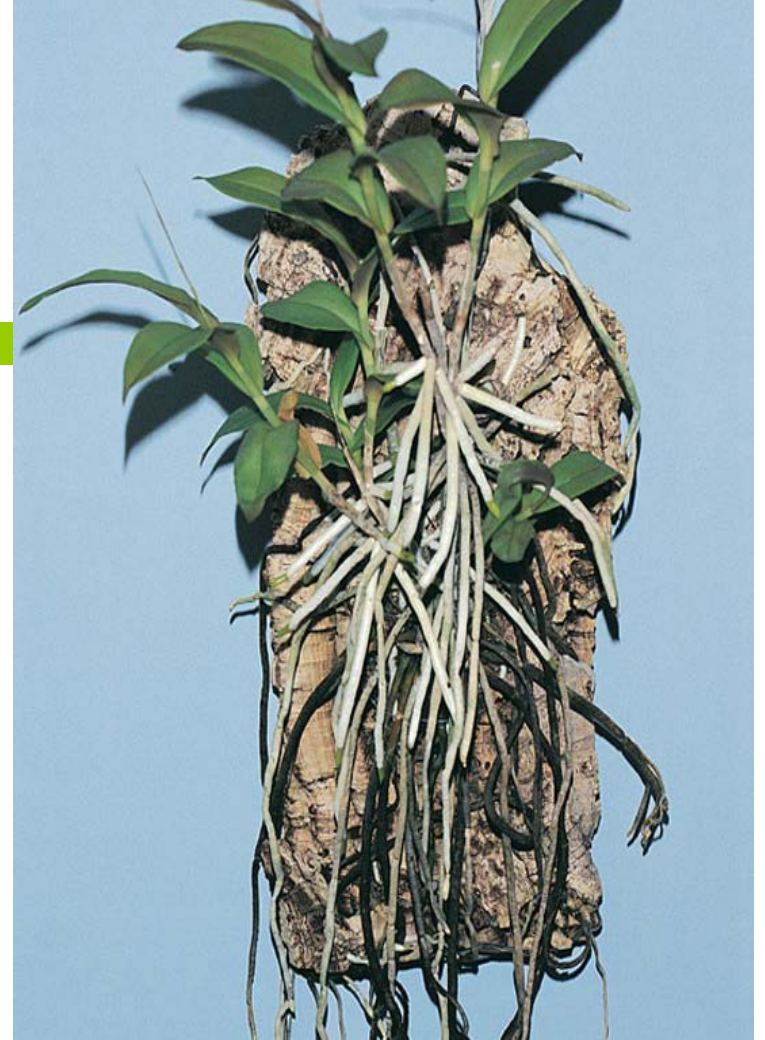


# BİTKİ KÖKLERİ VE KÖK GELİŞİMİ

Kökler bitkiyi yetiştiği ortama bağlamak, su ve besin maddelerini almak ve bunları bitkinin toprak üstü organlarına taşımak, birtakım hormonlar ve organik bileşikler salgılamak ve bu sayede besin çözültisinde besin maddelerinin yararlılığını sağlamak gibi fonksiyonlara sahiptir.

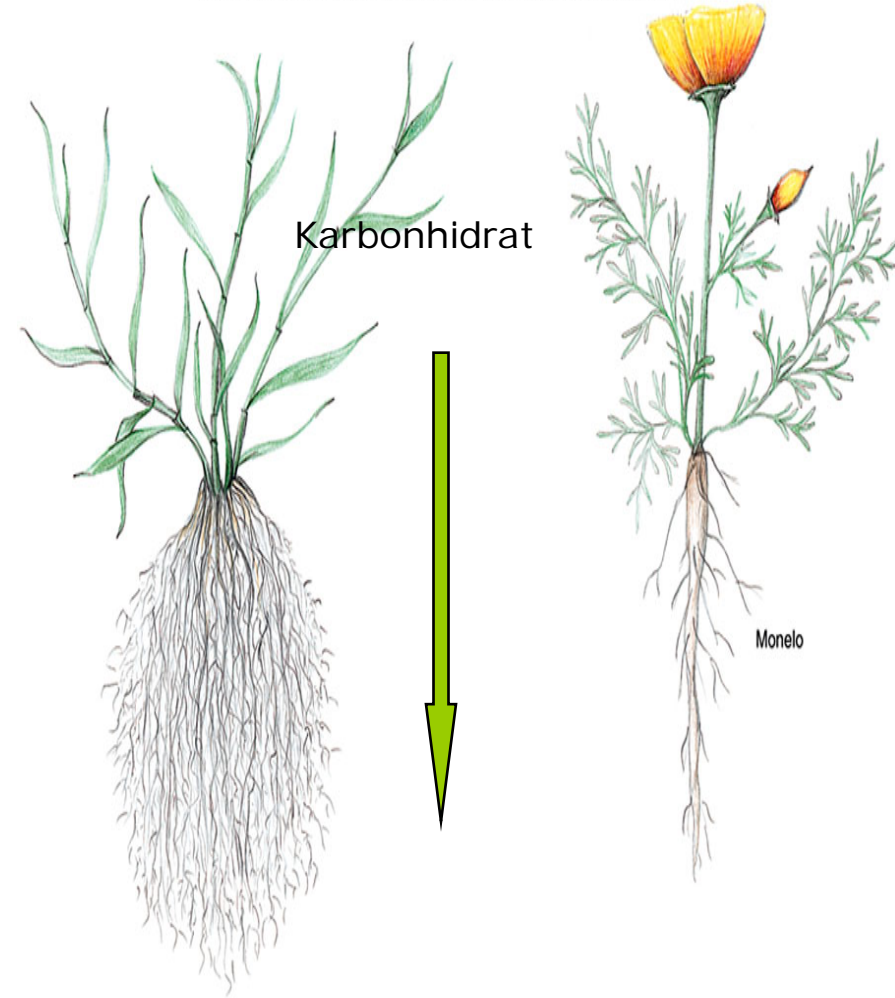
Kökler ayrıca su, besin maddesi, tuzluluk gibi stres koşullarında, bitkinin zarar görmemesi için hormonal bazı sinyalleri gövdeye göndermek suretiyle, toprak üstü aksamın bu olumsuz koşullara uyması için gerekli önlemleri almasını sağlamaktadır.



# Karbonhidratların Köke Taşınması

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- Bitki çeşidi ve bitkinin gelişme durumuna bağlı olarak, fotosentez ürünleri olan karbonhidratların % 25-50' si hergün gövdeden köklere, kök gelişimi ve köklerin iyon alımı gibi fonksiyonlarını karşılamak için gönderilir. Köke gelen karbonhidratların yaklaşık yarısı respirasyonda kullanılır.
- Genç bitkilerde ise karbonhidrat ihtiyacının bir kısmı çimlenmeden hemen sonraki dönemde tohumdaki rezervlerden ve fotosentezden sağlanır.
- Bu aşamadan sonra kök gelişimi üzerine ışığın dolayısı ile fotosentez oranının önemi artar. Düşük ışık intensitesine bağlı olarak fotosentezin sınırlanması gövdeye göre kök gelişimini daha çok etkilemektedir.



**Çizelge 6.1.** Değişik ışık intensitesinde rizobium ve mikoriza ile aşılanarak veya aşılanmayarak 35 gün süreyle yetiştirilen bezelye bitkisinin kök ve gövde gelişimi

Uygulama		Işık intensitesi ( $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Kuru ağırlık (mg bitki <sup>-1</sup> )		Kök/Gövde oranı	Kök uzunluğu (m bitki <sup>-1</sup> )
Rizobium	Mikoriza		Gövde	Kök		
-	-	390	506	306	0.60	31.7
-	-	190	248	105	0.42	11.3
+	+	390	592	168	0.28	17.7
+	+	190	326	73	0.22	6.4

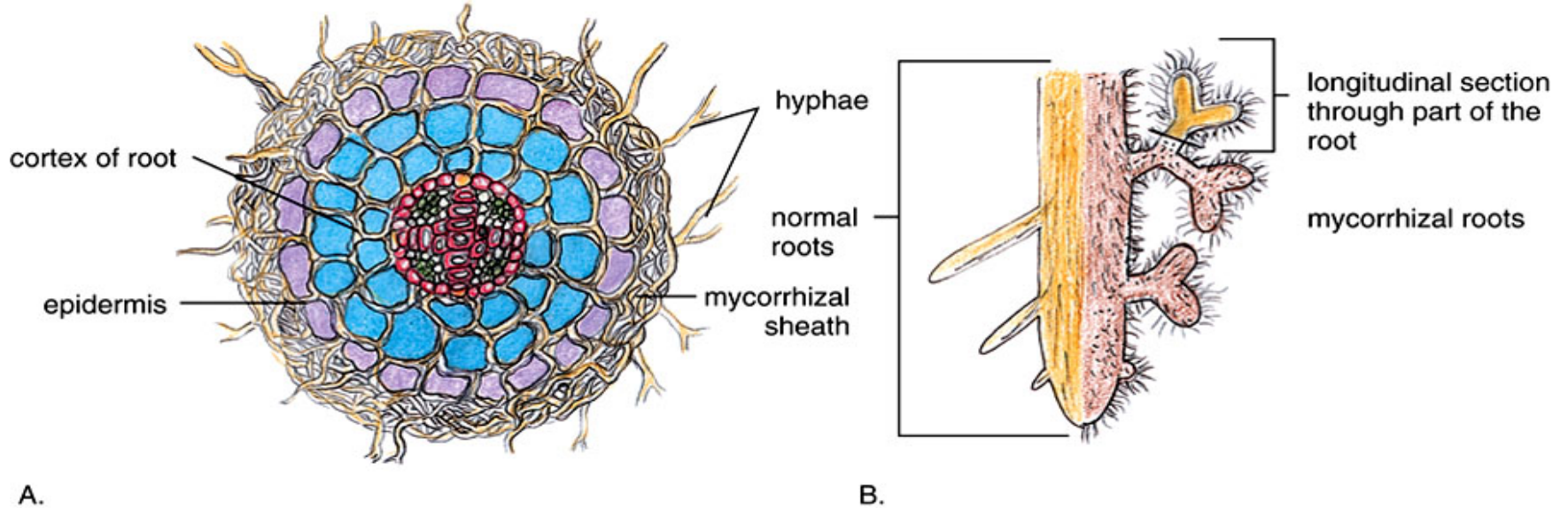
Genel olarak bitki köküyle simbiyotik yaşayan rizobium ve mikoriza karbonhidrat bakımından bitki köküyle rekabet halindedir. Köke gelen karbonhidratların yaklaşık % 15-30' u simbiyotik canlılar tarafından kullanılmaktadır.

Işık aynı zamanda kök gelişimi için gerekli olan hormonların gövdede sentezi için de gereklidir.

# Mikoriza

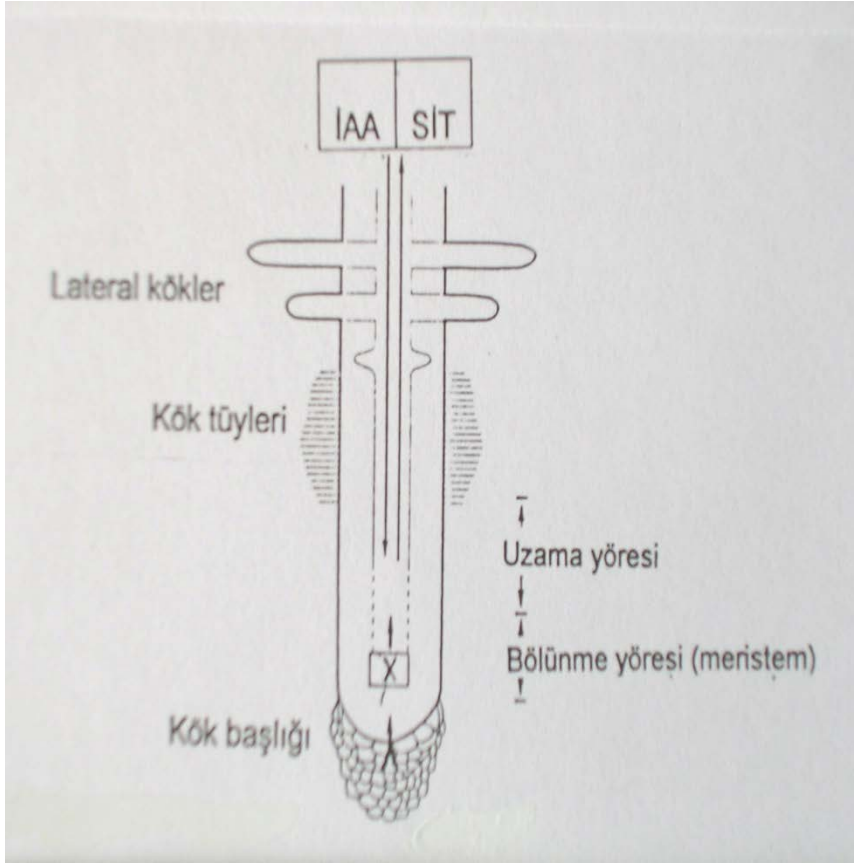
- Mikorizalar bitkilerle ortak yaşayan funguslardır.
  - Mikorizalar topraktan bitkilerin çözemedikleri P u çözerek bitkinin yararına sunarlar..

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



## Kök Morfolojisi ve Hormonal Etkileşimler

Bitki kökleri arasında genotipik ve fenotipik olarak büyük farklılıklar olmasına rağmen, köklerin morfolojik olarak temelde birbirine benzeyen özellikleri genel olarak Şekil 6.1' de verilmiştir.



**Şekil 6.1.** Kök morfolojisinin temel kısımları ve hormonal etkileşimler (IAA= indol asetik asit, Sit= sitokinin, x= tanımlanamamış hormonlar, ABA ?)

## Olgunlaşma bölümü – hücre farklılaşması

Protoderm

İç Meristem

Provascular

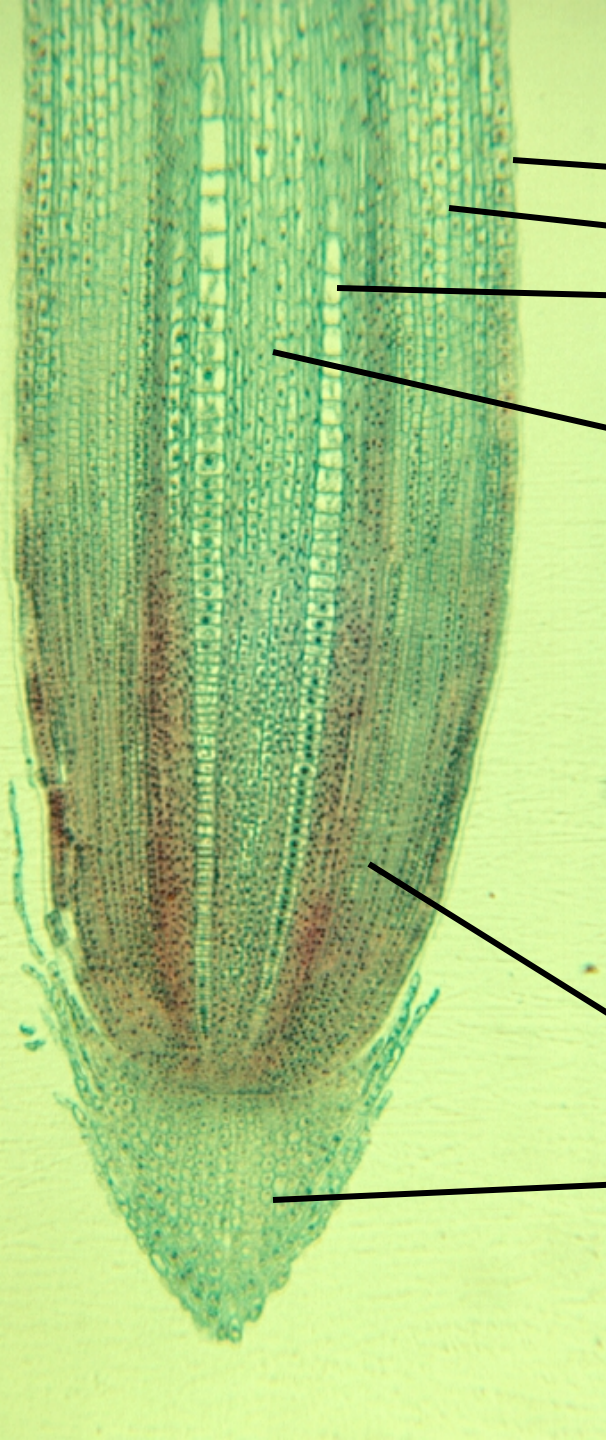
Uzama bölümü- hücre genişlemesi

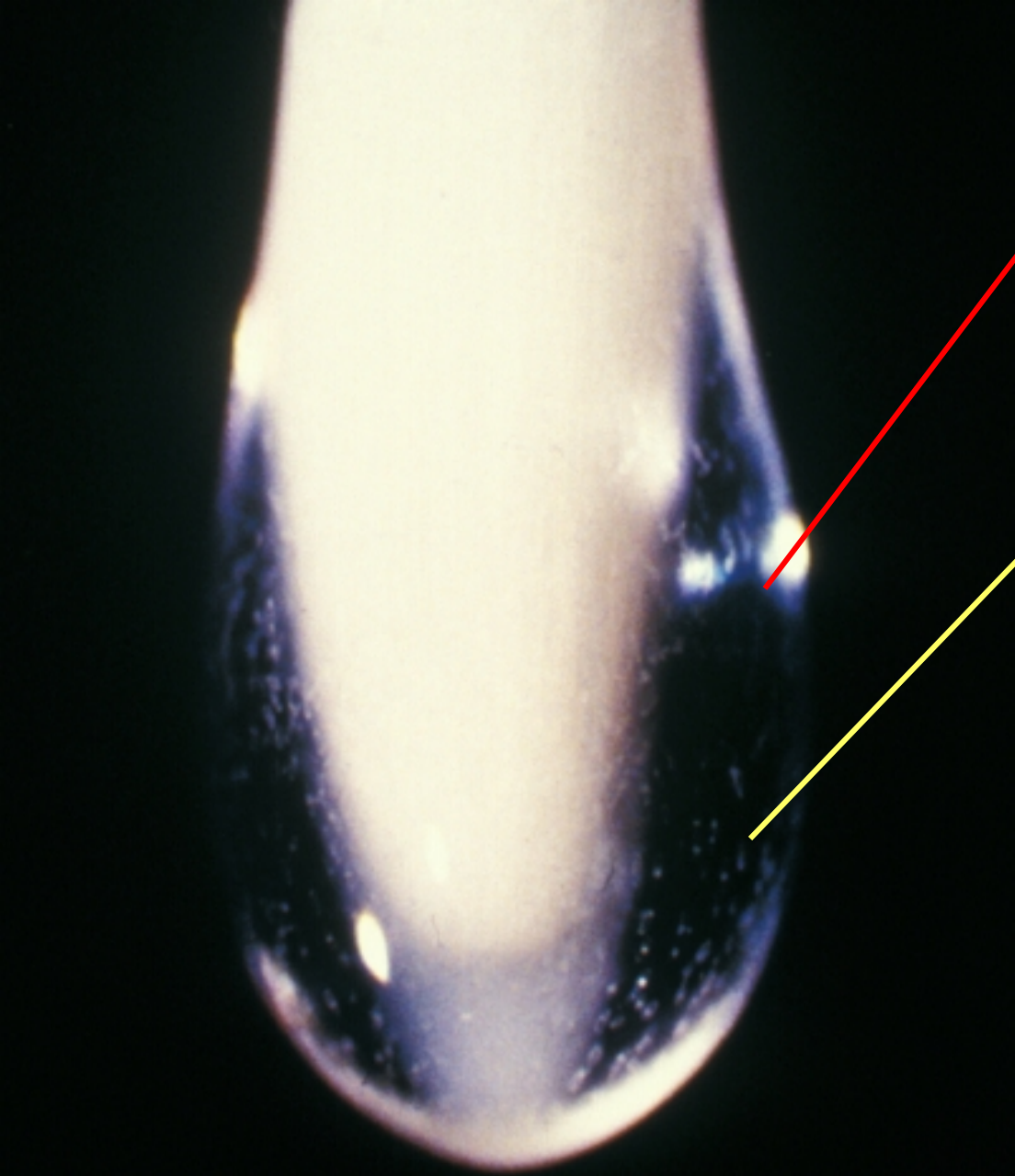
**Kökün büyüyen ve genişleyen kısımlarında kök tüyü yok!**

**Toprak parçacıkları arasındaki hareket kesiklere yol açar.**

Hücre bölünme bölümü- mitozis ile yeni hücrelerin oluşumu

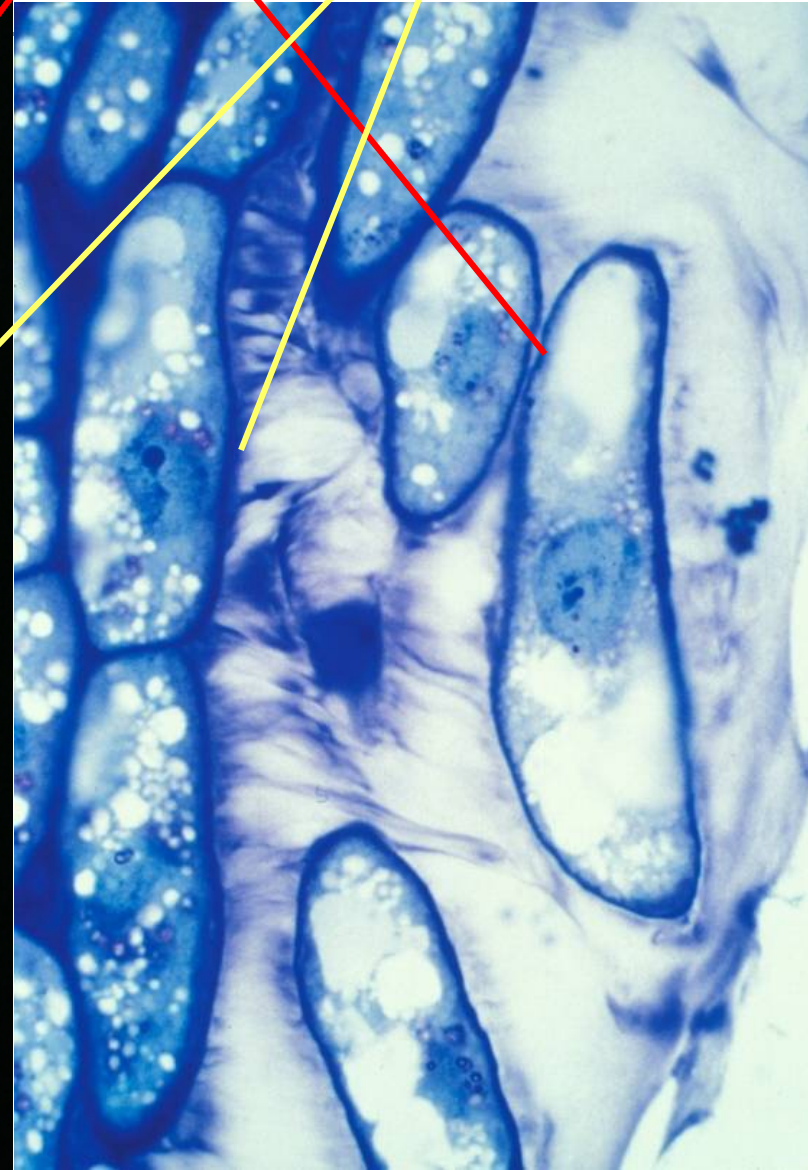
Kök başlığı-





Musilaj

Kabuk deęiřtiren hücresler



# Gravitropizm

Kök hücreleri yerçekimini algılar

Oksin üretilir

Oksin uçlarda akümüle olur

Kök gelişimi uçlarda yavaşlar.

Kök aşağı doğru kıvrılır

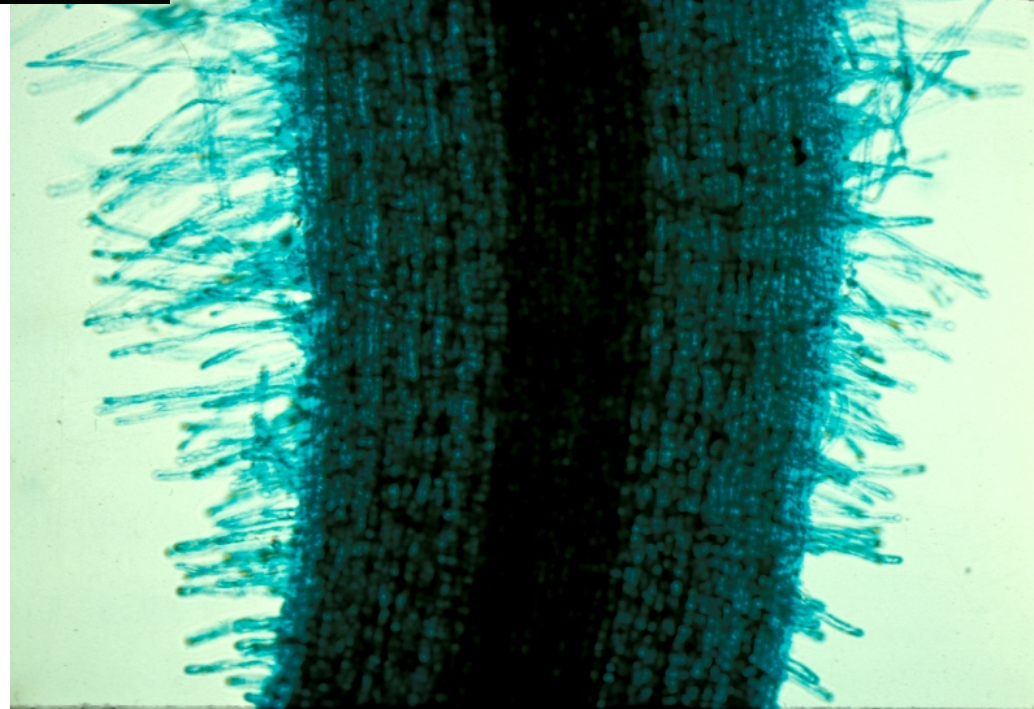
## Su ve mineral alımı

Kök tüyleri yüzey alanını artırır

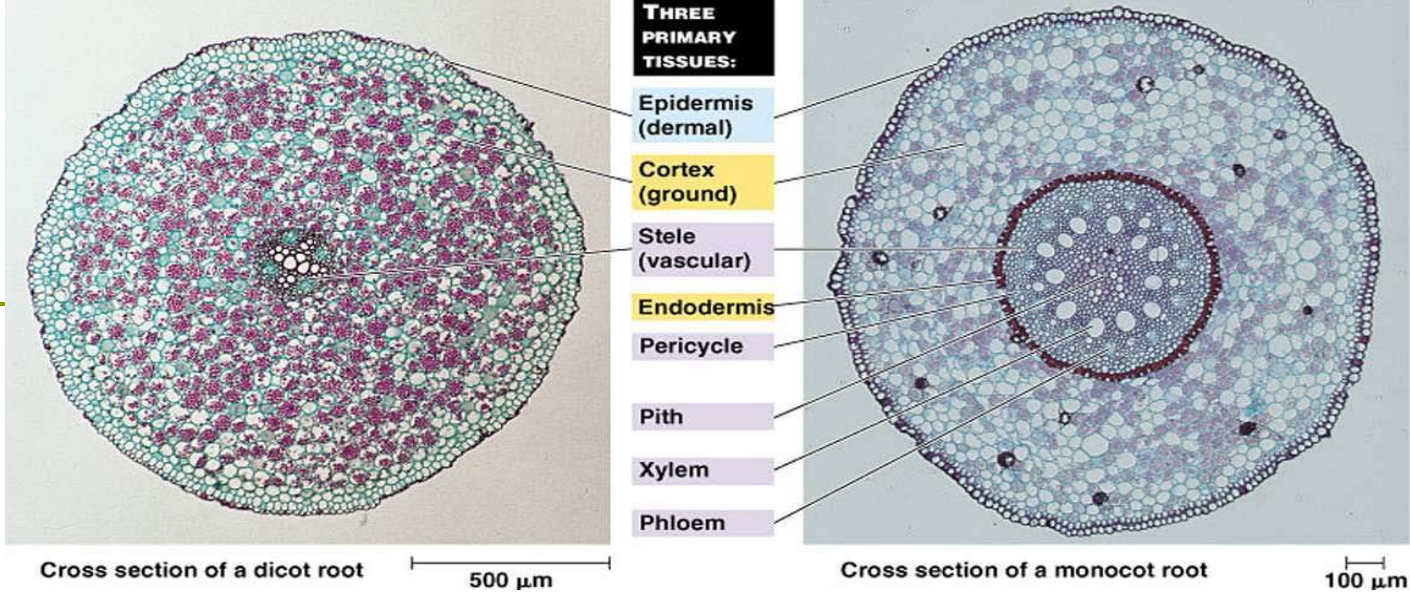
Kök tüyleri asit salgılar( $H^+$ )

$H^+$  Katyonlar ile deęişim yapar

Kökler iyonları alır







•Köklerin ucunda kök başlığı adı verilen kısım kök gelişimi esnasında sürekli yenilenen hücrelerden oluşur. Kök başlığı kök meristemini korur. Bu kısım aynı zamanda fiziksel ve kimyasal sinyalleri (tuzluluk, kuraklık gibi) algılama yeteneğine de sahiptir.

•Meristem dokularının hemen arkasında büyüme ve genişleme yöresi bulunur. Kök başlığından alınan sinyallerle bu bölgede uzama ve genişleme sağlanır. Kök büyümesi hücre duvarlarının uzamasıyla gerçekleşir.

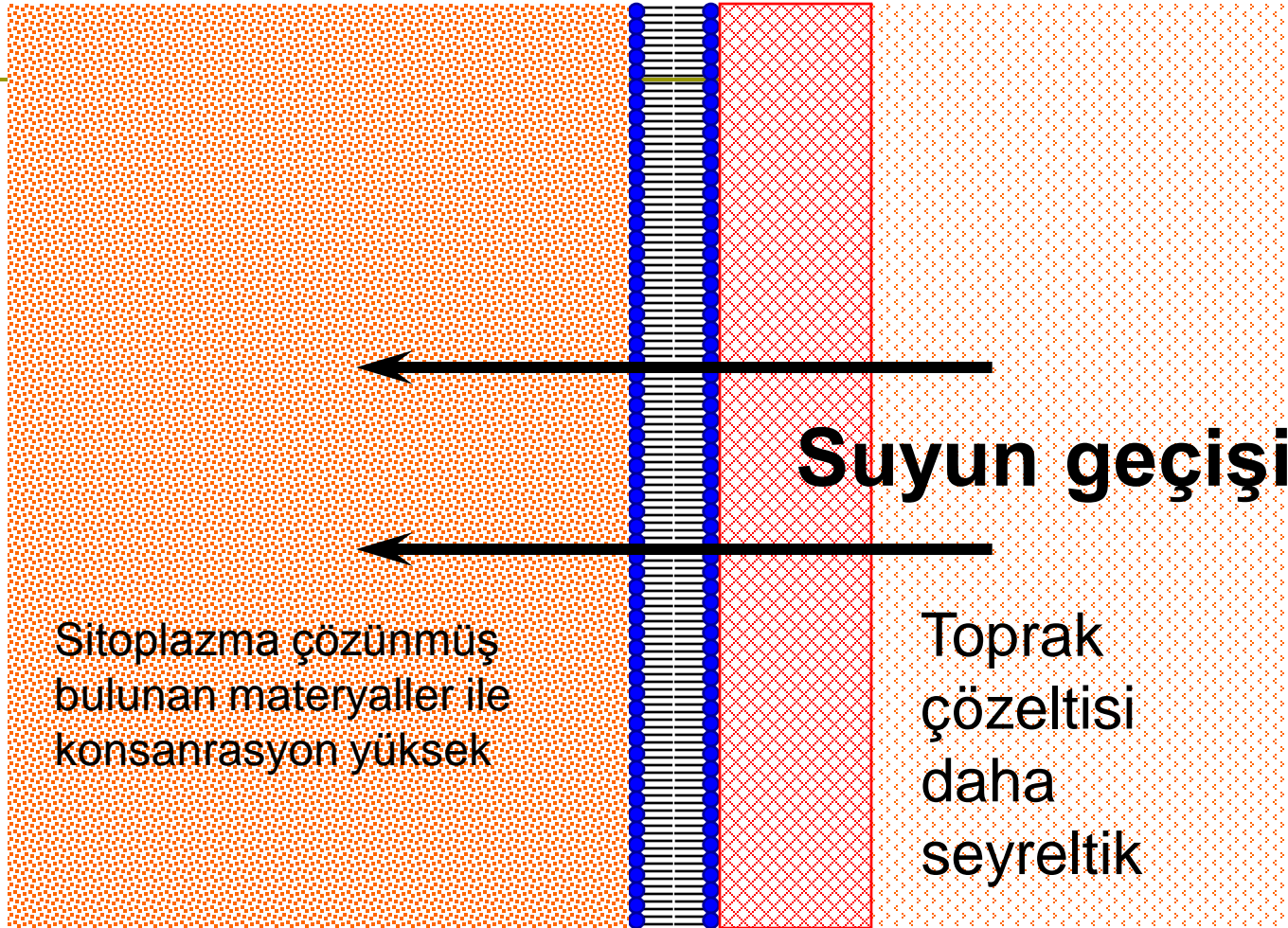
•Büyüme yöresinin hemen arkasında kök tüyleri yer alır. Su ve besin maddelerinin absorpsiyonunda önemli görevlere sahip olan kök tüyleri epidermal hücrelerin uzamasıyla oluşmaktadır.

Turp köklerinde köktüyleri: yüzey alanını artırıyor, su ve mineral alımı artırıyor



Osmozis: suyun su potansiyeli yüksek olan yerden düşük olan yere taşınımı

Hücre membranı Hücre duvarı



**Suyun geçişi**

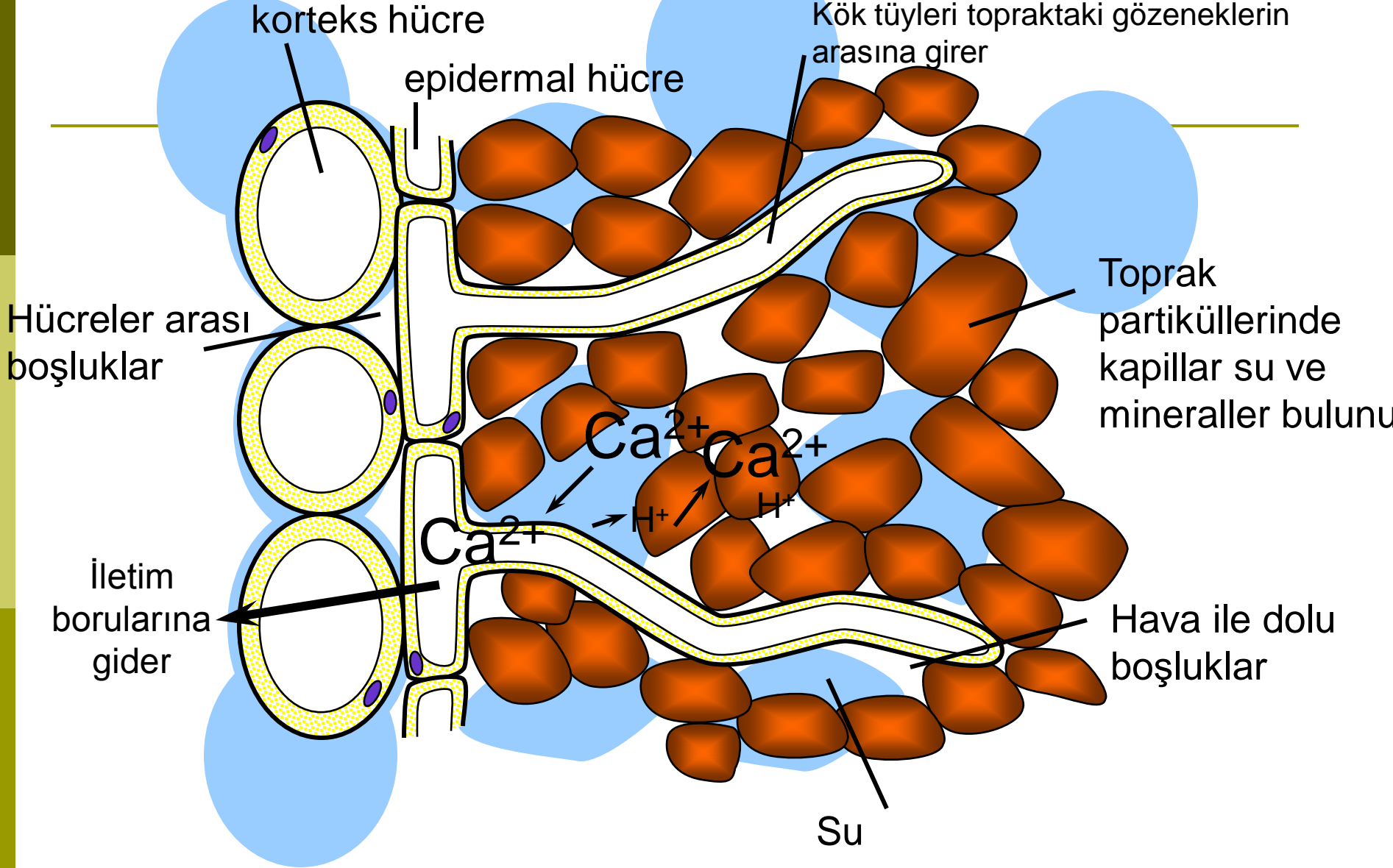
Sitoplazma çözünmüş  
bulunan materyaller ile  
konsanrasyon yüksek

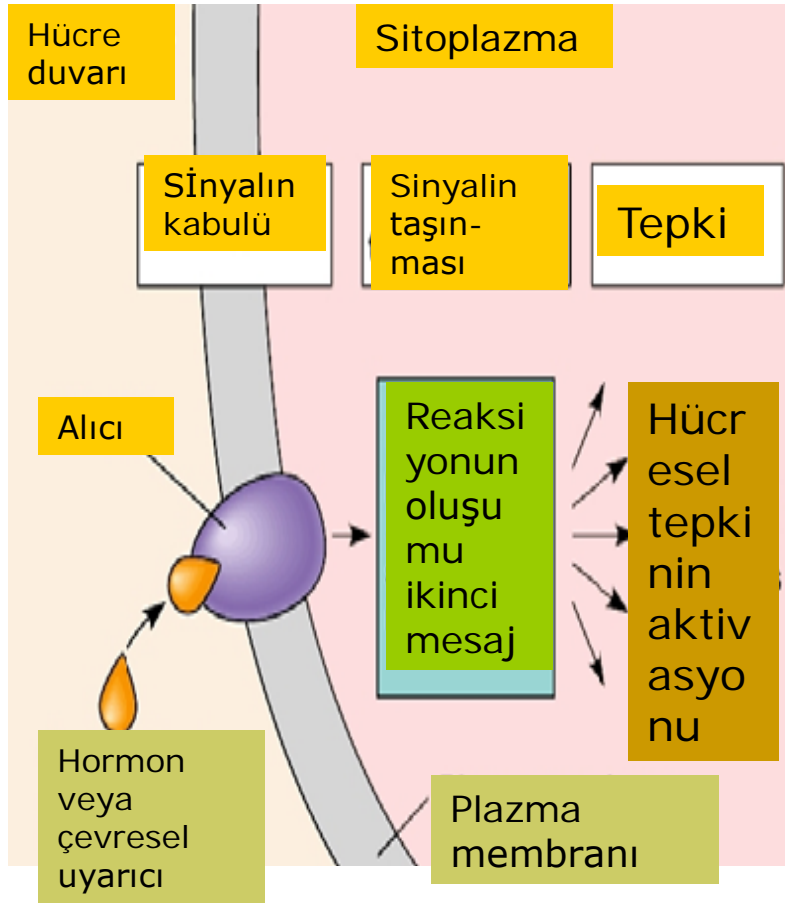
Toprak  
çözeltisi  
daha  
seyreltik

**Su potansiyeli  
düşük**

**Su potansiyeli  
yüksek**

Kök tüyleri **katyon değişiminden** sorumludur.





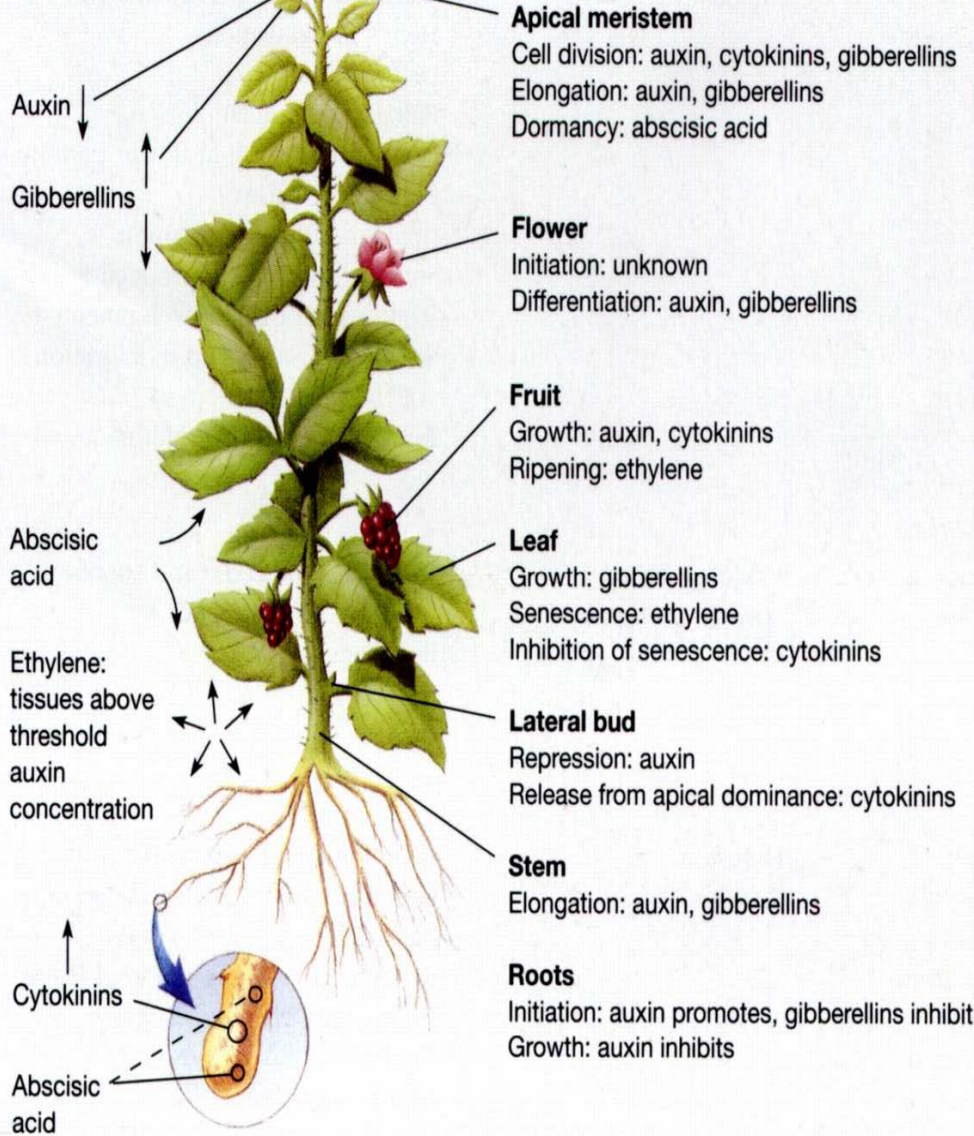
Oksin hormonları kök büyümesi ve gelişimi üzerine önemli etkilere sahiptirler. Gövde veya endospermde oluşan bu hormonlar, daha sonra köklere gönderilirler ve burada birikirler.

Kökler İAA' e oldukça hassastırlar. İAA' in  $10^{-9}$  M gibi düşük konsantrasyonlarında bile hücre büyümesi sağlanabilmektedir. Bununla birlikte dışarıdan yüksek düzeylerde uygulanan İAA' in kök ucundaki hücre genişlemesi etilen oluşumu nedeniyle engellenebilmektedir Yatay (lateral) kök oluşumu üzerine oksin hormonlarının olumlu etkileri vardır.

Sitokininler kök ucunda sentezlenirler ve ksilem aracılığıyla gövdeye taşınırlar. Oksinlerin aksine yüksek konsantrasyonlardaki sitokinin sadece kökün eksenini boyunca büyümesini engellemekle kalmayıp, lateral köklerin oluşumunu da engellemektedir.

PRODUCTION AND TRANSPORT

HORMONE ACTION



**Kök gelişimi üzerine ABA' in rolü henüz netlik kazanmamıştır. ABA kök ucunda yüksek konsantrasyonda bulunur ve yukarıya doğru konsantrasyonu düşer. ABA' in kök ucunda yüksek konsantrasyonlarda bulunmasının kök gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmektedir**



## Oksinin kök gelişimine etkisi

ABA' in kök gelişimi üzerine etkisi tam bir netlik kazanmamış olmasına rağmen, kurak koşullarda köklerde akümüle olan ABA gövdeye gönderilerek, gövde ve yapraklarda büyümeyi önlediği ve stomaların kapanmasını sağladığı iyi bilinmektedir.



## Giberellinler meyve oluşumunu teşvik eder.

Düşük konsantrasyonlarda ( $< 1 \text{ mg l}^{-1}$ ) etilen kök uzamasını olumlu etkilemektedir. Buna karşılık yüksek konsantrasyonlarda ise kök uzaması engellenirken, kök çapı genişlemekte ve kök tüylerinin sayısı artmaktadır. Suyla doymuş koşullarda yüksek düzeylerde oluşan etilen adaptasyon mekanizması olarak kök korteksinde aerenkima (havalı doku) hücrelerinin oluşumunu sağlamaktadır.

## Bitki besin maddelerinin kök gelişimi üzerine etkisi

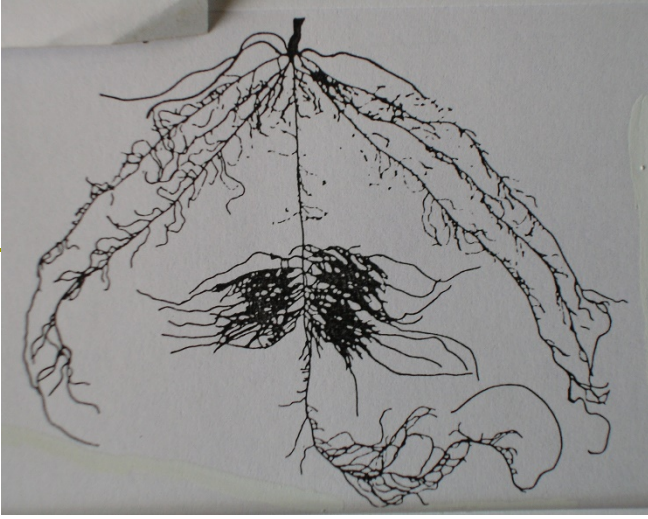
Azot hem gövde hem de kök gelişimini artırıcı etkiye sahiptir. Ancak gövde büyümesindeki artış köke oranla daha yüksektir. Bir başka ifade ile artan düzeylerde azot ile beslenme kök/gövde oranını azaltır.

Bununla birlikte azot fazlalığında kökler inceldiğinden ve dallanma çoğaldığından, kök uzunluğu ve köklerin yüzey alanı artar.

**Çizelge 6.2.** Besin çözeltisine artan düzeylerde uygulanan nitratin patates bitkisinin gövde ve kök gelişimi üzerine etkisi

N düzeyleri (mM)	Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )		Kök/Gövde oranı	Kök yüzey alanı (dm <sup>2</sup> bitki <sup>-1</sup> )	Kök uzunluğu (m bitki <sup>-1</sup> )
	Gövde	Kök			
0.05	0.80	0.45	0.56	63	67
0.5	3.50	1.39	0.40	314	277
5.0	9.20	1.82	0.20	577	502





**Şekil 6.2.** Düşük ve yüksek düzeylerde lokal olarak uygulanan nitratın arpa bitkisinin kök gelişimine etkisi. Kökün orta kısmına 1mM, diğer kısımlara 0.01 mM nitrat verilmiştir.

Fosfor noksanlığında kök/gövde oranı artar. Buna ilave olarak kök yüzey alanı ve kök boyunda artış görülür. Böylece bitkiler topraktaki az fosfordan daha etkili bir şekilde yararlanabilirler.

**Çizelge 6.3.** Fosfor açlığının, 12 günlük mısır bitkisinin kök ve gövde gelişimine etkisi

P' suz gün sayısı	Gövde		Kök		
	Kuru ağı. (g saksı <sup>-1</sup> )	P (%)	Kuru ağı. (g saksı <sup>-1</sup> )	Uzunluk (m saksı <sup>-1</sup> )	Çap (x10 <sup>2</sup> cm)
1	2.10	0.95	0.27	46.4	2.27
2	2.34	0.65	0.31	57.7	2.23
4	1.93	0.32	0.40	75.7	1.99
6	1.65	0.27	0.43	90.8	1.84

# Çay Bitkisinde Borun Etkisi



**Bor**  
**Uygulaması**

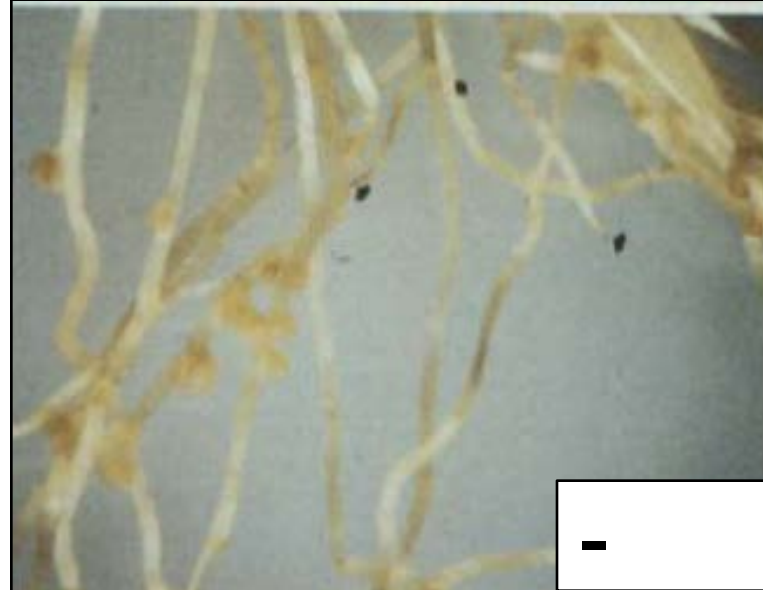
**Bor**  
**Noksanlığı**

**Kaynak: Hajiboland & Bastani,  
2014**



+

**Bor**



-

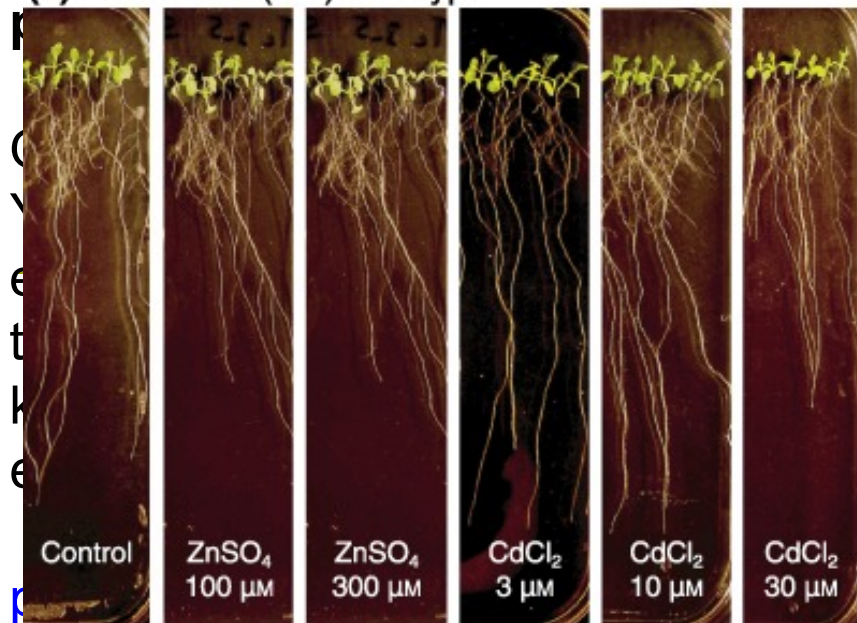
**Bor**

**Şekil 1:** Bor beslenmesinin bezelye bitkisinde nodülleşme üzerine etkisi (Bolanos ve Ark. Plant Physiol).

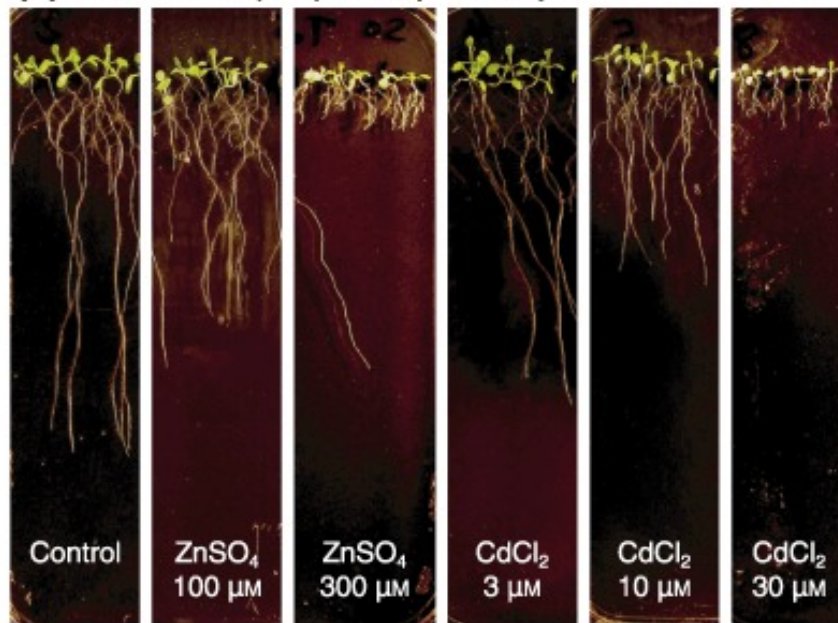
# Şekerpancarı kökünde bor eksikliği



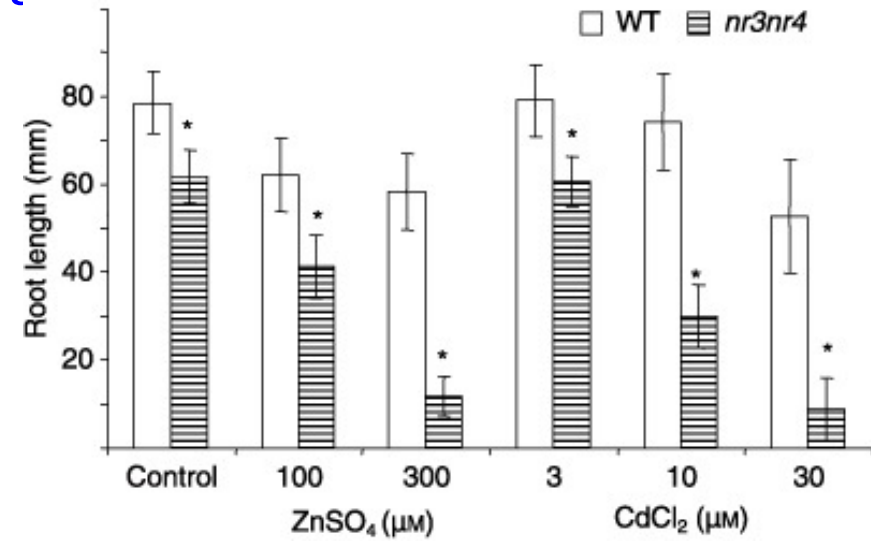
(a) *A. thaliana* (Ws) wild-type



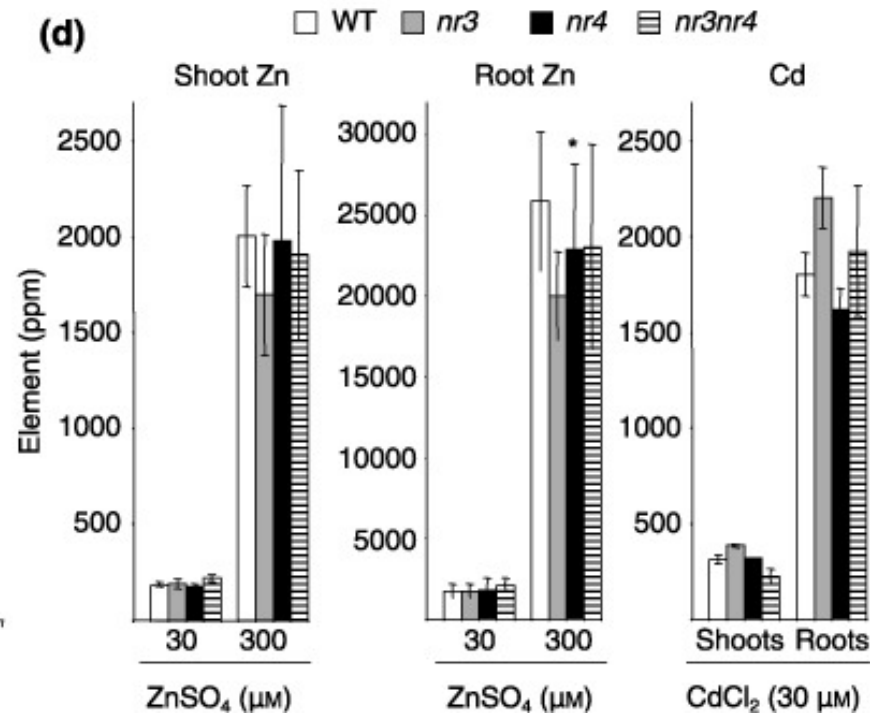
(b) *A. thaliana* (Ws) *nramp3nramp4*

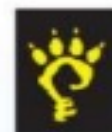


(c)



(d)





WOLFTRAX  
INNOVATIVE NUTRIENTS

## Importance of Early Delivery of Zinc



Broadcast, Pre-plant  
application of Zinc DDP  
coated on N-P-K dry  
fertilizer

- ZINC - Better Root Development can have Significant Benefits
  - Better water utilization
  - Better utilization of other applied N-P-K-S fertilizers
  - Higher yield potential





**4, 13, 41, 144, 397 and 1328  $\mu\text{M}$  calcium**





Download from  
[Dreamstime.com](https://www.dreamstime.com)

for commercial use without permission

© 2019

Photo: Dreamstime.com

for commercial use without permission

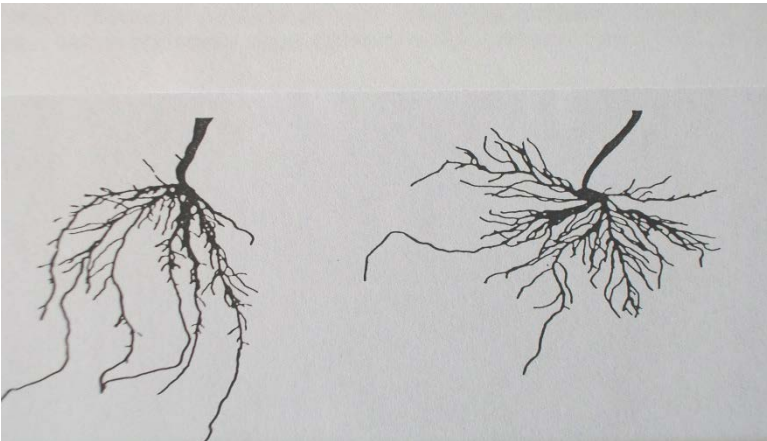
## Küçük molekül ağırlıklı organik bileşikler

Çözünebilir organik bileşikler kök gelişimini etkileyebilmektedir. Büyük molekül ağırlıklı organik bileşikler (fulvik asitler) ve fenoller gibi bazı küçük molekül ağırlıklı organik bileşiklerin düşük konsantrasyonları kök gelişimini motive etmektedirler.

Küçük molekül ağırlıklı organik bileşiklerin yüksek konsantrasyonları kök gelişimini önleyici etkiye sahiptir.

## Mekanik direnç

Bitki kökleri ortamın gözeneklerden rahatlıkla yayılabilmektedir. Kökler gözeneklerindeki dağılımının yanında, köklerin ilerlemesine karşı toprağın mekanik direncini yendiği sürece gözenek olmayan kısımlara da yayılabilmektedir. Bu koşullarda gerek gözeneklerin azalması gerekse mekanik direncin artması sebebiyle kök dağılımı sınırlanmaktadır.



**Şekil 6.3.** İki farklı hacim ağırlığına sahip toprakta yetişen genç arpa bitkisinin kök sistemleri. Sol; 1.35 g cm<sup>-3</sup>, Sağ; 1.50 g cm<sup>-3</sup>

## Ortamın Ozmotik basıncı

EC' nin yükselmesi besin çözeltisinde su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır.

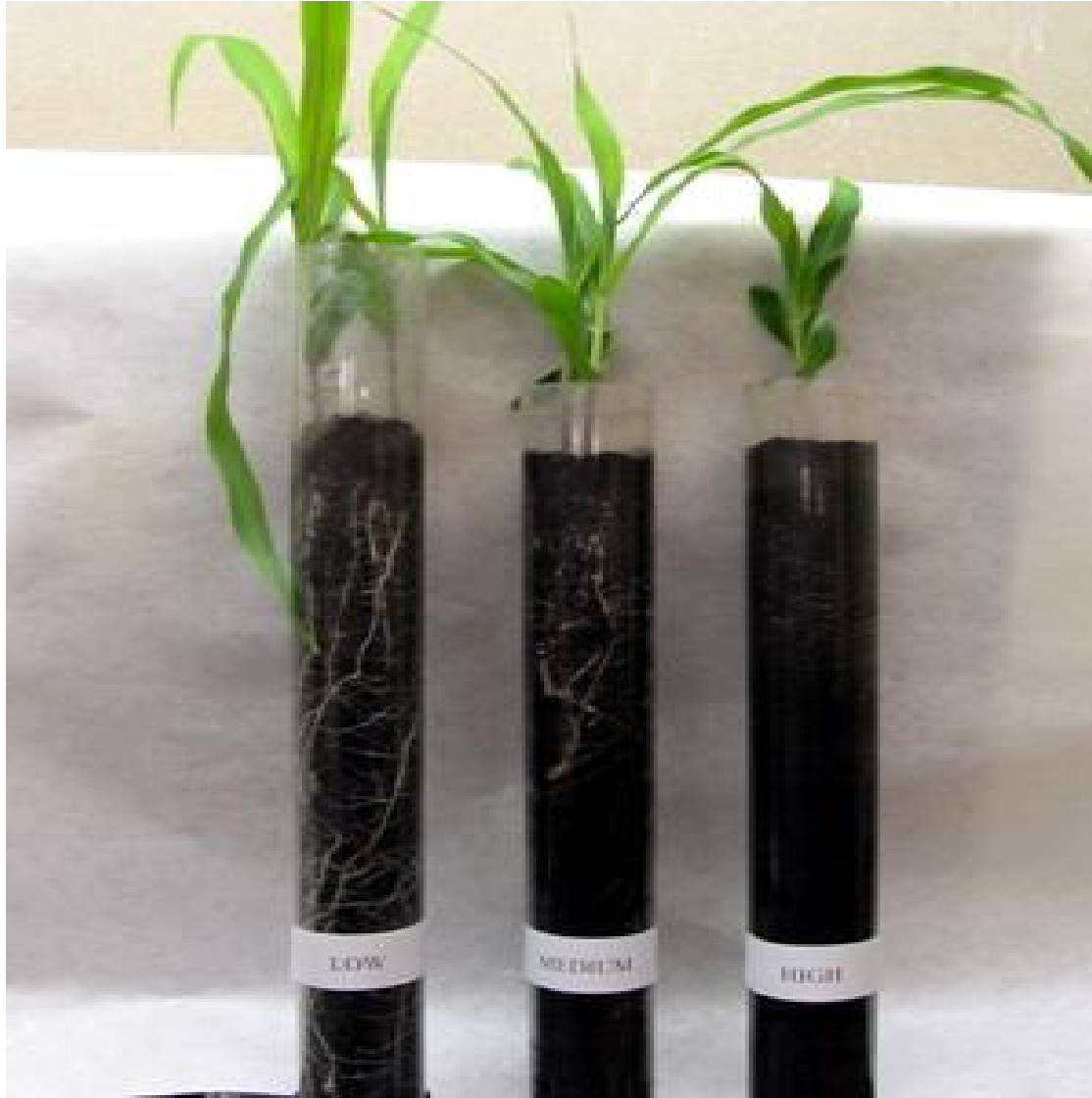
~~Çizelge 6.5. Vermikulitte yetiştirilen mısır bitkisinin gövde ve kök gelişimine su stresinin etkisi~~

Uygulama	Kuru ağırlık (mg bitki <sup>-1</sup> )		
	Gövde	Kök	Kök/Gövde
21. gün Kontrol	114	40	0.39
Su stresi	44	28	0.64
34. gün Kontrol	230	106	0.46
Su stresi	48	45	0.94

Su stresinde köklerde ABA' in sentezi arttığından, stres sinyali kökler aracılığıyla gövdeye ABA' in gönderilmesine ve böylece gövde ve yapraklarda büyümenin yavaşlamasına sebep olmaktadır. Bu mekanizma ile gövdenin su ihtiyacı oransal olarak minimuma indirilmiş olur ve sonuçta bitkiler kuraklığa dayanma şansı kazanır.

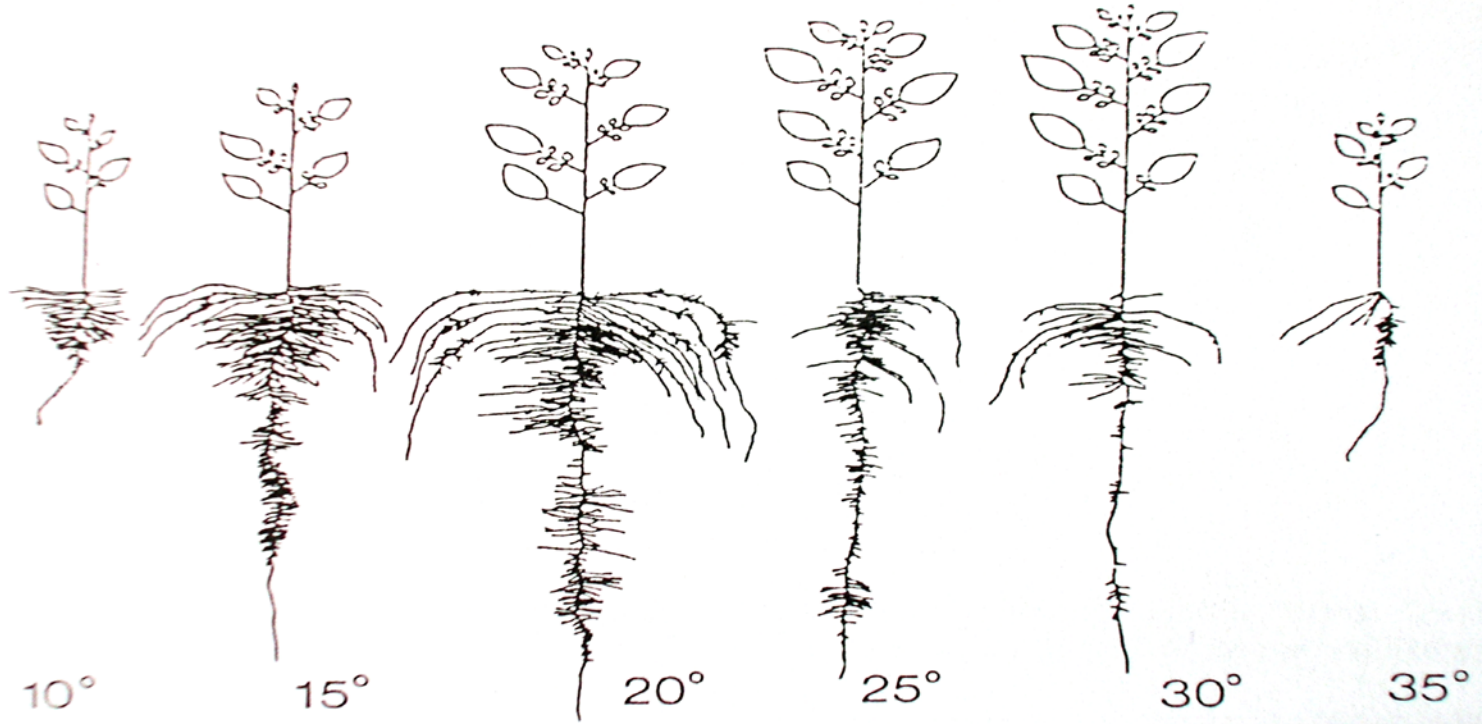
# Kompaksiyon ve kök gelişimi

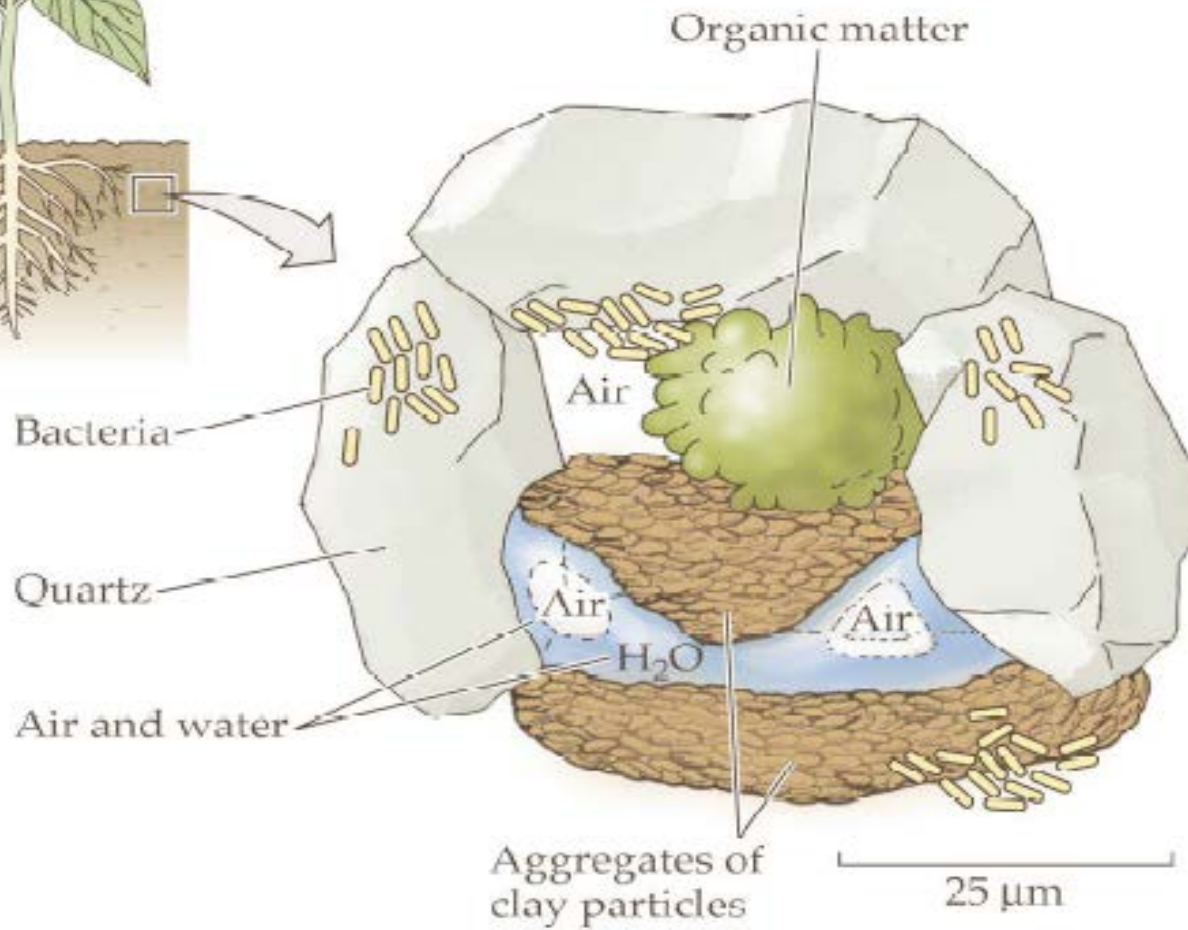
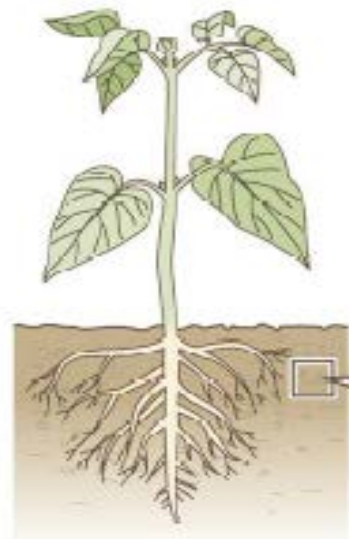
---

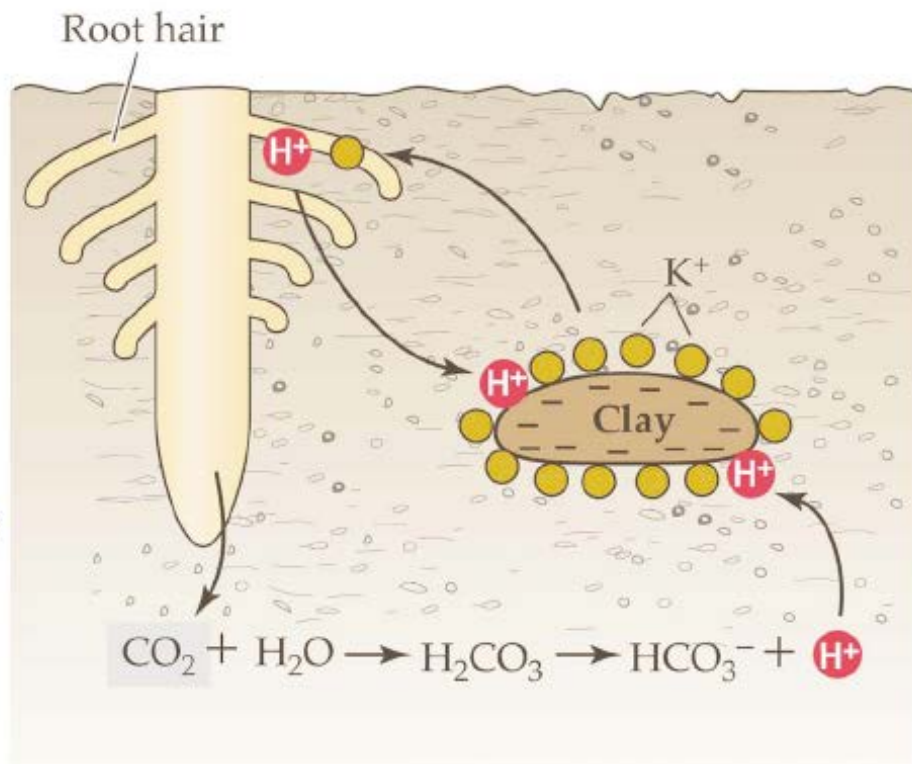
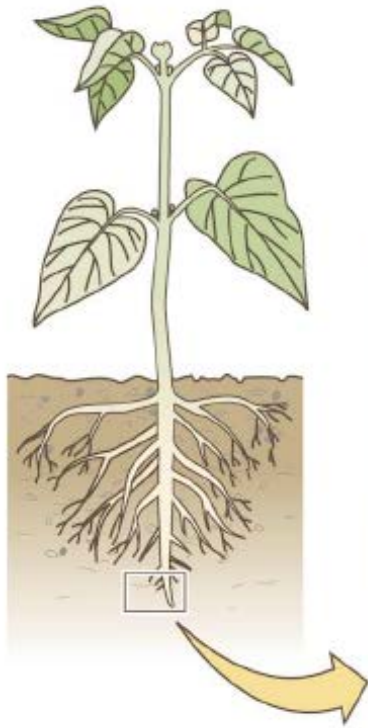


## Ortam sıcaklığı

Yüksek ve düşük sıcaklıkları kök gelişimini sınırlandırır. Kök gelişimi için optimum toprak sıcaklığı bitki çeşidine göre değişiklik gösterir.







# Köklerde iyon hareketi

