

BESİN MADDELERİNİN ALIM MEKANİZMALARI VE KISA MESAFE TAŞINIMLARI

Toprak ve besin çözeltisindeki mineral madde konsantrasyonu ile bitkilerin mineral madde içeriği ve bileşimi arasında önemli farklılıklar vardır. Kimi zaman topraklar ve besin çözeltileri bitkilerin ihtiyacından daha yüksek miktarlarda besin maddesi içerebilmektedirler.

Çizelge 2.1. Yetiştirme ortamındaki iyon konsantrasyonu ile *Nitella* ve *Volania* hücrelerinin özsuyunun iyon konsantrasyonu arasındaki ilişki

İyon	<i>Nitella</i> Konsantrasyon (mM)			<i>Volania</i> Konsantrasyon (mM)		
	A Tatlı su	B Hücre özsuyu	B/A oranı	A Tuzlu su	B Hücre özsuyu	B/A Oranı
K	0.05	54	1080	12	500	42
Na	0.22	10	45	498	90	0.18
Ca	0.78	10	13	12	2	0.17
Cl	0.93	91	98	580	597	1

Bitkiler sınırlı hacme sahip bir besin çözeltisinde yetiştirildiklerinde, yetiştirildikleri çözeltinin konsantrasyonu bir kaç gün içinde değişebilmektedir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Belirli bir gelişme süresinden sonra, besin çözeltisinde yetiştirilen mısır ve fasulye bitkisinin iyon konsantrasyonları ve bitki gelişimine bağlı olarak besin çözeltisinde iyon konsantrasyonundaki değişim

İyonlar	Besin çözeltisi konsantrasyonu (mM)		Kök özsuynunun konsantrasyonu (mM)	
	Başlangıç	4 gün sonra	Mısır	Fasulye
Potasyum	2.00	0.14	0.67	160
Kalsiyum	1.00	0.94	0.59	3
Sodyum	0.32	0.51	0.58	0.6
Fosfat	0.25	0.06	0.09	6
Nitrat	2.00	0.13	0.07	38
Sülfat	0.67	0.61	0.81	14

Yüksek bitki ve algler ile yürütülen bu iki farklı çalışmadan elde edilen sonuçlar iyon alımının aşağıdaki gibi karakterize edilmesini göstermektedir.

Seçicilik: Belirli besin maddeleri diğerlerine göre öncelikle alınmaktadır.

Akümülyasyon: Kimi zaman bitki hücreesindeki iyonların konsantrasyonu dış ortamdakinden yüksek olabilmektedir.

Genotip (Çeşit): İyon alım özellikleri bakımından bitki çeşitleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

İyon ve Yüksüz Moleküllerin Dış Ortamdan Hücreye Taşınımı İyonların apoplazma geçişi

Küçük molekül ağırlıklı maddelerin (Örneğin: iyonlar, organik asitler, aminoasitler ve şekerler gibi) bitkilerin yetiştiği ortamdan, iyon alımında görev yapan hücrelere ve köklere hareketi metabolik bir olay olmayıp, pasif bir işlemdir. **Bu işlem difüzyon veya kitle hareketi ile gerçekleşir.**

Hücre duvarları selüloz, hemiselüloz ve glikoproteinlerden oluşur. Bunlar hücrelerin kuru maddesinde % 5-10' luk bir kısım oluştururlar.

Hücre duvarının bu kompleks yapısı değişik büyüklükteki interfibril ve intermisel boşluklar olarak adlandırılan porları içerir.

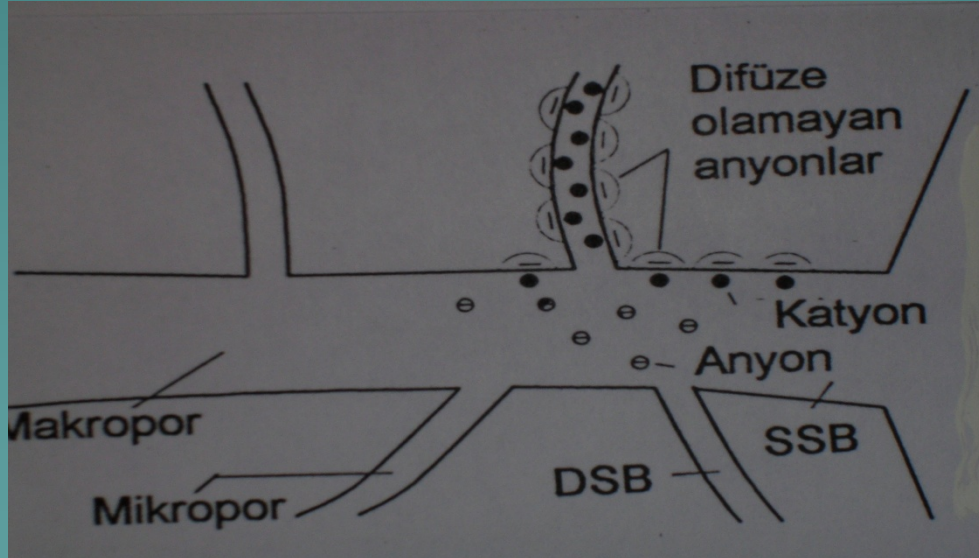
Bu porların büyüklükleri bitkiden bitkiye 3 nm ile 5 nm arasında değişir. Potasyum ve Ca gibi iyonların hidrate çapları por çaplarından % 10-20 oranında daha küçüktür. **Bu nedenle çapları itibariyle boşluklardan iyonların geçişi normal koşullarda bir engel ile karşılaşmamaktadır.**

Çizelge 2.3. Değişik bitki hücrelerinde por büyüklükleri ile bazı iyonların büyüklükleri

Bazı hücre ve moleküller	Çap (nm)
Rizodermal hücre duvarı	50-3000
Kortikal hücre duvarı	100-200
Hücre duvarındaki porlar	<5
Sakkaroz	1.0
K ⁺	0.66
Ca ⁺²	0.82

Mineral besin maddelerinin ve küçük molekül ağırlıklı organik maddelerin aksine, molekül ağırlığı büyük maddeler (Örneğin: metal kleytler, fulvik asitler ve toksinler) veya virüsler ve diğer patojenler kök hücrelerinin serbest boşluklarına geçişte engellenebilmektedir.

Hücre duvarının kompleks oluşumunda pektinler değişen oranlarda poligalakturonik asitten oluşur. Kökler ve hücrelerin duvarları apoplazm adı verilen bir oluşum ile diğer bitkisel dokulara bağlıdır. Köklerin yüzeyinde bulunan **karboksil grupları (R-COO⁻)** katyon değişimi yapmaktadır. Bu nedenle kökler ortamdan aldıkları katyonları yüzeylerinde metabolik olmayan bir şekilde tutarlarken anyonlar kök yüzeyinden uzakta kalmaktadır



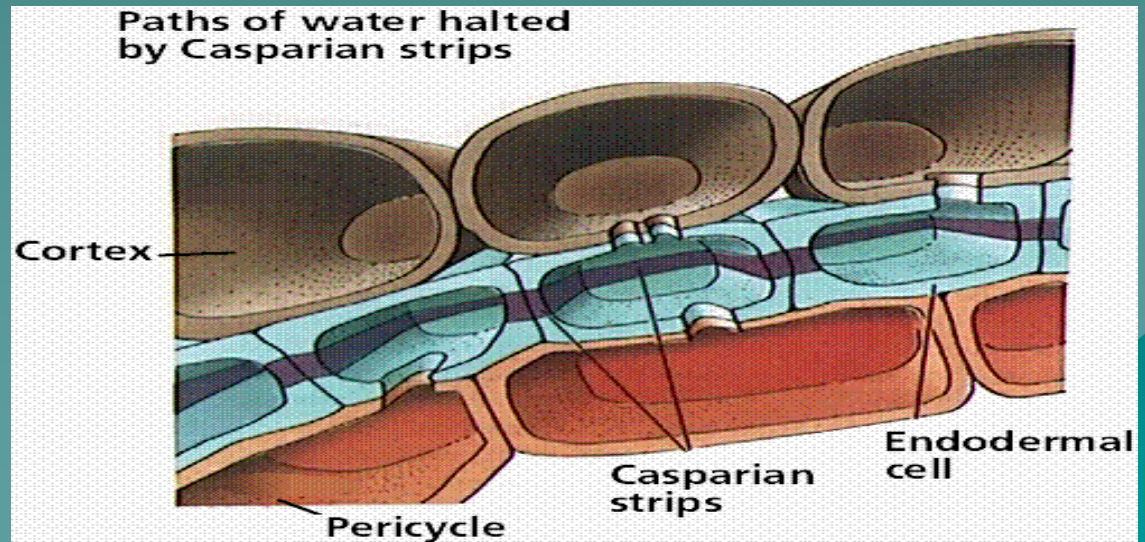
Şekil 2.1. İyon alımında boşluk sisteminin şematik görünümü. DSB, Donnan Serbest Bölgesi; SSB, Su Serbest Bölgesi

Genel bir kural olarak KDK, dikotiledon bitkilerde monokotiledon bitkilerden daha yüksektir. Ortam pH' sında düşme oldukça KDK' da düşmektedir.

Çizelge 2.4. Değişik bitki köklerinin katyon değişim kapasiteleri

Bitki çeşidi	KDK (meq 100g ⁻¹ , kuru ağırlık)
Buğday	23
Mısır	29
Fasulye	54
Domates	62

İyonlar hücre içerisine geçişte kaspariyan şeridi ve ekzodermis engeli ile karşılaşırlar. Bu engeli sadece katyonlar aşabilmektedir.



Çizelge 2.5. Arpa bitkisinin çinko alımı ve çinkonun bitkide taşınımı

Uygulanan Zn formu	24 saatte alınan ve taşınan Zn oranı ($\mu\text{g Zn g}^{-1}$ kuru ağırlık)	
	Kök	Gövde
ZnSO ₄ (1 mg Zn l ⁻¹)	4598	305
ZnEDTA	45	35

İyonların sitoplazma ve vakuole geçişleri

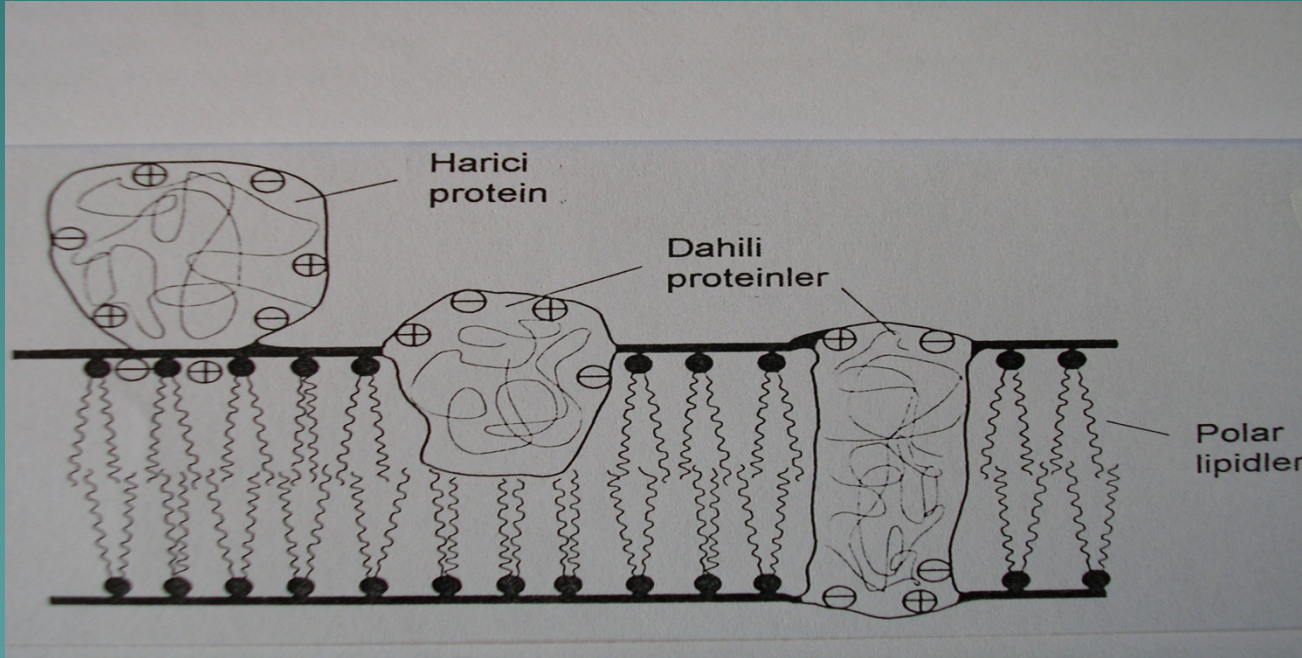
Hücre duvarlarının katyon bağlamada seçiciliğine rağmen, temelde alınan katyon ve anyonların seçimi iyon alımı ile ilgili hücrelerin plazma membranında gerçekleşmektedir.

Plazma membranı moleküllerin apoplazmdan sitoplazmaya girişinde ve sitoplazmadan apoplazma difüzyonunda etken bir bariyerdir. Plazma membranı aynı zamanda her iki yöne (giriş-çıkış) aktif taşınım da görev yapmaktadır.

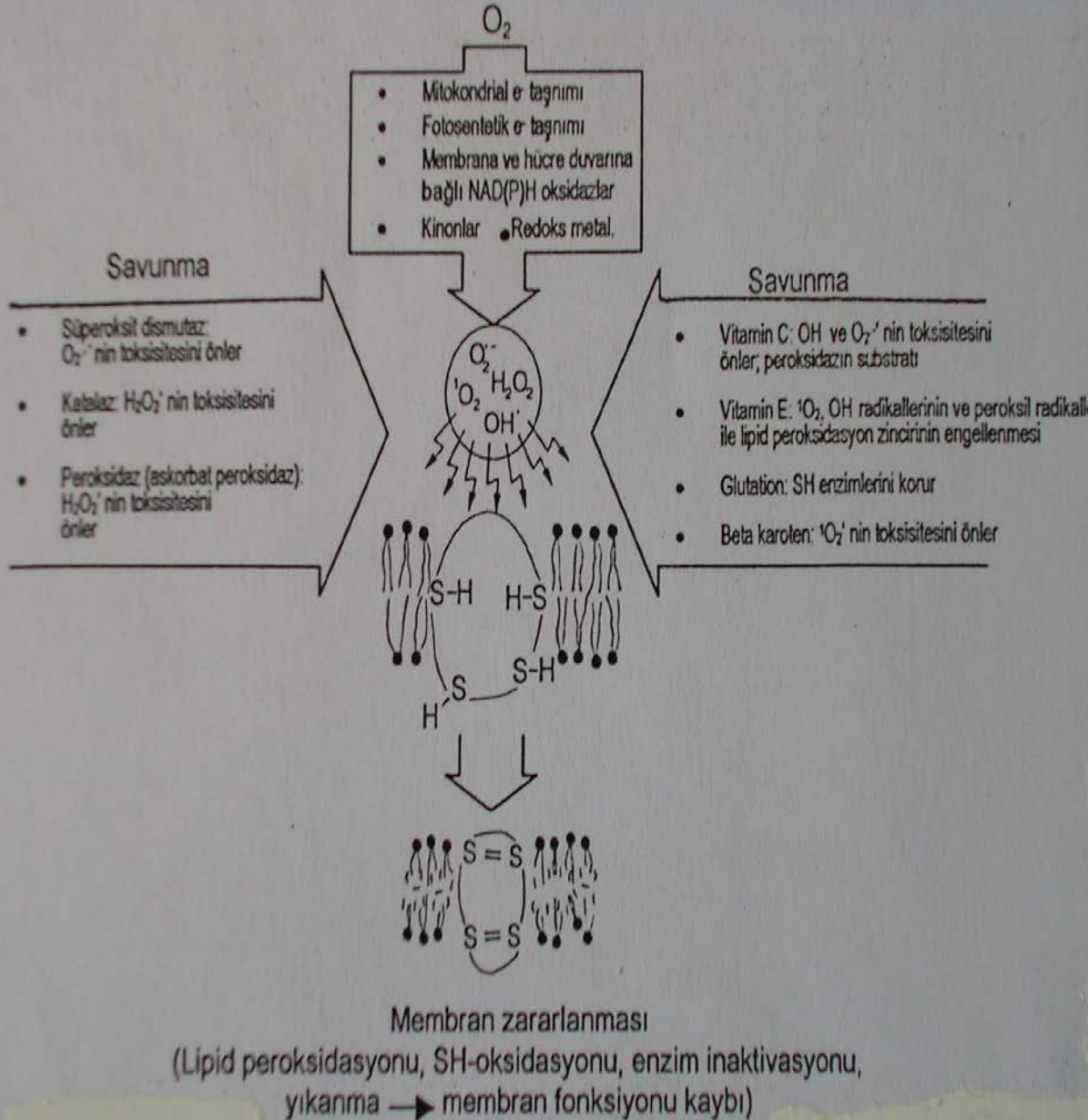
İyonların difüzyonunu engelleyen diğer bariyer ise tonoplast (vakuol membranı) dır. Pek çok yetişkin bitki hücresinde vakuol toplam hücre hacminin % 80-90' ını oluşturur. Vakuoller iyon ve diğer moleküller için merkezi depolama kısmı olarak görev yaparlar.

Membranların Yapısı ve Bileşimi

Hücre membranları büyük molekül ağırlıklı maddelerin geçişini engelleyici etkiye sahiptir. EDTA gibi sentetik kleytler ve demir için spesifik kleyt olan mikrobiyel sidereforlar yüksek moleküler ağırlığa sahiptirler ve bunların hücre membranlarına geçişi kök hücrelerinin plazma membranı tarafından engellenmektedir.



Şekil 2.3. Polar lipidli bir biyomembran modeli. Membrana proteinlerin katılımı ve sonuç olarak membranda oluşan protein kanalları



Toksik oksijen grupları; süperoksit ($O_2^{\cdot -}$), hidroksil ($OH\cdot$) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) radikalleridir.

Bu radikaller oksijenin yer aldığı fotosentez, respirasyon, plazma membranında NADPH veya NADH'ın oksidasyonu gibi pek çok reaksiyon ve metabolik işlemlerde oluşur.

- ◆ Toksik oksijen gruplarının toksisitesi enzimlerin tiol (-SH) gruplarının ve membranlarının doymamış çoklu yağ asitlerinin peroksidasyonu ile ortaya çıkmaktadır.
- ◆ Bitkiler ve aerobik organizmalar oksijen radikalleri, hidrojen peroksit toksisitesi ve süperoksit dismutaz ($O_2 \cdot^- \longrightarrow H_2O_2$) ve peroksidaz/katalaz ($H_2O_2 \longrightarrow H_2O$) toksisitesine karşı önleyici bir savunma mekanizmasına sahiptirler.
- ◆ Bitkilerin mineral beslenmesi, toksik oksijen gruplarının ve hidrojen peroksitlerin oluşumu ve detoksifikasyonu mekanizmalarını etkileyebilmektedir.

Moleküllerin Membran Geçişleri

Moleküllerin taşınımı ve enerji gereksinimi

- ◆ Membranlar, iyonların ve yüksüz moleküllerin girişini engelleyici bariyerlerdir. Bununla birlikte membranlar moleküllerin konsantrasyon gradientine zıt yönde hareketini sağlayan seçici özelliklere de sahiptirler.
- ◆ İyon taşıyıcılar çoğunlukla protein özelliğindedirler. Selektif iyon alımında ve taşınımında enerji bakımından zengin fosfatlar (ATPaz) kullanılmaktadır.
- ◆ Vejetatif gelişmenin hızlı olduğu dönemde köklerin iyon alımı için gereksinim duyduğu enerji miktarı artmaktadır. Respirasyonla kazanılan toplam enerjinin % 36' sı iyon alımında kullanılmaktadır. Bitkinin yaşı büyüdükçe bu enerjiye olan ihtiyaç da giderek azalmaktadır