

- **Bitkiler**

gelişmeleri için mutlak gerekli besin elementlerini **seçerek** alırken

gerekli olmayan mineral elementleri de alırlar (toksik etki yapabilir).

- Bu nedenle bitkilerin yetiştikleri toprakların mineral içerikleri, mineral elementlerin mutlak gerekli olup olmadıklarını göstermede bir kriter olamaz.
- Su ve kum kültürü denemeleri
- mineral elementlerin mutlak gerekliliğinin tespitini ve
- bu elementlerin bitkideki metabolizmalarının anlaşılmasını sağlar.

Bir elementin bitkiler için mutlak gerekli olabilmesi için aşağıdaki kriterleri taşıması gerekmektedir;

- O elementin yokluğunda bitki gelişimini tamamlayamamalı
- O elementin bitkideki fonksiyonu başka bir element tarafından karşılanamamalı
- O element bitki metabolizmasında doğrudan yer almalı
- Bu kriterlere sahip olmamakla birlikte kimi elementlerin toksik etkisini engelleyen veya bazı mineral elementlerin spesifik etkisini yerine getirebilen mineral elementler ise **YARAYIŞLI ELEMENTLER** olarak adlandırılmaktadır.
- Bitki besinleri bitki bünyesindeki miktarına veya bitki tarafından gereksinilen miktarına göre “**MAKRO**” ve “**MİKRO**” element olarak iki gruba bölünebilir.

**Çizelge 1.1.** Bitkiler için mutlak gerekli ve yararlı besin maddeleri

Sınıflama	Besin maddeleri
Makroelementler	N, P, S, K, Mg, Ca (C, H, O)
Mikroelementler	Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni
Mikroelementler ve yararlı elementler	Na, Si, Co

Besin Maddeleri																	
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

**Çizelge 1.3.** Yeterli gelişme için bitkilerde bulunması gereken ortalama besin maddesi miktarları

<b>Besin Maddesi</b>	<b><math>\mu\text{mol g}^{-1}</math> (KM)</b>	<b><math>\text{mg kg}^{-1}</math> (ppm)</b>	<b>%</b>	<b>Oransal miktar</b>
Mo	0.001	0.1	-	1
Ni	0.001	0.1	-	1
Cu	0.10	6	-	100
Zn	0.30	20	-	300
Mn	1.0	50	-	1000
Fe	2.0	100	-	2000
B	2.0	20	-	2000
Cl	3.0	100	-	3000
S	30	-	0.1	30000
P	60	-	0.2	60000
Mg	80	-	0.2	80000
Ca	125	-	0.5	125000
K	250	-	1.0	250000
N	1000	-	1.5	1000000

# Bitki Besin Elementlerinin Kimyasal Özelliklerine Göre Gruplandırma

- a. Metal olmayanlar (C, H, O, N, P, S, B)
- b. Toprak alkali ve alkali metaller ( K, Ca, Mg, Na )
- c. Ağır metaller ( Fe, Mn, Cu, Zn, Mo )

## Bitki Besin Elementlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerine Göre Gruplandırılması

Grup	Besin Elementleri	Alınım Şekli	Fizyolojik Ve Biyokimyasal Özellikleri
I	C H O N S	CO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , SO <sub>2</sub> formunda alınım	Organik maddenin yapı taşları, enzimatik reaksiyonlarda atomik grupların temel elementleri.
II	P B	Fosfat, borik asit veya borat formunda alınım.	Alkol gruplarının esterleşmesinde, enerji taşınım reaksiyonlarında rol alırlar.
III	K Ca Mg Cl Mn	İyon formunda alınım.	Hücrelerde ozmotik potansiyelin sağlanması, enzim aktivasyonunda, enzim substrat arasında köprü, membran permeabilitesi, elektron potansiyelini kontrol etme, anyonları dengeleme görevleri.
IV	Fe Zn Cu Mo	(MoO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) anyonu formunda, diğerleri iyon veya kleyt halinde alınım.	Enzimlerde kleyt formunda bulunurlar, yük değişimi yaparak elektron taşınımını sağlarlar.

# Bitki Besin Elementlerinin Fonksiyonları

<b>Element</b>	<b>Bitkideki Fonksiyonu</b>
<b>C H O</b>	Fotosentezde görev alırlar, organik maddeyi oluştururlar.
<b>N</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Klorofil, nükleik asitler ve amino asitlerinin bileşiminde bulunurlar</li><li>-Protein ve biyolojik prosesleri kontrol eden enzimlerin yapı taşıdır</li></ul>
<b>P</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Genellikle tohumda fitin bileşiminde yer alır</li><li>-Bitki gelişimini aşağıdaki olaylarda etkiler<ul style="list-style-type: none"><li>▪Sağlıklı kök gelişimini sağlar</li><li>▪Normal tohum gelişimini sağlar</li><li>▪Bitkilerin üniform olarak olgunluğa ulaşmasını sağlar</li><li>▪Fotosentez, solunum ve hücre bölünmesinde görev yapar</li><li>▪Bitkideki enerji transfer reaksiyonlarından sorumlu olan ATP nin temel yapı maddesidir</li><li>▪Hücre membranında kritik role sahip fosfolipidlerin ve DNA ile RNA nın asal yapı maddesidir</li></ul></li></ul>

<b>Element</b>	<b>Bitkideki Fonksiyonu</b>
<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Hücrede iyonik formda bulunur ve organik bileşiklerin yapısına girer</li><li>-Bitkinin su kullanımını düzenler</li><li>-Hastalıklara dayanıklılığı artırır</li><li>-Fotosentezde görev yapar</li><li>-Gövde direncini sağlar</li><li>-Kuraklık stresine karşı direnç sağlar</li><li>-Kışa dayanıklılığı artırır</li><li>-Protein sentezinde görev yapar</li><li>-Ürün aromatik kalitesinin iyileşmesini sağlar</li><li>-Ürünü depolamaya dayanıklı hale getirir</li></ul>
<b>Ca</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Hücre büyümesinde ve gelişmesinde gereklidir</li><li>-Kök ve yaprak gelişmesini etkiler</li><li>-Hücre membran geçirgenliğini etkiler</li><li>-Hücre duvarı yapımında yer alır ve formasyon kazanmasını sağlar</li><li>-Enzim aktivatörü olarak görev yapar</li></ul>
<b>Mg</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Klorofilin asal yapı maddesi olduğundan fotosentezi etkiler</li><li>-Protein sentezinde görev yapan ribozomların yapı maddesidir</li><li>-Fosfat metabolizmasında görev yapar</li><li>-Solunumda görev yapar</li><li>-Enzim sistemlerini aktive eder</li></ul>



<b>Element</b>	<b>Bitkideki Fonksiyonu</b>
<b>S</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Protein formasyonu için gerekli kükürt içeren aminoasitleri (sistin, sistein, methionin) yapısında yer alır</li><li>-Enzim ve vitamin oluşumunu etkiler</li><li>-Azot fiksasyonu için baklagil bitkilerinde nodülasyonu destekler</li><li>-Klorofil yapısında bulunur</li><li>-Sarımsak, soğan, hardal gibi bitkilerde bulunan aromatik organik bileşiklerin yapısında yer alır</li></ul>
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Polen ve polen tüpleri gelişimi için gereklidir</li><li>-Hücre duvarı oluşumunda görev yapar</li><li>-Yeni hücre oluşumunu ve meristem doku gelişimini sağlar</li><li>-Şeker ve nişasta birikiminde şeker-borat halinde depolanmayı sağlar</li><li>-Protein sentezinde görev alır</li></ul>
<b>Fe</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Klorofil formasyonu için gereklidir</li><li>-Klorofil sentezinde katalizör görevi yapar</li><li>-Fotosentez ve solunumdaki oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında görev alır</li></ul>

<b>Element</b>	<b>Bitkideki Fonksiyonu</b>
<b>Cu</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Klorofil yapımı için gereklidir</li><li>-Enzim reaksiyonlarını katalize eder</li></ul>
<b>Mn</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Bitki enzim sisteminde görev alır</li><li>-Demir ile birlikte klorofil sentezinde katalizör görevi yapar</li><li>-Önemli metabolik reaksiyonları aktive eder</li><li>-Fotosentezde doğrudan rol oynar</li></ul>
<b>Zn</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Bitki gelişim komponentlerinin ve enzim sisteminin gelişimine yardım eder</li><li>-Bazı metabolik/enzimatik reaksiyonlar için gereklidir</li><li>-Klorofil, karbonhidrat ve gelişim hormonlarının üretimi için gereklidir</li></ul>
<b>Mo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Nitrat redüktaz enzimi sentezi ve aktivasyonu için gereklidir</li><li>-Rhizobium bakterilerinin simbiyotik azot bağlamasında gereklidir</li></ul>

# Bitkilerde Besin Elementlerinin Hareketlilikleri

Bitki bünyesinde besin elementlerinin hareketlilikleri (McCauley, A. et al., 2003)

<u>Hareketli</u>	<u>Hareketsiz</u>
Belirtileri ilk önce yaşlı yapraklarda görülür	Belirtileri ilk önce genç yapraklarda görülür
Azot (N)	Kükürt (S)
Fosfor(P)	Kalsiyum (Ca)
Potasyum (K)	Demir (Fe)
Magnezyum (Mg)	Mangan (Mn)
<u>Molibden (Mo)*</u>	Çinko (Zn)
<u>Klor (Cl)*</u>	Bor (B)
	Bakır (Cu)

\* Araştırmacılar tarafından hareketli yada hareketsiz olarak sınıflandırılabilir.

# KLOROZ



Kloroz: Klorofil azalmasına bağlı olarak sararma



# NEKROZ



Nekroz: Bitki dokularının ölümü

## YANIK

Yanık: Şiddetli lokal sararma;  
Yanmış gibi görüntü oluşumu





DAMARLAR ARASI  
SARARMA



# Beneklenme







**MORARMA: ANTOSİYAN  
OLUŞUMU**





© TopTropicals.com

ROZETLEŞME



# Bitki Besin Maddeleri

## Azot (N)

Bitkideki fonksiyonu: Azot, bitkide organik ve inorganik formda bulunmaktadır. Amino asitlerin oluşturulması için C, H, O ve S' ün birleştirilmesinde, ayrıca, amino enzimlerin, nükleik asitlerin, klorofilin, alkaloidlerin ve purin bazlarının oluşturulmasında görev yapmaktadır.

Bitkideki miktarı: Azot bitkide kuru madde ilkesine göre %1.50-6.00 oranında bulunur, genel olarak pek çok bitki için yeterlilik düzeyi %2.50-3.50 arasında değişir. Meyve ağaçlarının azot içerikleri %1.80-2.20 arasında değişirken, baklagillerin azot içerikleri %4.80-5.50 arasında değişme göstermektedir. Azotun bitkiler için kritik düzeyi, bitki çeşidi, gelişme dönemi ve bitkinin kısmına göre değişiklik gösterir. Bitkilerin genç aksamalarının azot içerikleri daha yüksektir ve bitkiler yaşlandıkça veya gelişmelerinin ileri dönemlerinde azot içerikleri düşmektedir. Vejetatif gelişme sırasında bitki dokularında (özellikle yaprak sapı ve gövde) 1000 ppm' den daha yüksek oranlarda nitrat azotu akümüle olabilmektedir. Genel olarak iyi bir ürünle bitkiler her yıl topraktan 56-560 kg/ha düzeyinde azot kaldırmaktadır.

İnteraksiyonları: Azot ile fosfor ve potasyum arasında sinergistik interaksiyonlar bulunmaktadır. Nitrat alımı katyonların absorpsiyonunu olumlu yönde etkiler, bununla birlikte klor ve hidroksil anyonları nitratın alımını engeller. Yüksek karbonhidrat içeriği amonyumun alımını stimule eder. Amonyum alımı ise diğer katyonların alımını engeller. Örneğin amonyum azotu ile beslenen bitkilerin Ca ve K içerikleri düşmektedir.

Çözünebilir formları: Bitkilerin gelişmelerinin erken dönemlerinde gövde ve yaprak saplarında azot, nitrat formunda ve 8000-12000 ppm düzeyinde bulunur ve gelişmenin orta dönemlerinde bu miktarlar 3000-8000 ppm' e düşer. Ayrıca bitkilerde çözünebilir amino asitlerde mevcuttur.

Noksanlık belirtileri: Azot noksanlığı olan bitkilerde büyüme yavaş olur, bitkiler kısa ve zayıf bir hal alır. Azot bitki bünyesinde mobil olduğu için, noksanlık durumunda yaşlı yapraklardan başlamak üzere yaprak rengi açık yeşilden sarıya doğru değişir. Azot noksanlığında bitkiler erken olgunlaşır, ürün ve kalitede önemli düşüşler meydana gelir.

Toksiklik belirtileri: Azot fazlalığında bitkilerin yapraklarının rengi koyu yeşil bir renk alır, yaprakların su içeriği arttığı için don, hastalık etmenleri ve böceklerin zararına karşı bitki hassaslaşır. Özellikle tahıllarda yatma görülür, meyve ve tohum bitkilerinde üründe ve kalitede düşme meydana gelir. Aşırı amonyum azotu ile beslenme sonucunda, amonyum toksisitesinin sonucu olarak iletim dokuları parçalanır ve buna bağlı olarak bitkinin su alımı engellenir. Özellikle meyve ağaçlarında meyve tutumu zayıflar, iletim demetlerinde ortaya çıkan sorunlardan dolayı bitkide taşınımı suya bağlı olan kalsiyum gibi besin maddelerinin yetersizliğine bağlı olarak çiçek dibi çürüklüğü belirtileri ortaya çıkar. Ayrıca aşırı amonyum beslenmesine bağlı olarak karbonhidrat sentezi olumsuz etkilendiği için büyümede gerileme meydana gelir.

Toprakta bulunuş şekli: Azot toprakta temelde nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) anyonu ve amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) katyonu şeklinde bulunur. Bu iyonların bitkiler tarafından alımı veya tercihi, bitkilerin genetik özelliklerine, toprak pH' sı, sıcaklığı ve toprak çözeltisinde bulunan diğer iyonlara bağlıdır. Anaerobik koşullarda oluşan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) ise bitkilere çok düşük konsantrasyonlarda (5 ppm' den az) bile toksiktir.



# AZOT (N) NOKSANLIĞI



B  
U  
Đ  
A  
Y

# AZOT (N) NOKSANLIĞI



# AZOT (N) NOKSANLIĞI



HIYAR



PORTAKAL



# AZOT (N) NOKSANLIĞI



# AZOT (N) NOKSANLIĞI



## Fosfor (P)

Bitkideki fonksiyonu: Fosfor bitkide kimi enzimler, proteinler, adenozin trifosfat (ATP), ribonükleik asitlerin (RNA), deoksiribonükleik asitlerin (DNA) ve fitinin yapısında bulunur.

Bitkideki miktarı: Fosfor bitkilerde kuru madde ilkesine göre %0.15-1.00 oranında bulunur. Pek çok bitki için yeterlilik düzeyi en son olgunlaşmış yapraklarda %0.20-0.40 arasında değişir. Bitkilerde %0.20' nin altına düştüğünde noksanlık %1' in üzerine çıktığında ise toksiklik söz konusu olur. Bitkilerde en yüksek fosfor genç yapraklarda ve bunların sapında bulunur. İyi bir ürünle bitkiler topraktan yılda 17-84 kg/ha düzeyinde P kaldırırlar.

İnteraksiyonları: Fosfor ile N arasında olumlu ve Fe, Zn, Mn ve Cu arasında ise olumsuz interaksiyonlar bulunur. Bitkide azotun fosfora oranının 3/1, fosforun çinkoya oranının ise 200/1 olması kritik olarak kabul edilir.

Çözünebilir formları: Bitkide çözünebilir P (% 2' lik asetik asitte) gövde ve bitkinin aktif olarak büyüyen kısımlarının yaprak saplarında ortofosfat olarak bulunur. Fosfatın buradaki çözünebilir konsantrasyonu 100-5000 ppm arasında değişir. Çözünebilir fosfor konsantrasyonu bitkilerin P ile beslenme durumunu belirlemede kullanılır ve bu değer 2500 ppm' in altında ise kritik olarak kabul edilir.

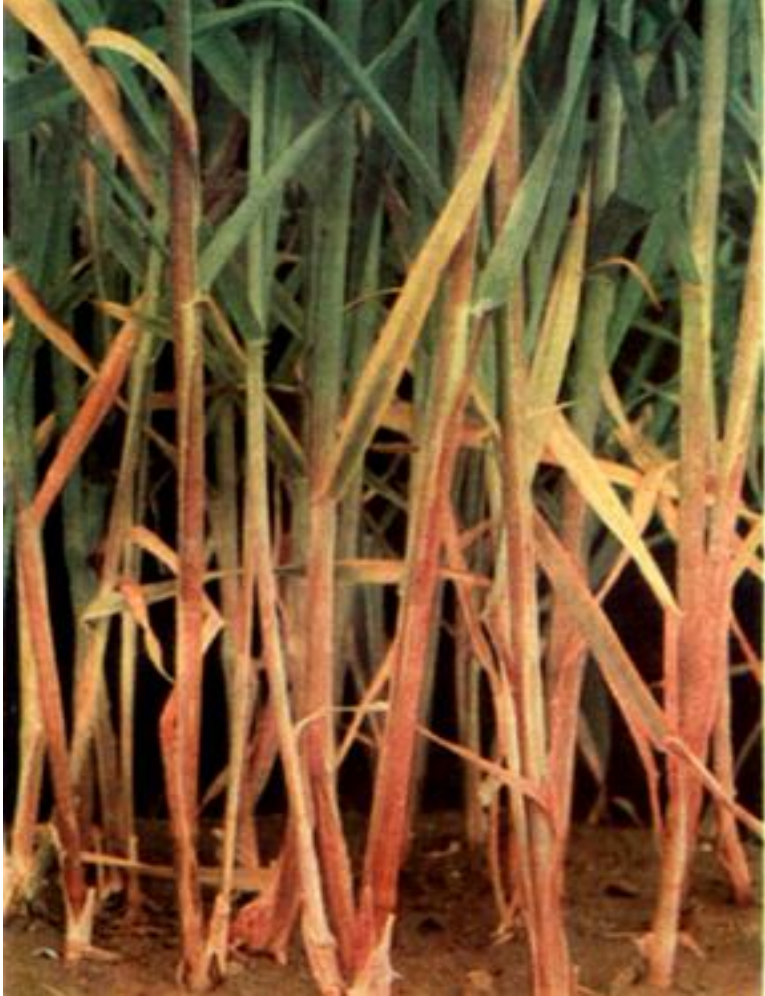
Noksanlık belirtileri: Fosfor noksanlığında bitkiler yavaş büyür zayıf bir gelişme gösterir. Bitki koyu yeşil bir renk alır, yaşlı yapraklarda mor renkli pigmentler oluşur. Fosfor bitkide mobil özellikte olduğu için noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda ortaya çıkar.

Toksiklik belirtileri: Bitkide fosfor fazlalığı dolaylı olarak mikroelement noksanlıkları şeklinde ortaya çıkar. Demir ve Zn, P fazlalığından ilk etkilenen mikroelementlerdir.

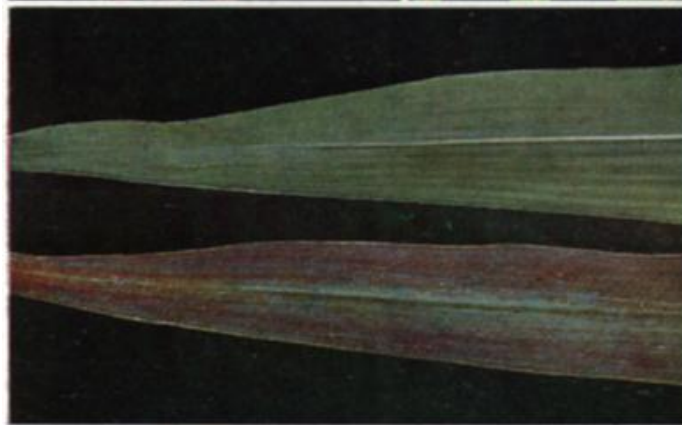
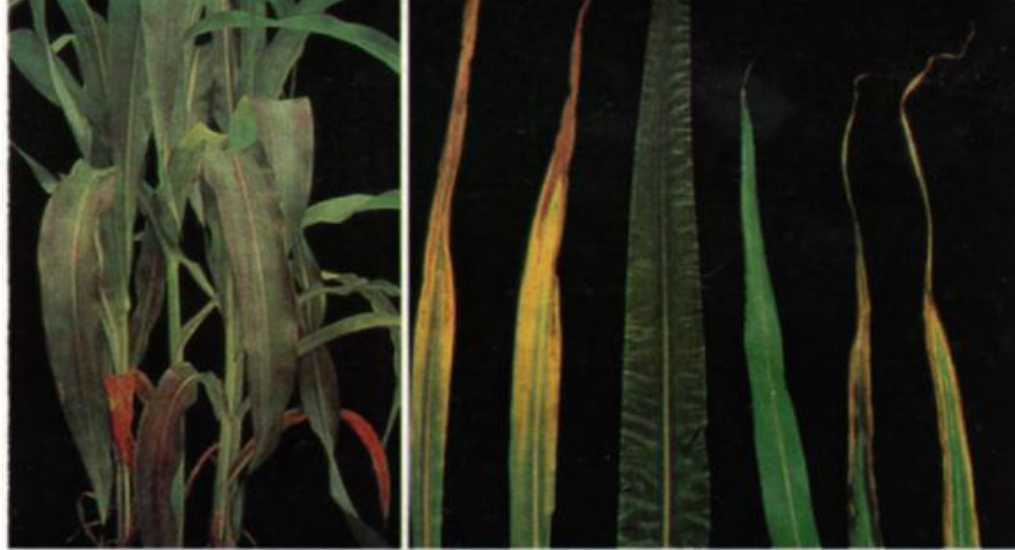
Toprakta bulunuş şekli: Fosforun organik ve inorganik formları pek çok toprakta eşit miktarda bulunur. Dihidrojen fosfat ( $H_2PO_4^-$ ) ve monohidrojen fosfat ( $HPO_4^{2-}$ ) toprak pH' sına bağlı fosforun iki anyonudur. Fosforun inorganik formları topraklarda temel olarak Al, Fe ve Ca ile bağlı bir şekilde bulunur. Bu üç fosfat formunun oransal olarak miktarları toprak pH' sına bağlıdır. Fosfor aynı zamanda, toprak çözeltisine bitki artıklarının ayrışmalarıyla veya mikroorganizmalar aracılığıyla da geçebilmektedir



# FOSFOR (P) NOKSANLIĞI



**BUĐDAY**



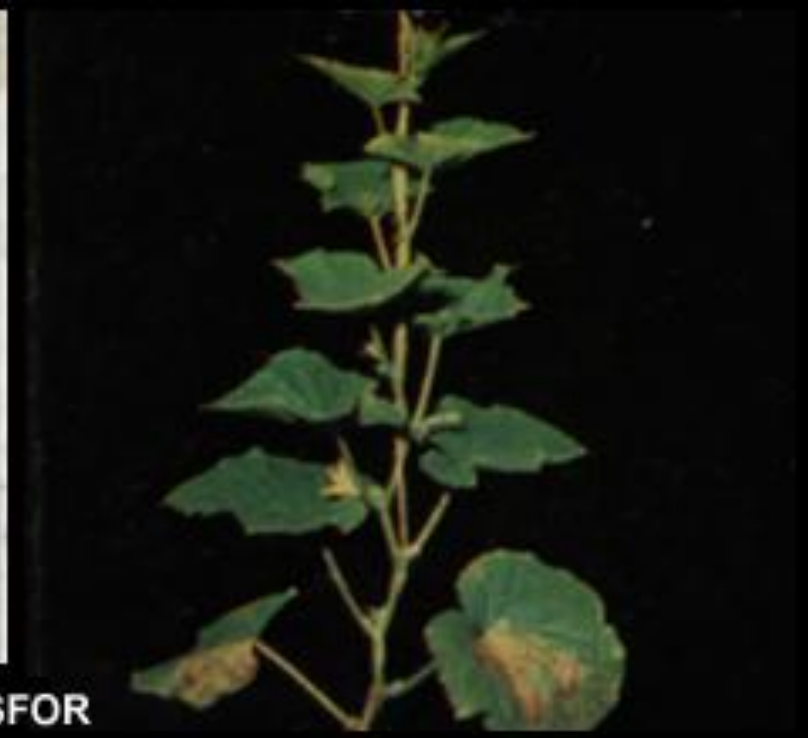
**MISIR**

ASMA  
FOSFOR



DOMATES FOSFOR





HIYAR FOSFOR



# FOSFOR (P) NOKSANLIĞI



Patates





## FOSFOR (P) NOKSANLIĞI



**Krizantem**



**Siklamen**

# FOSFOR (P) NOKSANLIĞI



Ayçiçeđi



# Potasyum (K)

**Bitkideki fonksiyonu:** Bitkilerde potasyum su durumunu düzenleme, hücrelerin turgorunu sağlama, stomaların açılıp kapanması gibi görevleri yürütür. Potasyum ayrıca yeni sentezlenen karbonhidratların akümülyasyonunu ve gerekli olan yerlere taşınımında da görev yapmaktadır.

**Bitkideki miktarı:** Bitkilerin potasyum içerikleri %1.00-5.00 arasında değişir. Yeterlilik düzeyi ise olgunlaşmasını yeni tamamlamış yapraklarda %1.50-3.00' dür. Bununla birlikte bazı sebzelerde gövde dokularında yeterlilik düzeyi %6.00-8.00'e kadar çıkabilmektedir. Bitkilerin genç yapraklarında ve bu yaprakların sapında en yüksek düzeyde bulunur. İyi bir ürünle topraktan yılda 56-560 kg/ha K sömürülür. Muz bitkisi bir yılda topraktan 1680 kg/ha K sömürmektedir. Pek çok bitki topraktan ihtiyacından daha fazla miktarlarda K alır. Bu durum lüks tüketim olarak adlandırılmaktadır.

**İnteraksiyonları:** Potasyum ile Mg ve Ca arasında antagonistik bir etkileşim vardır. Yüksek miktarda bulunan K öncelikle Mg ve daha sonrada Ca noksanlıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Çözünebilir formları: Bitkide K serbest bir şekilde bulunduğu için kolaylıkla ekstrakte edilebilir. Ekstrakte edilen potasyum çoğunlukla toplam potasyum miktarına eşittir. Bazı sebzelerde gövde ve yaprak sapından ekstrakte edilen K, 2000 ppm' in altında ise noksanlık, 3600 ppm' in üzerinde ise potasyumun yeterli olduğu anlaşılır.

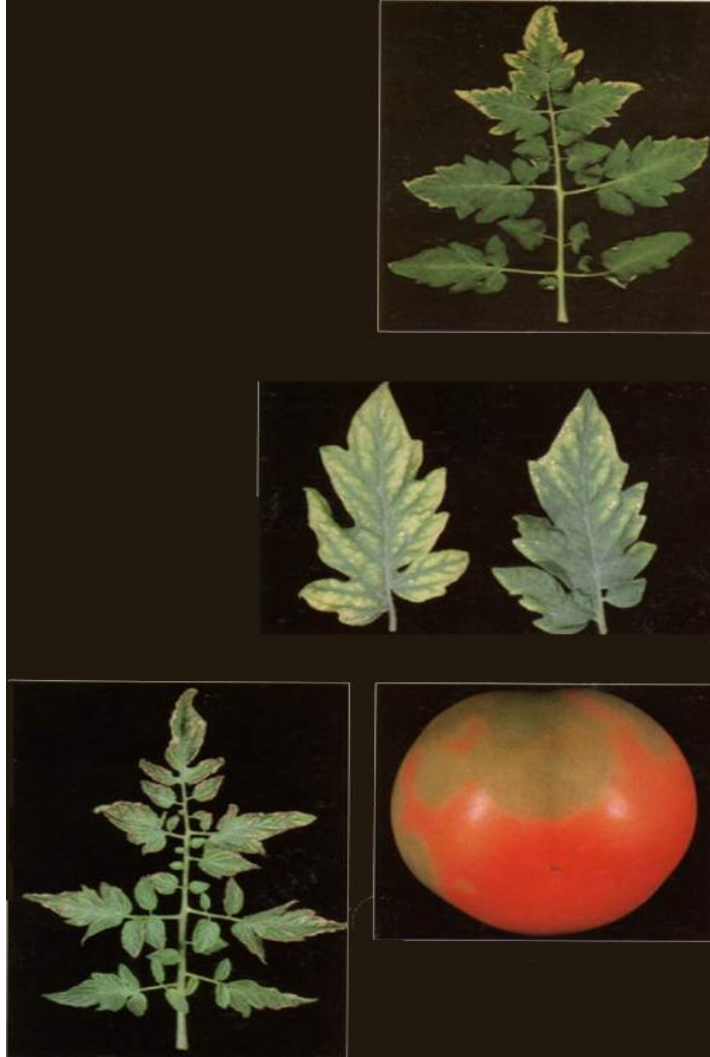
Noksanlık belirtileri: Potasyum noksanlığında özellikle tahıllarda yatma görülür. Hastalık ve zararlılara dayanıklılık azalır. Ürün ve kalite düşer. Yaşlı yaprakların kenarları yanmış gibi yukarı doğru kıvrılır. Bitkilerin amonyum toksisitesine karşı hassasiyetleri artar. Potasyum bitkide mobil olduğu için noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda görülür.

Toksiklik belirtileri: Potasyum fazlalığında Mg ve Ca noksanlığına ait belirtiler ortaya çıkar.

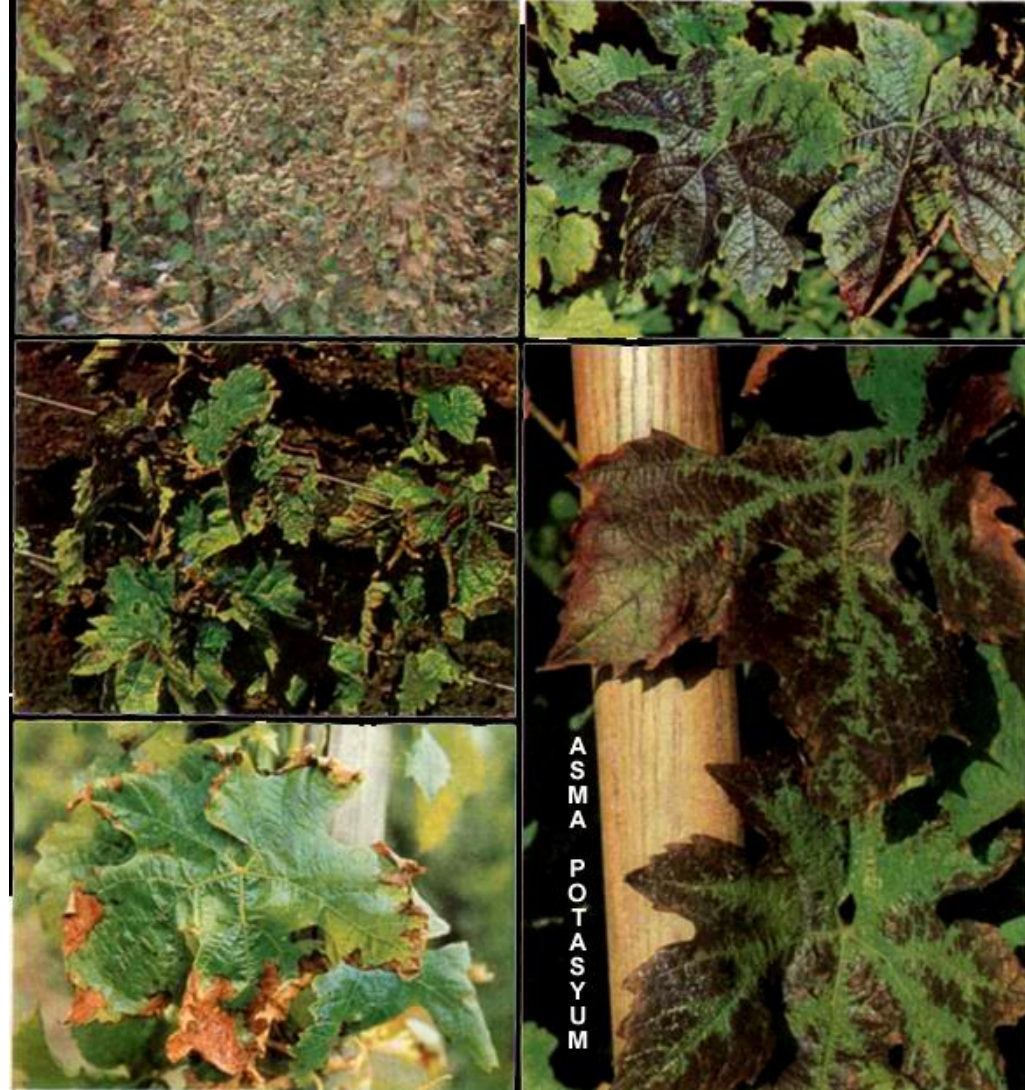
Toprakta bulunuş şekli: potasyum topraklarda dört farklı formda bulunur: toprak çözeltisinde K<sup>+</sup> iyonu şeklinde, toprak kolloidlerinde değişebilir olarak, 2:1 tipi killerde levhalar arasında hapsolmuş durumda ve potasyum içeren minerallerin kristal yapılarında bulunur. Toprak çözeltisindeki, kolloidal yüzeylerdeki ve kil tabakalarında fikse olmuş potasyum arasında bir denge söz konusudur. Topraklara K uygulandığında denge değişebilir ve fikse edilmiş K lehine gelişir. Bitkiler toprak çözeltisinden potasyumu kullanmaları halinde ise denge çözeltideki K lehine gelişir.



# POTASYUM (K) NOKSANLIĞI



DOMATES



ASMA POTASYUM

# POTASYUM (K) NOKSANLIĞI

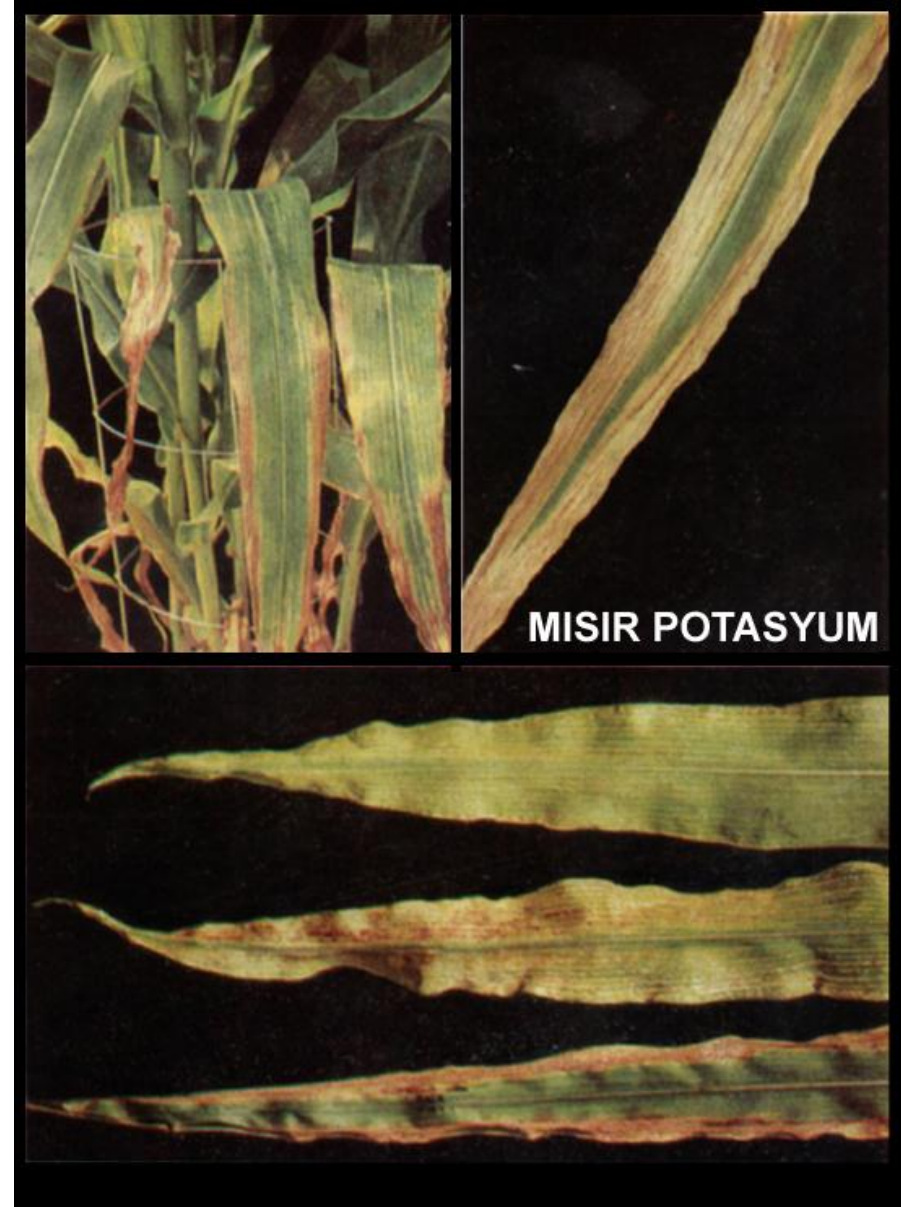
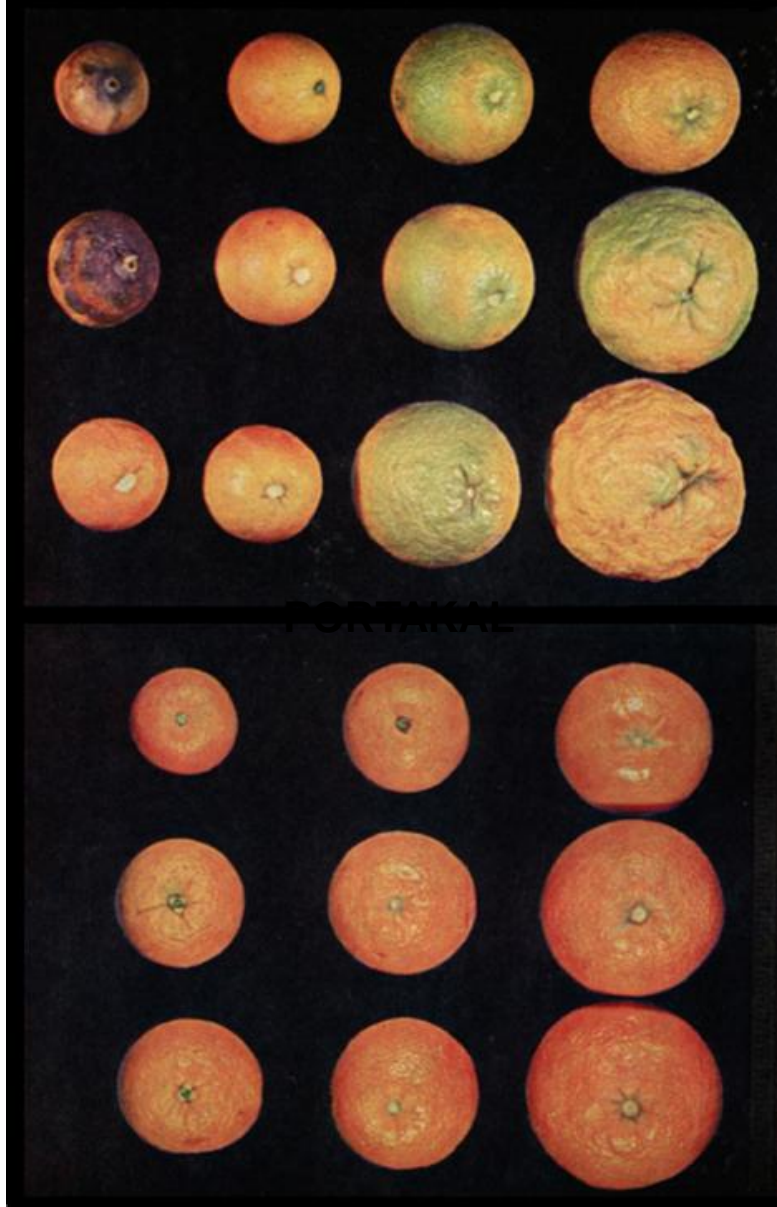


BİBER POTASYUM





# POTASYUM (K) NOKSANLIĞI



# POTASYUM (K) NOKSANLIĞI



HIYA



HIYAR



## POTASYUM (K) NOKSANLIĞI



Krizantem

# POTASYUM (K) NOKSANLIĞI



P  
A  
T  
A  
T  
E  
S

