

# BİTKİDE AZOT

## Bitkilerde azot asimilasyonu

Bitkide % 2-4 oranında N bulunur

Bitkide N; aminoasitler, proteinler ve nükleik asitler şeklinde bulunur

$\text{NO}_3$  ve  $\text{NH}_4$  azotunun her ikisi de alınır ve metabolize edilir.

## Bitkiler temelde nitrat azotu ile beslenirler

Kökler tarafından alınan  $\text{NH}_4$  köklerde organik bileşiklere dönüşür

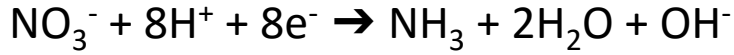
$\text{NO}_3$  ise;

- köklerin vakuollerinde
- gövdede ve
- depo organlarında birikebilir

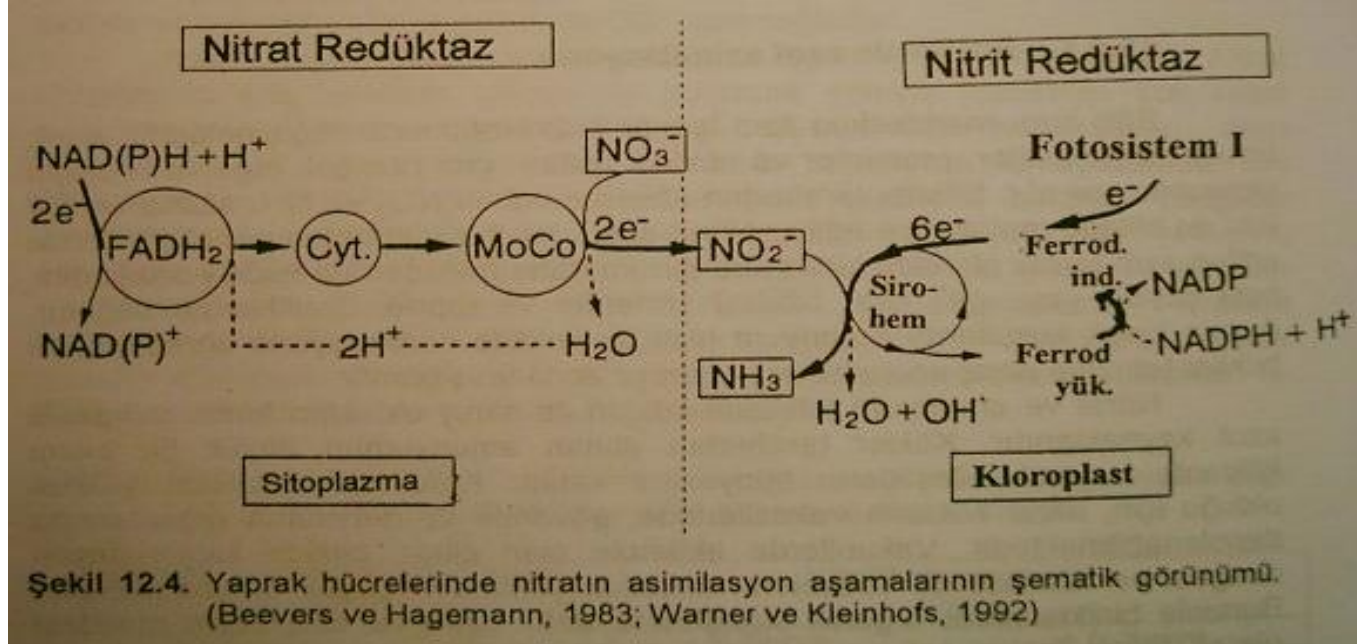
Vakuollerde akümüle olan  $\text{NO}_3$ ,

- bitkide katyon-anyon dengesi ve
- özellikle de sebzelerin kaliteleri yönünden büyük önem taşır
- organik strüktürlere dahil olabilme ve
- temel fonksiyonlarını yerine getirebilmek için  $\text{NH}_3$ ' a indirgenmek zorundadır
- asimilasyonu C asimilasyonuna benzer

# • Nitrat indirgenmesi ve asimilasyonu



- \*\*Nitrat redüktaz (NR) ve
  - \*\*Nitrit redüktaz (NIR) enzimleri bu indirgenmeyi sağlar
  - Nitrat redüktaz enzimi 3 prostetik gruptan oluşur;
    - Flavin Adenin Dinükleotid (FAD)
    - Sitokrom 557 (Cyt<sub>c</sub>) ve
    - Molibden kofaktör (MoCo) prostetik gruplarıdır.
- \*\*\*Nitrat redüktaz **Sitoplazmada** bulunur



- Nitrit redüktaz ise;
  - yaprakların kloroplastlarında
  - köklerin proplastidlerinde ve
  - diğer yeşil olmayan dokularda yer almaktadır
- Bitkide **nitrit akümüle olması** çok nadir görülür
- C3 ve C4 bitkileri arasında farklılıklar vardır
- NR' ın yarı ömrü kısadır

## NR enzim aktivitesi;

- Ortamdaki  $\text{NO}_3$  konsantrasyonuna -  $\text{NH}_2\text{-N}$  bulunup bulunmamasına
- Bitkinin Mo beslenme durumuna
- Ortamdaki ağır metal (özellikle W) mevcudiyetine
- Çevresel faktörlere (özellikle ışıklandırma hem NR' yi hem NIR' i etkiler)
- Fitohormonlara (**sitokinin  $\uparrow$  ABA  $\downarrow$** ) - Genetik özelliklere bağlıdır

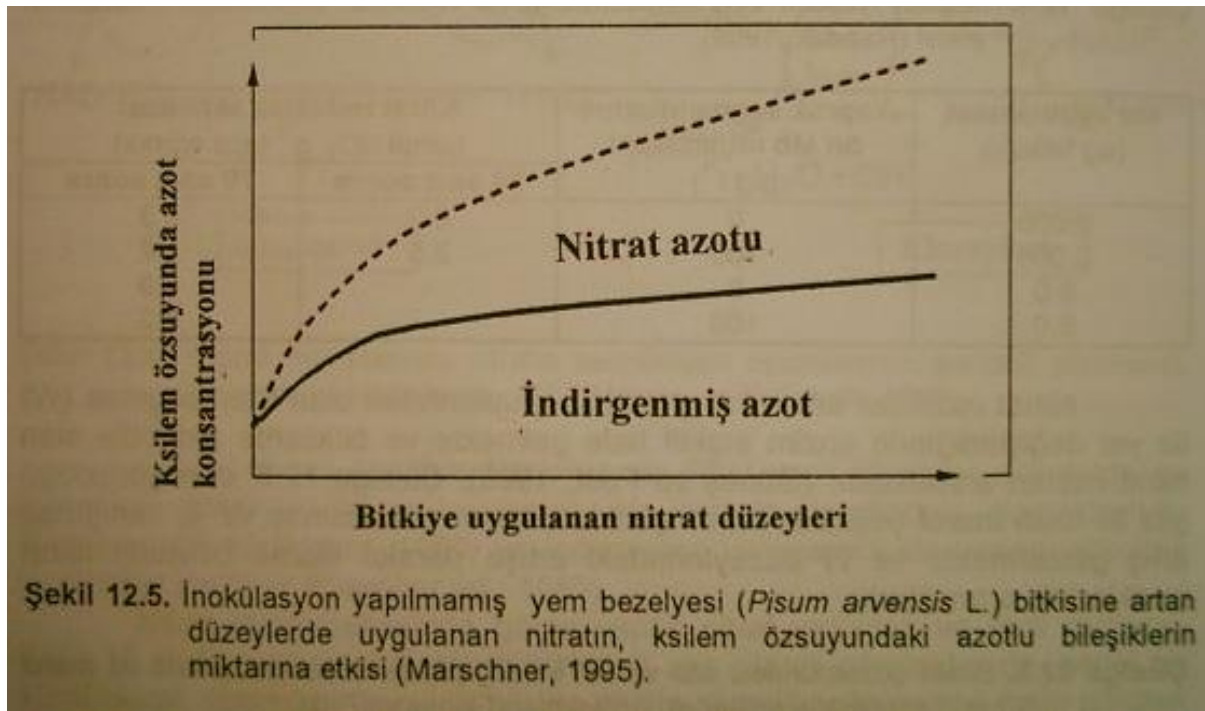
**Çizelge 12.4.** Buğday yaprak segmentlerinde nitrat redüktaz aktivitesine molibdenin etkisi

Mo uygulaması ( $\mu\text{g bitki}^{-1}$ )	Yaprak segmentlerine ön Mo muamelesi ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	Nitrat redüktaz aktivitesi ( $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}^{-1}$ taze ağırlık)	
		24 saat sonra	70 saat sonra
0.005	0	0.2	0.3
0.005	100	2.8	4.2
5.0	0	-	8.0
5.0	100	-	8.2

**Çizelge 12.5.** Besin çözeltisindeki Mo ve W' in değişik kombinasyonlarında iki marul çeşidinin nitrat içeriğindeki değişimler

Uygulamalar ( $\mu\text{M}$ )		$\text{NO}_3$ ( $\text{mg kg}^{-1}$ taze ağırlık)	
		Çeşitler	
Mo	W	Berlo	Kirsten
0.2	0	2737	2519
0	20	3155	2731
0.2	20	3112	2513
0.6	0	2710	2652
0	60	4200	3447
0.6	60	4032	3270
1.8	0	3123	2649
0	180	6537	4543
1.8	180	4941	4214

- **Bitkide  $\text{NO}_3$**  ; ● köklerde ve ● gövdede (yeşil dokularda) indirgenir
- **Köklerde veya gövdede indirgenen nitratın oranı;**
  - bitkinin nitrat ile beslenme durumu ( $\downarrow$  ise köklerde)
  - bitki çeşidi
  - bitkinin yaşı
  - mineral beslenme durumu ve
  - bitkilerin karbon ekonomisi gibi faktörlere bağlıdır.



- Ayrıca köklerde nitratın indirgenme oranı şu faktörlere bağlıdır;
  - Bitki çeşidine
  - Sıcaklık
  - Bitkinin yaşı
  - $\text{NO}_3$  ile alınan katyonlar ( $\text{K}+\text{NO}_3$  gövdeye taşınır,  $\text{Ca}$  veya  $\text{Na}+\text{NO}_3$  kökte ind.)
- Nitratın indirgenmesi ve asimilasyonunda **enerji** gereksinilir
- İndirgenme köklerde ise enerji ihtiyacı artar

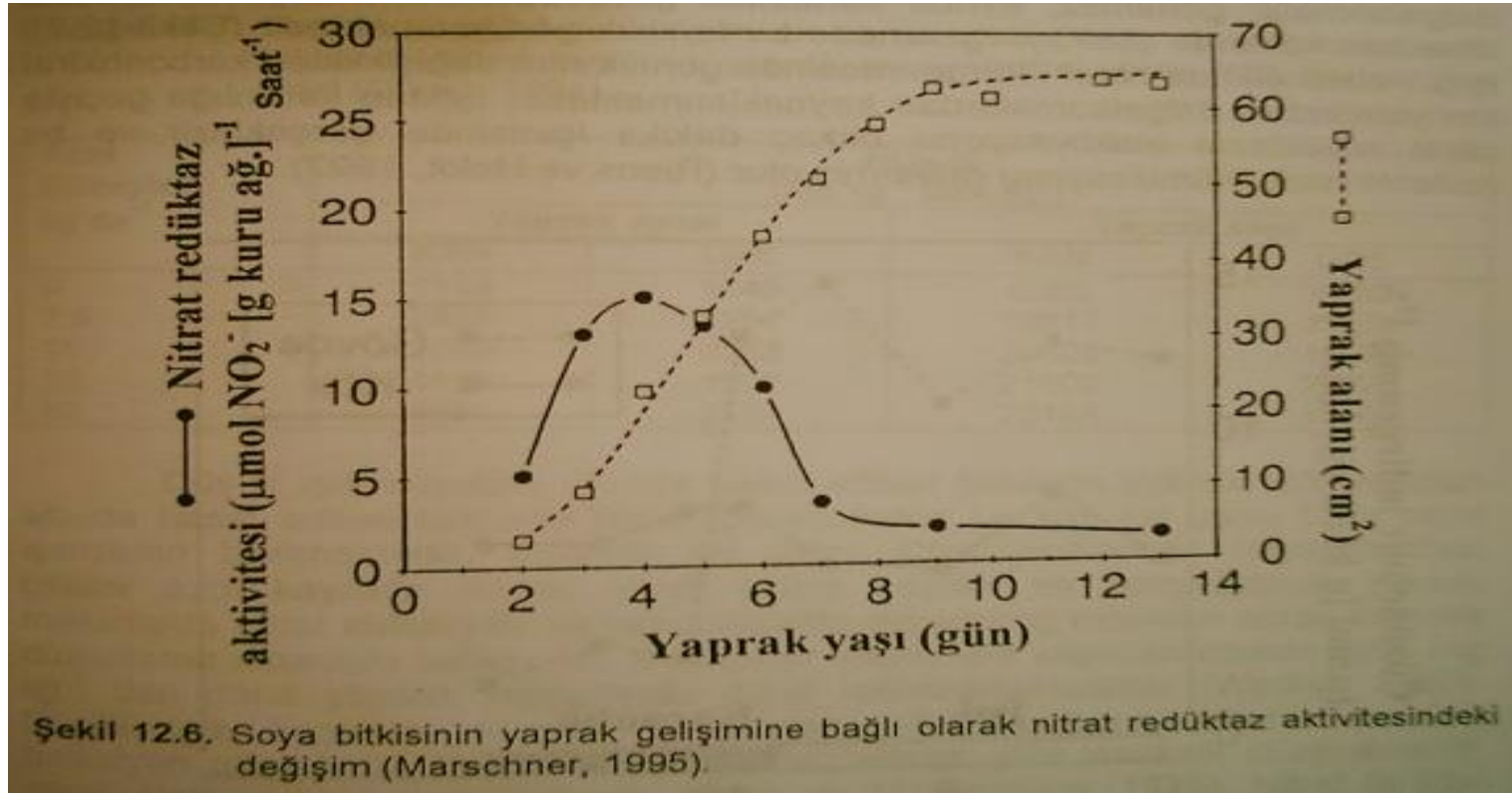


- Köklerde indirgenmede enerji **kök solunumundan** sağlanır  
Burada çıkan enerjinin % 23' ü tüketilir  
Bunun % 5' i  $\text{NO}_3$  absorpsiyonu  
% 15' i  $\text{NO}_3$  indirgenmesi  
% 3' ü de asimilasyonda kullanılır

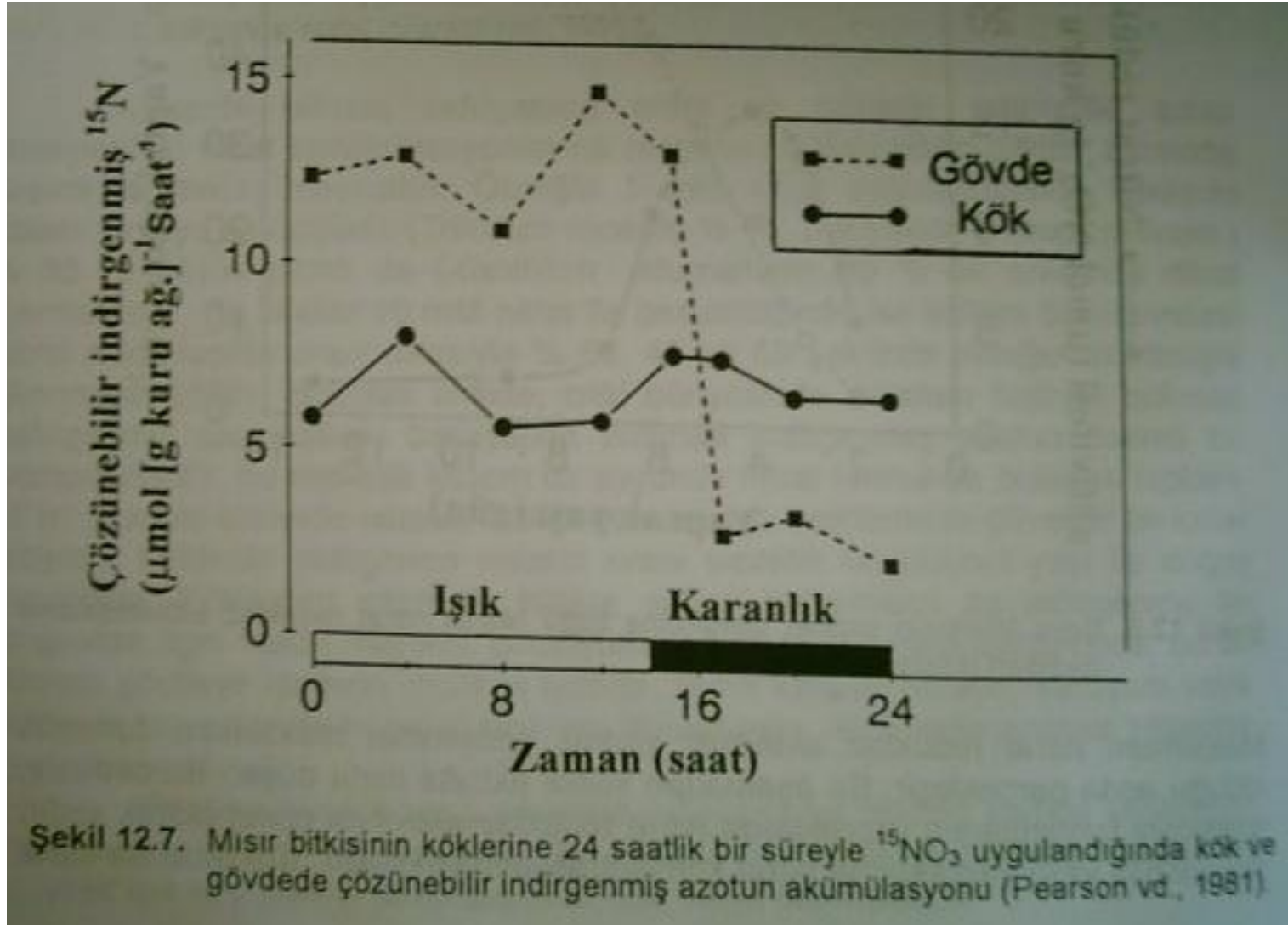
Yapraklarda indirgenmede enerji **fotosistem I ve fosforilasyon** yoluyla sağlanır  
Burada çıkan enerjinin % 14' ü tüketilir

Işık az olduğunda  $\text{NO}_3$  indirgenmesi ile  $\text{CO}_2$  asimilasyonunda **rekabet olur**

Yaprak yaşı NR' yi etkiler (**Yaşlı yapraklarda  $\text{NO}_3$  birikir**)



NO<sub>3</sub> uygulama zamanı bitkinin beslenmesini önemli derecede etkiler  
Yeşil yapraklarda ışık intensitesi ↑ NO<sub>3</sub> indirgenmesi ↑  
(Işıklanma etkisi)



**Çizelge 12.6.** Saat 9:00 dan 18:00 e kadar olan ışık periyodunda ıspanak bitkisinin nitrat içeriğindeki değişimler

Zaman	Nitrat azotu içeriği (mg kg <sup>-1</sup> taze ağırlık)	
	Yaprak ayası	Yaprak sapı
<b>8:30</b>	<b>228.2</b>	<b>830.2</b>
<b>Aydınlık 9:30</b>	<b>166.6</b>	<b>725.1</b>
<b>Aydınlık 13:30</b>	<b>100.8</b>	<b>546.0</b>
<b>Aydınlık 17:30</b>	<b>91.0</b>	<b>504.0</b>
<b>18:30</b>	<b>106.4</b>	<b>578.2</b>

**Yaprak aksamaları (aya/sap) olarak NO<sub>3</sub> dağılımı farklılık gösterir**

**Çizelge 12.7.** Değişik düzeylerde kalsiyum amonyum nitrat (KAN) ve üre' nin ıspanak bitkisinin yaprak ayası ve yaprak sapının nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N) içeriğine etkisi

Azot Düzeyleri (kg da <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg kg <sup>-1</sup> taze ağı.)			
	Yaprak ayası		Yaprak sapı	
	KAN	ÜRE	KAN	ÜRE
<b>0</b>	<b>1114</b>	<b>1045</b>	<b>6265</b>	<b>6268</b>
<b>7.5</b>	<b>2935</b>	<b>2301</b>	<b>16817</b>	<b>15158</b>
<b>15</b>	<b>3765</b>	<b>3283</b>	<b>20605</b>	<b>18730</b>
<b>30</b>	<b>4119</b>	<b>3932</b>	<b>21802</b>	<b>20328</b>
<b>60</b>	<b>4891</b>	<b>3137</b>	<b>23188</b>	<b>19755</b>

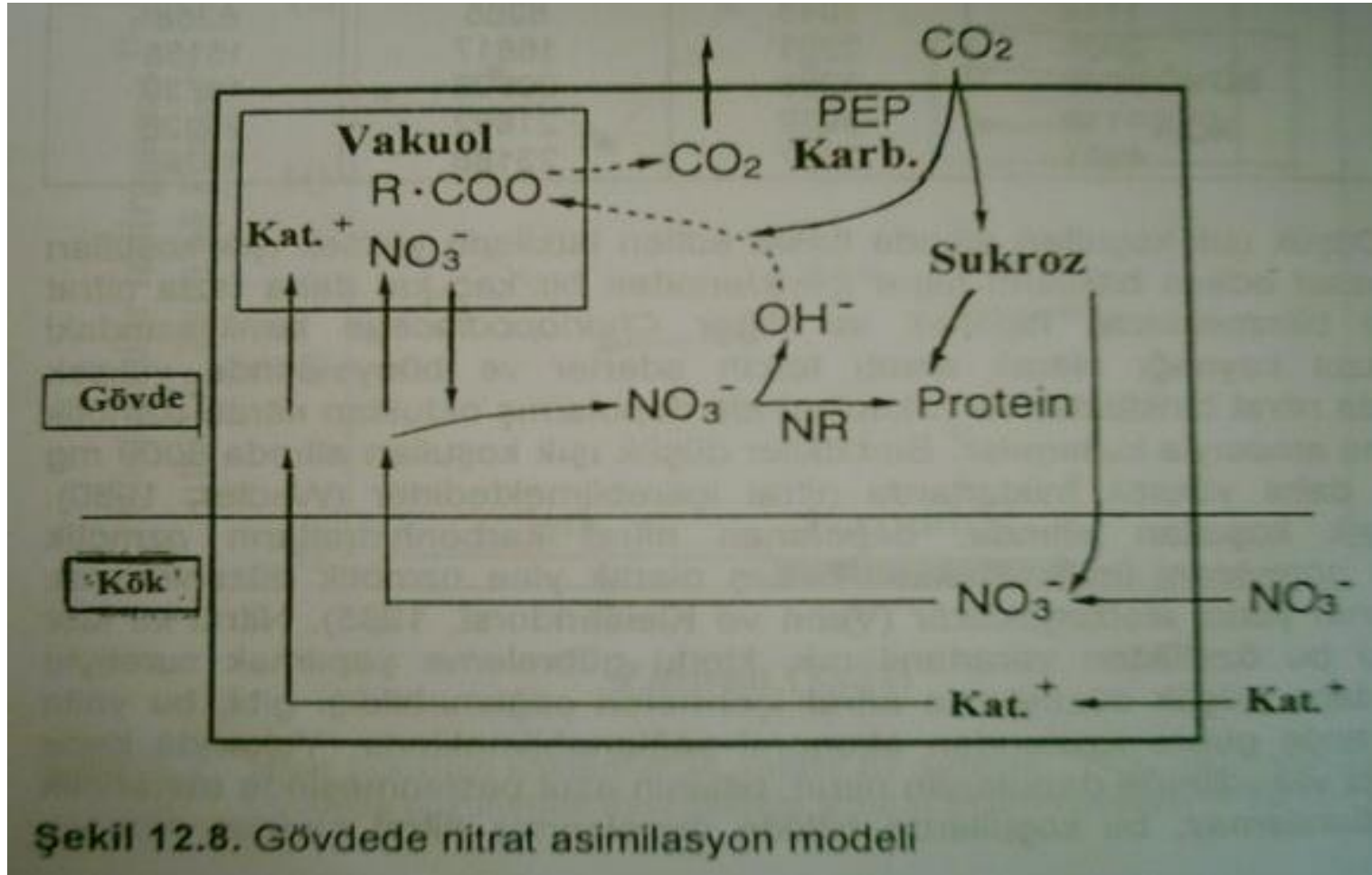


- Bitki bünyesinde biriken  $\text{NO}_3$  karbonhidratlar gibi **ozmotik regülasyonda** kullanılır
- Bitkiler yüksek miktarlarda  $\text{NO}_3$  biriktirebilir (**özellikle ışık az ise**)
- Bitkiler ozmotik regülasyon amacıyla  $\text{NO}_3$  gibi Cl' da biriktirirler (**N ekonomisi !!!**)
- İndirgenmiş N ( $\text{NH}_2\text{-N}$ ) benzer görevi yapar

**Çizelge 12.8.** Klor içeren ve içermeyen besin çözeltilerinde nitrat azotunun kısmen indirgenmiş azot bileşikleri ile yer değiştirilmesinin soğan bitkisinin  $\text{NO}_3\text{-N}$ , toplam-N ve  $\text{NO}_3\text{-N}$ ' un toplam-N içindeki oranına etkisi

Uygulamalar	$\text{NO}_3\text{-N}$ % kuru ağırlık		Toplam-N, %		$\text{NO}_3\text{-N}$ toplam-N' un %' si	
	-Cl	+Cl	-Cl	+Cl	-Cl	+Cl
Referans (%100 $\text{NO}_3$ )	<b>2.29</b>	<b>1.39</b>	<b>6.20</b>	<b>5.66</b>	<b>36.7</b>	<b>24.5</b>
(%80 $\text{NO}_3$ +%20 Karışık aminoasit)	<b>1.60</b>	<b>1.19</b>	<b>7.21</b>	<b>8.00</b>	<b>22.3</b>	<b>14.8</b>
(%80 $\text{NO}_3$ +%20 Üre)	<b>2.20</b>	<b>1.66</b>	<b>7.58</b>	<b>7.51</b>	<b>29.0</b>	<b>22.1</b>
(%80 $\text{NO}_3$ +%20 Glisin)	<b>2.11</b>	<b>1.50</b>	<b>7.84</b>	<b>6.70</b>	<b>26.0</b>	<b>22.3</b>

- $\text{NO}_3$  asimilasyonunu gövdede gerçekleştiren bitkiler;
  - ● sitoplazmada organik asit anyonları sentezleyip vakuollerde depolayarak
  - ● katyon-anyon dengesini sağlar ve
  - ● hücre içi pH' yı dengede tutar



## Aşağıdaki mekanizmalarla fazla ozmotik moleküller uzaklaştırılabilir;

- Aşırı miktarlarda bulunan ozmotik moleküller **inaktif hale getirilir**. (Örn.  $\text{NO}_3$  indirgenmesine karşılık okzalik asit sentezlenir ve okzalik asit kalsiyum okzalat şeklinde çöker.
- İndirgenmiş azotlu bileşikler (aminoasitler, amidler) floemde mobil olan katyonlar (K, Mg gibi) ile beraber **büyümekte olan kısımlara gönderilir**.
- Organik asit anyonları (malat gibi) potasyum ile beraber köklere gönderilir ve dekarboksilasyondan sonra köklerden **anyon ( $\text{OH}^-$  veya  $\text{HCO}_3^-$  gibi) salgılaması gerçekleşir**.

## Amonyum asimilasyonu

- $\text{NO}_3^-$ ' ün tersine  **$\text{NH}_4^+$  ve  $\text{NH}_3$  toksiktir**
- $\text{NH}_3$  (suda çözülmüş)  $\rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{N}_2$  asimilasyonda temel aşama olan aminoasitlere ve amidlere dönüşümü ve
- Fazla  $\text{NH}_4^+$ ' un pH' sı düşük olan vakuollerde depolanması ile

**Toksiklik önlenir**

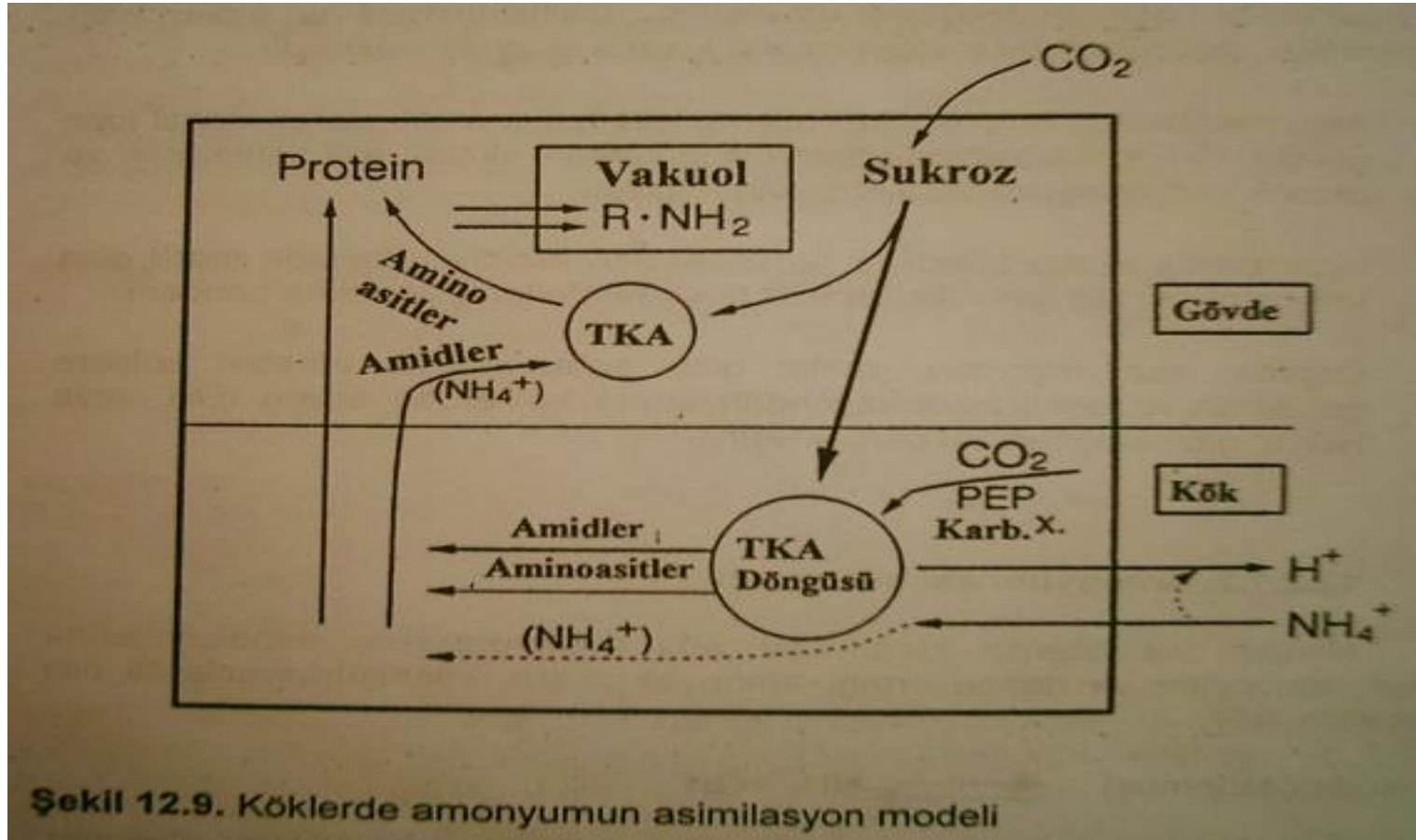
Aminoasitlere ve amidlere dönüşüm sırasında **köklerden H<sup>+</sup> salgılanır**

Gövdeden H<sup>+</sup> salgılanmadığından alınan NH<sub>4</sub> büyük oranda köklerde asimile edilerek ksilem aracılığıyla gövdeye taşınır

Çeltik vb bitkilerde NH<sub>4</sub> taşınarak gövdede asimile edilir

Köklerde NH<sub>4</sub> asimilasyonu için karbon ihtiyacı artar

**NH<sub>4</sub> ile beslenen bitkilerde C ihtiyacı >> NO<sub>3</sub> ile beslenen bitkiler**

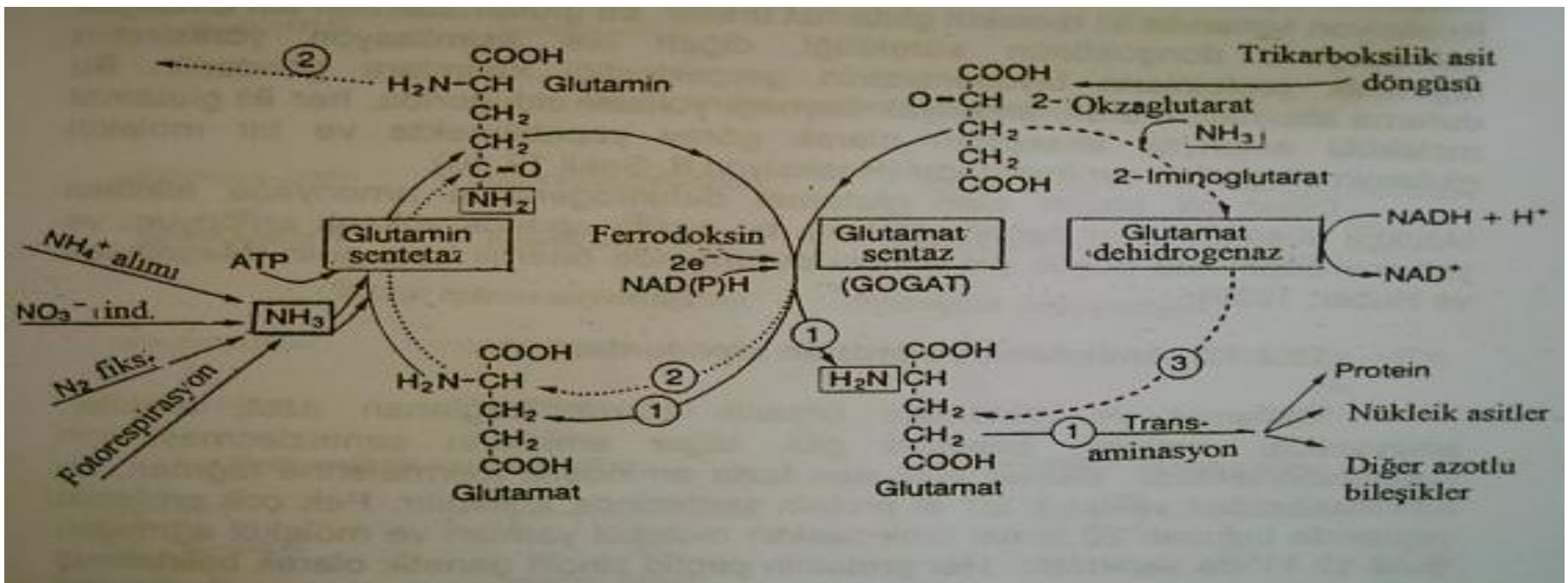


Şekil 12.9. Köklerde amonyumun asimilasyon modeli

Bazı bitki türlerinde depolanan ve uzun mesafe taşınımında önemli olan küçük molekül ağırlıklı organik azotlu bileşiklerin formları

<b>Bileşik</b>	<b>Bitki türü</b>
Glutamin, asparagin	<i>Graminea</i>
Glutamin	<i>Ranunculaceae</i>
Asparagin	<i>Fagaceae</i>
Arginin, glutamin	<i>Rosaceae</i>
Prolin, alantoin	<i>Papilionaceae</i>
Betain	<i>Chenopodiaceae</i>

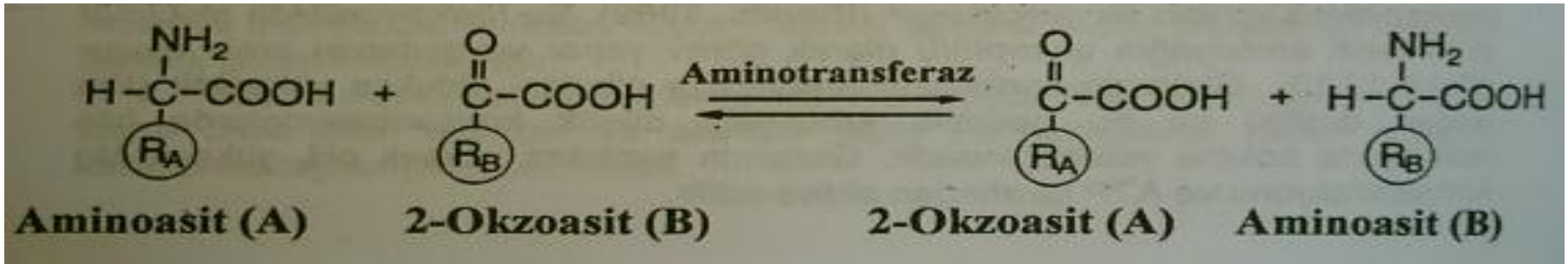
- $\text{NH}_4$  asimilasyonunu (kök, nodül, yaprak) katalizleyen enzimler **glutamin sentetaz ve glutamat sentazdır**
- Bu enzimler; **köklerde**, **kloroplastlarda** ve  **$\text{N}_2$  fikse eden mikroorganizmalarda** bulunur
- **glutamat sentaz (GOGAT)** ve **glutamat dehidrogenaz** da  $\text{NH}_4$  asimilasyonunu katalizler



**Şekil 12.10.** Amonyak asimilasyon modeli (1, 2) Glutamin sentetaz-glutamat sentaz reaksiyonu, düşük  $\text{NH}_3$  konsantrasyonunda (1) ve yüksek  $\text{NH}_3$  konsantrasyonunda (2). (3) Glutamat dehidrogenaz reaksiyonu. GOGAT, Glutamin-okzoglutarat aminotransferaz.

## Aminoasit ve Protein Biyosentezi

- Glutamat ve glutamin temel aminoasitlerdir
- Bitkilerde 200' den fazla aminoasit bulunur, % 20' si protein sentezine katılır
- Aminoasitlerin amino grubunun diğer karbon iskeletlerine taşınımı (**transaminasyon reaksiyonu**) **amino transferazlar** aracılığıyla katalizlenir. Bu enzimlere **transaminazlar** da denilir.



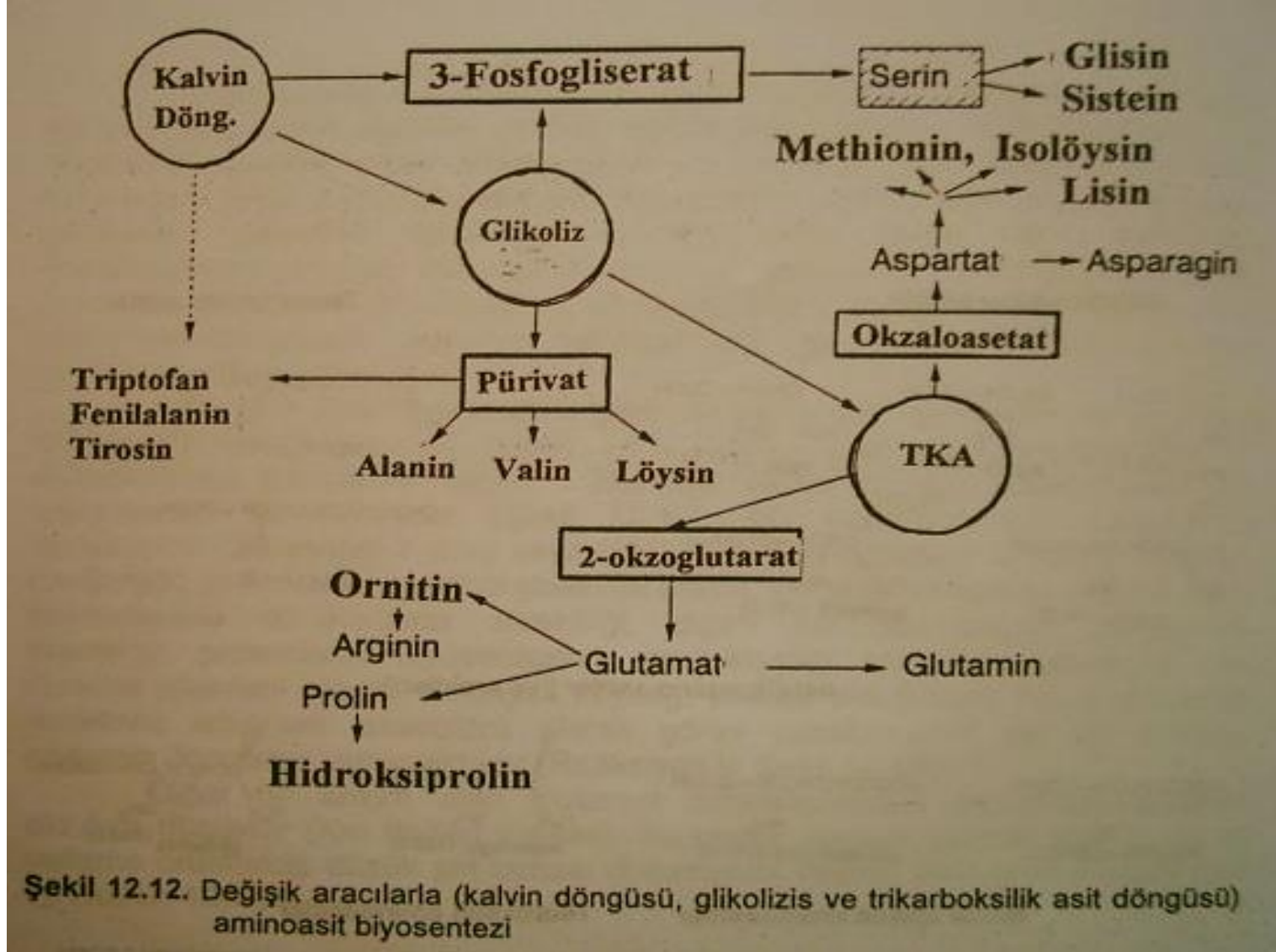


Aminoasitlerdeki yapı farklılığı;

\*Fotosentez

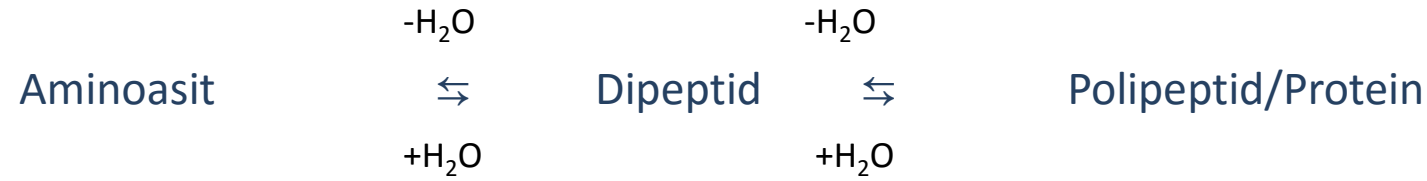
\*Glikolizis

\*Trikarbon asit döngülerinden kaynaklanır

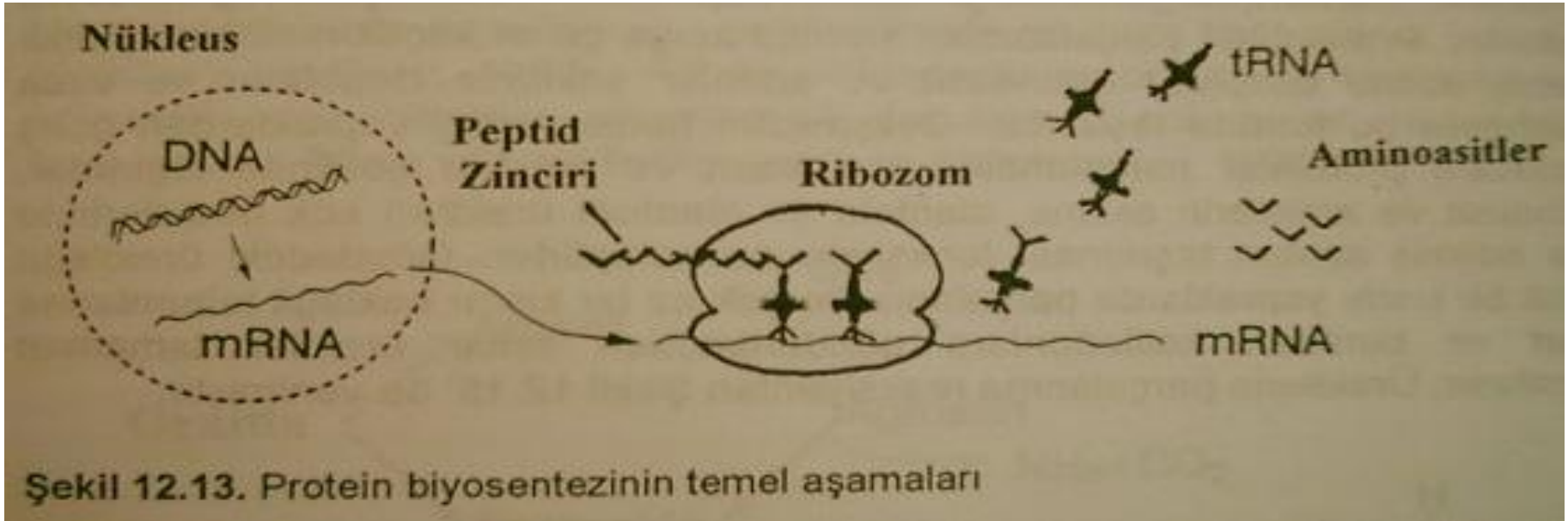




Protein biyosentezinde aminoasitler peptid bağlarıyla ( $R_1\text{-CO-NH}_2\text{-R}_2$ ) aşağıda gösterildiği şekilde bağlanırlar.

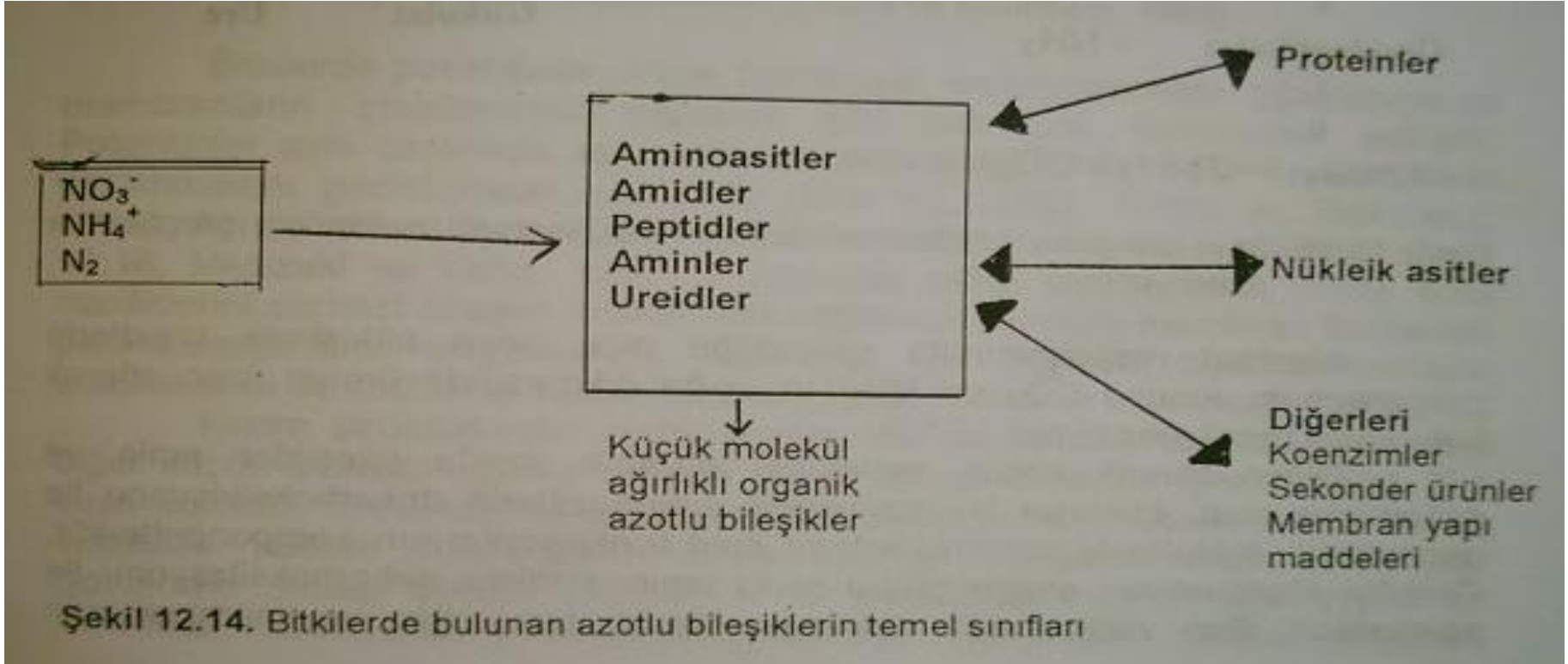


- Polipeptid olan **proteinler 100' den fazla aminoasitten meydana gelirler**
- Proteinlerdeki aminoasitlerin sıralanışı **genetik bilgiler tarafından belirlenir**
- Proteinleın oluşmasında aminoasitler **çift sıra şeklinde sıralanırlar**

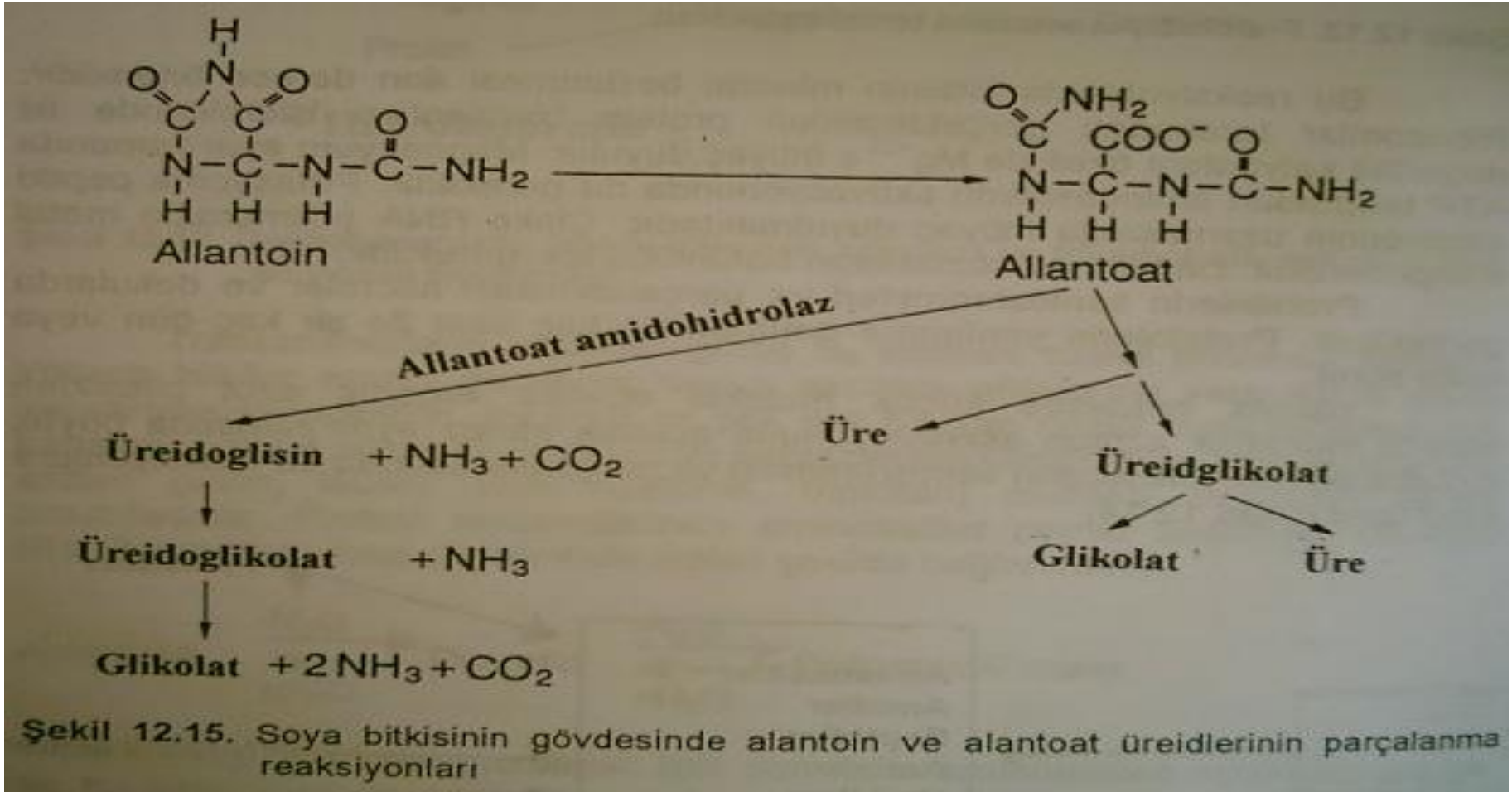


## Protein biyosentezini bitkinin mineral beslenme durumu etkiler

- Ribozomların protein biyosentezini iki değerlikli katyonlar (özellikle  $Mg^{+2}$ ) etkiler
- Mg ATP tarafından aminoasitlerin aktivasyonunda da gereklidir
- K' a peptid zincirlerinin uzamasında ihtiyaç duyulur
- Zn RNA polimerazın metal komponentidir
- Fe ise ribozomların bütünlüğü için gereklidir.



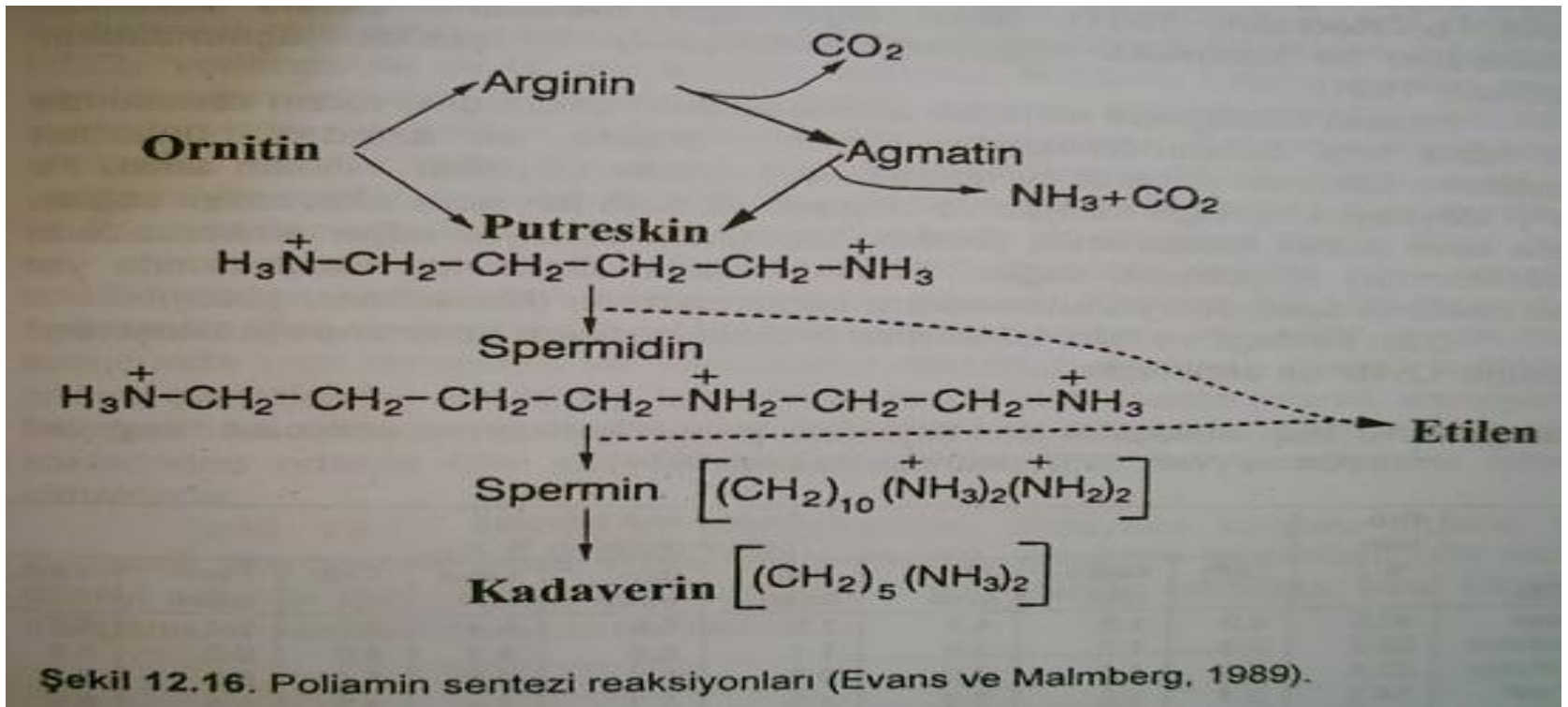
- Bitkiler diğer canlılar gibi organik azot (üre gibi) salgılayamaz
- Bitkiler yüksek miktarlarda **NO<sub>3</sub> biriktirirler**
- Ancak organik bağlı azotu tekrar nitrata **oksitleyemezler**
- Proteinler remobilize olarak bitkide taşınabilirler (Amino asit ve amid halinde)



**Çizelge 12.19.** Değişik bitkilerin nitrat içerikleri

<b>Bitki Çeşidi</b>	<b>Nitrat Kapsamı (mg kg<sup>-1</sup>, kuru ağı.)</b>
Domates	20-100
Hıyar	20-300
Fasulye	80-222
Üzüm	3-62
Patates	10-150
Havuç	30-800
Turp	261-300
Lahana	250-2300
Marul	382-3520
Ispanak	349-3890

- Amin ve poliaminlerin biyosentezi aminoasitlerin dekarboksilasyonu ile gerçekleşir
- Aminler biyomembranların lipid fonksiyonlarının komponentleridir
- Poliaminler sekonder mesaj taşıyıcılar ve membranların koruyucularıdır
- Poliaminler polivalent katyonlar olup iki veya daha fazla amino grubu içerirler
- Poliaminlerin sentezlenmesini arginin aminoasidi sağlar
- **Önemli Poliaminler;** Putreskin kadaverin, spermidin ve spermin dir
- Aşırı  $\text{NH}_4$  ve az K ile beslenen bitkilerin meristematik dokularında poliaminler fazla bulunur



## Poliaminler;

- hücre bölünmesi
- embriyogenesis
- yaşlanmayı geciktirme (asit proteinazı inhibe ederek)
- çiçeklenme
- etilen biyosentezinde
- membran stabilitesinde **önemli fonksiyona sahiptir**

## Küçük molekül ağırlıklı organik azotlu bileşikler

(Poliaminler, betain, glisin betain, sistein, amino asitler) **bitkilerin tuz, ağır metal, kuraklık, sıcaklık vb çevresel stres koşullarına adaptasyonunda oldukça önemlidir**

## Protein özelliğinde olmayan aminoasitler

- **Kleyt ajanı** ve **Fitosiderofor** olarak **mikroelement alımına katkıda bulunur**

## Bazı baklagil ve tahıl bitkilerinin protein içerikleri ve aminoasit bileşimleri

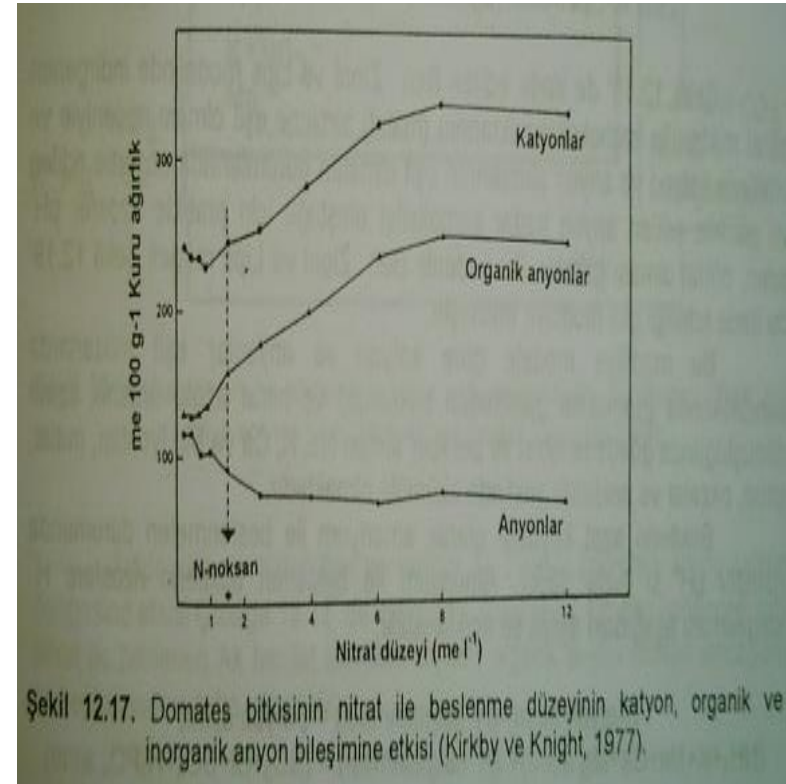
Bitki	Protein %	Amino-asit bileşimi (Toplam proteinin %' si)								
		Lisin	Methionin	Threonin	Triptofan	İsoleusin	Leusin	Tirösin	Fenilalain	Valin
Soya	40.5	6.9	1.5	4.3	1.5	5.9	8.4	3.5	5.4	5.7
Bezelye	23.8	7.3	1.2	3.9	1.1	5.6	8.3	4.0	5.0	5.6
Fasulye	21.4	7.4	1.0	4.3	0.9	5.7	8.6	3.9	5.5	6.1
Yulaf	14.2	3.7	1.5	3.3	1.3	5.2	7.5	3.7	5.3	6.0
Arpa	12.8	3.4	1.4	3.4	1.3	4.3	6.9	3.6	5.2	5.0
Buğday	12.3	3.1	1.5	2.9	1.2	4.3	6.7	3.7	4.9	4.6
Çavdar	12.1	4.1	1.6	3.7	1.1	4.3	6.7	3.2	4.7	5.2
Sorgum	11.0	2.7	1.7	3.6	1.1	5.4	16.1	2.8	5.0	5.7
Mısır	10.0	2.9	1.9	4.0	0.6	4.6	13.0	6.1	4.5	5.1
Çeltik	7.5	4.0	1.8	3.9	1.1	4.7	8.6	4.6	5.0	7.0

## NH<sub>4</sub> : NO<sub>3</sub> beslenmesi

- Bitkiler temelde NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub>' ile beslenirler
- Fazla miktarda alındığı için **iyonik denge** yi etkiler
- Bitkiler **katyon ve anyonları eşit miktarda almazlar**
- İyonların aktif yolla alınmaları ve metabolize edilmeleri bitkide **karboksilatların** (organik anyon) **miktarını artırır**

Çizelge 12.11. Bitkilerde karboksilat miktarlarını etkileyen prosesler

Proses	Karboksilat (K-A)
1. Na+K+Ca+Mg alımı < NO <sub>3</sub> +Cl+SO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ise	Azalır
2. Na+K+Ca+Mg alımı > NO <sub>3</sub> +Cl+SO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ise	Artar
3. Nitrat indirgenmesi	Artar
4. Sülfat indirgenmesi	Artar
5. Amonyum' un organik azota asimilasyonu	Azalır



İyon alımı sırasında bitkilerde elektronötralite;


- ortamdan H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> veya HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alınarak veya ortama verilerek **korunmaktadır**

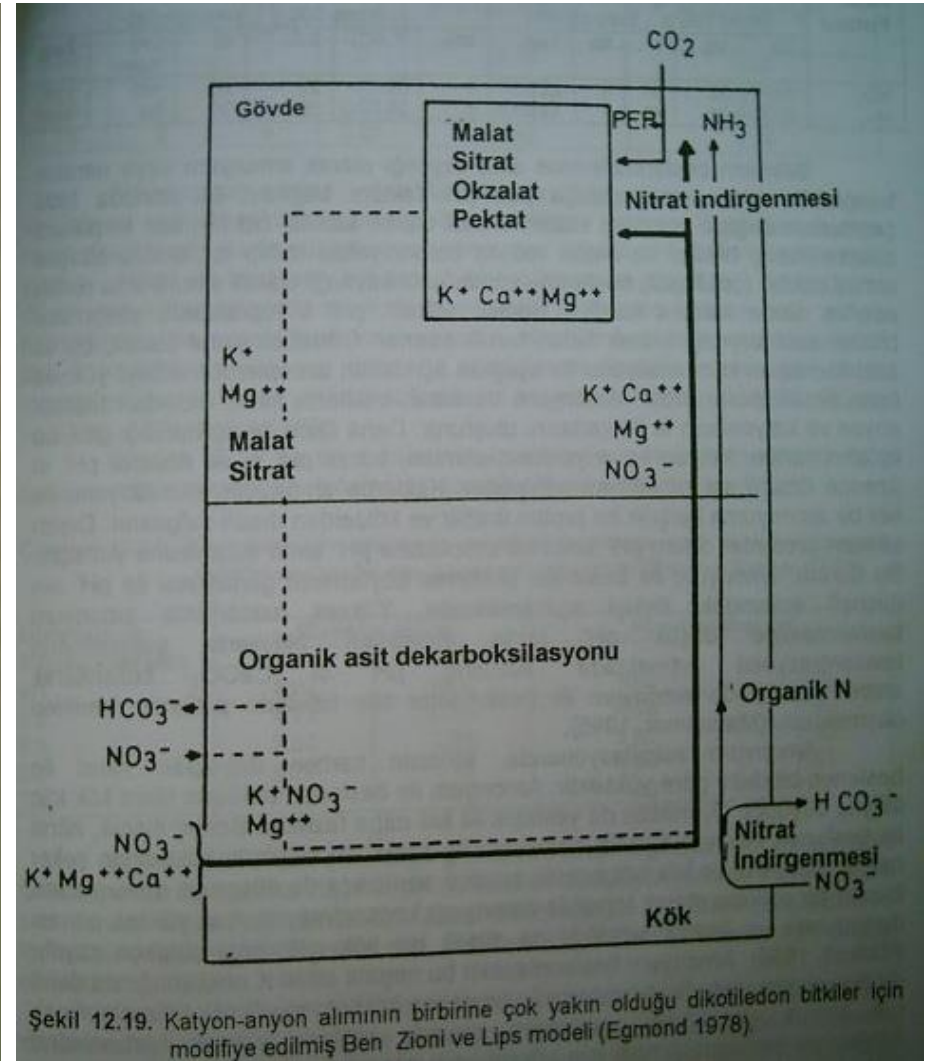
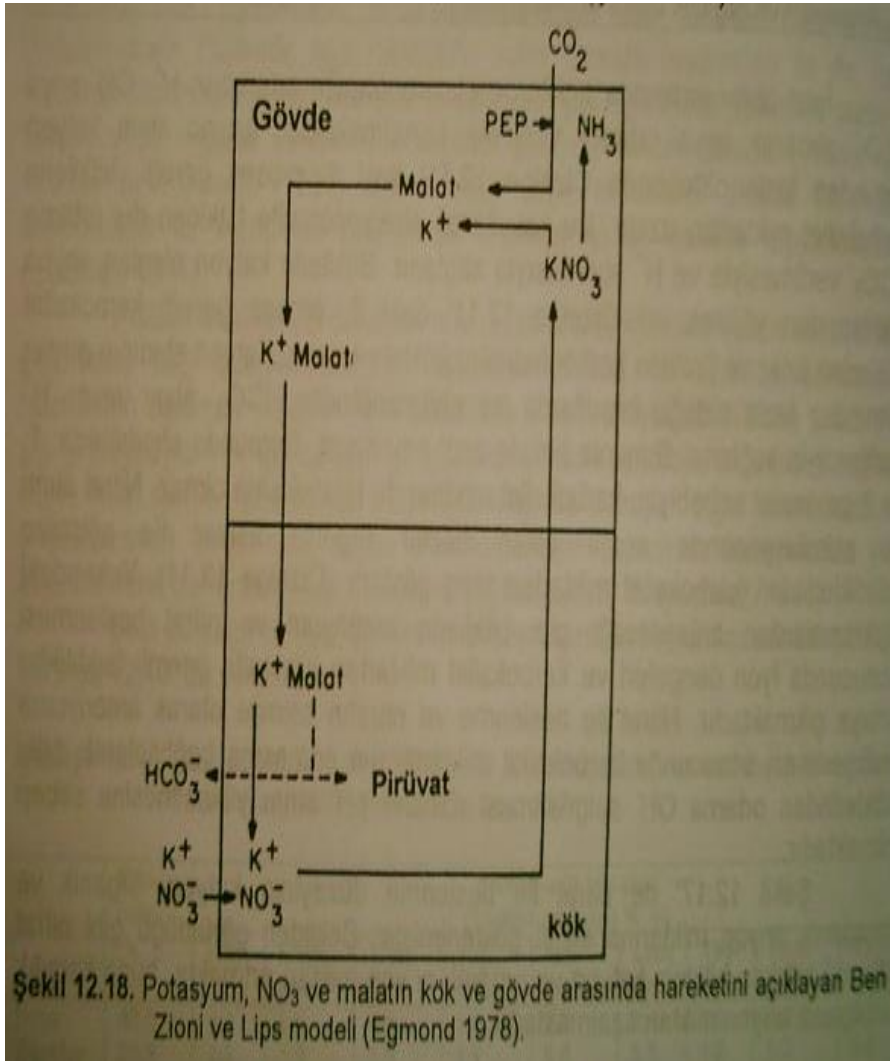


## Bitkilerin iyon alımları kök bölgesi (rizosfer) pH' sını etkiler

- $\text{NO}_3$  alınıyorsa kök bölgesi (rizosfer) pH' sı 
- $\text{NH}_4$  alınıyorsa kök bölgesi (rizosfer) pH' sı 

Burada; indirgenen  $\text{NO}_3$  miktarı = Karboksilat (malat) miktarı olduğundan

- $\Sigma A = \Sigma K \Rightarrow$
- absorbe edilen ve asimile edilen anyon kadar karboksilat oluştuğu için
- pratikte rizosfer pH' sının, **nötral olması gerekir**
  
- Ben Zioni ve Lips modeli aşağıdaki şekilde modifiye edilmiştir
- Burada ise  $\Sigma A = \Sigma K \Rightarrow$  (genellikle çiftçenekli bitkiler)
- $\text{NO}_3$  ile alınan Na, K, Ca ve Mg iyonları, malat, sitrat, okzalat ve pektatlar şeklinde akümüle olur
- $\text{NH}_4$  alımı rizosfer pH' sını  Karboksilat miktarını etkilemez
  
- (Katyon alımı)-(H+ salgılanması) = (Anyon alımı)
- $(\text{NH}_4 + \text{K} + \text{Na} + \text{Ca} + \text{Mg} \text{ alımı}) + (\text{H} + \text{salgılanması}) = (\text{NO}_3 + \text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{PO}_4 \text{ alımı})$



**Çizelge 12.12.** Azot formlarının Ak hardal bitkisinin katyon ve anyon dengesine etkisi

Azot Formu	Katyonlar (meq 100 g <sup>-1</sup> , kuru ağırlık)					Anyonlar (meq 100 g <sup>-1</sup> , kuru ağırlık)					
	Ca	Mg	K	Na	Top.	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Org. Asitler	Top.
NO <sub>3</sub>	107	28	81	5	<b>221</b>	1	26	25	25	162	<b>239</b>
NH <sub>4</sub>	72	22	40	7	<b>141</b>	1	25	25	31	54	<b>136</b>

NH<sub>4</sub> veya NO<sub>3</sub>' ün hangisinin daha uygun olduğu;

- bitki çeşidi

- kalsifüj bitkiler (asit koşullara adapte olmuş bitkiler) ve
- redoks potansiyeli düşük topraklarda yetişen bitkiler (çeltik gibi)  
**NH<sub>4</sub> tercih ederler**
- kalsikol bitkiler (yüksek pH' lı topraklarda yetişen bitkiler) **NO<sub>3</sub> tercih ederler**

**Bu iki azot formunun (NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>) kombinasyonu ile daha iyi ürün alınır (NO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub>) toplam anyon ve katyonların % 80' ini oluşturur**

## **NO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub>**

- katyon ve anyonların alımları
- hücre pH' sı ve
- rizosfer pH' sı üzerine önemli ve zıt etkilere sahiptir

## NH<sub>4</sub> beslenmesinde;

- Bitkilerde poliaminlerin miktarı artar
- O<sub>2</sub> ve C gereksinimi artar
- Köklerde şeker miktarı ve kök gelişmesi azalır (Özellikle K noksan ise)
  - yüksek ürün için toprak sıcaklığı
  - köklerde yeterli karbonhidrat
  - yüksek ışık intensitesine gereksinim vardır
- Düşük ve yüksek pH' lar kritiktir

Besin çözeltilisinin pH' sı ve azot kaynağının hıyar bitkisinde asimilasyon ve transpirasyon oranına etkisi

pH	Azot kaynağı (mM)			Asimilasyon oranı (mg CO <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	Transpirasyon oranı (g H <sub>2</sub> O dm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>3</sub>		
6.50	3	0	0	6.15	2.00
7.75	3	0	0	6.55	2.18
6.50	3	5	0.01	6.60	1.80
7.75	3	5	0.01	4.48	1.39

## NO<sub>3</sub> beslenmesinde;

- NO<sub>3</sub> köklerde asimile edilmek zorunluluğunda değildir
- rizosfer pH' sını ↑ (mikroelement yarayırlılığını **azaltır**)
- Yüksek pH' larda toksisitesi görülmez
- NO<sub>3</sub> ile beslenen bitkilerin C ihtiyaçları azdır
- Az ışıkta yeterli gelişme olur

Çizelge 12.14. Soya bitkisinin amonyum ve nitrat formunda azot ile beslenmesinin rizosfer ve rizosfer dışı toprak pH' sına etkisi

Gübresiz ve bitkisiz toprakta pH	Rizosfer pH' sı		Rizosfer dışı pH	
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
5.2	4.71	6.60	4.98	5.43
6.3	5.60	7.05	5.90	7.00
6.7	6.25	7.19	6.64	7.01
7.8	7.20	7.40	7.80	7.80

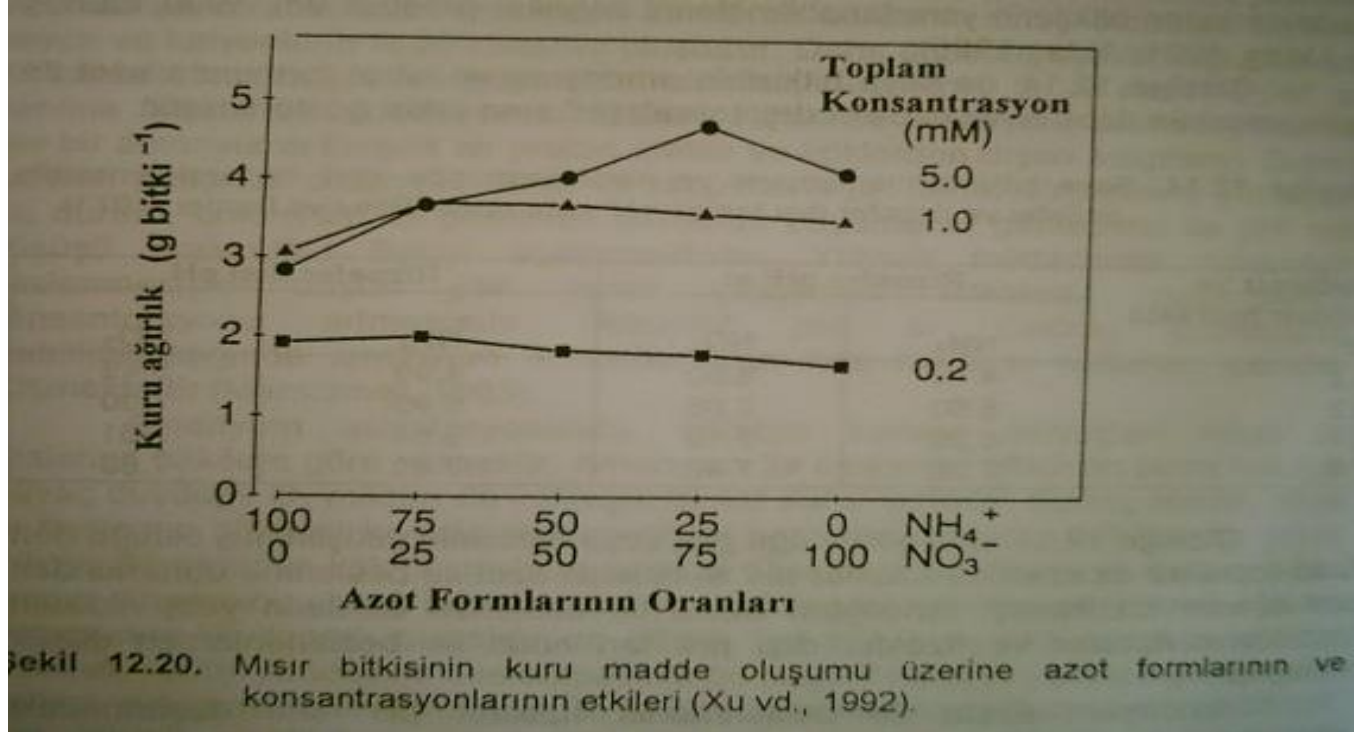
Amonyum ve nitrat beslenmesi sonucu mısır bitkisinin aktif ve toplam demir içerikleri

Demir uygulaması	N-Serve Uygulaması	Aktif demir (mg kg <sup>-1</sup> , taze bitki)		Toplam demir (mg kg <sup>-1</sup> , kuru madde)	
		NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>
-	-	4.40	6.33	54.33	56.00
-	+	4.47	7.27	60.00	86.00
+	-	5.80	7.33	67.33	89.00
+	+	5.67	7.40	65.00	94.67

Amonyumun asidik özelliği bitkilerin mikroelement beslenmesini artırır

## NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub> avantajı;

- Dış konsantrasyonlarına bağlıdır
- Düşük konsantrasyonlarda gelişmede büyük farklılıklar yaratmaz



## Tarla koşullarında;

NH<sub>4</sub>' u toprakta stabil kılmak için **nitrifikasyon inhibitörleri** kullanılabilir  
Böylece bitkilerin her iki azot formundan da yararlanması sağlanabilir

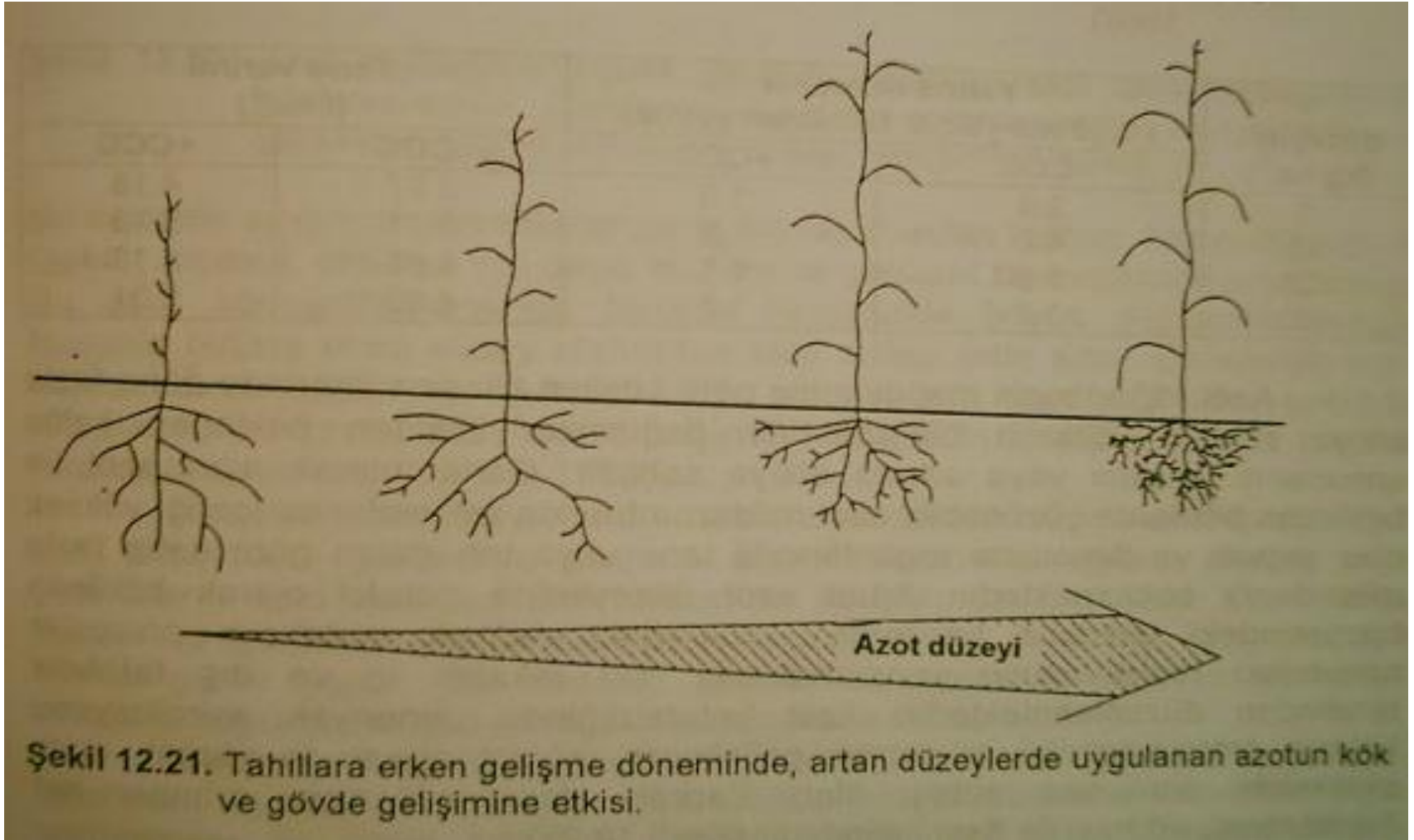
## Üre;

kökler veya vejetatif aksam tarafından alınabilir  
Üreaz aktivitesi ile hidrolize olur

## Bitki Gelişimi ve Bitkinin Bileşimine Azotun Etkisi

- N miktarı arttıkça gövde/kök oranı artar

\*böylece bitkilerin topraktaki su ve besin maddelerinden yararlanma oranı etkilenir



\* yaprak morfolojisi

\* yatmaya direnç

\*bitki kalitesi

\*fotosentez etkilenir

**Çizelge 12.16.** Artan düzeylerde uygulanan azotun ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) çeltik bitkisinin yapraklarına etkisi

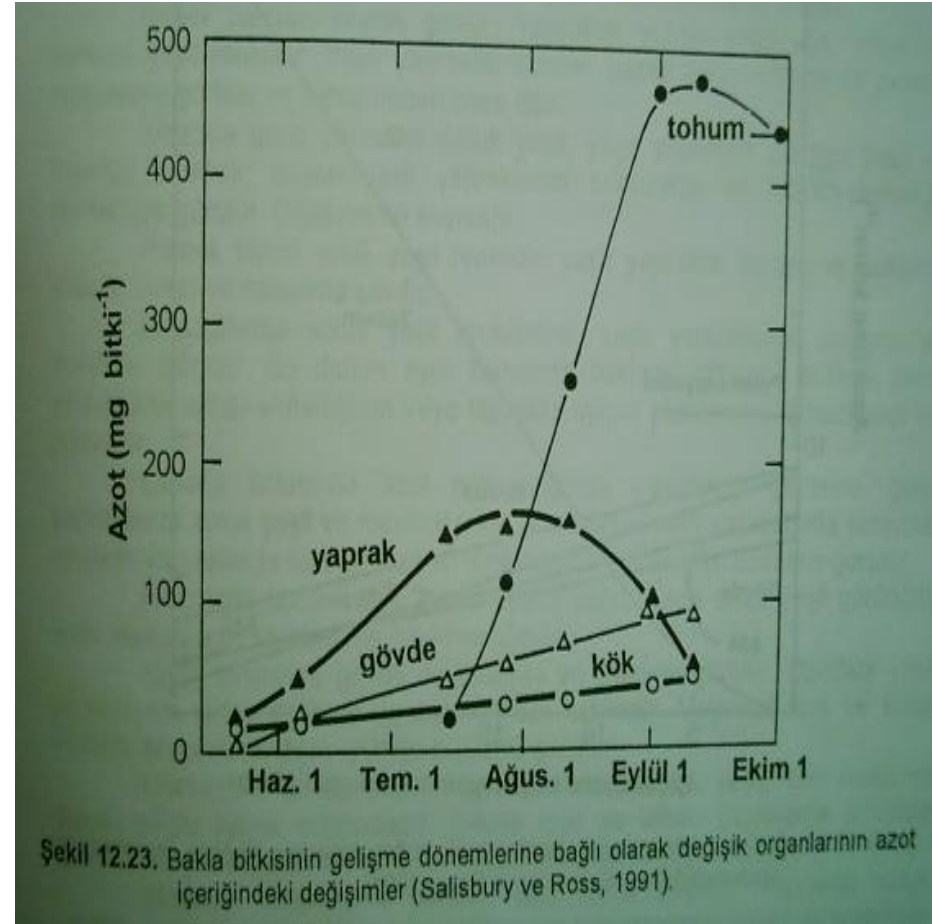
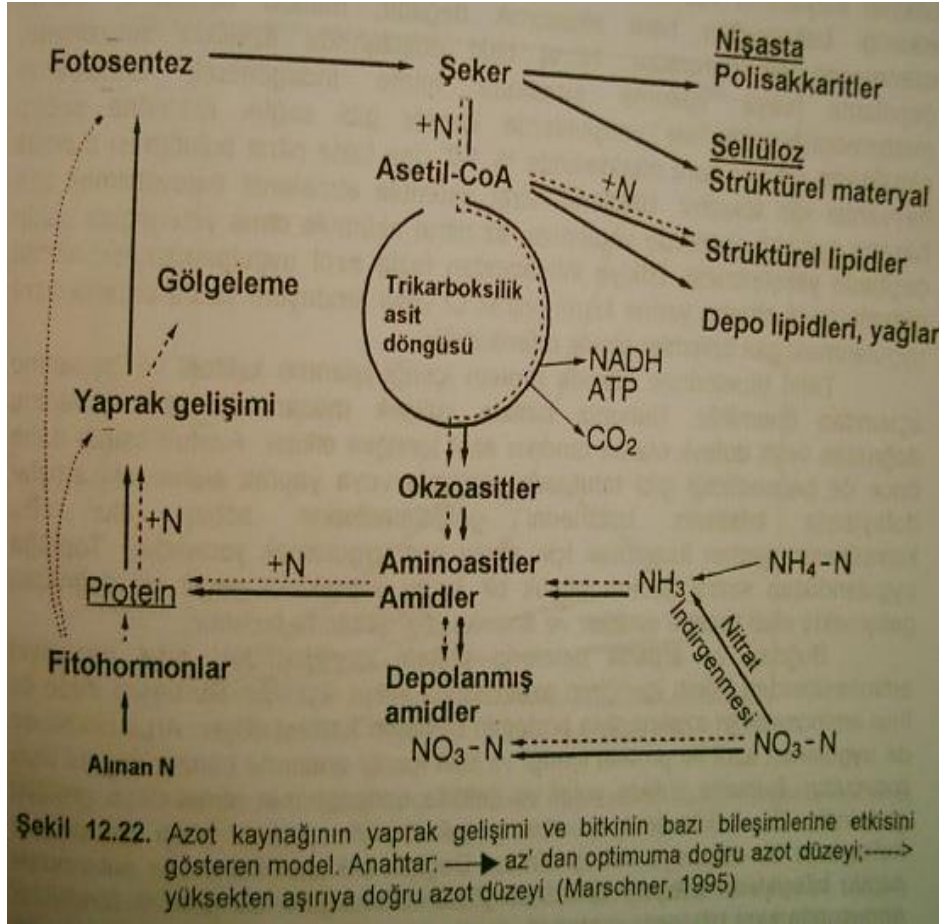
N düzeyleri ( $\text{mg l}^{-1}$ )	Yaprak ayası			
	Uzunluk (cm)	Genişlik (cm)	Alan( $\text{cm}^2$ )	Kalınlık ( $\text{mg cm}^{-2}$ )
5	49.0	0.89	30.6	4.9
20	56.1	1.13	47.8	4.1
200	60.3	1.25	56.1	3.8

**Çizelge 12.17.** Uygulanan azot düzeyi ve CCC ile büyüme engellemesinin kışlık buğdayda yatma ve tane verimi üzerine karşılıklı etkisi

N düzeyleri ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Yatma derecesi (1: yatma yok; 9: tamamen yatma)		Tane verimi ( $\text{t ha}^{-1}$ )	
	-CCC	+CCC	-CCC	+CCC
0	2.4	1.0	3.97	4.18
80	4.8	1.2	4.71	5.13
120	5.8	1.8	4.67	5.13
160	6.3	1.7	4.80	5.31

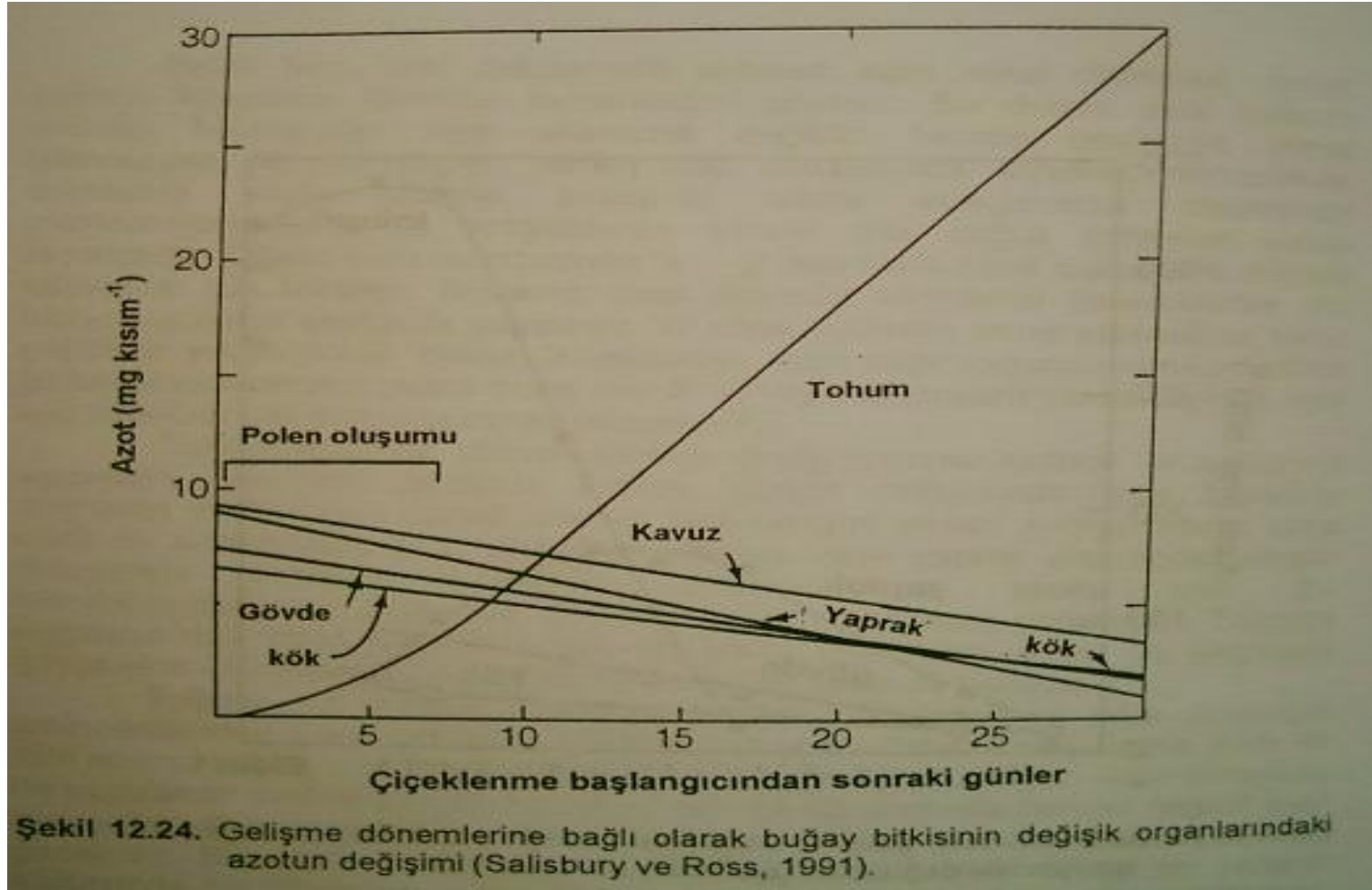


-N bitkide kök-gövde ve gövde-kök arasında devamlı bir döngü halindedir



Şekil 12.23. Bakla bitkisinin gelişme dönemlerine bağlı olarak değişik organlarının azot içeriğindeki değişimler (Salisbury ve Ross, 1991).

- \*Yapraklar yaşlandıkça N' lu bileşikler tohum ve meyveye taşınır
  - Bu oran buğday bitkisinde yaklaşık % 85' i düzeyinde gerçekleşir
  - Çok yıllık bitkilerde ise tohum ve meyvenin ihtiyacı karşılandıktan sonra geri kalan azot daha sonraki gelişme döneminde kullanılmak üzere floem aracılığıyla depo organlarına gönderilmektedir.



# Azot Noksanlığı

-büyüme oranı düşer

-yapraklar küçülür ve yaşlı yapraklar zamanından önce sararıp dökülür

-kök/gövde oranı genelde büyür

-kloroplastlar bozulur ve az sayıda oluşur (**KLOROZ** oluşur)

-kloroz öncelikle yaşlı yapraklarda ortaya çıkar

noksanlık gübreleme ile giderilebilir uygulama miktarı için ANALİZ şart

# Azot Fazlalığı

- vejetatif gelişmeyi ve tahıllarda kardeşlenmeyi artırır
- CHO ile N bileşikler arasındaki denge **bozulur**
- yatmaya sebep olarak başaklanma ve hasat işlemlerini olumsuz etkiler
- hastalık ve zararlılara direnç azalır
- soğuk-dona hassasiyet **artar**
- kaliteyi olumsuz etkiler

-Azot uygulamasına bağlı olarak şekerpancarının verimi, şeker kapsamı, amino-N kapsamı ve şeker veriminde oluşan değişimler

<b>N uygulaması</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	<b>Verim</b> (kg da <sup>-1</sup> )	<b>Şeker kapsamı</b> (%)	<b>Amino-N kapsamı</b> (meq 100 g <sup>-1</sup> )	<b>Aritılabilir şeker</b> (%)	<b>Şeker verimi</b> (kg da <sup>-1</sup> )
0	3648	18.90	1.45	17.08	622
5	3992	19.21	1.43	17.47	699
20	4337	19.47	1.54	17.68	770
50	5102	19.38	1.62	17.64	903
100	5472	19.24	2.02	17.39	954
200	6378	18.25	3.62	15.75	1005
500	6314	16.48	5.97	13.27	836