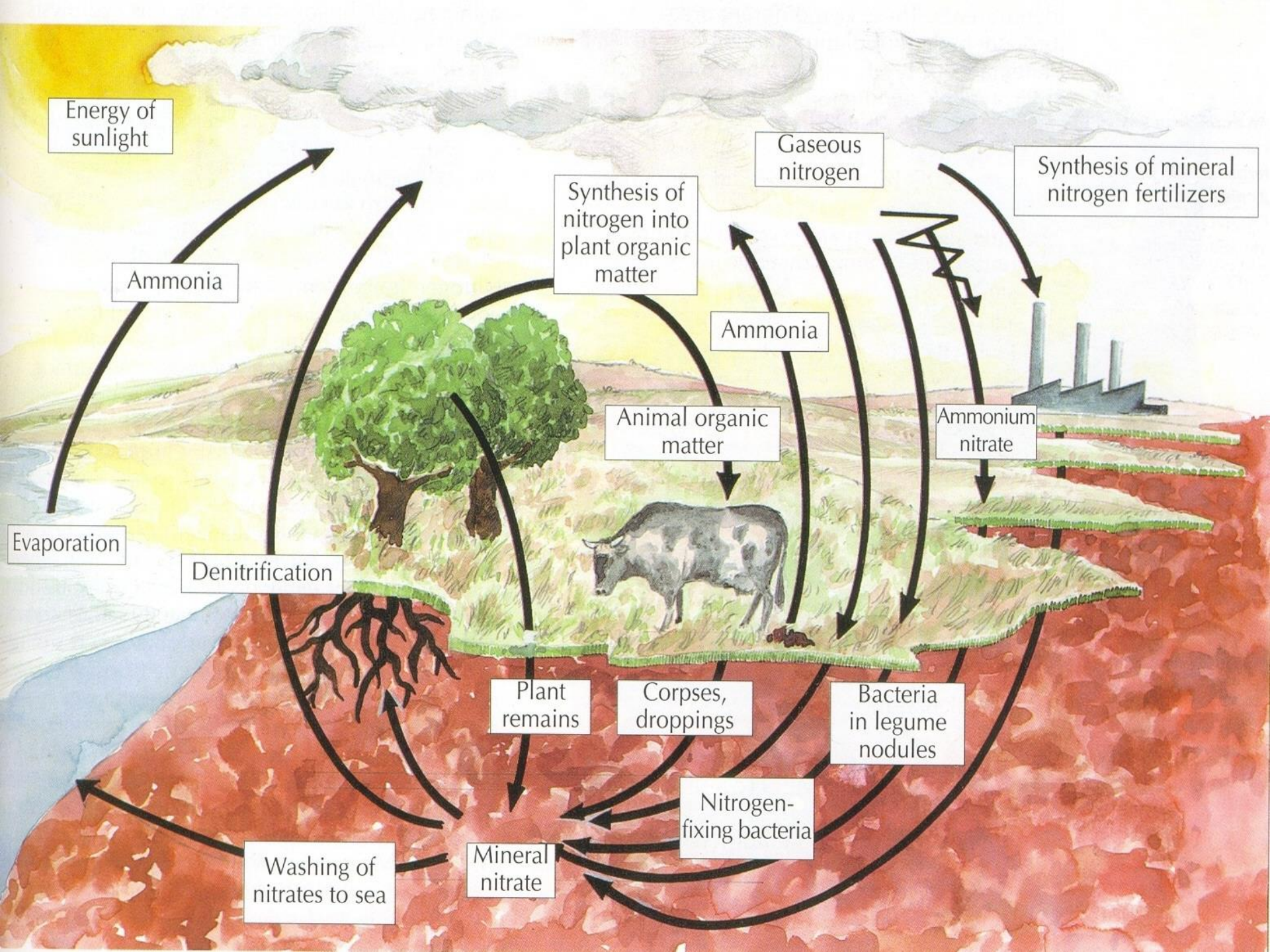


# AZOT (N)

## Toprakta Azot

Azot bitkisel üretimde **EN FAZLA EKSİKLİĞİ HİSSEDİLEN** besin maddesidir

Atmosferde bitkilerin **YARARLANAMAYACAĞI FORMDAKİ N DÜZEYİ (%78) ÇOK YÜKSEK**, topraklarda **BİTKİLERİN YARARLANABİLECEĞİ FORMDAKİ N FORMU ÇOK DÜŞÜKTÜR**



Energy of sunlight

Ammonia

Gaseous nitrogen

Synthesis of mineral nitrogen fertilizers

Synthesis of nitrogen into plant organic matter

Ammonia

Ammonium nitrate

Animal organic matter

Evaporation

Denitrification

Plant remains

Corpse, droppings

Bacteria in legume nodules

Nitrogen-fixing bacteria

Washing of nitrates to sea

Mineral nitrate

Atmosferde bulunan azotun ( $N_2$ ) bitkilerin yararlanabileceği forma dönüşmesi için :

- Baklagil köklerinde simbiyotik (konukçu) olarak yaşayan mikroorganizmalarca fikse edilmesi...
- Simbiyotik olmayan mikroorganizmalarca fikse edilmesi...
- Atmosferdeki elektriksel boşalmalar ile azot oksitler şeklinde fikse edilmesi...
- Gübre fabrikalarındaki üretim sırasında  $NH_3$  ve  $NO_3$  şeklinde fiksasyonu gereklidir

## Biyolojik Azot Fiksasyonu

Her yıl atmosferden toprağa  $100-175 \times 10^6$  ton azot fikse edilmektedir

Fikse edilen bu azotun yaklaşık  $90 \times 10^6$  tonu RHİZOBİUM bakterileri aracılığıyla gerçekleşmektedir

**DÜNYADA TOPLAM AZOTLU GÜBRE TÜKETİMİ YILLIK  $80 \times 10^6$  TONDUR**

## Çizelge. Tarla koşullarında bazı baklagillerin fikse ettikleri azot miktarları

Bitki	Fikse edilen N miktarı (kg N/ha/yıl)
<b>Yemelik Baklagiller</b>	
Bakla <i>Vicia faba</i>	45-552
Börülce <i>Vigna unguiculata</i>	73-354
Soya <i>Glycine max</i>	60-168
Nohut <i>Cicer arietinum</i>	103
Mercimek <i>Lens culinaris</i>	88-114
Yerfıstığı <i>Arachis hypogea</i>	72-124
Bezelye <i>Pisum sativum</i>	52-77
Fasulye <i>Phaseolus vulgaris</i>	40-70
<b>Yemlik Baklagiller</b>	
Yonca <i>Medicago sativa</i>	229-290
Yeraltı üçgülü <i>Trifolium subterraneum</i>	207
Ak üçgül <i>Trifolium repens</i>	128
Tüylü fiğ <i>Vicia villosa</i>	110

Baklagil bitkileri biyolojik fiksasyonla N gereksinimlerinin yaklaşık % 75'ini karşılayabilmektedirler

Fikse edilen N miktarı üzerine;

Toprak pH'sı

Toprak sıcaklığı

Bitkinin beslenme durumu

Su rejimi

Bakteri etkinliği

gibi faktörler etki yapmaktadır

# Atmosfer Olayları ve Endüstriyel Olarak Atmosferden Azot Fiksasyonu

Atmosferdeki azotlu bileşikler yağışlarla  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ve **Organik N** formunda yeryüzüne inmektedir

Yağışlarla yeryüzüne ulaşan azotlu bileşiklerin miktarı yaklaşık olarak **1.1-55 kg/ha/yıl** arasında bölgelere göre değişim göstermektedir

**AZOTLU GÜBRE ÜRETİMİNDEKİ ÖNEMLİ HAMMADDELERDEN BİRİSİ DE ATMOSFER AZOTUDUR**



## Toprakta Azot Formları

Topraklarda azot **organik** ve **inorganik** formda bulunmaktadır

Toprakların azot içerikleri genel olarak **% 0.02**'den **DÜŞÜKTÜR**

Toprak verimliliği açısından inorganik azot formlarından **NH<sub>4</sub><sup>-</sup>**, **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> büyük önem taşır ve bu üç form topraktaki toplam azotun yaklaşık **% 2-5**'i kadardır



## Bitkilerce Absorbe Edilen (Alınan) Azot Formları

Bitkilerin topraktan kolaylıkla aldıkları inorganik azot formları  $\text{NH}_4^-$  ve  $\text{NO}_3^-$ 'dir

$\text{NH}_4$  bitki bünyesinde  $\text{NO}_3$ 'a oranla daha az düzeyde bulunur

Tahıllar

Mısır



$\text{NH}_4^-$  ve  $\text{NO}_3^-$

Ş.pancarı

Çeltik

Domates



$\text{NO}_3^-$

Patates

Bitkilerin yüksek miktarlarda **NİTRAT AZOTU (NO<sub>3</sub>-N)** ile beslenmesi **ORGANİK ANYON** miktarlarında ve inorganik katyonlardan **Ca<sup>++</sup>**, **Mg<sup>++</sup>** ve **K<sup>+</sup>** alımında **ARTIŞA YOL AÇAR**

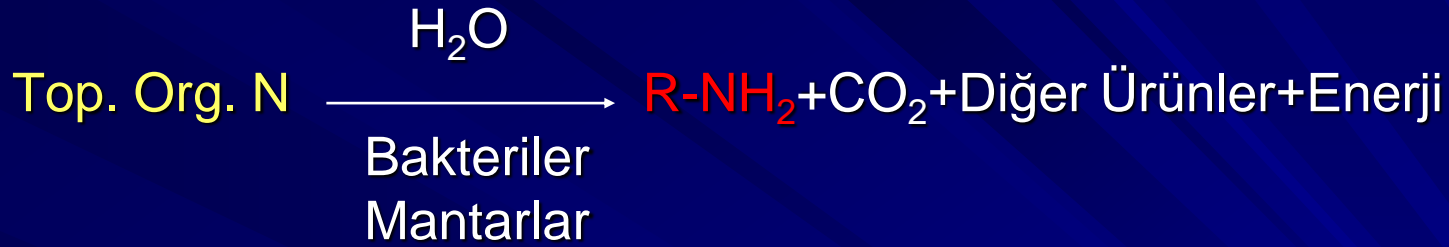
Bitkilerin yüksek miktarlarda **AMONYUM AZOTU (NH<sub>4</sub>-N)** ile beslenmesi **ORGANİK ANYON** miktarlarında ve inorganik katyonlardan **Ca<sup>++</sup>**, **Mg<sup>++</sup>** ve **K<sup>+</sup>** alımında **AZALIŞA YOL AÇARKEN**, **H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>**, **SO<sub>4</sub><sup>-</sup>** ve **Cl<sup>-</sup>** alımında **ARTIŞA NEDEN OLUR**

## Toprakta Azotun Transformasyonları (Dönüşümleri)

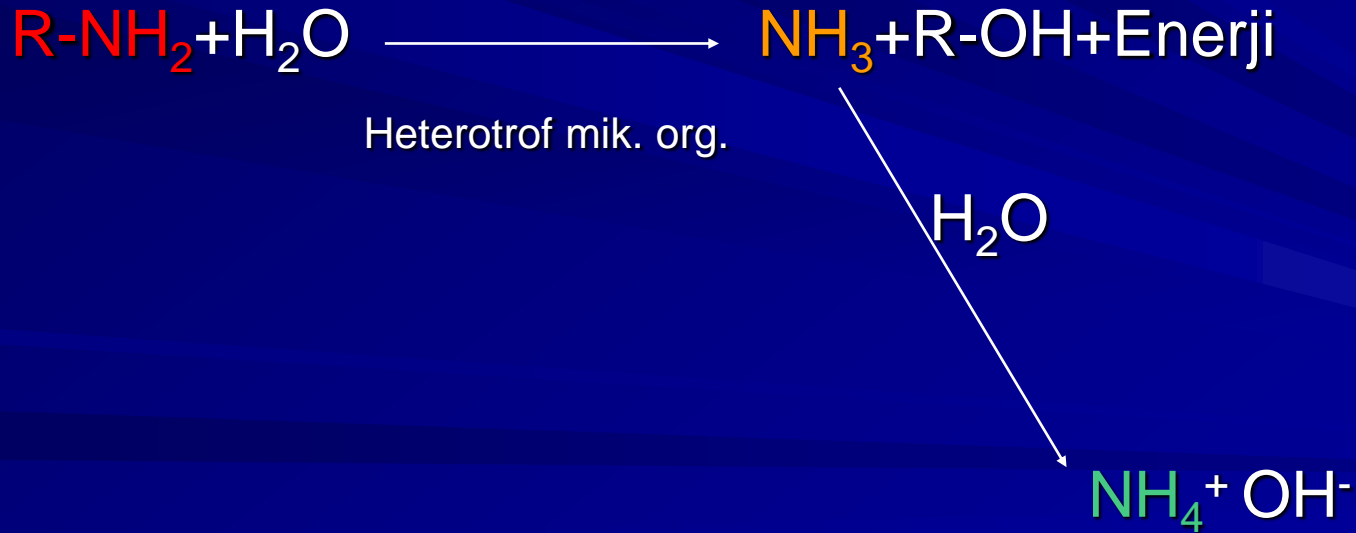
Topraktaki bitkiye yararlı azot formlarının ( $\text{NH}_4$  ve  $\text{NO}_3$ ) miktarları temelde UYGULANAN AZOTLU GÜBRE MİKTARINA ve ORGANİK TOPRAK AZOTUNUN MİNERALİZASYON DERESESİNE bağlıdır

Mineralizasyon: Organik azotun aminizasyon ve amonifikasyon adı verilen olaylarla AMONYUM AZOTUNA ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) dönüştürülmesi olayıdır

Aminizasyon:



Amonifikasyon:



Mineralizasyon sonucu oluřan  $\text{NH}_4^-$ ;

Bitkilerce kullanılabilir

Killerce fikse edilebilir

$\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$ 'a d6n6őebilir

$\text{N}_2$  olarak atmosfere karıőabilir

Toprak organik maddesi yaklaşık % 5 N içerir ve her yıl bu azotun % 1-4'6 mineralizasyona uğrar

Azot İmmobilizasyonu: İnorganik azotun ( $\text{NH}_4^-$  ve  $\text{NO}_3^-$ ) mikroorganizmalarca **ORGANİK AZOTA** d6n6őt6r6lmesidir

İmmobilizasyonu ile mineralizasyon bir anlamda **BİRBİRİNİN TERSİ İKİ OLAY** gibi d6ő6n6lebilir

# İMMOBİLİZASYON TOPRAKTA NE ZAMAN GERÇEKLEŞİR??

Toprağa ilave edilen organik materyallerin:

C/N oranı >30 ise İMMOBİLİZASYON GÖRÜLÜR!!

C/N oranı 20-30 ise ne İMMOBİLİZASYON ne de MİNERALİZASYON meydana gelir

C/N oranı <20 ise MİNERALİZASYON meydana gelir, inorganik N oluşur

C/N oranı <10 ise MİNERALİZASYON ÇOK YAVAŞ GERÇEKLEŞİR, inorganik N miktarında pek fazla değişim görülmez

**Nitrifikasyon:** Amonyum azotunun mikroorganizmalar yardımıyla (biyolojik oksidasyonla) önce nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) sonra da nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşmesidir



Denitrifikasyon: Topraklarda suyla doygun (indirgen) koşullarda ve oksijen azlığında mikroorganizmaların etkinliğiyle **NİTRAT AZOTUNUN** GAZ AZOT FORMLARINA ( $\text{N}_2\text{O}$  ve  $\text{N}_2$ ) DÖNÜŞMESİ olayıdır



# Bitkide Azot

## Bitkilerde Azot Asimilasyonu (Özümsenmesi)

Bitkide azot genelde % 2-4 arasında değişir ve azot bitkide **aminoasitler**, **proteinler** ve **nükleik asitler** gibi çeşitli **ORGANİK BİLEŞİKLERİN** yapısında yer alır

Bitkilerce  $\text{NH}_4$  ve  $\text{NO}_3$  şeklinde **TOPRAKTAN** alınan azot daha sonra **bitki bünyesinde metabolize edilir** yani **özüksenerek değişik bileşiklere dönüştürülür**

$\text{NO}_3$  bitkilerce tercih edilen bir azot formu olmasına karşın, bitki bünyesine alındıktan sonra işlevlerini yerine getirebilmesi için  $\text{NH}_3$ 'a dönüşmesi gerekir



## Nitratin İndirgenmesi ve Asimilasyonu (Özümsenmesi)

**Nitratin** bitki bünyesinde **amonyağa** dönüşümü aslında iki aşamada gerçekleşir

Birinci aşamada NİTRAT, **NİTRAT REDÜKTAZ ENZİMİNİN** etkisiyle nitrat **NİTRİTE** dönüşür

İkinci aşamada ise NİTRİT, **NİTRİT REDÜKTAZ ENZİMİNİN** etkisiyle nitrit **AMONYAĞA** indirgenmiş olur



Nitratin amonyağa indirgenmesi kök ve gövdede olmakla birlikte KÖKLERLE alınan nitratin % 5-95'i KÖKLERDE İNDİRGENİR

Genel olarak bitkinin NİTRAT ALIMI DÜŞÜK olduğunda İNDİRGENME büyük oranda KÖKTE GERÇEKLEŞİR, alınan NİTRAT MİKTARI ARTTIKÇA köklerin indirgeme kapasitesinin üzerindeki NİTRAT GÖVDEYE GÖNDERİLİR ve orada indirgenme gerçekleşir

Nitratin indirgenmesi ve asimilasyonu ENERJİ kullanımıyla gerçekleşmektedir ve indirgenme KÖKLERDE gerçekleştiğinde DAHA FAZLA ENERJİYE GEREKSİNİM DUYULUR

## Amonyumun Asimilasyonu (Özümsenmesi)

Köklerden alınan amonyumun özümsenmesinde temel aşama **AMONYUMUN AMİNOASİTLERE** ve **AMİDLERE** dönüşümüdür ve bu sırada köklerden dışarıya **proton (H<sup>+</sup>)** salgılanmaktadır

Bitki gövdeleri **proton salgılanması yönünden sınırlı kapasiteye sahip olduklarından ALINAN AMONYUMUN BÜYÜK BİR KISMI KÖKLERDE ÖZÜMSENMEKTEDİR**

**ÇELTİK** gibi bazı bitki çeşitlerinde ise köklerle alınan **AMONYUMUN** önemli bir kısmı taşınarak **GÖVDEDE** özümsenebilmektedir

Bitkilerce alınan amonyumun bir an önce **ÖZÜMSENMESİ** bitki sağlığı açısından yararlıdır çünkü amonyak ile aralarında önemli bir **dinamizm** bulunan amonyum kolayca **AMONYAĞA** dönüşebildiğinden düşük konsantrasyonlarda bile **TOKSİSİTE RİSKİ** taşır



## Amonyum ve Nitrat Beslenmesi

Azot bitkiler tarafından hem anyon ( $\text{NO}_3^-$ ) hem de katyon ( $\text{NH}_4^+$ ) formunda alındığından BİTKİDEKİ İYONİK DENGE üzerine önemli etki yapabilen bir besin maddesidir

Katyonlar ve anyonlar GENEL OLARAK BİTKİLER TARAFINDAN EŞİT MİKTARLARDA ALINAMAZLAR

DENGE (elektronötralite)'nin korunabilmesi için İYON ALIMI SIRASINDA DURUMA GÖRE KÖKLER ARACILIĞIYLA ORTAMA  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  veya  $\text{OH}^-$  verilir ya da alınır

Buna bağlı olarak da RİZOSFER pH'sı YÜKSELİR veya AZALIR

Bitkilerin azot kaynağı olarak **AMONYUM** ile beslenmeleri durumunda rizosfer pH'sı düşer

$$(\text{Katyon alımı}) - (\text{H}^+ \text{ salınımı}) = (\text{Anyon alımı})$$

yani

$$(\text{NH}_4 + \text{K} + \text{Na} + \text{Ca} + \text{Mg}) - (\text{H}^+ \text{ salınımı}) = (\text{NO}_3 + \text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{PO}_4)$$

Bitkilerin beslenmelerinde hangi **AZOT FORMUNUN** uygun olduğu **ÇEŞİTLİ FAKTÖRLERE** bağlıdır

Asit koşullara uyum sağlamış bitkiler (**Kalsifüj**) ve düşük redoks potansiyeline sahip topraklara uyum sağlamış **ÇELTİK** gibi bitkiler azot formu olarak **AMONYUMU** tercih ederler

Alkali koşullara uyum sağlamış bitkiler (**Kalsikol**) ise azot formu olarak **NİTRATI** tercih ederler

Amonyum ve Nitrat bitkilerin almış aldıkları toplam anyon ve kationlarının % 80 gibi büyük bir kısmını oluşturduğundan bu iki azot formu HÜCRE pH'sı ve RİZOSFER pH'sı üzerine ÖNEMLİ ve ZİT etkilere sahiptirler

Amonyumun tersine NİTRAT KÖKLERDE ASİMİLE ZORUNLULUĞUNDA DEĞİLDİR ve ALINDIĞI ŞEKİLDE DE TOKSİKLİK RİSKİ OLMADAN DEPOLANABİLİR

Özellikle düşük ışık yoğunluğuna sahip dönemlerde NİTRAT ile besleme yapılarak YÜKSEK ÜRÜN ALINABİLİR

Nitratın besleme açısından amonyuma göre çeşitli üstünlükleri olmasına karşın, ALKALİN pH'lı topraklarda kök bölgesinde pH'nın daha da yükselmesi nedeniyle DEMİR (Fe) gibi elementlerin YARAYIŞLILIĞININ AZALMASI gibi sorunlara de neden olabilir

Topraklara uygulanan amonyum azotundan daha fazla yarar sağlayabilmek için **AMONYUMU GEÇİCİ OLARAK KARARLI (stabil) HALDE TUTAN NİTRİFİKASYON İNHİBİTÖRLERİ** de kullanılmaktadır

Diğer bir azot formu olan **ÜRE** toprağa uygulandıktan sonra kısa sürede **HİDROLİZE** (bileşenlerine ayrılma) olmakta veya bitki kökleriyle alındıktan sonra **KÖKTE** ya da **GÖVDEYE** taşındıktan sonra dönüştürülmektedir



## Bitki Gelişimi ve Gelişim Üzerine Azotun Etkisi

Üst düzeyde bir gelişim için bitki kuru maddesinde bulunması gereken azot miktarı **% 2-5** arasındadır

Azot yetersizliğinde **BİTKİLERDE BÜYÜME GERİLER**, bu süreçte **YAŞLI** yapraklardan **GENÇ** yapraklara azot taşındığı için **ÖNCELİKLE YAŞLI** yapraklarda **SARARMA** sonra **KURUMA** ve **DÖKÜLMELER** görülür

Bitkilere azot verildiğinde **TİPİK OLARAK GÖVDE/KÖK** oranı **ARTAR**, bu istenen ve normal bir etkidir ancak özellikle gelişmenin erken döneminde **BİLİNÇSİZCE FAZLA MIKTARDA** uygulanan azot kökten daha çok gövde gelişimini artırdığı için **BİTKİLERİN SU ve BESİN MADDELERİNDEN YARARLANMA ORANINI DÜŞÜREBİLİR**



Tahıllarda **AZOT FAZLALIĞININ** neden olduğu **GÖVDE UZAMASI YATMAYA KARŞI DİRENCİN AZALMASINA** veya **YATMAYA** neden olabilmektedir

Azot diğer besin maddelerine göre **BİTKİLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE DAHA FAZLA ETKİYE SAHİPTİR** Bu yüzden; doğru uygulanmadığında **(YETERSİZ-FAZLA)** ürün ve kalite özelliklerini olumsuz etkileme olasılığı yüksektir

Aşırı **NİTRAT AZOTU** uygulanarak yetiştirilen bitkilerde, özellikle de **SEBZELERDE** depolanma ve işlenme sırasında nitrat **NİTRİTE (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)** indirgenerek **BEBEKLERDE** kansızlık hastalığına (methemoglobinemia) ve yetişkinlerde **KANSER** gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir

Memeli hayvanlara yedirilen otun kuru maddesinde **% 1-2** 'den fazla **NİTRAT** olduğunda **TOKSİK** etki görülebilmektedir

## Azot Noksanlığı

Azot noksanlığında genel belirtiler:

Büyüme oranı düşer, yapraklar küçülür, yaşlı yapraklar erkenden sararıp dökülür, kök/gövde oranı genelde büyür, bitkilerde genel bir renk açılması (kloroplastlar bozulduğundan) görülür

### Tahıllarda:

Kardeşlenme azalır, gövde incelir, başaklar küçülür, tane dolgunluğu azalır

### Pamuk:

Açık yeşil renklenme, yaşlı yaprakların sararıp dökülür, gövde incelir, dallanma azalır

## Meyve ağaçları:

Yapraklar küçük, dar, açık yeşil renkli, meyve sapları kısa ve ince, çiçeklenme ve meyve tutumu zayıf, yaşlı yapraklarda **sarımsı turuncu ve kırmızı renklenmeler**

**Asmalarda:** Yaprakların yeşil rengi kaybolur, yaprak kenarlarında aşağıya doğru kıvrılma ve kurumalar (nekrozlar) görülür, yaprak saplarında pembemsi renklenme ve sürgün uçlarında kurumalar oluşur

**Çilekte:** bodur gelişme, yapraklar küçük ve yukarı doğru kalkıktır, yaşlı yapraklar **parlak turuncu ve kırmızı renklidir**, çiçeklenme azalır ve meyveler küçüktür

Azot noksanlığı gübreleme ile giderebilir ancak bunun **TOPRAK ve YAPRAK ANALİZLERİNE** göre yapılması gerekir.

Gübreleme düzeyine karar verilmeden önce **örneklemenin iyi yapılmış olmasına** ve **örnekleme zamanının doğru olmasına** dikkat edilmelidir

# Azot (N) Noksanlık Belirtilerine Örnekler



*Azot noksanlığı yaşlı mısır yapraklarında kloroz, yaprak ucundan başlamış*



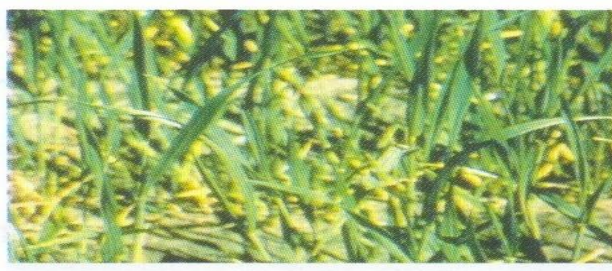
*Mısırdaki azot noksanlığı*



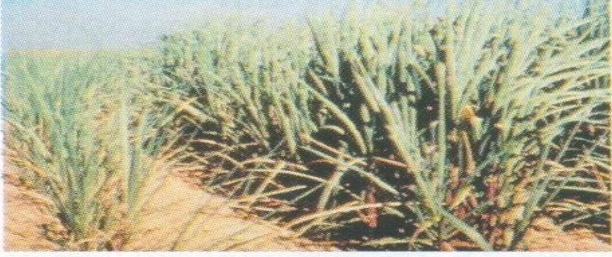
*Pamukta azot noksanlığı*



*Tütünde azot noksanlığında yaşlı yapraklarda kloroz. Yeşillenme.*



*Buğdayda azot noksanlığı*



*Sorgumda azot noksanlığı*

*Şekerkamışında azot noksanlığı*



*Soyada azot noksanlığı*

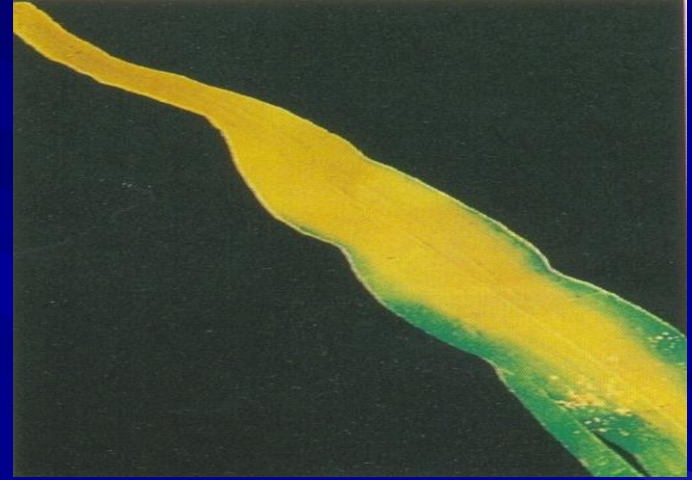
*Elmada azot noksanlığı*



*Patatete azot noksanlığı*



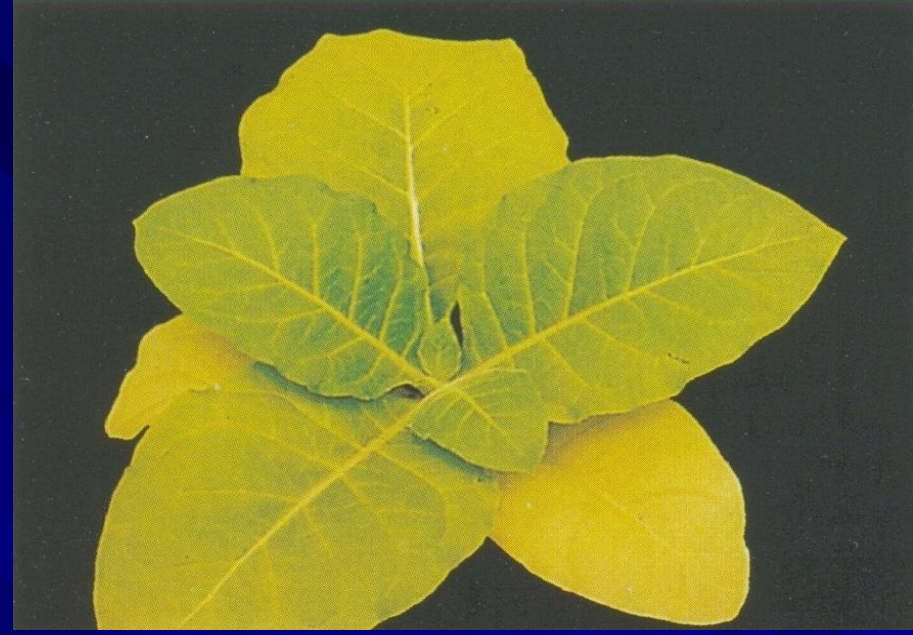
*Bağda azot noksanlığı*



Resim. Genç mısır bitkisinde şiddetli azot noksanlığı ve mısır bitkisinin yaşlı yapraklarında tipik azot noksanlığı,

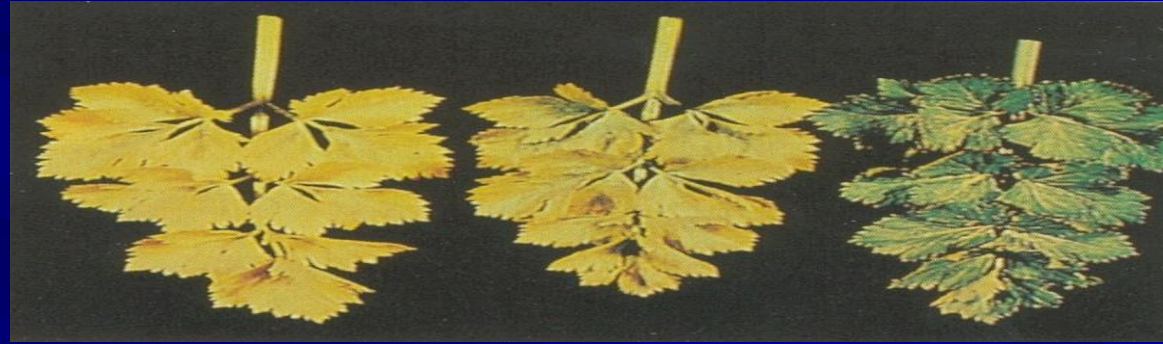
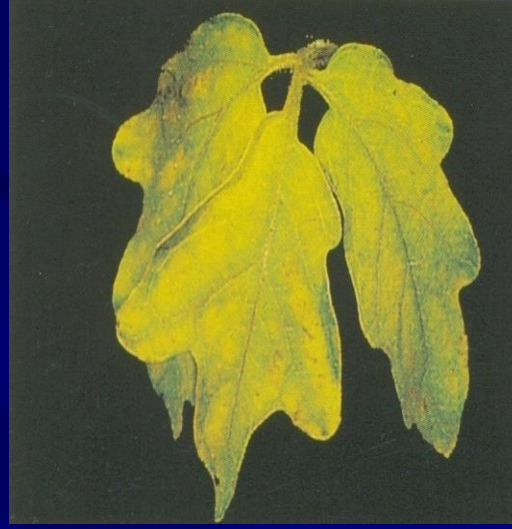


Resim. Patates, şeker pancarı, yabancı şalgam ve keten bitkilerinde azot noksanlığı belirtileri

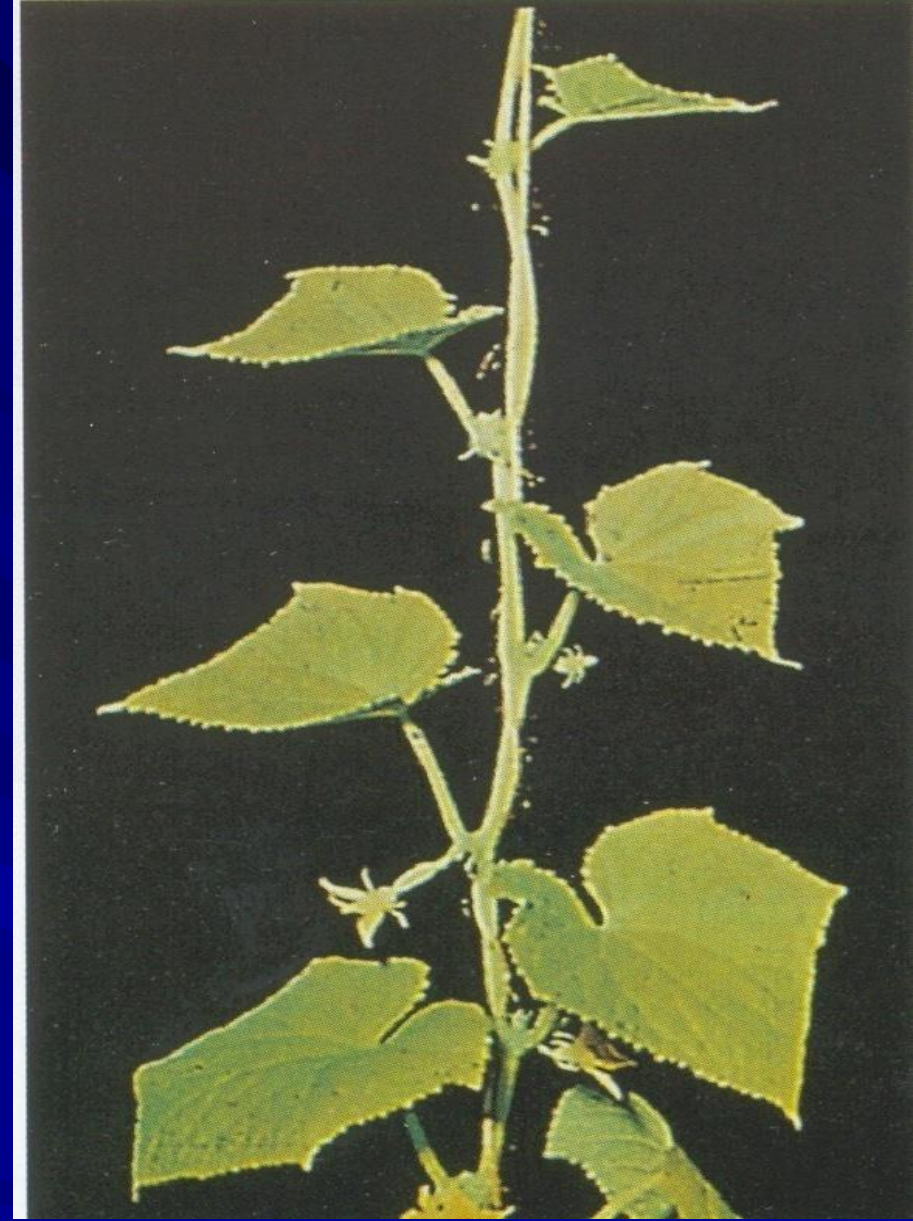
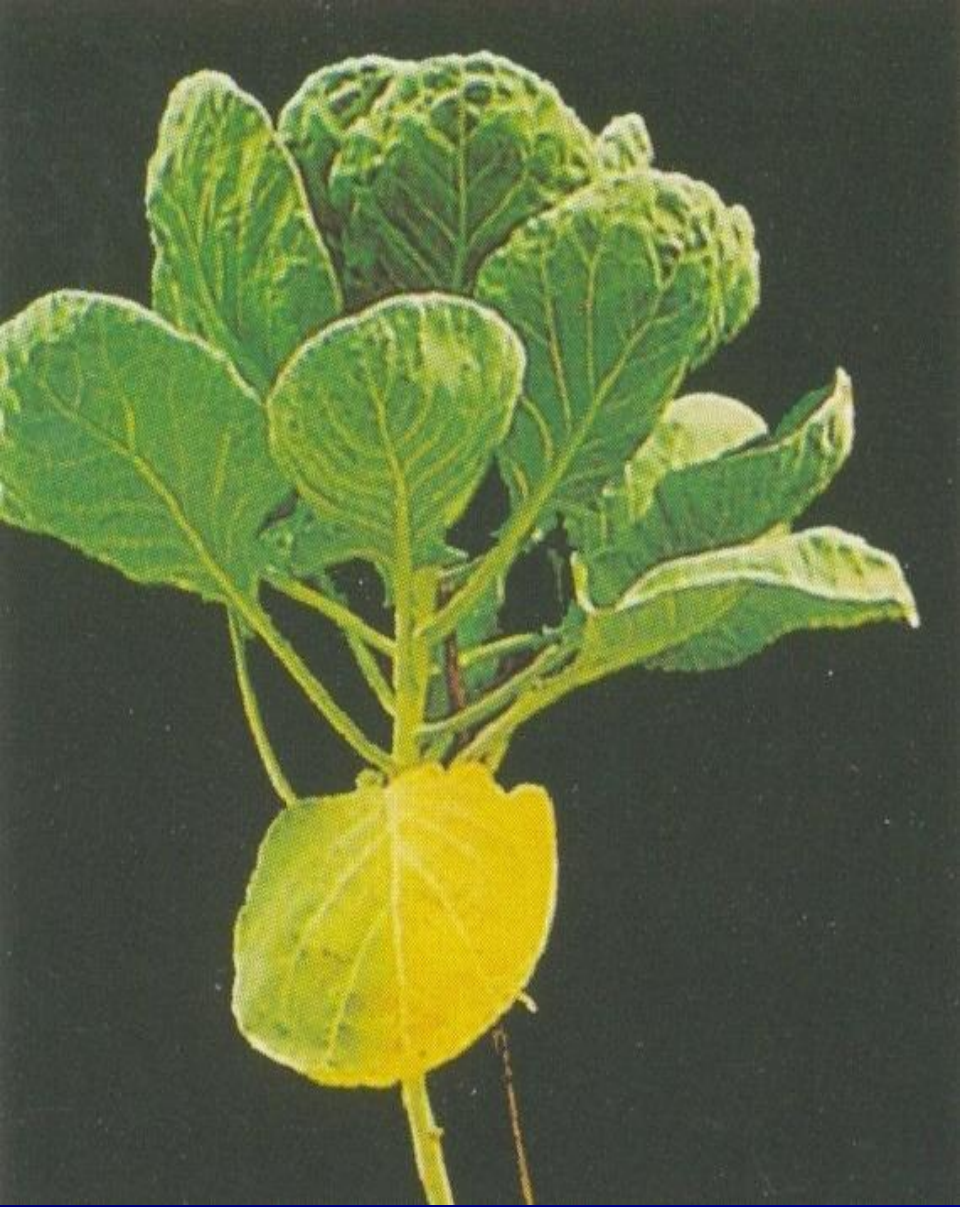


Resim. Kolza, tütün ve marulda azot noksanlığı belirtileri

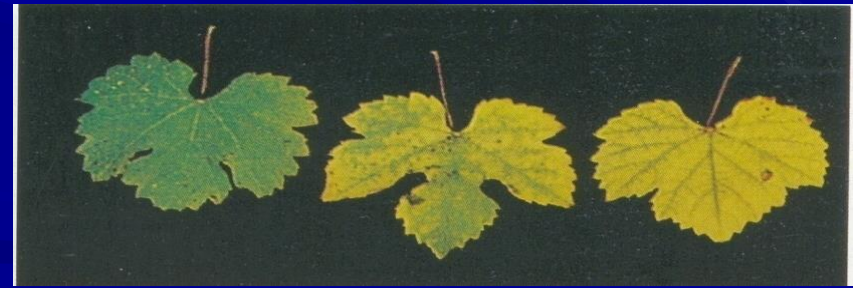




Resim. Domates ve kereviz bitkilerinde azot noksanlığı belirtileri



Resim. Brüksel lahanası ve hıyarda azot noksanlığı belirtileri



Resim. Asmada azot noksanlığı belirtileri



Resim. ilekte azot noksanlığı



Resim. Elma (Golden delicious) yapraklarında azot eksikliği (soldaki üç yaprak) ve aşırı azot fazlalığı (sağdaki iki yaprak) belirtileri

# Azot Fazlalığı

## Azot fazlalığında;

bitki yaprakları **koyu yeşil, mavimsi-yeşil renge** bürünür, toprak üstü aksamalarda aşırı bir gelişim görülür, **bitki dokuları yumuşar** hastalıklara dayanım düşer

## Tahıllarda;

vejetatif gelişme kardeşlenme artar, yoğun yağış veya şiddetli rüzgar sonrasında **yatma görülür**

## Şekerpancarında;

**şeker oluşumu düşer**, yumruda amid azotu ( $\text{NH}_2$ ) miktarı artar

## Sebzelerde;

kalite (depolama özellikleri) düşer, nitrat birikmeye başlar, aşırı **birikmeye başlayan amidler tat ve aromanın bozulmasına** yol açar

# FOSFOR (P)

## Toprakta Fosfor

Topraklardaki **alınabilir fosforun** tamamına yakını genelde **ORTOFOSFAT** ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ve  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) formunda bulunur

Topraklarda **TOPLAM FOSFOR** miktarı **% 0.02-% 0.15** arasında değişir

Mineral topraklarda toplam fosforun **% 20-% 80'i ORGANİK BAĞLI FOSFORDUR**

# Bitkilerin beslenmesi açısından önem taşıyan P fraksiyonları

- Toprak çözeltisindeki fosfor
- Değişebilir (adsorbe olmuş) fosfor
- Değişemez (çözünemez) fosfor

TOPRAKTA BULUNAN İNORGANİK FOSFOR BİLEŞİKLERİNİN CİNSİ BÜYÜK ÖLÇÜDE TOPRAK pH'sına BAĞLIDIR

KİREÇLİ ve YÜKSEK pH'lı topraklarda fosfor daha çok ÇEŞİTLİ KALSİYUM FOSFATLAR HALİNDE...

ASİT REAKSİYONLU DÜŞÜK pH'lı TOPRAKLARDA DEMİR ve ALÜMİNYUM FOSFATLAR HALİNDE bulunur



## Fosforun adsorpsiyonu, desorpsiyonu ve mineralizasyonu

Fosforun adsorpsiyonu ile pH arasında sıkı ilişki vardır çünkü düşük pH'larda anyonlar ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{--}$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  vb) daha güçlü adsorbe (değişebilir şekilde tutulma) olmaktadır

Toprak pH'sı hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) ve bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) iyonları tarafından yükseltilmeye başlandığında adsorbe olmuş fosfor yani değişebilir şekilde tutulmuş fosfor tekrar toprak çözeltisine bırakılır ki bu olaya **DESORPSİYON** denilmektedir

Toprak organik maddesi önemli düzeyde fosfor içermektedir ve organik maddenin parçalanması sırasında bitkilerin kullanabileceği formdaki fosfor toprak çözeltisine geçer ve bir anlamda **FOSFOR MINERALİZE** (aslında organik madde mineralize olduğundan) **OLARAK** serbest kalmış olur

Serbest kalmış fosfor ile adsorbe olmuş fosfor arasında dinamik bir denge vardır

## Toprak çözeltisindeki fosfor ve kök ile interaksyonları

Toprak çözeltisindeki yarayıklı fosforun miktarı adsorbe edilmiş fosfora göre çok düşüktür

VERİMLİ ve İŞLENEBİLİR TARIM TOPRAKLARININ FOSFOR KAPSAMI 0.3-3 mg/kg arasında değişmektedir

Önemli fosfor taşıyıcılarından olan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ve  $\text{HPO}_4^{2-}$ 'un toprak çözeltisindeki miktarları pH'ya bağımlıdır ve ikisi arasında **DİNAMİK DENG**E vardır



Fosfor toprakta **YARAYIŞLI OLARAK ÇOK ZOR BULUNAN** bir besin maddesidir

Fosfor toprakta çok değişik faktörlerle **ETKİLEŞİM** içindedir

Mikoriza-Fosfor ilişkisi.....

Aspergillus-Fosfor ilişkisi.....

Penicillium-Fosfor ilişkisi.....

Pseudomonas-Fosfor ilişkisi.....

Bitki kökleri salgıları-fosfor ilişkisi.....

Azot formları-Fosfor ilişkisi.....

## Türkiye topraklarının fosfor durumları

Ülkemiz toprakların % 58'inde bitkiye yararışlı fosfor **YETERSİZ DÜZEYDEDİR**

Tarım bölgeleri yönünden; **Güney-doğu Anadolu bölgesi** ile **Orta-doğu Anadolu bölgesinde** yer alan toprakların **2/3'ü** fosfor bakımından **YETERSİZDİR**

Türkiye geneli olarak **TARIM TOPRAKLARIMIZIN** sadece **% 9.65'inde YÜKSEK (9-12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da)**, **% 17.97'sinde ÇOK YÜKSEK (>12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da)** düzeyde fosfor bulunmaktadır

## Bitkide Fosfor

Bitkiler çok düşük konsantrasyonlarda fosfor içeren çözeltilerden fosforu absorbe etme (alma) yeteneğindedirler

Kök hücrelerinin ve ksilem özsuynunun fosfat konsantrasyonu genellikle toprak çözeltisinin fosfat konsantrasyonundan yaklaşık olarak 100 ile 1000 kat daha yüksektir ve bu yüzden bitkilerin **FOSFOR ALIMI AKTİF ALIM YOLUYLA** (metabolik enerji harcanmasıyla) gerçekleşmektedir

Bitkiler fosforu çoğunlukla  $\underline{H_2PO_4^-}$  veya bazen de  $HPO_4^{2-}$  olarak alırlar ve kısa sürede **İNORGANİK FOSFATA** ( $P_i$ ) dönüşür veya **FOSFOR İÇEREN BİLEŞİKLERE** ( $ADP + P_i \longrightarrow ATP$ ) bağlanırlar

Üst düzeyde bitki gelişimi için bitkilerin fosfor gereksinimleri büyümenin değişik dönemlerinde kuru ağırlıkta % 0.30 ile % 0.50 arasında değişmektedir

Kuru ağırlıkta fosfor miktarı % 1.0'in üstüne çıktığında **FOSFOR TOKSİSİTESİNİN OLUŞMA OLASILIĞI** yükselmektedir

Toksosite sınırı bitki gruplarına göre daha alt düzeylerde de olabilir örneğin bu sınır **bezelyede** % 0.30-0.40, **fasulyede** ise % 0.60-0.70'tir

## Fosfor noksanlığı

Diğer pek çok besin maddeleri noksanlıklarının tersine fosfor noksanlığını **GÖRSEL OLARAK BELİRLEMEK** oldukça zordur

Genel olarak kuru maddede fosfor düzeyi **% 0.20**'nin altına düştüğünde **FOSFOR NOKSANLIĞI** bitkilerde ortaya çıkmaktadır

**FOSFOR NOKSANLIĞI İLK OLARAK YAŞLI YAPRAKLARDA KENDİNİ GÖSTERMEKTEDİR**

Topraktaki P formları dinamik bir denge içinde olup, bu denge;

pH

Karbonat

Seskioksitler

Kil

Humus

Ağır metaller

Su/hava oranı

Sıcaklık-nem

Mikrobiyel etkinlik gibi pek çok

faktörden etkilenebilmektedir

## Topraklarda Fosfor;

Top. Çözeltisinde  $H_2PO_4^-$  ve  $HPO_4^{--}$

Hidroksitler ve hidrate oksitler yüzeyinde adsorbe edilmiş

Organik fosfor bileşikleri (fitatlar)

Ca, Fe ve Al fosfatlar halinde bulunmaktadır\*\*\*\*

Toprak çözeltisinde 0.4-8.0 kg/ha düzeyinde bulunan **ÇÖZÜNMÜŞ FOSFOR** genelde bitkilerin gereksinimini karşılayacak düzeyde olmasına karşın **AŞIRI AZOTLU GÜBRE KULLANIMI** ve **BUNA BAĞLI HIZLI BİTKİ GELİŞİMİ** ve **YOĞUN BİTKİSEL ÜRETİMDEN DOLAYI** topraklarda fosfor düzeyi düştüğünden **FOSFOR NOKSANLIKLARINI ORTAYA ÇIKMAKTADIR**

Ayrıca fosfor yayınlılığını düşüren çeşitli **İKLİM** ve **TOPRAK FAKTÖRLERİ** de **FOSFOR NOKSANLIKLARININ ORTAYA ÇIKMASINA** neden olmaktadır



Tahıllarda;

kardeşlenmenin azalması, **yaprakların koyu mavimsi-yeşil renklenmesi**, yaprak altlarında **kırmızımsı renklenmeler**, soğuğa dayanımın azalması, yaprak uçlarının aşağı sarkması

Mısırdada;

yaşlı yapraklar ve gövdede **kırmızı-pembe renklenmeler**, genç yapraklarda **koyu mavimsi yeşil renk oluşumu**, mısır tanelerinin dağılımı ve oluşumunun düzensiz olması

Domateste;

yaprakların dikleşmesi, yaşlı **yapraklarda koyu yeşil-mor renklenmeler görülmesi**, çiçeklenme ve meyve tutumunun azalması

Elma ağaçlarında;

yaprakların kclmesi, yapraklarda **koyu yeşil ve bronz renge renklenmeler**, meyvelerin kck olması ve erkenden dökülmesi, meyve renginin donuk olması, meyve etinin sıkı olması

Narenciye ağaçlarında;

yaprakların soluk yeşil ve bronz renkli olması, sürgünlerin uçlardan başlayarak kurumması, **meyve tadının ekşi olması, kabukların kalın ve süngerimsi yapıda olması**

Şeftali ağaçlarında;

yaprakların önce koyu yeşil daha sonra bronz ve kahve rengine dönmesi, Soğuk dönemlerde bu renklerin kırmızı-mora dönüşmesi, yaprakların dik, kenarlarının aşığı doğru kıvrılması

# Fosfor (P) Noksanlığı



# Fosfor (P) Noksanlığı



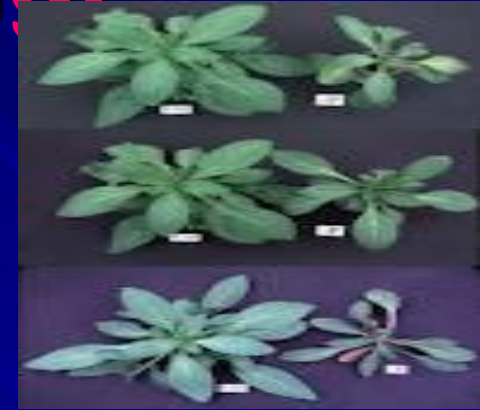
# Fosfor (P) Noksanlığı



# Fosfor (P) Noksanlığı



# Fosfor (P) Noksanlığı



# Fosfor fazlalığı

Fosfor toprakta KOLAYLIKLA İMMOBİLİZE EDİLDİĞİNDEN yani yararısız hale gelebildiğinden BİTKİLERDE FOSFOR FAZLALIĞA İLİŞKİN TOKSİKLİK BELİRTİLERİNE çok sık rastlanmamaktadır

Çok ender de olsa yaşlı yapraklarda fosfor % 1.0'in üstüne çıktığında TOKSİKLİK BELİRTİLERİ ortaya çıkabilmektedir

FOSFOR TOKSİKLİĞİ TUZLULUK TOKSİSİTESİNE BENZER BELİRTİLER ŞEKLİNDE ortaya çıkmaktadır

Gelişimini tamamlamamış (prematüre) meyve oluşumu, su dengesinde bozulma ve ürün kaybı toksikliğin neden olduğu belirtilerdir