

ZTO 235 BİTKİ FİZYOLOJİSİ

Doç. Dr. Özge ŞAHİN

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü**

06110 Ankara

osahin@ankara.edu.tr

BİTKİ KÖKLERİ VE KÖK GELİŞİMİ

Kökler bitkiyi yetiştği ortama bağlamak, su ve besin maddelerini almak ve bunları bitkinin toprak üstü organlarına taşımak, birtakım hormonlar ve organik bileşikler salgılamak ve bu sayede besin çözeltisinde besin maddelerinin yayılmasını 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.



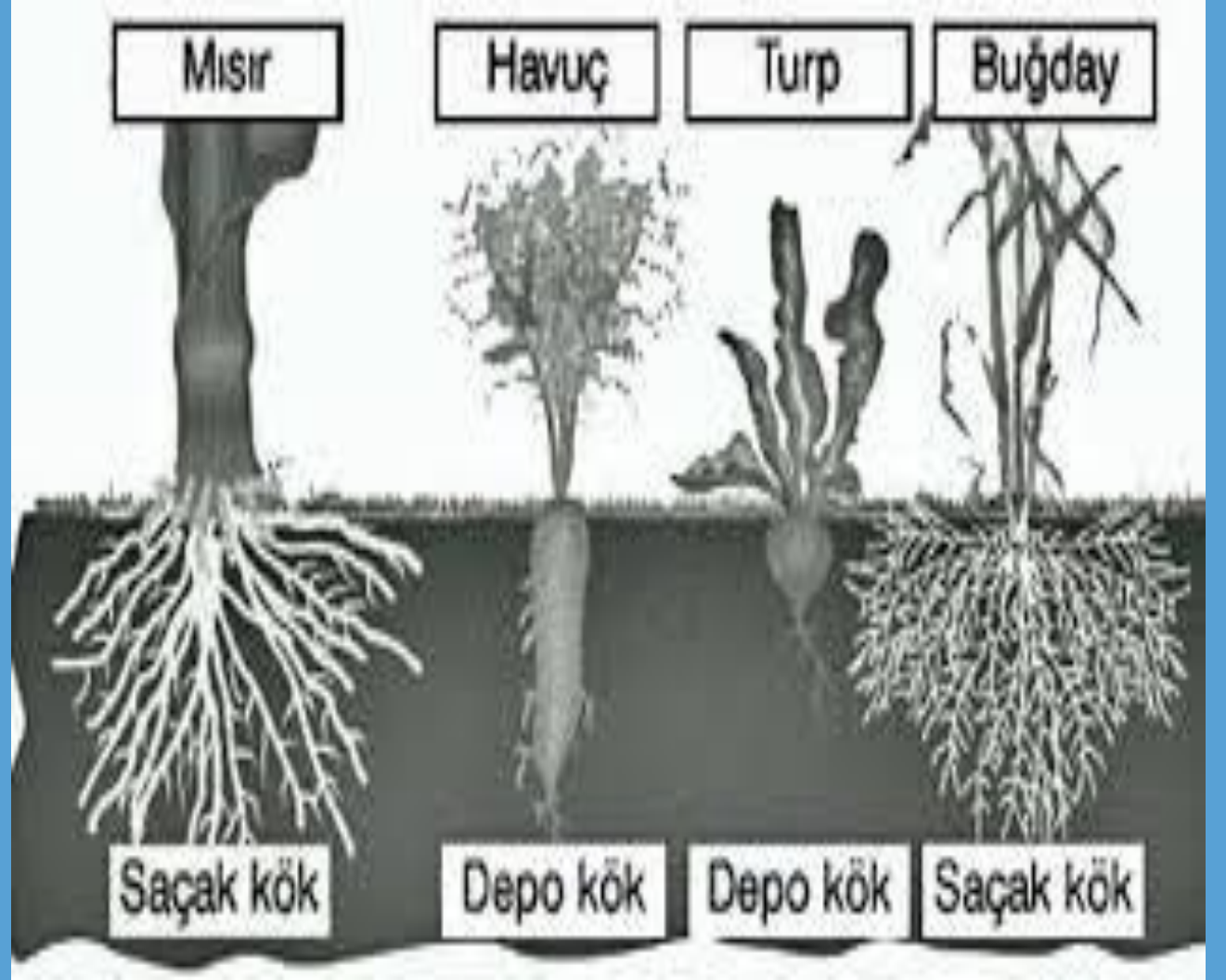
Kök Çeşitleri

Kazık kök, saçak kök ve depo kök olmak üzere üç çeşittir:

1. **Kazık kök:** Ana kök ve yan köklerden oluşur. Fasulye, lahana ve havuç kökleri bu tür köke örnektir

2. **Saçak kök:** Ana kök bulunmaz. Kök bir püskül şeklinde tek noktadan çıkar. Mısır, buğday, soğan bitkilerinin kökleri böyledir.

3. **Depo kök:** Besin depo edebilen köklerdir. Havuç, turp, pancar gibi bitkilerin kökleri böyledir.



KÖK GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİ YAPAN FAKTÖRLER

Toprak nemi

Toprak havası

- ✓ toprak havasının O_2 kapsamı
- ✓ toprak havasının CO_2 kapsamı
- ✓ toprak havasında bulunan anoerobik parçalanma
- ✓ sonucu oluşmuş hidrojen sülfür, metan ve hidrojen
- ✓ miktarları

Toprak sıcaklığı

Toprak tekstürü

Karbonhidratları kök sistemine taşınması

Bitki besin maddeleri

Kök tüyleri

Kök tüyü asal olarak bir epidermal hücrenin dış duvarının tüy şeklinde dışa doğru uzamasıyla oluşur.

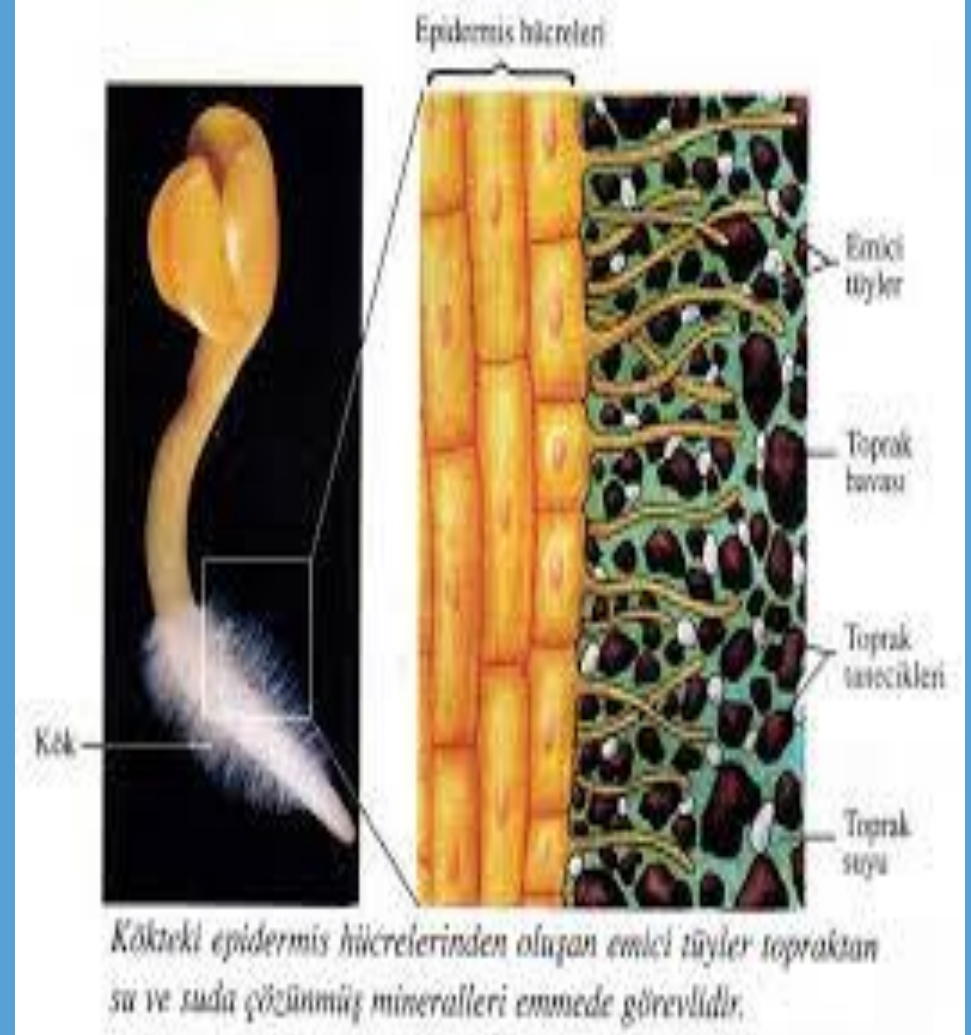
Kök tüylerinin uzunlukları bitki çeşidi ve gelişme ortamına bağlı birkaç mm ile 5-6 cm arasında değişir.

Kalınlıkları ise aşağı yukarı 10 mikrondur.

Kök tüylerin sayısı çevre koşulları ile yakından ilgilidir. Bu etmenler

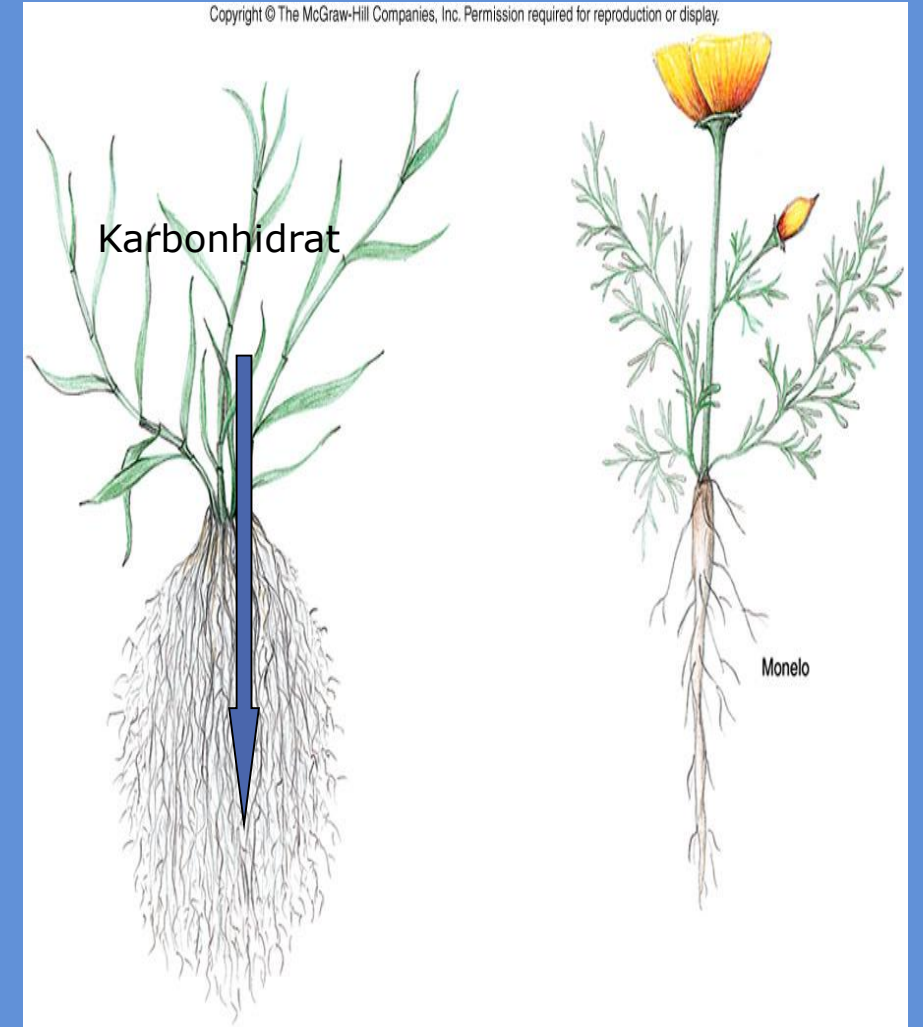
1. Toprağın yarayışlı su kapsamı
2. Sıcaklık
3. pH
4. Toksik maddelerin bulunup bulunmaması
5. Kimi elementlerin fazla veya az olması

Genellikle pH 5.8-7.2 arasında kök tüyleri optimum gelişme gösterir.



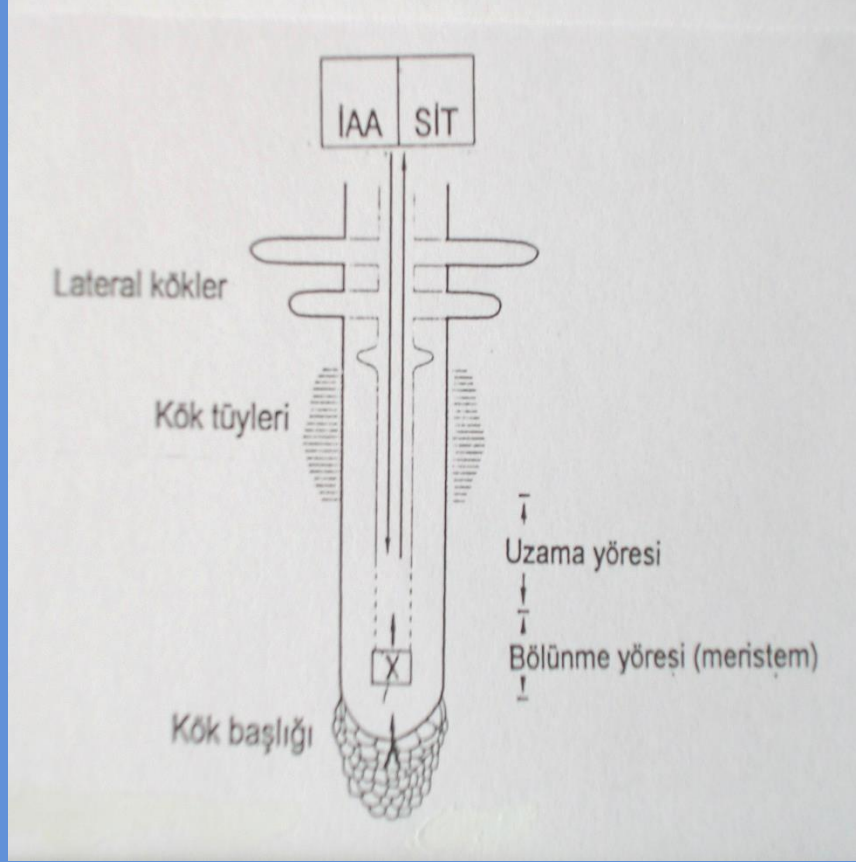
Karbonhidratların Köke Taşınması

- Bitki çeşidi ve bitkinin gelişme durumuna bağlı olarak, **fotosentez ürünleri olan karbonhidratların % 25-50' si her gün 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.



Kök Morfolojisi ve Hormonal Etkileşimler

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



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-

Kök başlığı-

•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.

•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.

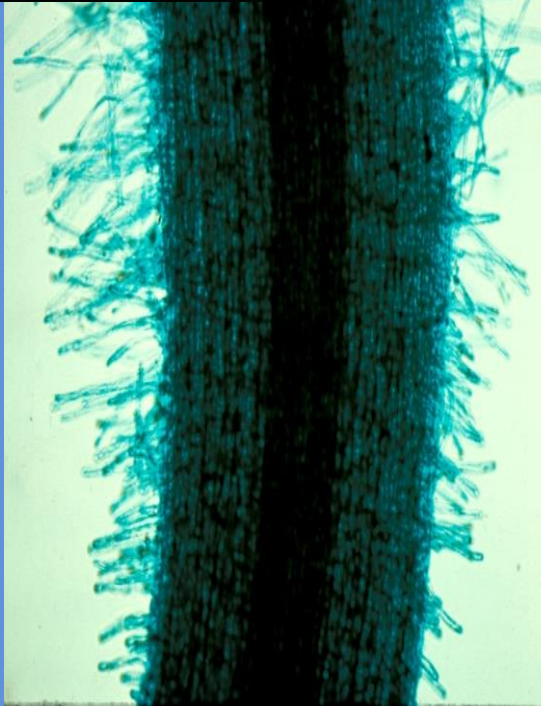


Gravitropizm

Kök hücreleri yerçekimini algılar
Oksin üretilir
Oksin uçlarda akümüle olur
Kök gelişimi uçlarda yavaşlar.
Kök aşağı doğru kıvrılır

Su ve mineral alımı

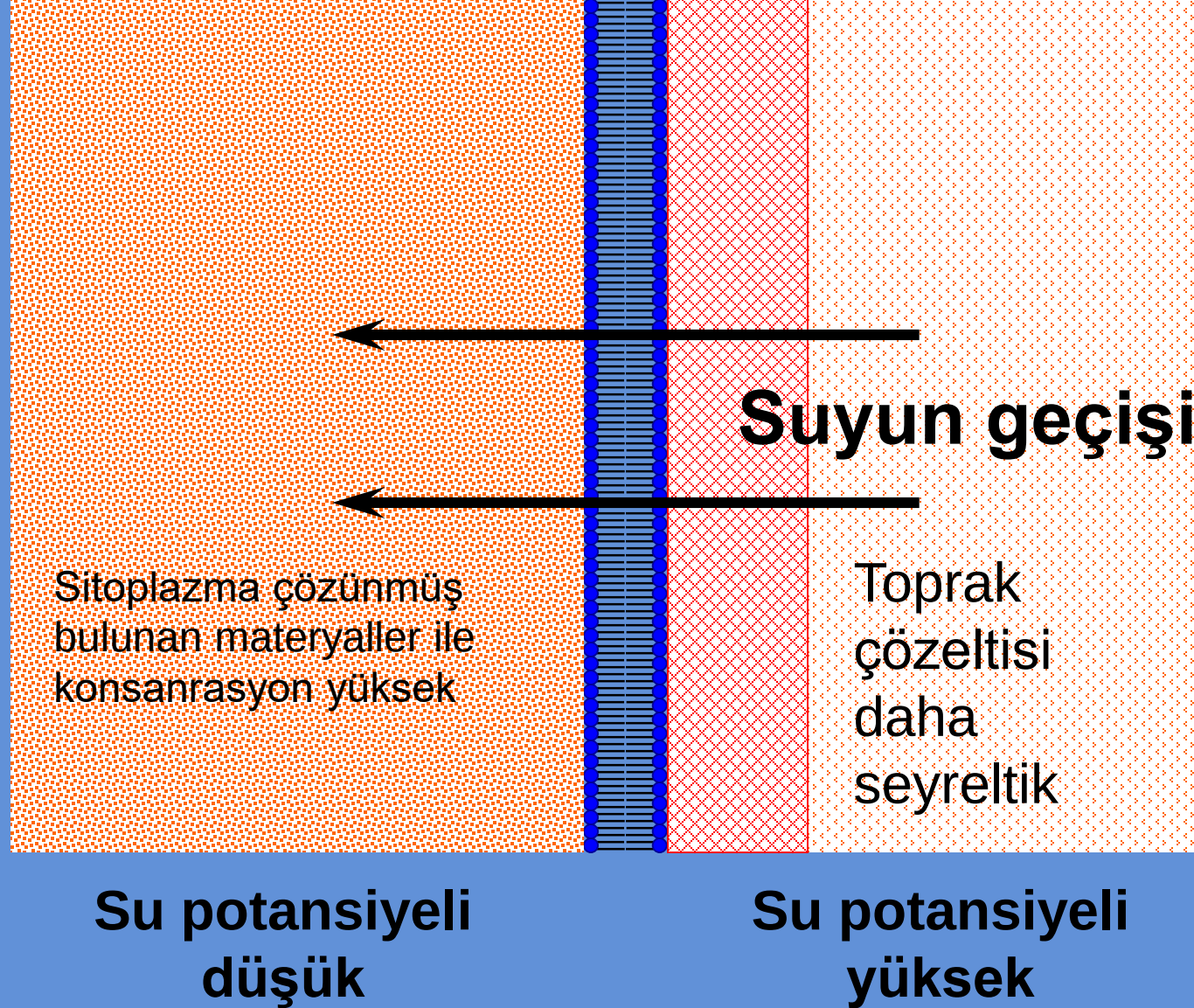
Kök tüyleri yüzey alanını artırır
Kök tüyleri asit salgılar(H^+)
 H^+ Katyonlar ile değişim yapar
Kökler iyonları alır



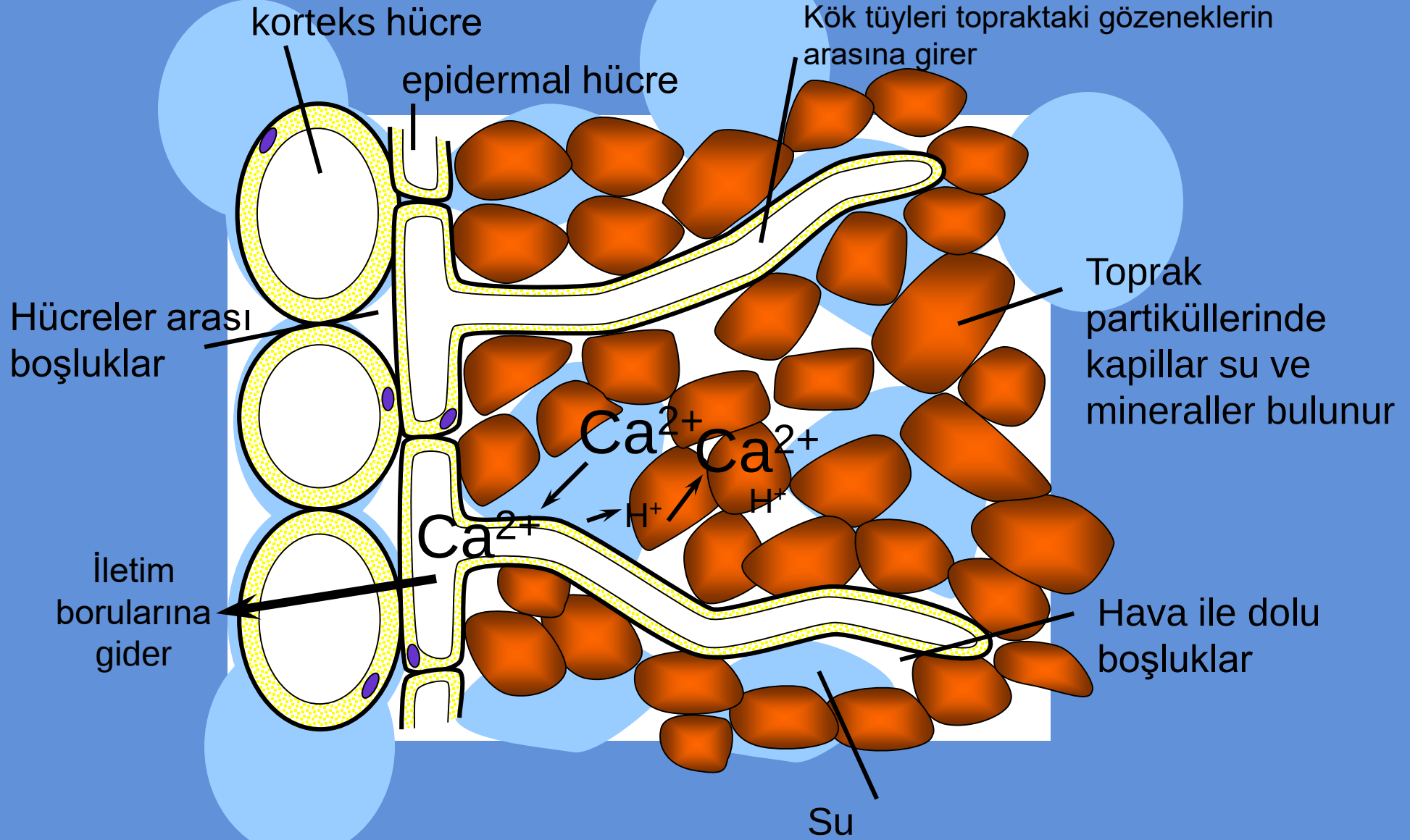
•Büyüme yöresinin hemen arkasında kök tüyleri yer alır. Su ve besin maddelerinin absorpsiyonunda önemli görevlere sahip olan kök tüyleri epidermal hücrelerin uzamasıyla oluşmaktadır.

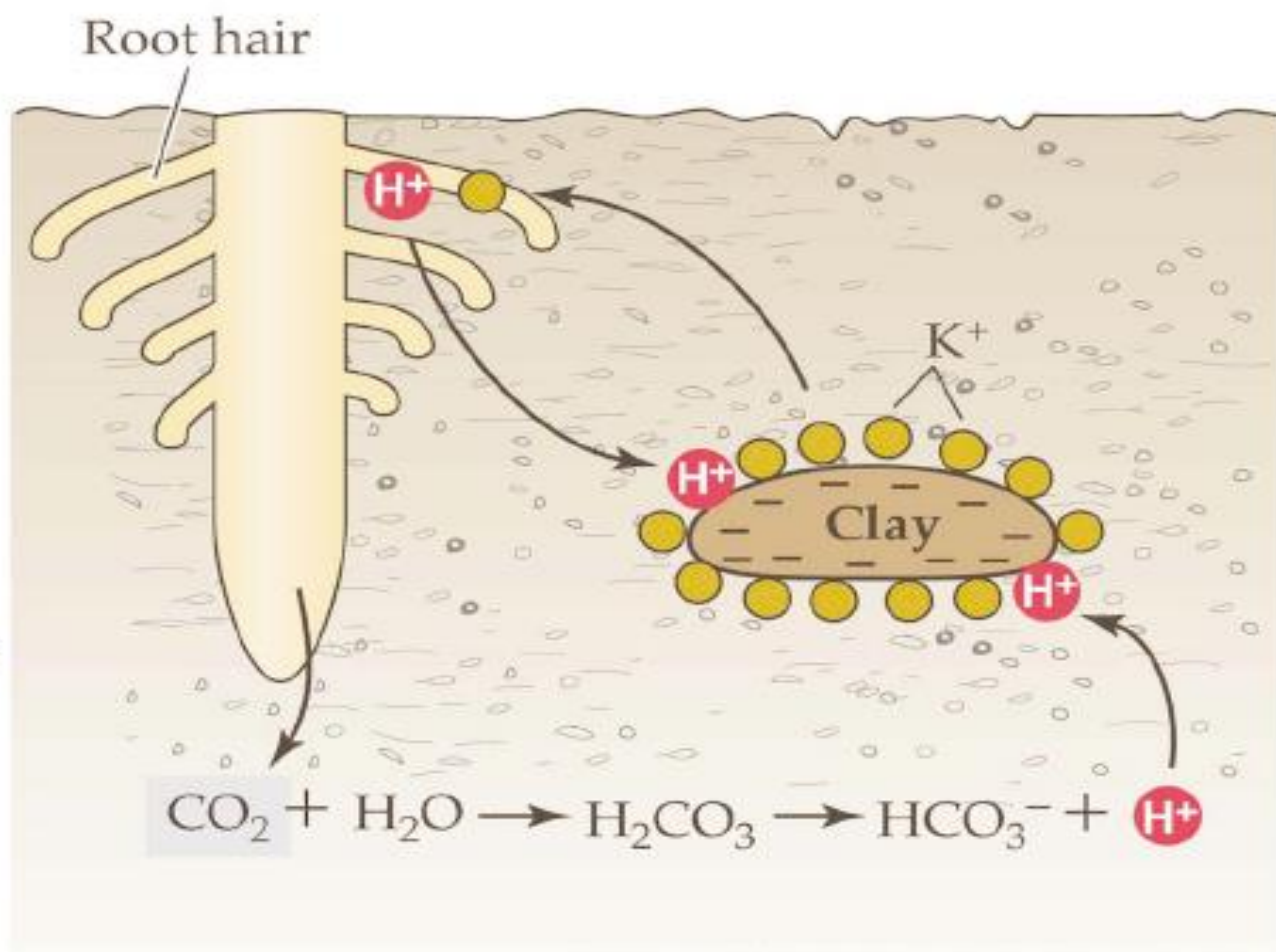
Osmozis: suyun su potansiyeli yüksek olan yerden düşük olan yere taşınımı

Hücre membrani Hücre duvarı



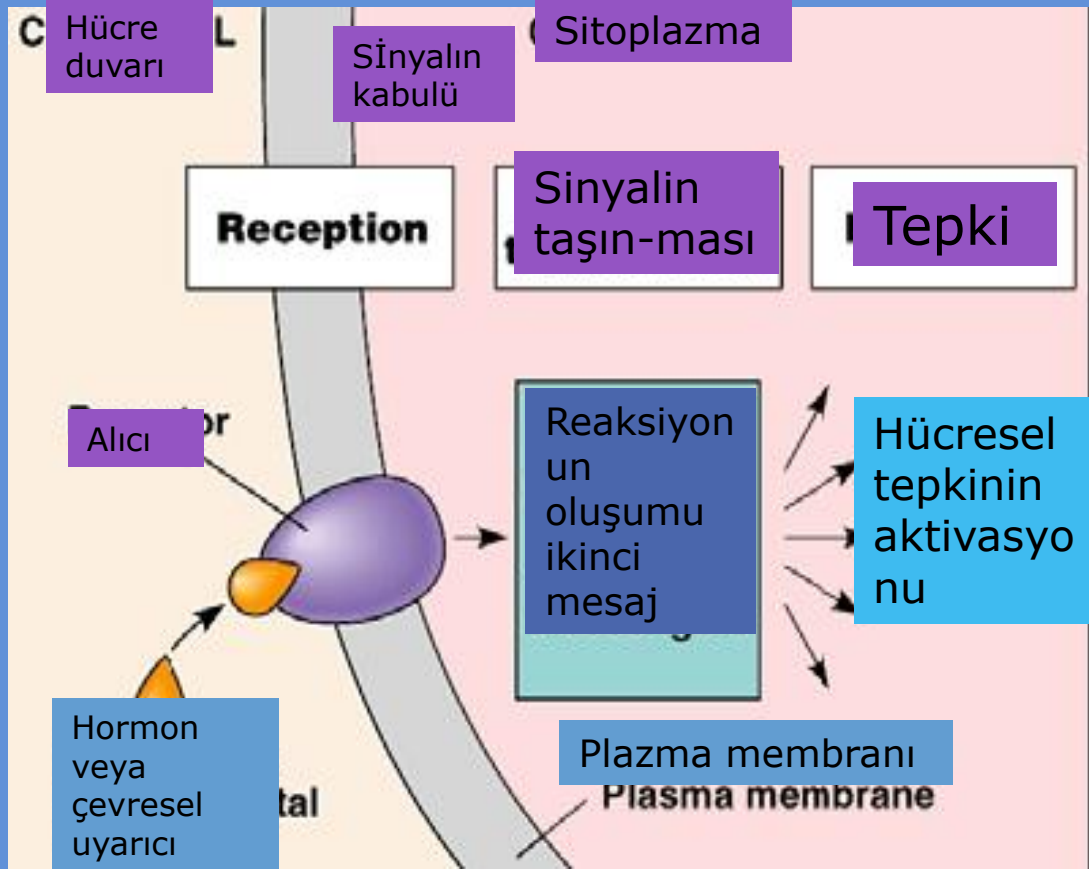
Kök tüyleri **katyon değişiminden** sorumludur.





KÖK GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

❖ HORMONLAR



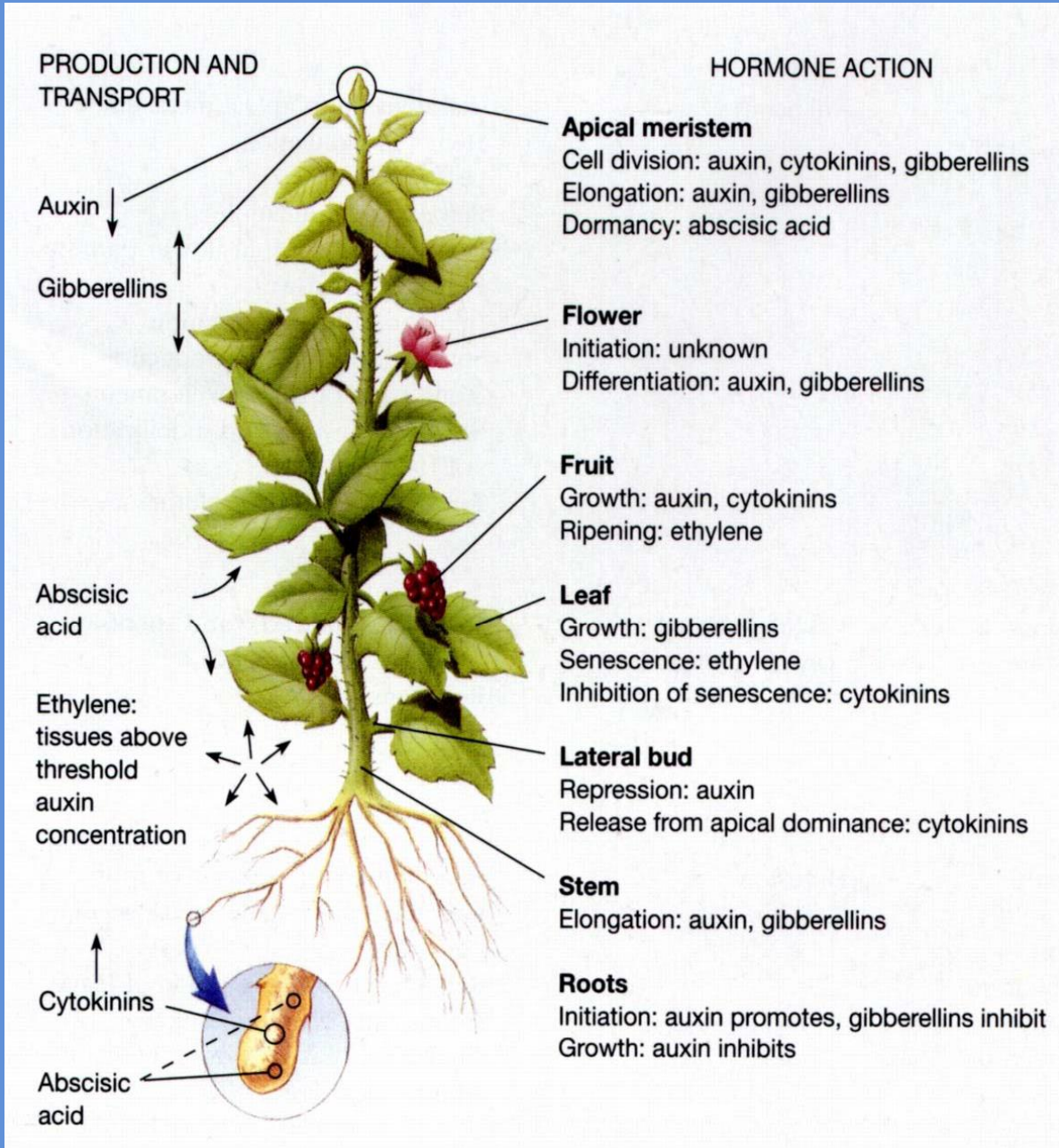
Oksin hormonları kök büyümesi ve gelişimi üzerine önemli etkilere sahiptir.

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.



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 doymun koşullarda yüksek düzeylerde oluşan etilen adaptasyon mekanizması olarak kök korteksinde aerenkima (havalı doku) hücrelerinin oluşumunu sağlamaktadır.

❖ Bitki besin maddelerinin kök gelişimi üzerine etkisi

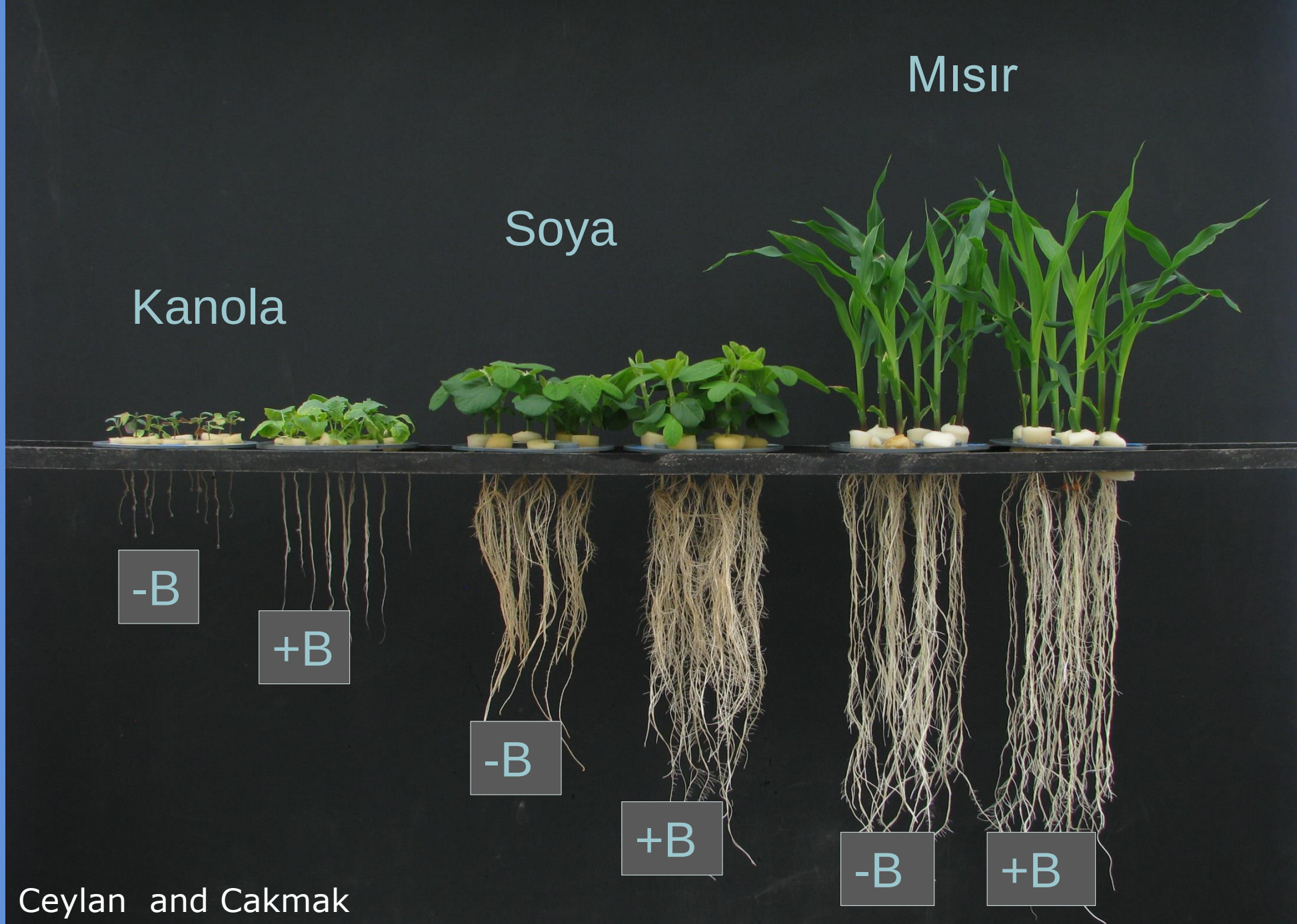
Azot hem gövde hem de kök gelişimini artırıcı etkiye sahiptir. Ancak gövde büyümesindeki artış köke oranla daha yüksektir. Bir başka ifade ile artan düzeylerde azot ile beslenme kök/gövde oranını azaltır.

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 ⁻¹)		Kök/Gövde oranı	Kök yüzey alanı (dm ² bitki ⁻¹)	Kök uzunluğu (m bitki ⁻¹)
	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





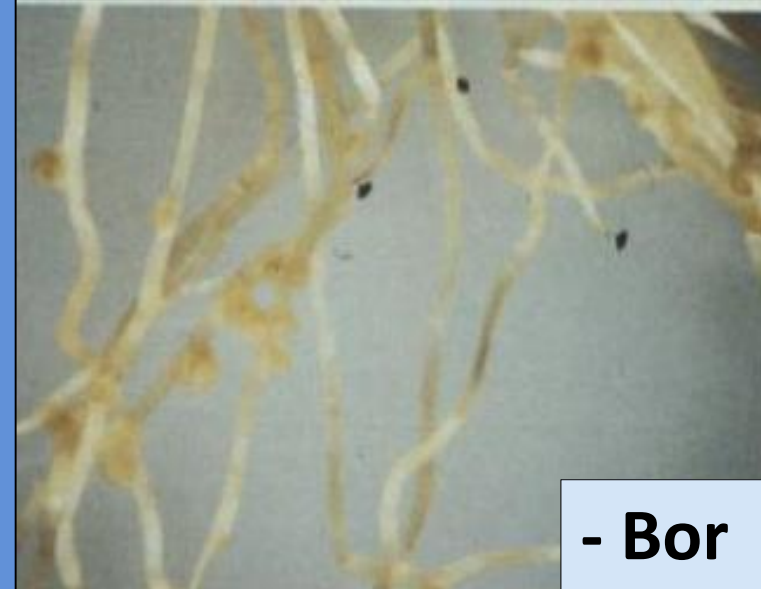
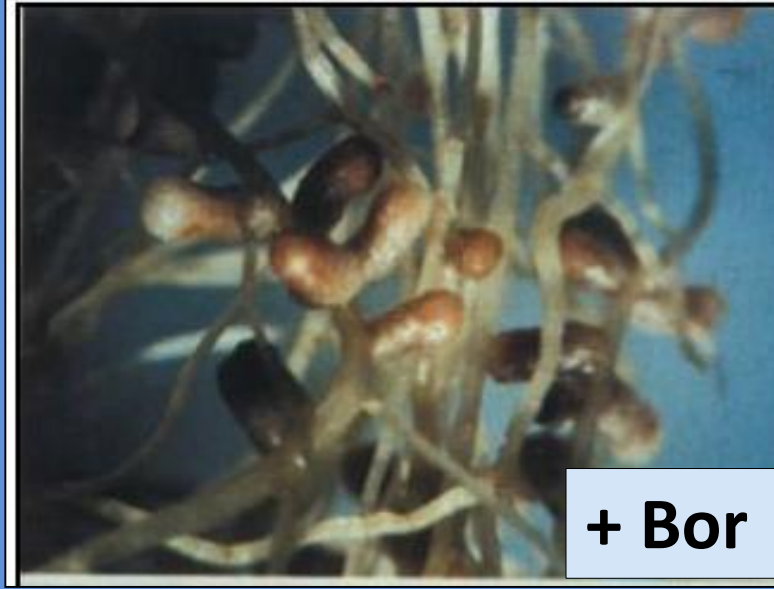
Çay Bitkisinde Borun Etkisi



Bor Uygulaması

Bor Noksanlığı

Kaynak: Hajiboland & Bastani, 2014

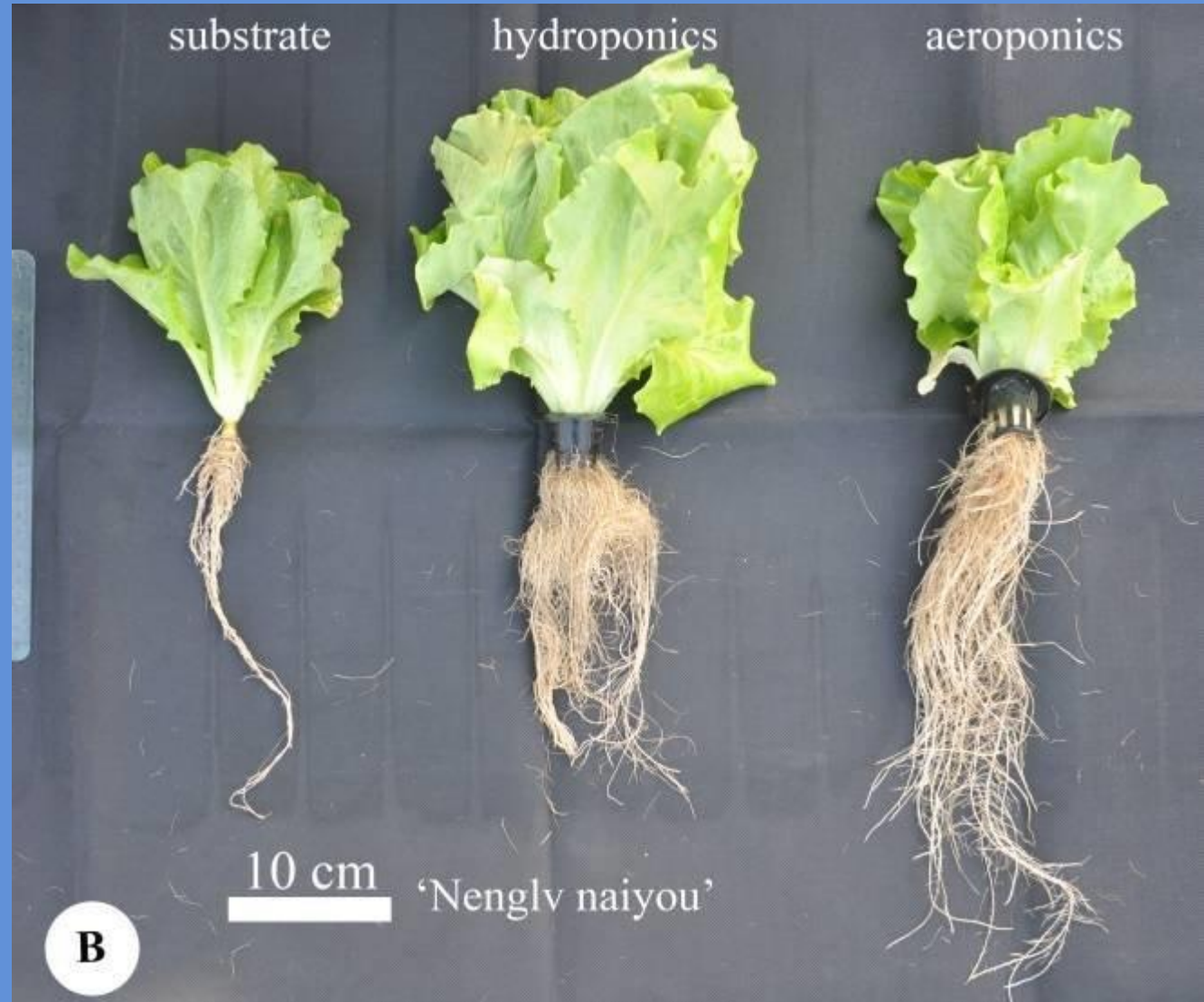


Şekil 1: Bor beslenmesinin bezelye bitkisinde nodülleşme üzerine etkisi (Bolanos vd. Plant Physiol).

Şekerpancarı kökünde bor eksikliği







Growth Response and Root Characteristics of Lettuce Grown in Aeroponics, Hydroponics and Substrate Culture

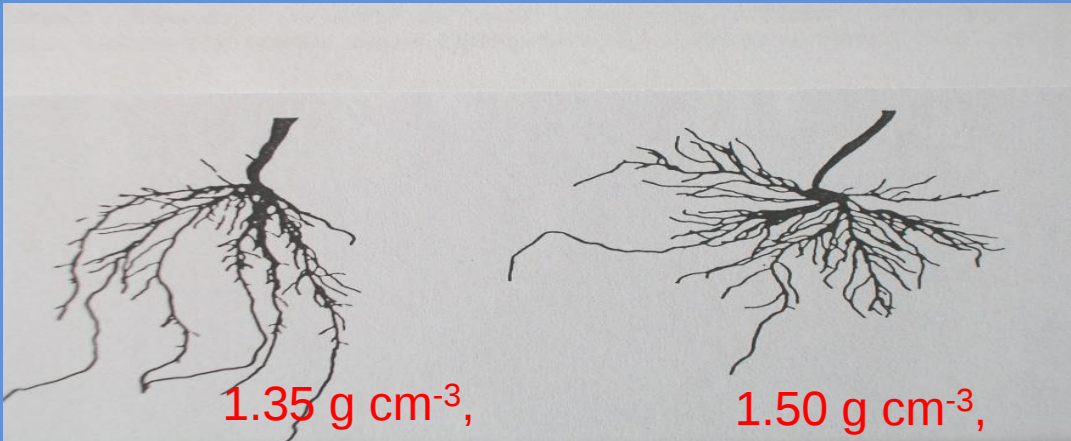
❖ Küçük molekül ağırlıklı organik bileşikler

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.

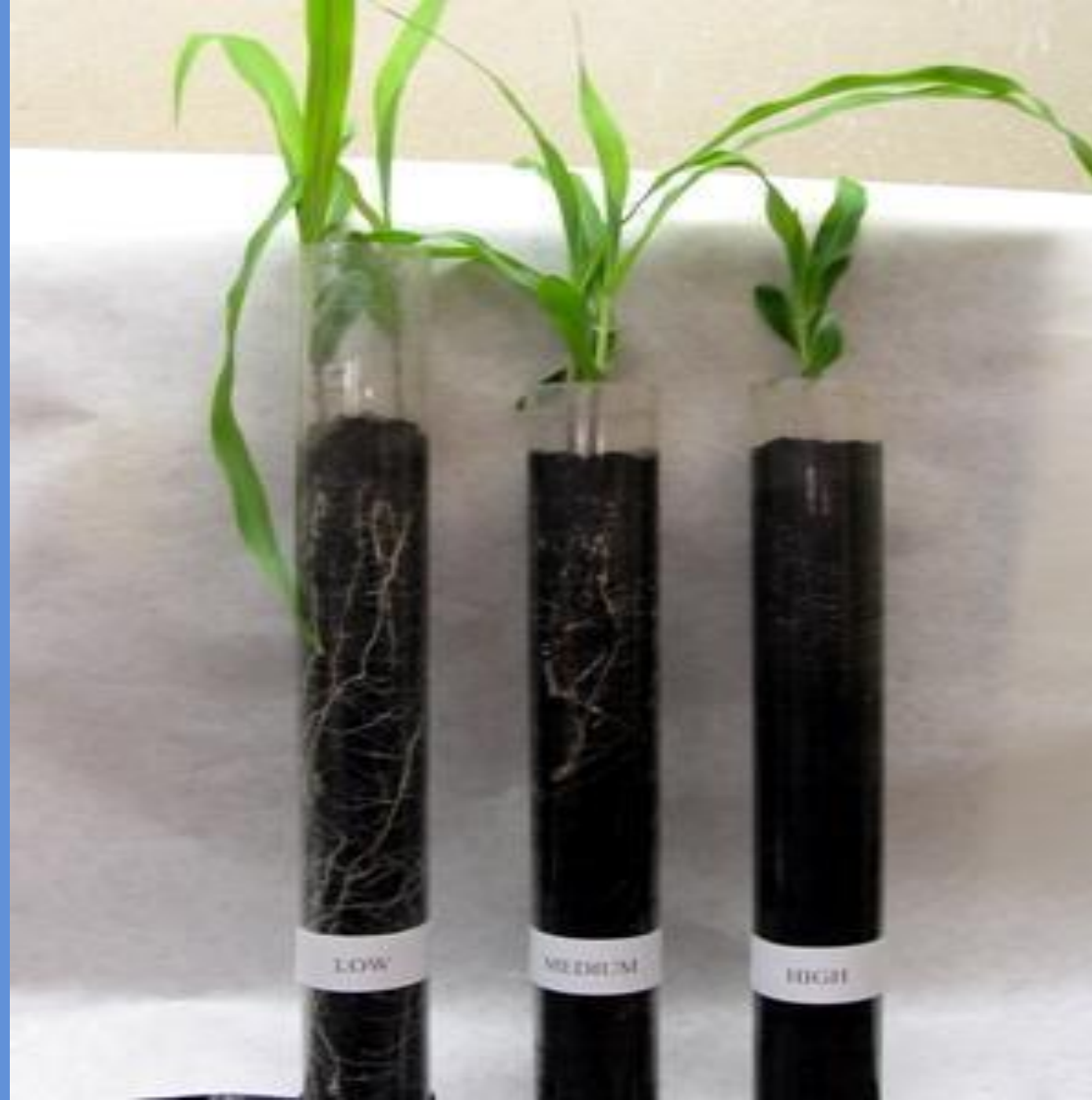
❖ Mekanik direnç

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.

Kompaksiyon ve kök gelişimi



❖ Ortam sıcaklığı

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

