

# Kalsiyum (Ca)

Bitkideki fonksiyonu: Bitkide kalsiyumun hücrelerin bütünlüğü ve membranların geçirgenliğini sağlama gibi önemli görevleri vardır. Kalsiyum polenlerin çimlenmesi ve gelişmesini sağlamakta, ayrıca hücre bölünmesi ve gelişmesinde görev yapan enzimlerin aktivasyonunu sağlamaktadır. Bunlara ilave olarak protein sentezi ve karbohidratların taşınması ve toksik ağır metallere karşı bitkinin korunması gibi görevlere sahiptir.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin Ca içeriği kuru madde ilkesine göre %0.20-3.00 arasında değişmektedir. Pek çok bitki için ise kalsiyumun yeterlilik düzeyi %0.30-1.00' dir. Bitkilerin kritik Ca konsantrasyonları önemli farklılıklar gösterirler. Örneğin tahıl bitkilerinin Ca içerikleri, sebze ve meyvelere göre oldukça düşüktür. Kalsiyum bitki dokularında kalsiyum oksalat kristalleri şeklinde inaktif olarak bulunduğu için, bitkilerin toplam Ca içerikleri kalsiyumun yeterliliğini belirlemede uygun bir kriter değildir. Bu yüzden ekstrakte edilebilir Ca yeterliliğinin belirlenmesinde daha uygundur. Yüksek miktarlarda ürün veren bitkilerle topraklardan sömürülen Ca miktarı yılda 11-196 kg/ha arasında değişim göstermektedir.

İnteraksiyonları: Kalsiyum ile K ve Mg arasında negatif interaksiyon vardır. Meyvelerde Ca/N ve Ca/B oranları kaliteyi etkilemektedir. Amonyum beslenmesi Ca alımını azaltarak Ca noksanlıklarına sebep olabilmektedir.

Çözünebilir formları: Bitkilerin Ca durumlarını belirlemede çözünebilir Ca (%2' lik asetik asit) toplam Ca' a göre daha uygundur. Pek çok bitki için kritik çözünebilir Ca düzeyi 800 ppm olarak kabul edilmektedir.

Noksanlık belirtileri: Kalsiyum noksanlığı olan bitkilerin yaprakları ve köklerinin büyüme uçları kahve renge döner ve ölür. Yapraklar kıvrılır, yaprak kenarları kahve renk alır, yeni oluşan yaprakların kenarlarında delinmeler şeklinde hasarlar ortaya çıkar. Meyve kalitesinde düşme olur. Çiçek dibi çürüklüğü, acı benek ve meyvelerin iç kısımlarında görülen solmalar kalsiyum noksanlığına ait belirtilerdir. Kalsiyum bitkide immobil olduğu için noksanlık belirtileri büyüme uçlarında ortaya çıkar.

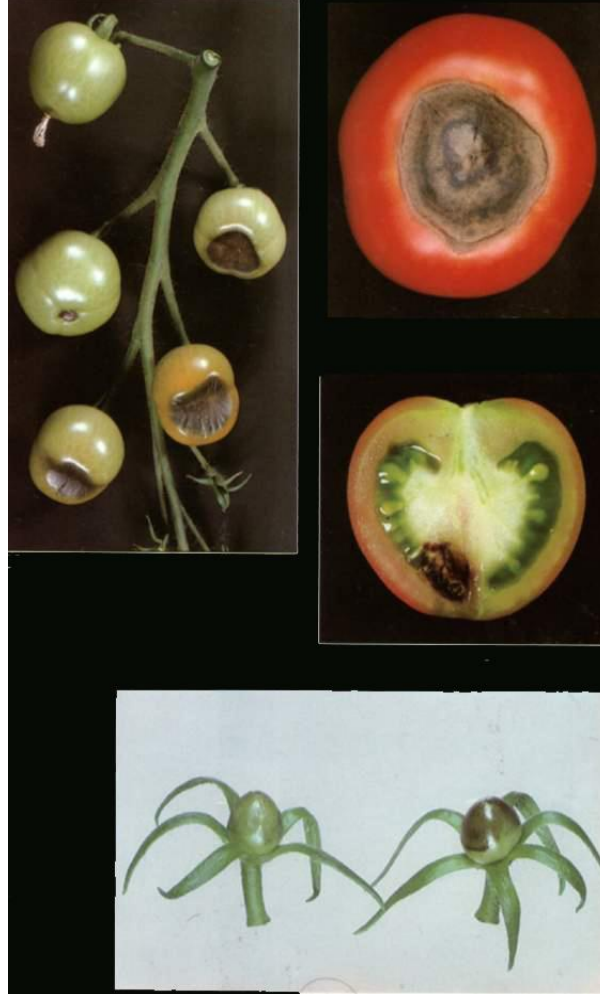
Toksiklik belirtileri: Aşırı kalsiyum bitkilerde Mg ve K noksanlıklarının ortaya çıkmasına sebep olur.

Toprakta bulunuş şekli: Kalsiyum toprak çözeltisinde Ca<sup>+2</sup> iyonu şeklinde, ve toprak kolloidlerinde değişebilir formda bulunur. Yüksek pH' lı (pH>8.0) topraklarda çözünebilir ve değişebilir formu en fazla bulunan katyon Ca' dur. Bu topraklarda Ca, kalsiyum karbonat ve kalsiyum sülfatlar şeklinde çöker.

# KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI



DOMATES



BİBER

# KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI



HIYAR



## KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI





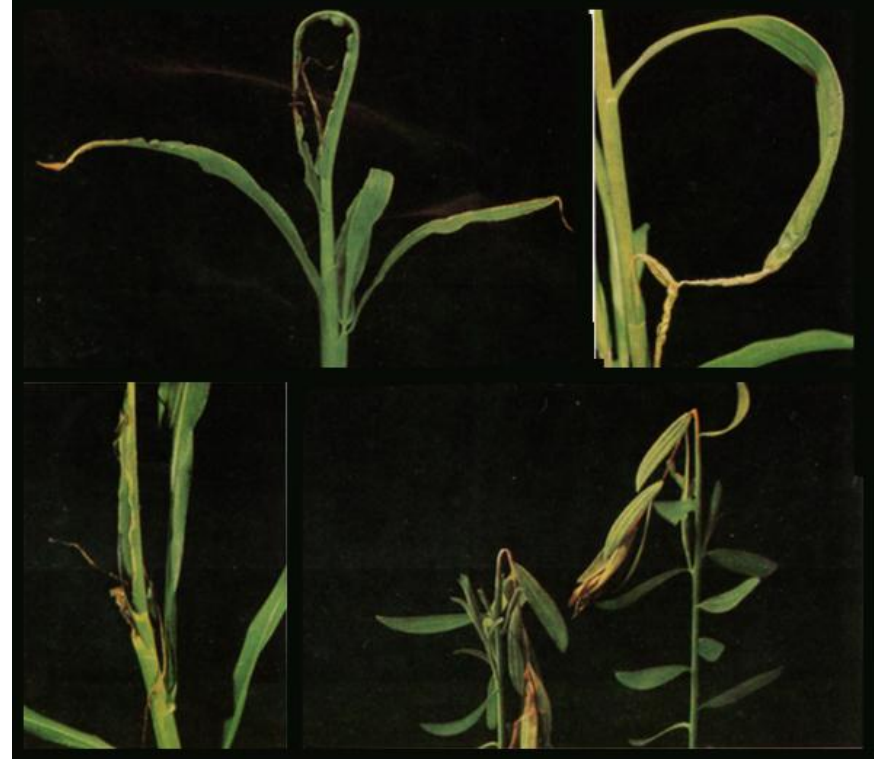
# KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI



# KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI



LİMON



MISIR

# Magnezyum (Mg)

Bitkideki fonksiyonu: Magnezyum klorofil molekülünün yapısında yer alır. Ayrıca, fosforilasyon proseslerinde görev yapan enzimlerde kofaktör olarak görev yapar, enzim molekülleri ile ADP ve ATP arasında bir köprü vazifesi görür, protein sentezinde ribozomların stabilizasyonunu sağlar.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin magnezyum içeriği kuru madde ilkesine göre %0.15-1.00 arasında değişir. Pek çok bitki için ise yeterlilik düzeyi %0.25' dir. Bitki türleri arasında Mg içerikleri bakımından önemli farklılıklar vardır. Tahılların Mg içerikleri, sebzeler, meyveler ve baklagillere göre düşüktür. Bitkilerin yaşlı yapraklarında daha yüksek oranda bulunur. Yüksek bir ürünle topraktan kaldırılan Mg miktarı 11-196 kg/ha arasında değişir.

İnteraksiyonları: Magnezyum ile K ve Ca arasında negatif bir interaksiyon vardır. Yetiştirme ortamında NH<sub>4</sub>, Ca veya K' un fazlalığı Mg noksanlığının ortaya çıkmasına sebep olur.



Çözünebilir formları: Bitki dokularından Mg' un büyük bir kısmını %2' lik asetik asit veya seyreltik hidroklorik asit ile ekstrakte etmek mümkündür.

Noksanlık belirtileri: Magnezyum noksanlığı yaşlı yapraklarda damarlar arasında sararma şeklinde ortaya çıkar. Kimi bitkilerde yaşlı yapraklarda bazı damarlarda sarardığı için yaprakta ağ benzeri bir görünüm ortaya çıkar. Magnezyum bitkide mobil bir element olduğu için noksanlık önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkar, bununla birlikte şiddetli noksanlık durumunda genç yapraklarda da belirtiler görülebilir.

Toksiklik belirtileri: Magnezyum fazlalığının spesifik bir belirtisi yoktur. Bununla birlikte bitki dokularında aşırı miktarda bulunursa Ca, K ve Mg arasındaki dengenin bozulması sebebiyle büyümede gerileme görülebilmektedir.

Toprakta bulunuş şekli: Magnezyum toprak çözeltisinde Mg+2 iyonu şeklinde, ve toprak kolloidlerinde değişebilir formda bulunur.

# MAĐNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI



DOMATES

# MAĐNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI



BİBER



HIYAR



# MAĐNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI





ELMA MAGNEZYUM



# MAGNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI



MISIR

GREYFURT

# Kükürt (S)

Bitkideki fonksiyonu: Kükürt bitkilerde protein sentezinde görev yapar, sistein ve tiamin gibi S içeren aminoasitlerin, glutation peptidi, koenzim A, B1 vitamini ve bazı glikozidlerin yapısında yer alır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin kükürt içeriği kuru madde ilkesine göre %0.15- 0.50 arasında değişir. Bitkilerin S durumlarını belirlemede toplam S değeri yanında N/S oranının bilinmesi de önem taşır. Yüksek bir ürünle topraktan kaldırılan S miktarı 11-90 kg/ha arasında değişir. Cruciferae familyasındaki bitkiler fosfordan 3 kat daha fazla S akümüle ederler. Baklagil bitkileri S içerikleri kadar P içerirlerken, tahıllar P içeriklerinin 1/3' ü kadar S içerirler. Tahıllar ve patates bitkisi yılda 12 kg/ha, şeker pancarı, lahana, yonca ve pamuk ise 17-45 kg/ha düzeyinde S sömürür.

İnteraksiyonları: Kükürt ile N ve F arasında sinergistik, As, B, Mo, Pb, Se ve Fe arasında antagonistik etkileşimler bulunmaktadır.

Çözünebilir formları: Kükürt bitki dokularında sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Kükürt bitkide immobil olduğu için noksanlık önce genç yapraklarda sararma şeklinde ortaya çıkar. Meyvelerin su içerikleri düşüktür. Kökler normalden daha uzundur ve gövde odunsu bir hal alır. Baklagillerde nodüller azalır, tahıllarda olgunlaşma gecikir. Kükürt noksanlığı genellikle N noksanlığı ile karıştırılır, aradaki fark S noksanlığının genç yapraklarda ortaya çıkmasıdır. Noksanlık özellikle kurak dönemlerde kendini gösterir.

Toksiklik belirtileri: Kükürt fazlalığında yapraklar premature görünüm kazanır.

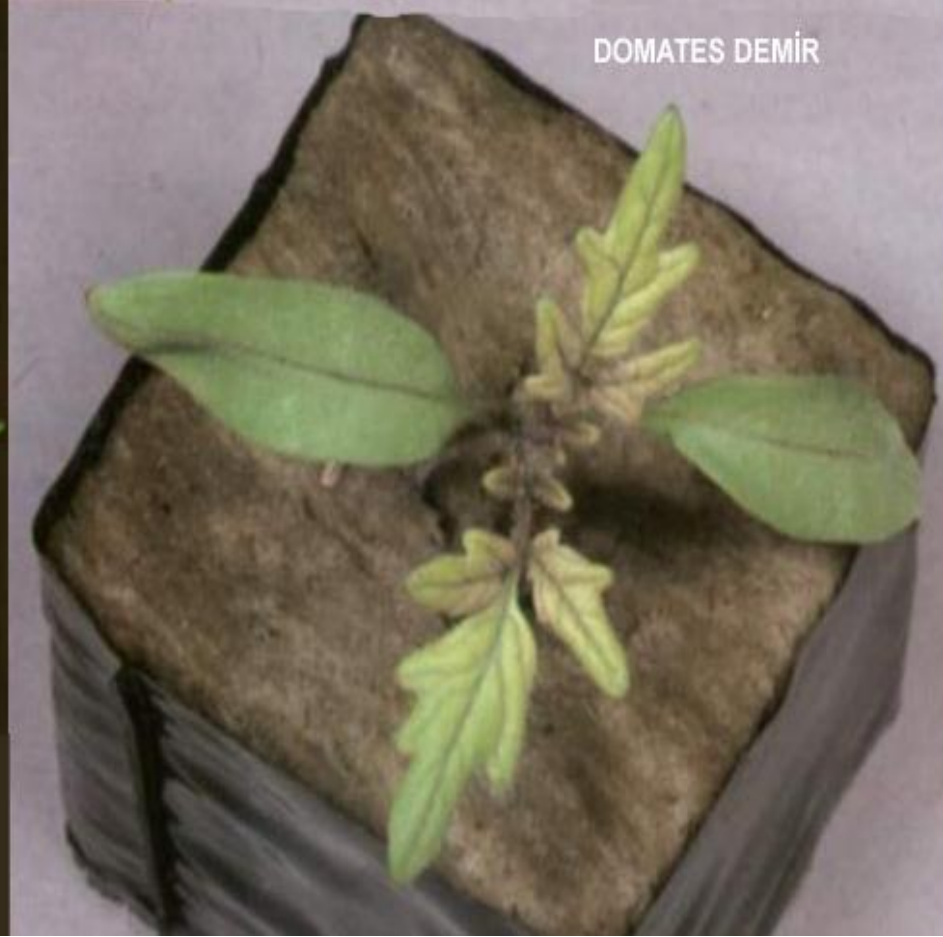
Toprakta bulunuş şekli: Topraklarda elverişli S' ün %90' ı toprak organik maddesinin bünyesinde yer alır. Toprak çözeltisinde bulunan sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) anyonu bitkiler için en elverişli S formudur. Genellikle topraklardaki elverişli  $\text{SO}_4^{2-}$  toprağın alt kısımlarında daha yüksek oranda bulunur. Alkali ( $\text{pH} > 7.0$ ) topraklarda S, kalsiyum sülfat ( $\text{CaSO}_4$ ) şeklinde birikir,  $\text{pH}$ ' sı 4.0' ün altında olan topraklarda ise sülfat anyonu alüminyum ve demir oksitler tarafından adsorbe edilir.

# N-S-Fe NOKSANLIĞI



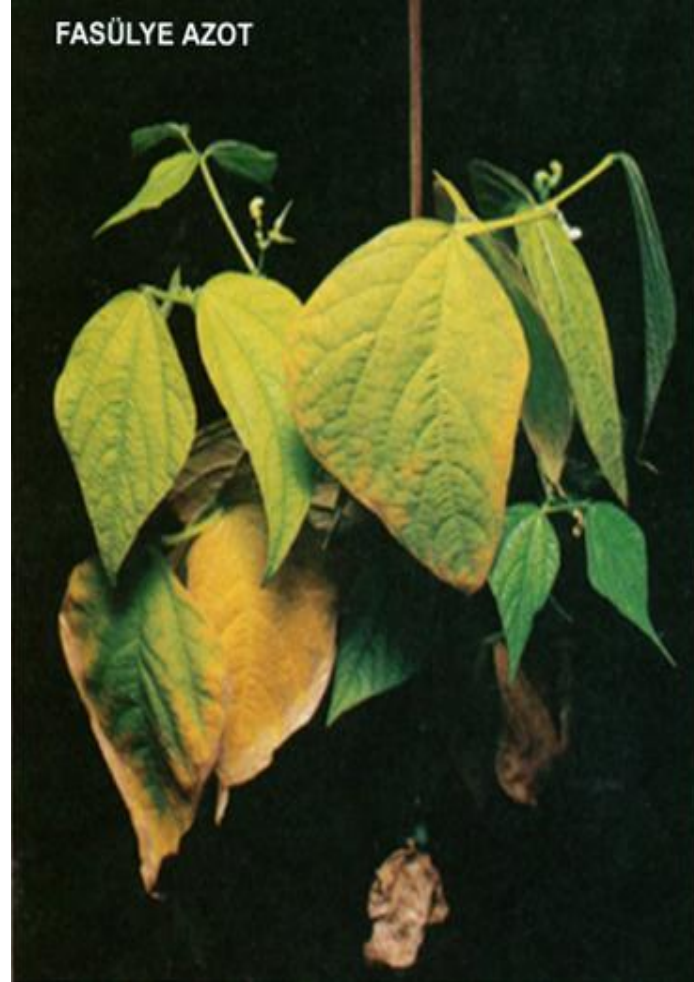


# N-S-Fe NOKSANLIĞI

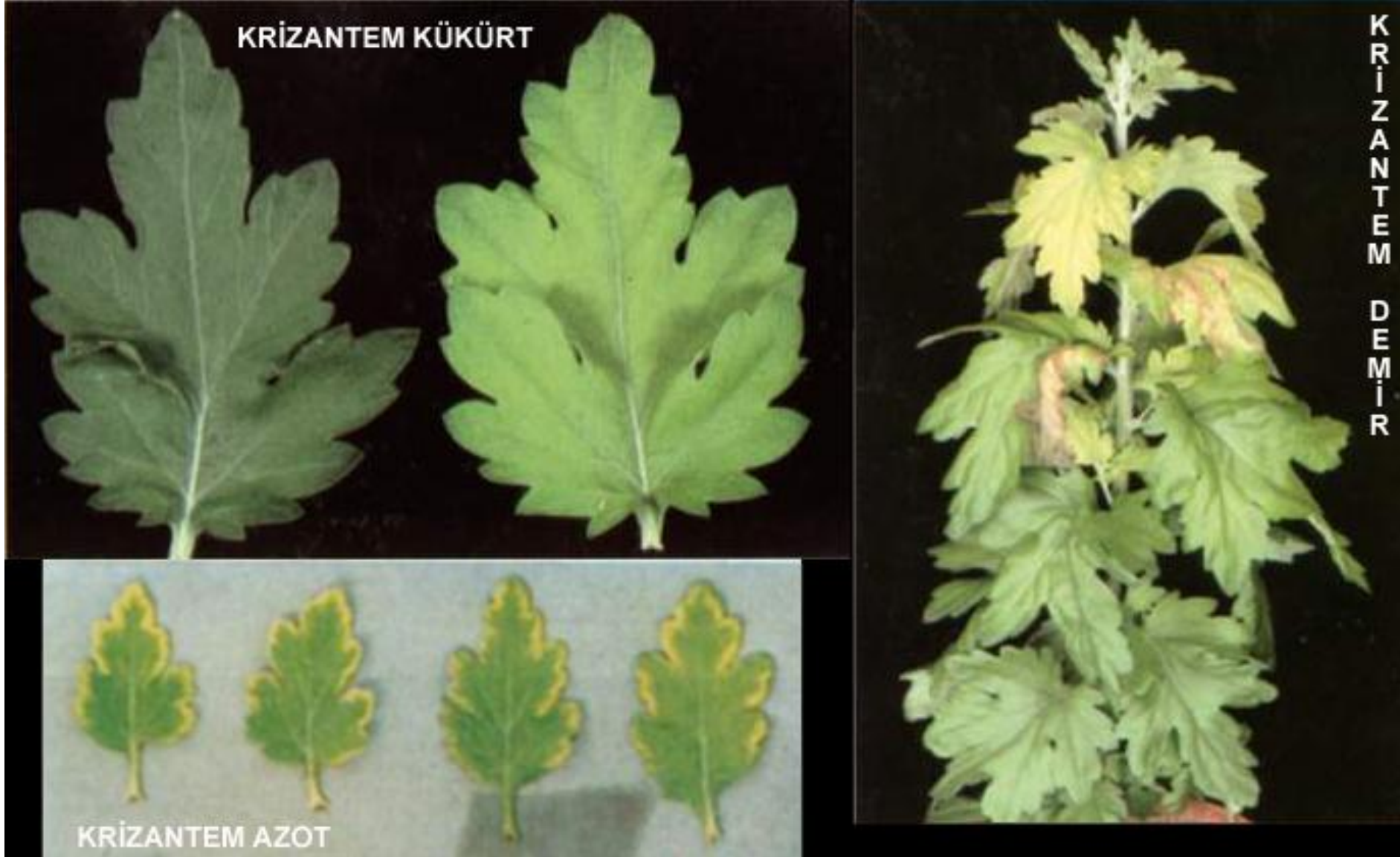




# N-S-Fe NOKSANLIĞI



# N-S-Fe NOKSANLIĞI





# N-S-Fe NOKSANLIĞI



# N-S-Fe NOKSANLIĞI



# N-S-Fe NOKSANLIĞI





# Demir (Fe)

Bitkideki fonksiyonu: Demir bitkide bulunan sitokrom oksidas, sitokrom gibi, pek çok enzimin ve ferrodoksinin yapısında yer alır. Demire nitrat ve sülfat indirgenmesinde ve N<sub>2</sub> azotunun asimilasyonunda ve enerji (NADP) üretiminde gereksinim duyulur, ayrıca demir, klorofil molekülünün sentezlenmesinde katalizör görevi görür. Demirin protein sentezi ve kök ucunun meristematik olarak büyümesinde görev yaptığı da ileri sürülmektedir.

Bitkideki miktarı: Yaprakların demir içerikleri kuru madde ilkesine göre 10 - 100 ppm, yeterlilik düzeyi ise 50-75 ppm arasında değişmektedir. Bitkilerde Fe<sup>+3</sup> iyonları, demir fosfoprotein şeklinde yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Bununla birlikte metabolik olarak aktif demirin Fe<sup>+2</sup> olduğuna inanılmaktadır.

İnteraksiyonları: Bitkilerde yüksek miktarlarda bulunan fosfor, demirin çözünebilirliğini azaltmaktadır. Genel olarak pek çok bitki için P/Fe oranı 29/1' dir. Potasyum, demirin mobilitesini ve çözünürlüğünü artırırken, azot büyümeyi teşvik ederek Fe noksanlığının ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Bikarbonat iyonları demirin bitki içerisinde taşınımını engellemektedir.

Noksanlık belirtileri: Genç yapraklarda damarlar arası kloroz, demir noksanlığının en tipik belirtisidir. Noksanlık şiddetli olduğunda kloroz genç yapraklardan yaşlı yapraklara doğru yayılmaktadır.

Toksiklik belirtileri: Demir toksisitesi yapraklarda kahverengi lekeler ve bronzlaşma şeklinde ortaya çıkar. Bu symptom özellikle çeltik bitkisinde yaygın olarak görülür.

Toprakta bulunuş şekli: Demir topraklarda Fe+2 ve Fe+3 formlarında bulunur. Bitkiler için elverişli olan Fe+2 formudur ve bunun elverişliliği özellikle toprağın havalanmasına bağlıdır. Demir etkin adı verilen bitkiler rizosfer bölgesinin pH' sını asitleştirerek veya Fe ile kompleks yapan bileşikleri kökleri ile salgılayarak demir noksanlığına karşı adaptasyon mekanizması geliştirmişlerdir.

# DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



D  
O  
M  
A  
T  
E  
S



# DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



HIYAR



ÇİLEK





## DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



MUZ



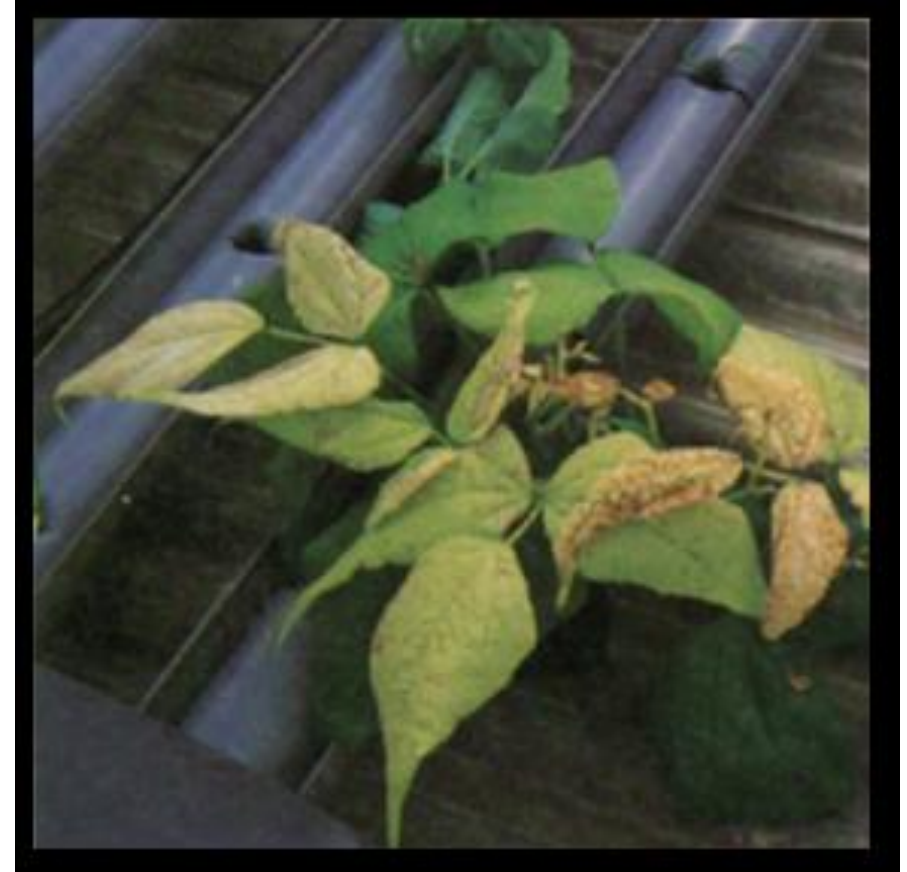
BİBER



# DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



BAKLA



FASÜLYE

# DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



PORTAKAL



MISIR





ASMA





Yabani Gül

**DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI**



## DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI



Poinsetta

# Çinko (Zn)

Bitkideki fonksiyonu: Çinko, Mg ve Mn gibi pek çok enzimatik reaksiyonda görev yapmaktadır. Karbonik anhidras enzimi sadece Zn tarafından aktive edilmektedir.

Bitkideki miktarı: Bitkilerde çinkonun yeterlilik düzeyi kuru madde ilkesine göre 15-50 ppm arasında değişir. Bununla birlikte bazı bitki çeşitlerinde 12 ppm çinko içeriğinde bile noksanlık ortaya çıkmayabilmektedir.

İnteraksiyonları: Aşırı P bitkilerde Zn metabolizmasını ve alınımını engellemektedir. Yüksek miktarlarda Zn bazı bitkilerde Fe noksanlığına sebep olabilmektedir.

Noksanlık belirtileri: Çinko noksanlığında genç yapraklarda damarlar arası sararma ve yapraklar gelişemedikleri için büyüme uçlarında rozet oluşumu görülür.

Toksiklik belirtileri: Aşırı çinko beslenmesinde özellikler demire hassas bitkilerde demir noksanlığına ait belirtiler ortaya çıkabilir.

Toprakta bulunuş şekli: Çinko topraklarda  $Zn^{+2}$  şeklinde, toprak kolloidlerinde deşisebilir sekilde ve organik madde ile kompleks oluşturmuş sekilde bulunur

# ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI

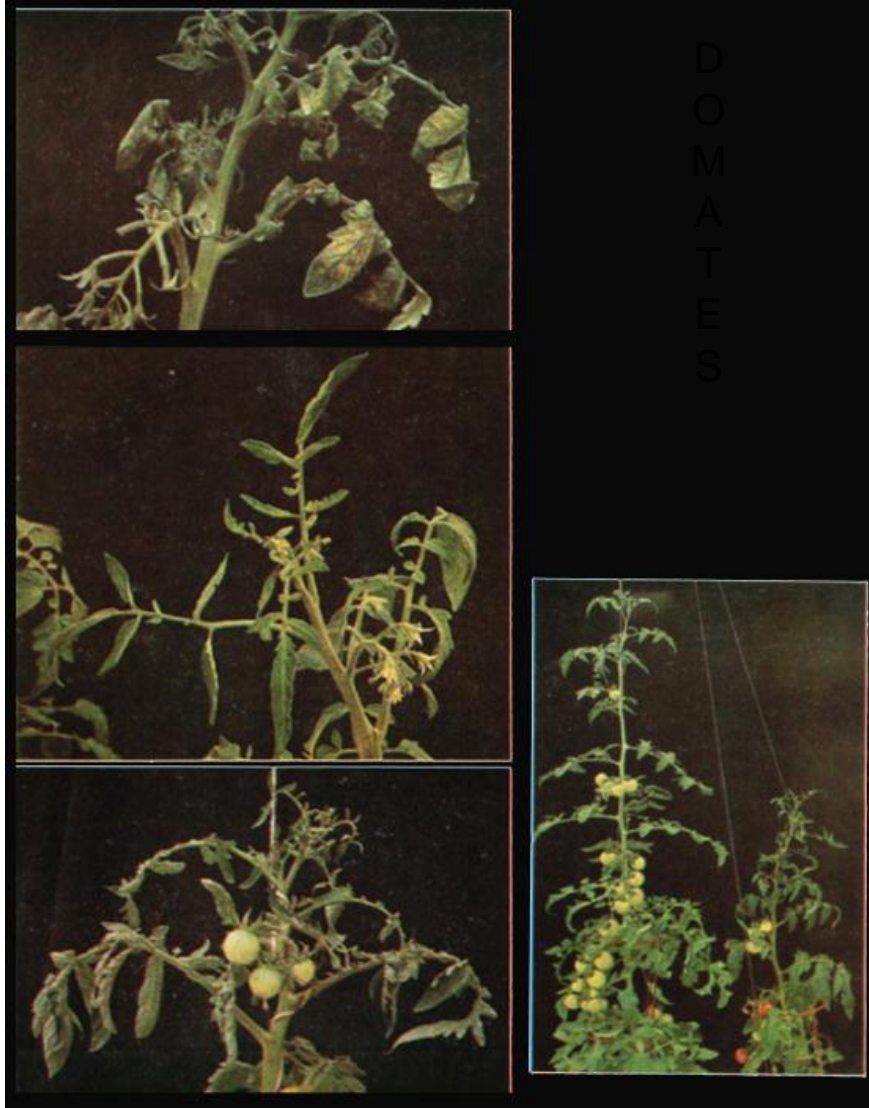


PORTAKAL



MISIR

# ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI



BİBER



# ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI



H  
I  
Y  
A  
R

# ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI



BAKLA



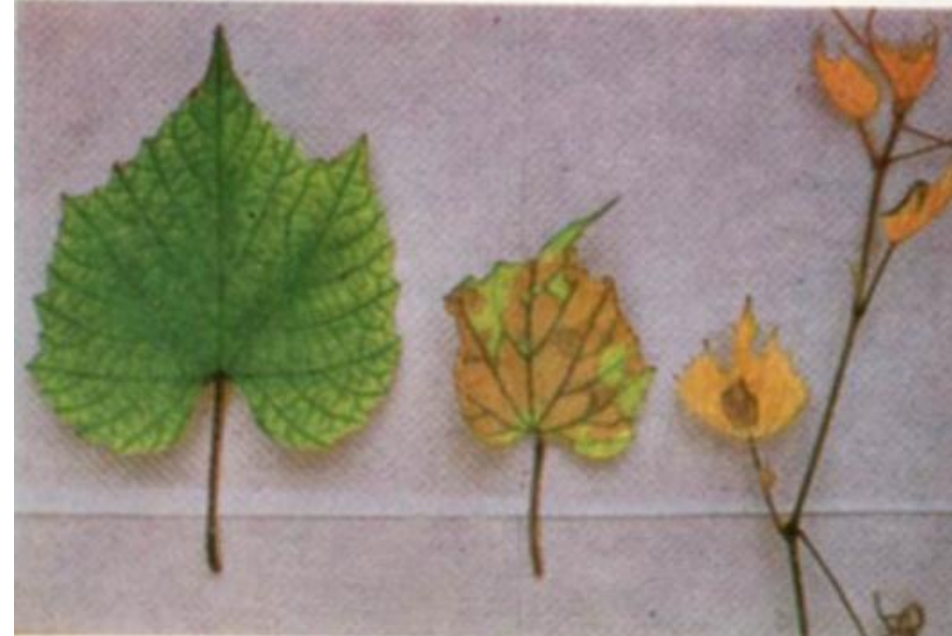
FASÜLYE



# ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI



Asma



# Bakır (Cu)

Bitkideki fonksiyonu: Bakır kloroplast proteini plastosiyaninin yapısında bulunur, fotosentezde fotosistem I' den II' ye elektron taşınmasında görev yapar. Protein ve karbonhidrat metabolizması ve azot fiksasyonunda görev yapar. Sitokrom oksidas, askorbik asit oksidas ve polifenol oksidas enzimlerinin yapısında yer alır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerde bakırın yeterlilik düzeyi kuru madde ilkesine göre 3-7 ppm arasında değişir. Toksiklik düzeyi 20-30 ppm' dir. Bununla birlikte fungusit olarak uygulanan bakıra bitkiler 20-200 ppm' e kadar tolerans gösterebilmektedir.

İnteraksiyonları: Aşırı bakır bitkilerde demir metabolizmasına olumsuz etki yaparak demir noksanlığının ortaya çıkmasına sebep olur. Ayrıca Mo ile interaksiyona girerek nitratın enzimatik olarak indirgenmesine engel olur.

Noksanlık belirtileri: Bakır noksanlığında büyüme geriler. Genç yapraklarda kıvrılma ve nekrozlar ortaya çıkar. Ağaçlarda genç yaprakların rengi beyazlaşır ve genç yapraklar gelişme döneminde dökülür, büyüme uçlarında kamçı benzeri bir görünüm ortaya çıkar.

Toksiklik belirtileri: Bakır fazlalığında demir noksanlığına ait kloroz belirtileri ortaya çıkar. Kök gelişmesi geriler, lateral kök gelişimi zayıflar.

Toprakta bulunuş şekli: Bakır topraklarda düşük moleküler ağırlıklı humik ve fulvik asitler gibi organik bileşikler ile kompleks halinde bulunur. Toprak çözeltisinde bulunan bakırın katyonik (Cu+2) formu oldukça düşük miktarlardadır.



# BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI

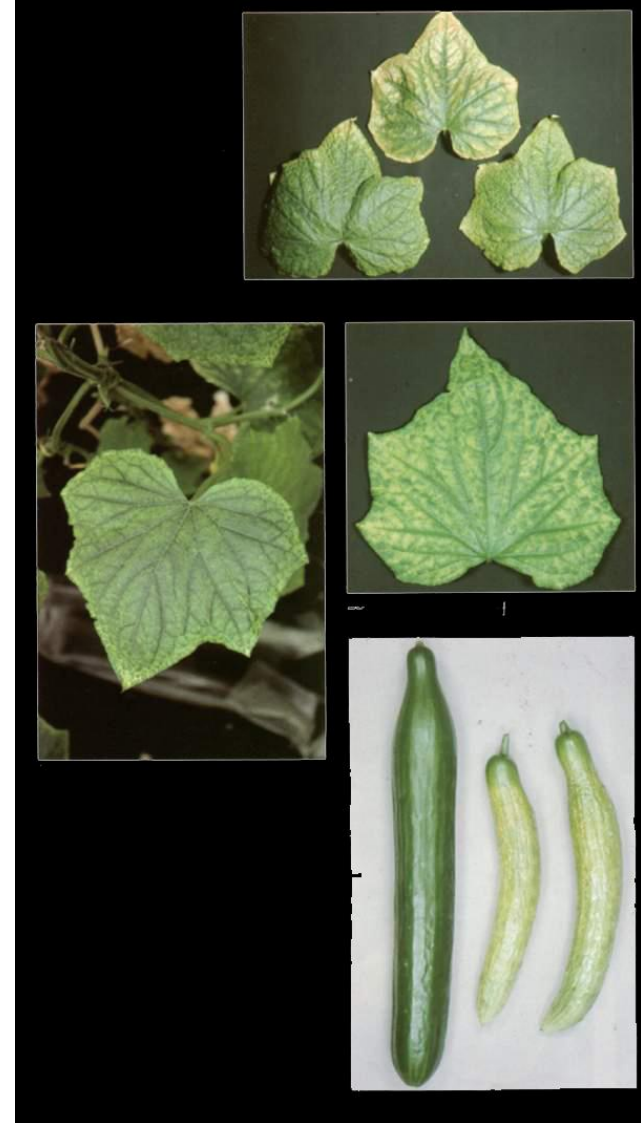


DOMATES

# BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI



BİBER



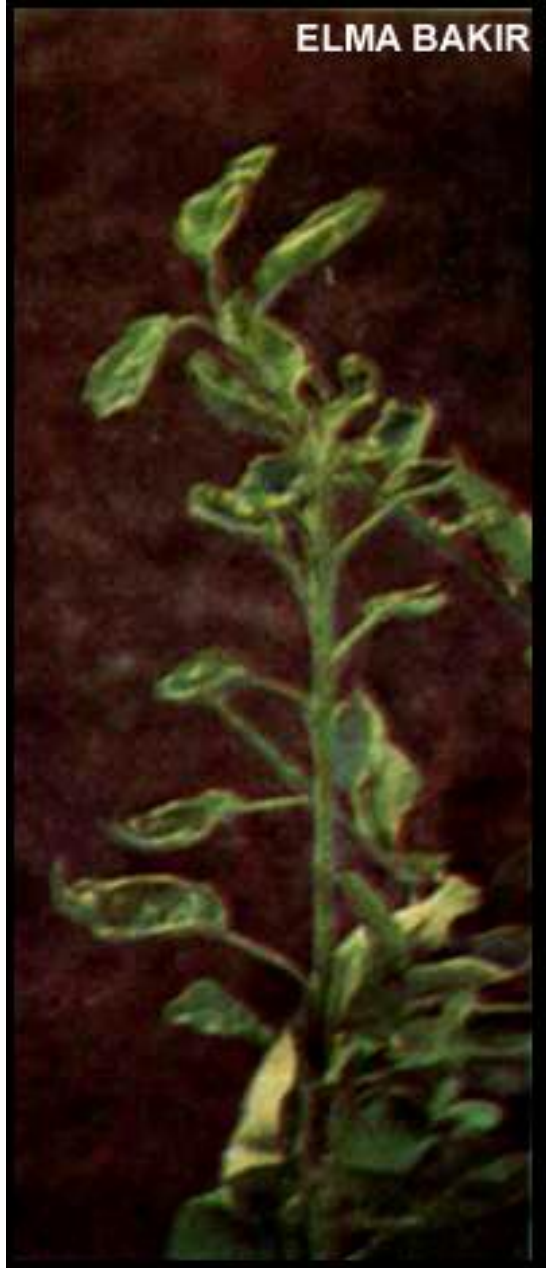
H  
I  
Y  
A  
R

# BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI





# BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI



Patates

# BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI



PORTAKAL



NARENCIYE

# Mangan (Mn)

Bitkideki fonksiyonu: Mangan fotosentetik elektron taşıma sisteminde oksidasyon ve redüksiyon proseslerine katılır. Fotosistem II' de fotoliz (suyun parçalanması) için mutlak gereklidir. ATP ile fosfokinas ve fosfotransferas enzim kompleksleri arasında köprü vazifesi görür ve IAA oksidas enzimini aktive eder.

Bitkideki miktarı: Bitkilerde manganın yeterlilik düzeyi kuru madde ilkesine göre 10-50 ppm arasında değişir. Soyada 600, pamukta 700 ve tatlı patatete 1380 ppm' e kadar toksiklik belirtisi çıkmamaktadır.

İnteraksiyonları: Manganın metabolik olarak veya diğer besin maddelerinin absorpsiyonu üzerine olumsuz bir girişimi bulunmamaktadır.

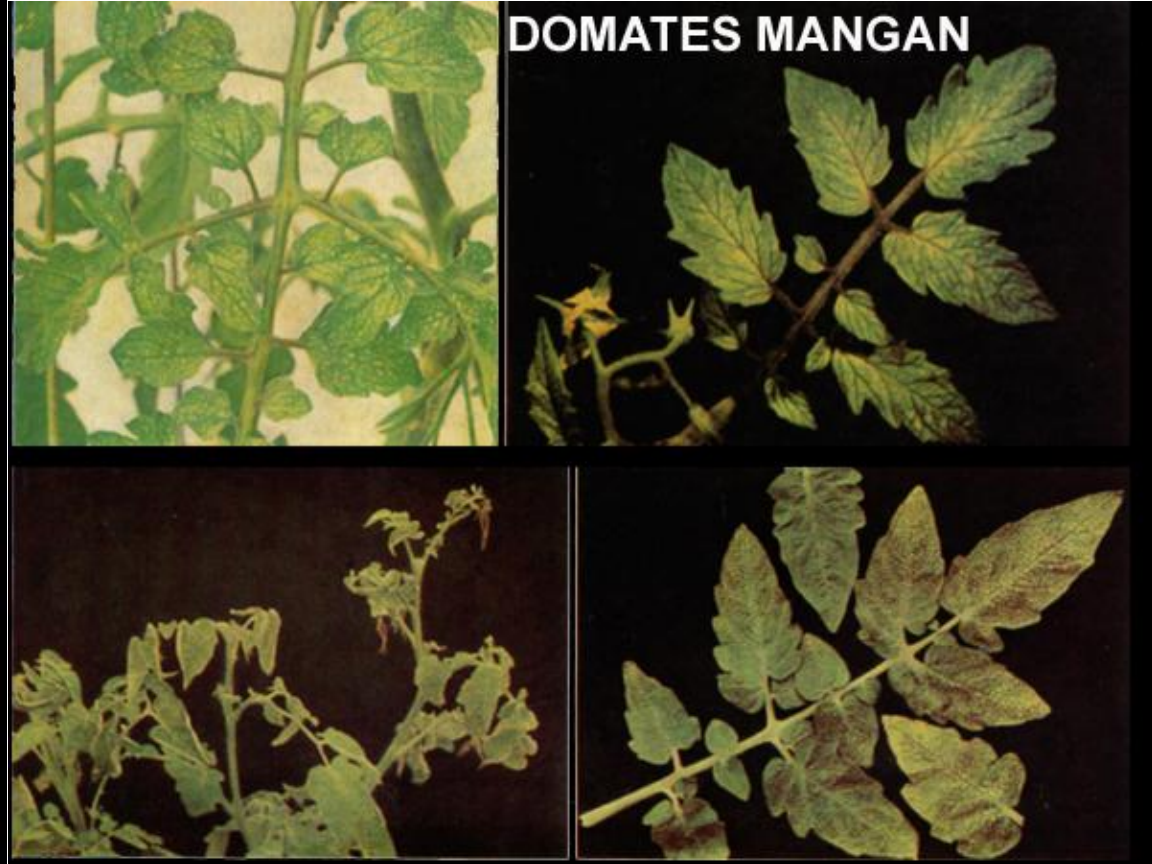


Noksanlık belirtileri: Mangan noksanlığında büyüme geriler. Dikotiledon bitkilerin genç yapraklarında bazı sekonder damarlar dahil damarlar arası kloroz, tahılların yapraklarında gri benekler ve baklagillerde nekrotik lekeler Mn noksanlığının tipik belirtileridir.

Toksiklik belirtileri: Mangan fazlalığında yaşlı yapraklarda kenarları sarı kahverengi benekler, sert çekirdekli meyvelerde ve elmada siyah lekeler görülmektedir.

Toprakta bulunuş şekli: Mangan toprak çözeltisinde  $Mn^{+2}$  ve  $Mn^{+4}$  formlarında ve toprak kolloidlerinde değişebilir şekilde bulunur. Manganın yarayışlılığı pH' nın yükselmesine bağlı olarak azalmaktadır. Ayrıca mangan düşük moleküler ağırlıklı humik ve fulvik asitler gibi organik bileşikler ile kompleks halinde bulunmaktadır.

# MANGAN (Mn) NOKSANLIĞI



BĪBER MANGAN







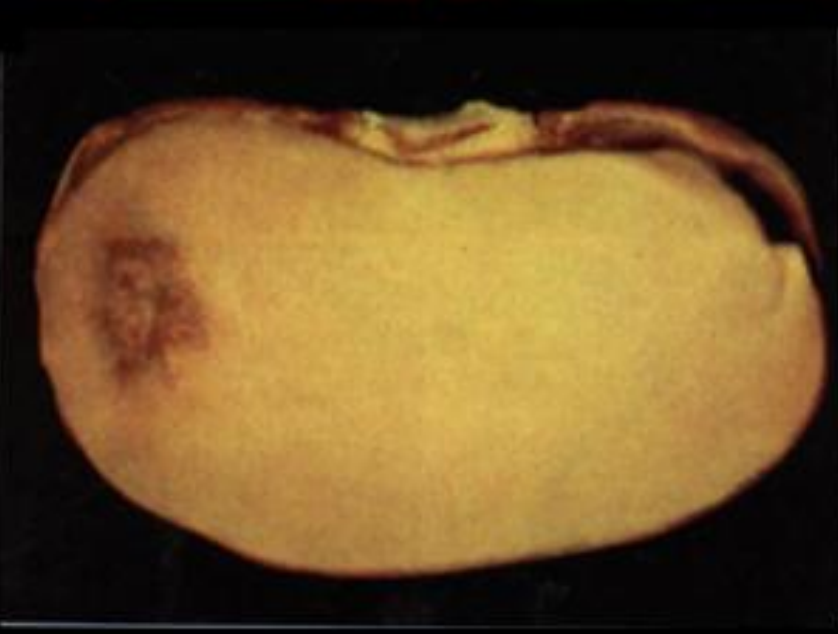
MISIR MANGAN



PATATES MANGAN



FASÜLYE MANGAN





# MANGAN (Mn) NOKSANLIĞI



*Courtesy of California Agricultural Experiment Station*

Plate 9. Symptoms of manganese deficiency in lemon leaves: Very mild symptoms shown by the leaf on the left are commonly seen in the field, but those on the other three leaves are seen occasionally.



# Bor (B)

Bitkideki fonksiyonu: Bor RNA sentezinde, bölünme, farklılaşma, olgunlaşma, respirasyon ve büyüme gibi pek çok hücre içi aktivitede görev yapmaktadır. Bunlara ilave olarak polenlerin çimlenmesi, gelişmesi, polen tüplerinin stabilitesi üzerine etkilidir. Nispeten immobil olan bu besin maddesi ksilem de taşınmaktadır.

Bitkideki miktarı: Monokotiledon bitkilerin bor içeriği kuru madde ilkesine göre 1-6 ppm arasında, dikotiledon bitkilerde ise 20-80 ppm arasında değişmektedir. Bor yaprak kenarlarında yaprak ayasına göre 5-10 kat daha fazla bulunur.

İnteraksiyonları: Fazla miktarda Ca içeren bitkilerin B ihtiyacı artmaktadır. Bununla birlikte bitki dokularında yüksek miktarlarda bulunan K, B noksanlığının olumsuz etkilerini bertaraf edebilmektedir.

Çözünebilir formları: Bitki dokularında B, borat (BO<sub>3</sub>-3) anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Bor noksanlığında büyüme uçlarında (meristematik dokularda) anormallikler ortaya çıkar, büyüme uçları solar ve kurur. Büyüme uçlarında oksinler akümüle olur, yapraklar ve gövde elastikiyetini kaybederek kolayca kırılabilir.

Toksiklik belirtileri: Bor fazlalığında öncelikle yaşlı yaprakların kenarları sararır ve bunu nekrozlar takip eder. Sonuç olarak yapraklar kurur ve dökülür.

Toprakta bulunuş şekli: Topraklarda B' un büyük bir kısmı organik maddenin bünyesinde bulunur, geri kalanı ise toprak çözeltisinde borat (BO<sub>3</sub>-3) anyonu şeklinde 1-5 ppm düzeyinde bulunur. Bor topraklardan kolaylıkla yıkanabilir. Topraklarda B' un elverişli ve toksik düzeyi birbirine oldukça yakındır.

# BOR (B) NOKSANLIĞI



DOMATES



# BOR (B) NOKSANLIĞI



BİBER



29



31

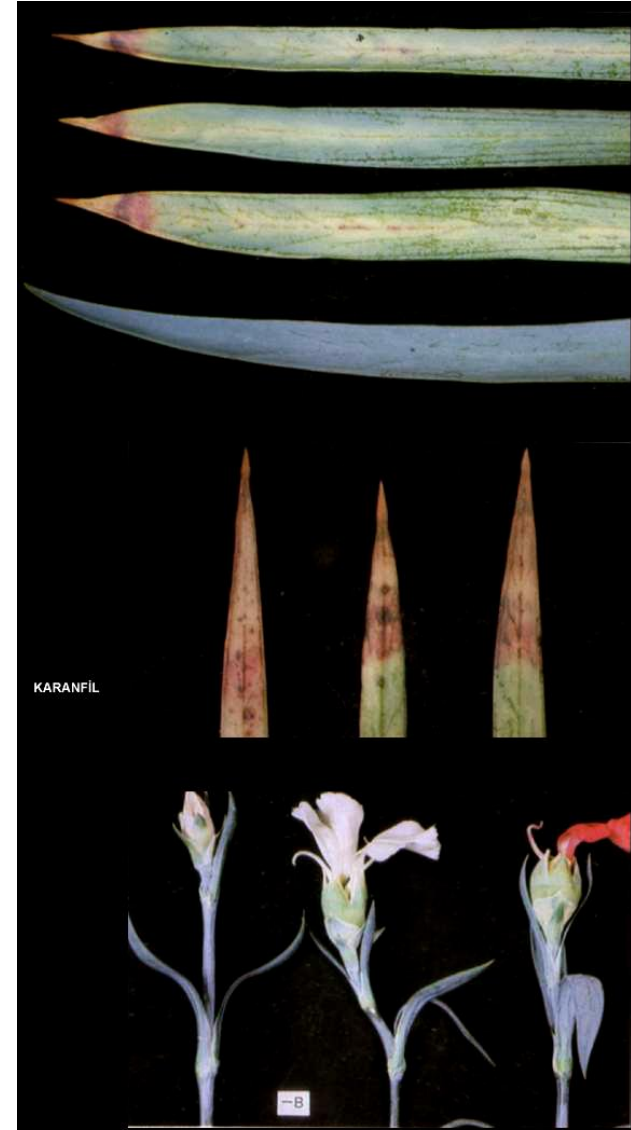


HIYAR

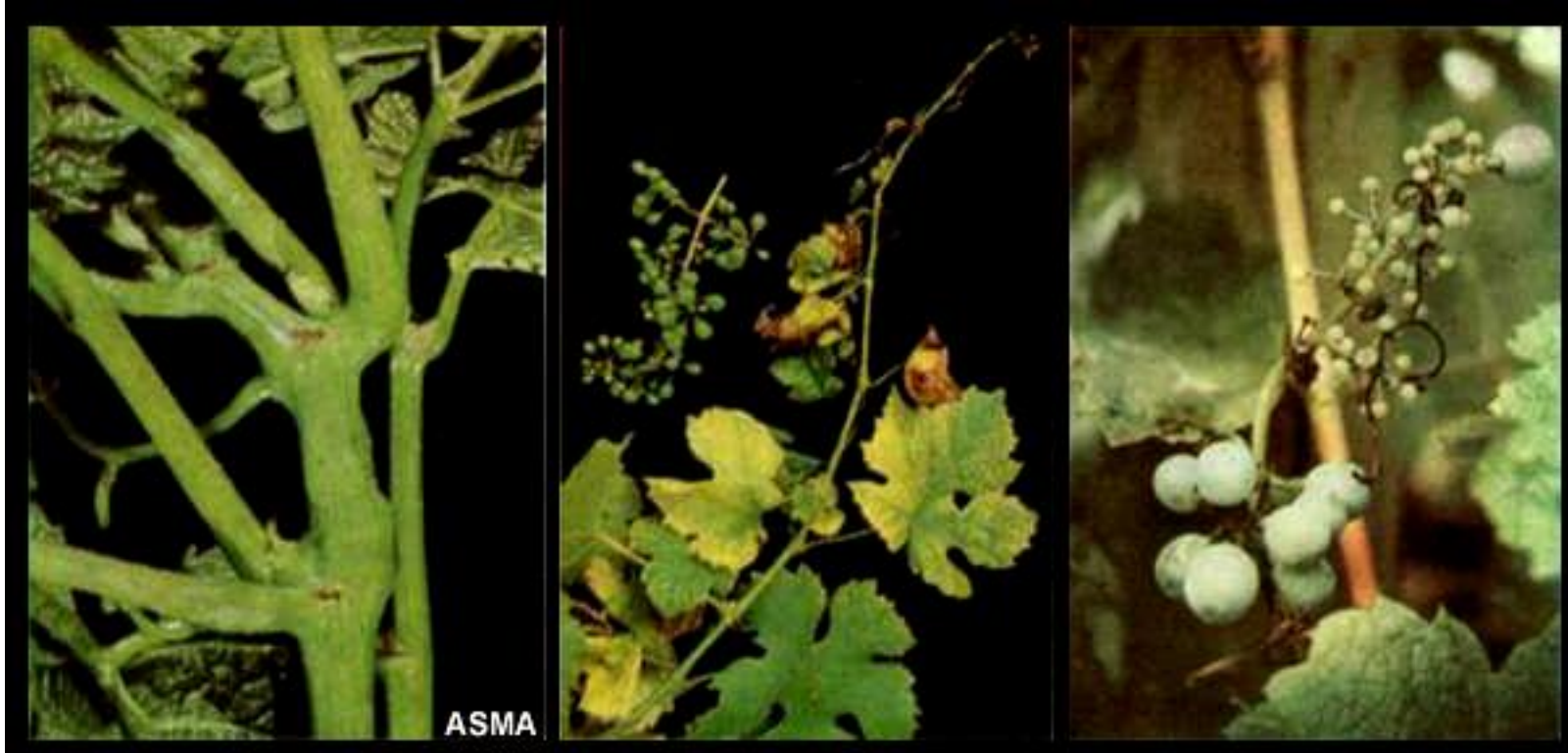




ÇİLEK



## BOR (B) NOKSANLIĞI



# BOR (B) NOKSANLIĞI



PORTAKAL



MISIR



# Molibden (Mo)

Bitkideki fonksiyonu: Molibden, nitrojenaz ve nitrat redüktaz gibi iki önemli enzimin yapısında yer alır.

Bitkideki miktarı: Yaprakların Mo içeriği genellikle kuru madde ilkesine göre 1 ppm' den daha düşüktür.

İnteraksiyonları: Ortamda nitrat temel azot formu ise, Mo absorpsiyonu artmaktadır. Fosfor ve Mg, Mo alımını olumlu etkilemektedir. Sülfat ise Mo alımını azaltmaktadır.

Noksanlık belirtileri: Molibden azot metabolizması ile ilgili olduğu için noksanlığında ortaya çıkan belirtiler N noksanlığı belirtilerine benzemektedir. Mo noksanlığında önce yaşlı yapraklarda sararmalar görülür, bazı bitkilerde yaprak kenarları kıvrılır, büyüme ve çiçek oluşumu sınırlanır.

Toksiklik belirtileri: Molibden fazlalığında bitkilerde önemli bir gelişme bozukluğu ortaya çıkmamaktadır.

Toprakta bulunuş şekli: Molibdenin topraktaki temel çözünebilir formu molibdat ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) anyonu olup, elverişliliği toprak pH' sında bir birimlik bir artışa karşılık 10 kat artmaktadır. Asit topraklarda Mo, Al ve Fe oksitler tarafından güçlü bir şekilde tutulmaktadır.

# MOLİBDEN (Mo) NOKSANLIĞI



82

Biber



Hıyar

## MOLİBDEN (Mo) NOKSANLIĞI



Pancar



# MOLİBDEN (Mo) NOKSANLIĞI



I  
S  
P  
A  
N  
A  
K



M  
A  
R  
U  
L



Y  
O  
N  
C  
A  
  
M  
O  
  
N  
O  
K.

## MOLİBDEN (Mo) NOKSANLIĞI





# Klor (Cl)

Bitkideki fonksiyonu: Klor fotosentez sırasında fotosistem II' ye oksijenin katılımına yardımcı olur. Bitkilerde osmotik basıncın artmasını sağlar. Stoma hareketine etkilidir. Bitki dokularının su içeriğini artırır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin Cl içerikleri ppm düzeyi ile % düzeyi arasında önemli değişiklikler gösterir. Buğdayda Cl içeriği %0.15' in altına düştüğünde Cl noksanlığı ortaya çıkar.

İnteraksiyonları: Klor, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> gibi diğer iyonlarla rekabet halindedir.

Çözünebilir formları: Klor bitki dokularında Cl<sup>-</sup> anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Klor noksanlığında genç yapraklarda kloroz ve bitkide solma görülür.

Toksiklik belirtileri: Klor fazlalığında yapraklarda sararma ve premature oluşumlar ortaya çıkar. Ayrıca yaprak uçları ve kenarlarında yanma ve bronzlaşmalar görülür.

Toprakta bulunuş şekli: Toprak çözeltisinde Cl<sup>-</sup> anyonu şeklinde bulunur.