

4. 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.

Su alımı su potansiyeli gradientine (Ψ_w) göre gerçekleşir

Kök ucundan giren suyun bitkinin tepe uç noktasına değin taşınmasında ve yapraklardan buhar şeklinde yitirilmesinde temelde yine

su **potansiyel gradienti** (Ψ_w)

önemli rol oynar

TOPRAKTA SU VE SUYUN YARAYIŞLILIĞI

- Toprakta bulunan suyun tamamından bitkiler yararlanamazlar.
- Genel olarak suyun toprakta tutulmasını sağlayan **fiziksel gücün**, bitki tarafından suyun alınmasında **uygulanan güçten** yüksekliği oranında bitkinin topraktan alabildiği su miktarı azalır.
- Toprak suyunun tanımlanmasında en çok *Tarla Kapasitesi (TK)* ve *Sürekli Solma Noktası (SSN)*, sözcükleri 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.

Hücre özsuyunun su potansiyeli gibi (Ψ_w) toprakların su potansiyelini de osmotik potansiyel (Ψ_s) ile hidrostatik basınç (Ψ_p) oluşturur.

- 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.
- Islak toprakta hidrostatik basınç ($\Psi_p \sim 0$)
- Toprak kurudukça ve yarayışlı su içeriği azaldıkça hidrostatik basınç (Ψ_p) sıfırın altında (negatif) değer gösterir.
- Negatif değer büyüdükçe su moleküllerinin toprak parçacıkları tarafından tutulma gücü de büyür.

Tarla kapasitesinde (TK) ve sürekli solma noktasında (SSN) toprakların su içerikleri topraktan toprağa büyük farklılık gösterir.

Toprakların su içeriklerini;

- toprak tekstürü,
- toprak strüktürü
- organik madde cins ve miktarı etkiler

TEKSTÜR;

2.0 – 0.2 mm iri kum,
0.2-0.02 mm ince kum,
0.02-0.002 mm silt ve
<0.002 mm kil

TEKSTÜR oransal dağılım
STRÜKTÜR kümeleşme

Toprak parçacıklarının boyutları küçüldükçe su tutma düzeyleri artar.

- Toprakta su hareketi temelde *Kitle Hareketi* ile gerçekleşir.
- **Difüzyon ile su hareketi çok kısa mesafelerde çok az miktarlarda olur.**
- Bitki kökleri tarafından su alındıkça kök etki alanındaki toprakta su miktarı azalır.
- **Bu olgu kök etrafındaki toprakta hidrostatik basıncın (Ψ_p) azalmasına yol açar.**
- Kök etki alanı dışındaki toprakta hidrostatik basıncın (Ψ_p) yüksek olması nedeniyle oluşan basınç farkına göre kitle hareketiyle su kök etki alanına taşınır.

SUYUN ALINMASI VE TAŞINMASI

Bitki Kökleri ve Kök Sistemleri

- Bitkilerde köklerin dört önemli işlevi vardır.
Bunlar:
 - (a) Bitkileri toprağa bağlamak,
 - (b) Topraktan su ve mineral maddeleri almak,
 - (c) Su ve mineral maddelerin alındıkları yerden gövde ve yapraklara değin taşınmasını sağlamak
 - (d) Bitki hormonları ile diğer organik bileşikleri sentezlemek.

Kök Sistemleri

- Tepe organları gibi bitkiden bitkiye farklılık gösterir.
- Kök sistemi;
 - Yapı,
 - Ağırlık,
 - Gelişme,
 - Yayılma

Yönünden farklılık gösterir.

Kötü drenaj → yüzlek kök sistemi

Kök sistemleri

- Yapı: silindirik
- Gövdeye göre;
 - Şekil düzensiz,
 - Boğum, boğum araları belirgin değil,
 - Dallanma düzensiz

Kök başlığı hücreler topluluğu

- Bir tohum çimlendiđi zaman oluşan ilk köke **Birincil Kök** adı verilir. Bu, embriyo ięerisindeki apikal büyüme yöresinden oluřur.
- Birincil kök yer çekimi doğrultusunda yavaş yavaş gelişir, kalınlaşır ve yan kökler oluşur. Birincil kökten oluşan yan köklere **İkincil Kökler** denir.
- Birincil kök herhangi bir nedenle yaralanıp görev yapamaz hale geldiği zaman buna en yakın ikincil köklerden biri birincil kök doğrultusunda gelişmesini sürdürür.
- Birincil kök ile bundan oluşan yan köklere topluca **Birincil Kök Sistemi** adı verilir.

- Bitkilerin ayırım yapılmaksızın çeşitli organları üzerinde oluşan öteki tüm köklere de *Ek Kökler* adı verilir Soğan, yumru, rizom, korm ve çeliklerden oluşan kökler bu sınıfa girer.
- Genel olarak bitki kökleri: (a) *Kazık kök* ve (b) *Saçak kök* olmak üzere iki ayrı kök sistemi altında toplanmaktadır.
- Pratik olarak saçak köklü bitkiler daha avantajlıdır.

Köklerin Yapısı

Kökün ucunda bulunan **kök başlığı**, meristematik yöreyi örten bir hücreler topluluğudur. Kök başlığı, toprak içerisinde büyürken kök ucunun mekaniksel yıpranmasını en az düzeye indirir.

Kök başlığının hemen arkasındaki **meristematik yörede** görelî olarak küçük, ince duvarlı ve büyük çekirdekli hücreler yer almıştır. Meristematik yöre kök ve gövdede asal büyümenin gerçekleştirildiği yerdir. Bölünmek suretiyle yeni hücreler oluştuğunda kök ucuna doğru büyüme gerçekleşir.

Meristematik yöreyi **Uzama Yöresi** izler. Kökün uzunluğuna büyümesi özellikle bu yörede olur. Uzama yöresinin üzerinde **Kök Tüyü Yöresi** yer alır. Bu yörede epidermal hücrelerin dışa doğru uzamaları sonucu oluşmuş kök tüyleri bulunur. Kök tüylerinin uzunluğu, bitki çeşidine ve gelişmesi anında kökün içinde bulunduğu koşullara bağılı olarak değişir.

Kök merkezine doğru korteksin en uç bölümünde **endodermis** bulunur ve bütün bitki köklerinde her zaman görülmez. Buna karşın gövdede endodermise her zaman rastlanmaktadır.

Endodermise bitişik dar bir **parankimatik perisaykıl** doku yöresi bulunur. Parankimatik perisaykıl doku yöresi kimi bitki köklerinde süreklilik göstermez. *Yatay (lateral) Köklerin* kökeni ise çoğunlukla perisaykıldır.

Kök Tüyleri

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

Kök tüylerinin hücre duvarları asal olarak selüloz ve pektik bileşiklerden yapılmıştır.

Hücre duvarlarının dış lamelleri ise pektik bileşiklerden özellikle kalsiyum pektattan oluşmuştur. Toprak parçacıklarının kök tüyü üzerine sıkıca yapışmasının nedeni de kök tüyü hücrelerinin pektik bileşiklerle kaplı olmasıdır.

Uzunluk birkaç mm-5-6 cm
Kalınlıkları ~ 10 mikrondur

- Besin elementleri ve su absorpsiyonunda büyük rol oynayan kök tüylerinin yenileri sürekli olarak oluşmakta ve böylece toprağın değişik kesimleri ile kökün değinimi sağlanmaktadır.
- Dirençsiz ortamda düz, dirençli ortamda dallanmışlardır
- **Çoğunlukla canlı kalma süreleri birkaç hafta**
- 4 aylık çavdar bitkisinde 14 milyar kök tüyü
- Kök tüylerinin sayısı **çevre** koşullarıyla ilgilidir.
 - (a) Toprağın yarayışlı su içeriği,
 - (b) Sıcaklık,
 - (c) pH (H iyonları konsantrasyonu), 5.8-7.2 pH optimum
 - (d) Toksik maddelerin bulunup bulunmaması ve
 - (e) Kimi elementlerin az ya da fazla bulunuşudur.

Kök tüyleri kökün epidermal hücrelerinin absorpsiyon yüzeyini **artırır**

Kök tüyleri absorpsiyon yüzeyini
mısırdaki **6 kat**
bezelyede **12 kat** artırmıştır

Fazla su kök tüyü oluşumunu **azaltır**

TK ile SSN arasında kök tüyü oluşumu en fazladır

Kök Sistemlerinin Toprakta Dağılımı

- Kök sistemlerinin toprakta dağılımlarını etkileyen faktörler:
 - (a) Bitkisel ve
 - (b) Çevresel
 - toprak özellikleri
 - kaya tabakası
 - kil tabakası ya da sertleşmiş bir tabakanın bulunuşu
 - Taban suyu düzeyi

Kök derinliği neme, infiltrasyona bağlıdır

90-150 cm

180-240 cm

Yonca 10 m

- Tek yıllık bitkilerde kökün büyük bir bölümü genellikle toprağın üst tabakasında (0-20 cm) bulunur.
- **Kök yoğunluğu derine inildikçe azalır.**
- Ağaçlarda kökün derine indiği sanılmakla birlikte çoğunlukla köklerin çoğunluğu 100 cm den daha derine inmez. (En fazla 3 m)
- **Köklerde derinlik kadar yanıl gelişmede önemlidir**
- Ekim sıklığı arttıkça köklerin yana doğru gelişmesi sınırlanmaktadır.

Kök Büyümesini ve Gelişmesini Etkileyen Etmenler

Fotosentez Ürünlerinin Kök Sistemine Aktarılması

- Bitki köklerinin büyüme ve gelişmesi üzerine fotosentez ürünlerinin köke aktarılması önemlidir ve gelişme döneminin başlangıcında taşınma büyük boyutlara ulaşmaktadır.
- Bitki çeşidine ve gelişme durumuna göre fotosentez ürünlerinin ortalama **% 20 - 50'si** kök büyümesi ve gelişmesi için her gün köke aktarılmaktadır.
- Çimlenme sonucu oluşan genç kökler gereksinim duydukları karbohidratları tohumda depo edilmiş karbohidratlardan sağlar ve gelişme ilerledikçe tohumda depo edilmiş karbohidratların önemi azalır.
- Çoğunlukla bitkilerde meyvelerin oluşması anında kök gelişmesi yavaşlar.
- Çünkü bu dönemde fotosentez ürünleri topraküstü organlar tarafından kullanılır
- Bu yüzden yeni dikilen fidanlarda yaprak ve/veya çiçek seyreltmesi yapılır

Kök büyümesi ile ışık ve fotosentez arasında doğrusal bir ilişki vardır

- Fitohormonların köke taşınması da kök büyümesi ve gelişmesi üzerine önemli etki yapar. Fotosentez ürünlerinin ve fitohormonların köke taşınmasında ışık intensitesinin yeri ve önemi ise büyüktür

Bitki Besin Elementleri

- Kökün büyümesi, morfolojisi ve toprak profilinde kök sisteminin dağılımı üzerine bitki besin elementlerinin etkisi büyüktür.
- Özellikle **azotun** etkisi en yüksek düzeyde olup bunu **fosfor** izler. **Magnezyum** dışında diğer elementlerin etkisi ise yok denecek düzeydedir.
- **Çizelge 4-1.** Besin çözeltilisine artan düzeylerde uygulanan nitratın 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

Toprak Havası

- İyi havalandırılan topraklarda kök daha iyi büyür.
- Kök büyümesini toprak havası üç yönden etkiler
- - (a) Toprak havasının oksijen içeriği,
 - (b) Toprak havasının karbondioksit içeriği
 - (c) Toprak havasında bulunan anaerobik parçalanma sonucu oluşmuş H_2S , CH_4 ve H miktarı

çeltik bitkisi, gereksinim duydukları oksijeni yaprakları aracılığıyla atmosferden alarak köklerine aktarırlar.

- Kök büyümesi, toprak havasının oksijen içeriği % 8' den aşağıya düştükçe gerilemekte ve % 2' den az olduğu zaman hemen hemen büyüme durmaktadır.
- Toprak havasında karbondioksit konsantrasyonunun yüksek olması durumunda tüm bitkilerde kök sistemleri ölür. Optimum kök büyümesi için toprak havasında CO_2 miktarının % 1' in altında olması gerekir.