

# DEMİR (Fe)

Toprakta demir çok bulunmasına ve bitkilerin gereksinimi genellikle az olmasına karşın çoğu tarım alanlarında yetiştirilen bitkilerde Fe eksikliğine rastlanmaktadır

Bu durumun TEMEL NEDENİ DEMİRİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN AZ ve BUNA BAĞLI OLARAK ALINABİLİRLİĞİNİN SINIRLI OLMASIDIR

Ana materyale bağlı olarak toprakların TOPLAM Fe içeriği % 0.02 İLE % 10 arasında değişir

Toplam Fe içeriği ile karşılaştırıldığında toprakların ÇÖZÜNEBİLİR Fe İÇERİKLERİ OLDUKÇA DÜŞÜKTÜR

Toprakta çözünebilir inorganik Fe formları;



pH ile demirin çözünürlüğü arasında yakın ilişki vardır ve 6.5-8.0 arasındaki pH'larda ÇÖZÜNEBİLİR DEMİR MİKTARI ÇOK AZDIR

Yüksek pH'lı topraklarda pH'daki 1 birim artışa karşın  $\text{Fe}^{+++}$  iyonları aktivitesi 1000 kat azalmaktadır

Bu yüzden kireçli topraklarda asit topraklara göre daha az çözünebilir inorganik demir bulunur ve **DEMİR NOKSANLIĞININ KIREÇLİ ve pH'SI YÜKSEK TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN BİTKİLERDE SIK GÖRÜLMESİNİN ASIL NEDENİ DE BU DURUMDUR**

## Türkiye topraklarının demir durumları

Ülkemiz topraklarının % 26.87'sinde YARAYIŞLI DEMİR miktarı kritik sınırın (4.5 mg/kg) altındadır

Demir eksikliğinin EN FAZLA SORUN OLDUĞU İLLER SIRASI İLE;

Gümüşhane (% 88.89)

Kayseri (% 82.05)

Niğde (% 80.77)

Ordu (% 73.33)

Adana (% 61.54)

## Bitkide Demir

Toprak çözültisinde  $Fe^{++}$ ,  $Fe^{+++}$  ve  $Fe$ -kleytler şeklinde bulunan demir ağırlıklı olarak  $Fe^{++}$  iyonu formunda alınmaktadır ve bitki bünyesinde METABOLİK İŞLEVLERİ ETKİLEYEN DEMİR FORMU BU FORMDUR (aktif demir)

Demirin alımını  $Mn$ ,  $Cu$ ,  $Ca$ ,  $Mg$ , ve  $Zn$  iyonları engelleyebilmektedir (**ANTAGONİZM**)

Demir alımını **ÖZELLİKLE ORTAMDAKİ YÜKSEK pH, yüksek P ve Ca miktarları OLUMSUZ ETKİLEMEKTEDİR**

Bitkilerin toplam Fe kapsamının sadece % 10-20'si FİZYOLOJİK OLARAK AKTİF olduğundan demir ile bitkilerin beslenme durumlarının karşılaştırılmasında bu kriter uygun olmamakta, bunun yerine AKTİF DEMİR ( $Fe^{++}$ ) daha doğru karşılaştırma olanağı sağlamaktadır

Demir alımının pH'ya bağlı olması nedeniyle bitkiler demirden yararlanmalarını artırmak üzere mekanizmalar ( $H^+$ , indirgen maddeler, fitosiderofor) geliştirmişlerdir

Fe noksanlığında;

$H^+$ , fenolik bileşikler, organik asitler salgılayanlar (Fe-etkin veya strateji I bitkileri-ayçiçeği, soya, yarfıstığı ve diğer çift çenekliler)

avenik ve mugineik asitlerden oluşan fitosiderofor salgılayanlar (strateji II-demir etkin olmayan bitkiler- arpa, yulaf, buğday, çeltik ve diğer tahıllar)

Demir bitkilerde;

REDOKS (yükseltgenme) SİSTEMLERİ  
KLOOROPLAST ve FOTOSENTEZ  
KLOOROFİL METABOLİZMASI

üzerine etki yapan bir besin maddesidir



## Demir Noksanlığı

**Yapraklarda** demirin **KRİTİK NOKSANLIK DÜZEYİ 50-150 mg/kg** arasında değişmektedir

Sürgünlerde **KRİTİK NOKSANLIK DÜZEYİ 200 mg/kg TOPLAM** ve **60-80 mg/kg AKTİF DEMİR** olarak belirtilmektedir

Demir noksanlığı daha çok **KİREÇLİ TOPRAKLARDA** olmak üzere **DÜNYA** üzerinde ve özellikle ÜLKEMİZDE yaygın olarak görülmektedir

Demir noksanlığında **GENEL BELİRTİLER** olarak en genç yaprakların damarlar yeşil olduğu halde sarımsı-yeşil ve sarı renge bürünmesi, bazen de turuncu renklenmenin görülmesi sayılabilir

Tahıllarda;

genç yapraklarda yaprak boyunca açık yeşil ve koyu yeşil şeritler şeklinde renklemeler, bayrak yapraklara göre başak ve tane kabuklarda şiddetli sararma



Çileklerde;

en genç yaprakların damarlarının yeşil kalırken diğer kısımların sarı veya sarımsı-beyaz renkli kalması, yaşlı yaprak kenarlarının kahverengine dönmesi ve sonrasında ölmesi





501



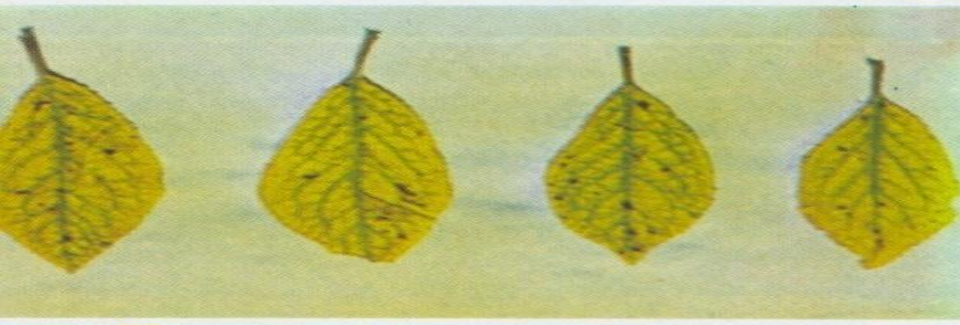
503



502



504

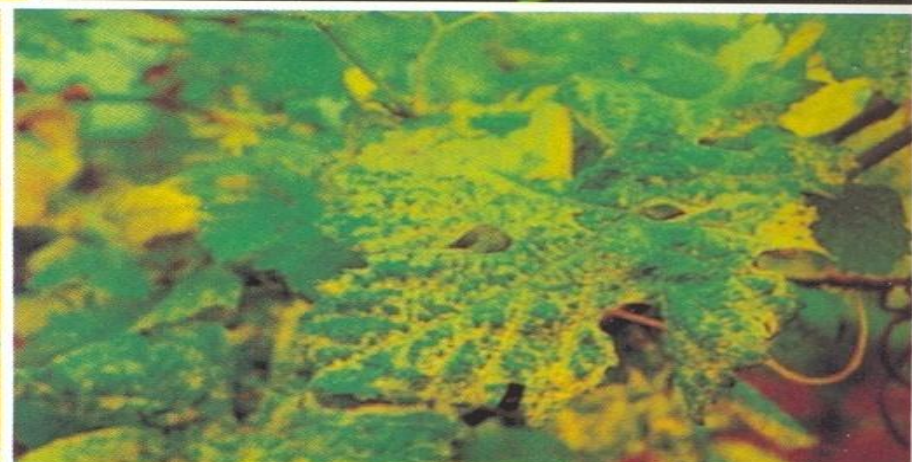
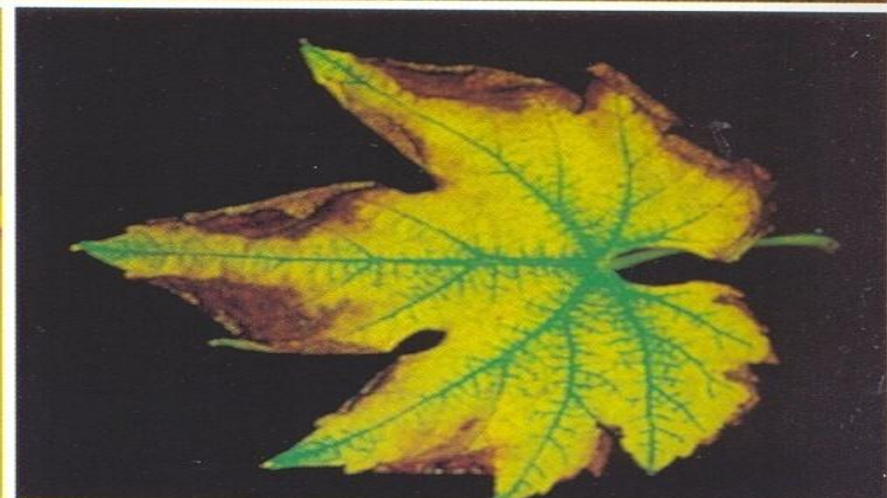


513 / 514 /  
515 / 516



517 / 518

- 513 Erik (*Prunus domestica*) ağacında demir noksanlığı.
- 514 Kireçli bir toprakta yetişen erik ağacının yapraklarında (*Prunus domestica*) çok şiddetli Fe noksanlığı belirtileri.
- 515 Genç badem ağacında (*Amygdalus communis*) demir noksanlığı belirtileri. Toprakta çok yüksek fosfor ve yüksek pH'a bağlı olarak ortaya çıkmıştır.
- 516 Muzda (*Musa sapientum*) genç yapraklarda demir noksanlığı belirtileri.
- 517 Şeftali ağacında (*Prunus persica*) karakteristik demir noksanlığı belirtileri.
- 518 Genç şeftali ağacında (*Prunus persica*) çok şiddetli demir noksanlığı.





529



531



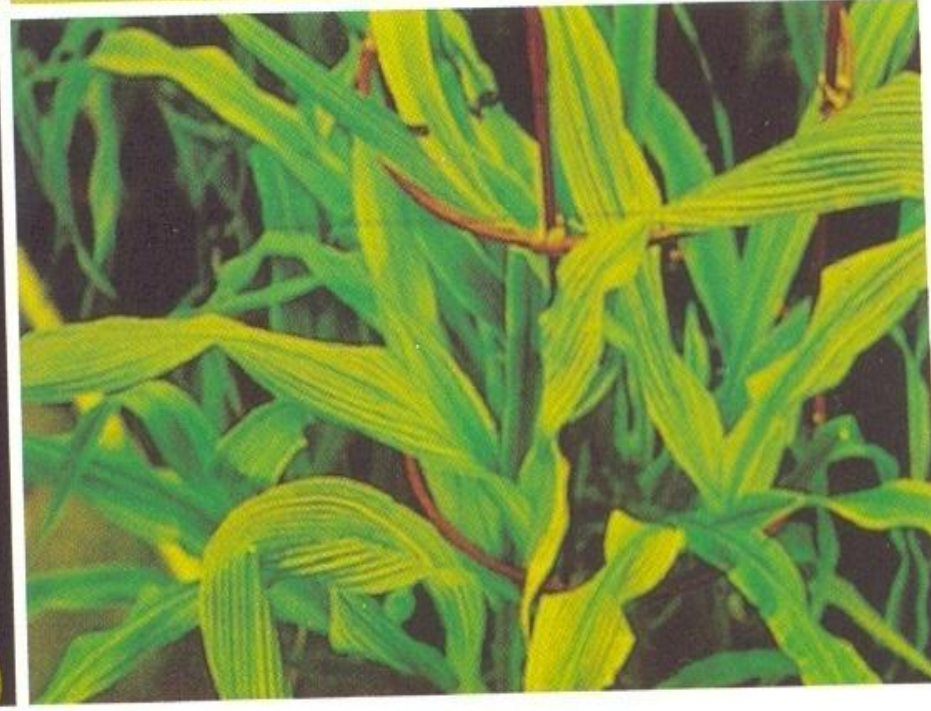
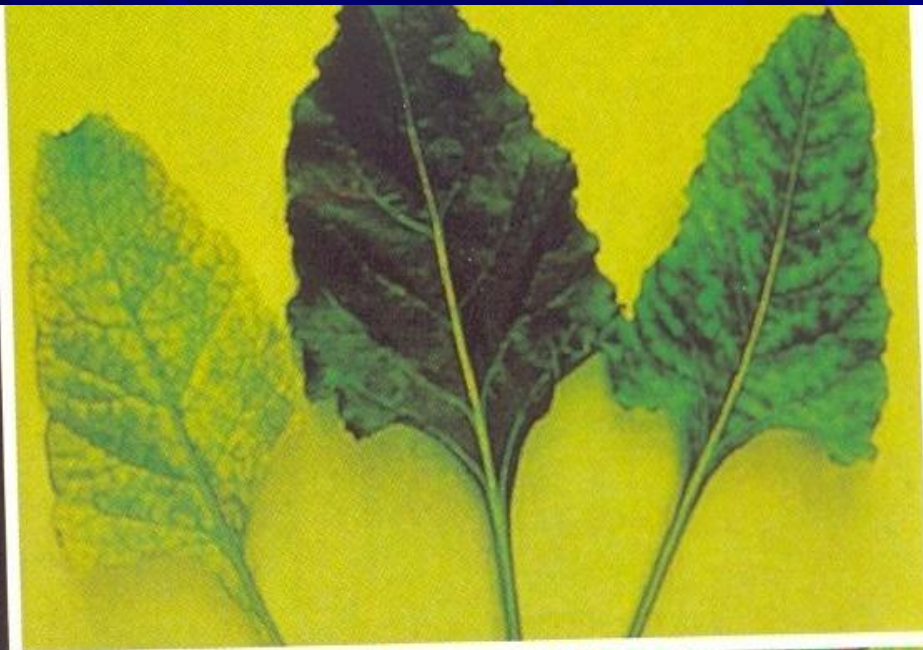
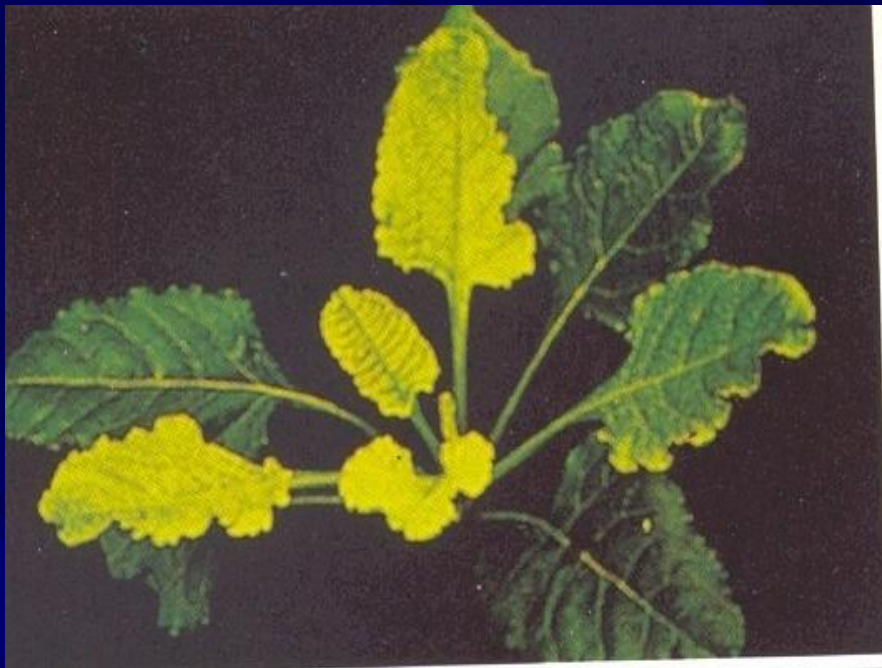
530 /  
532

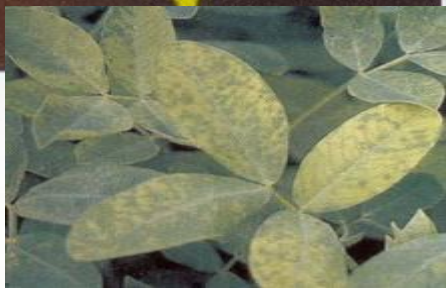
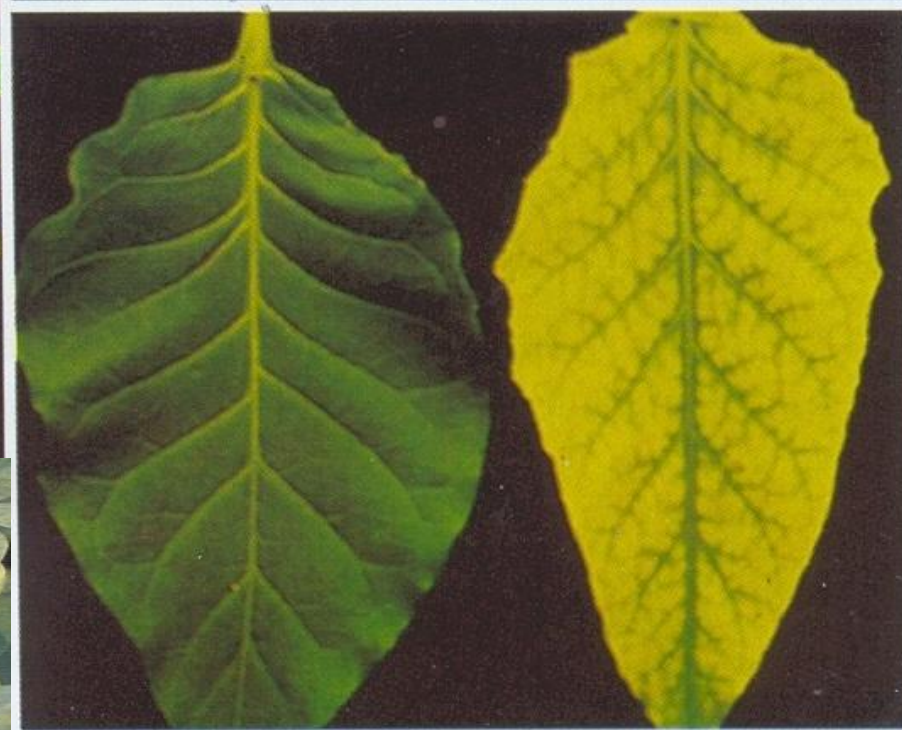
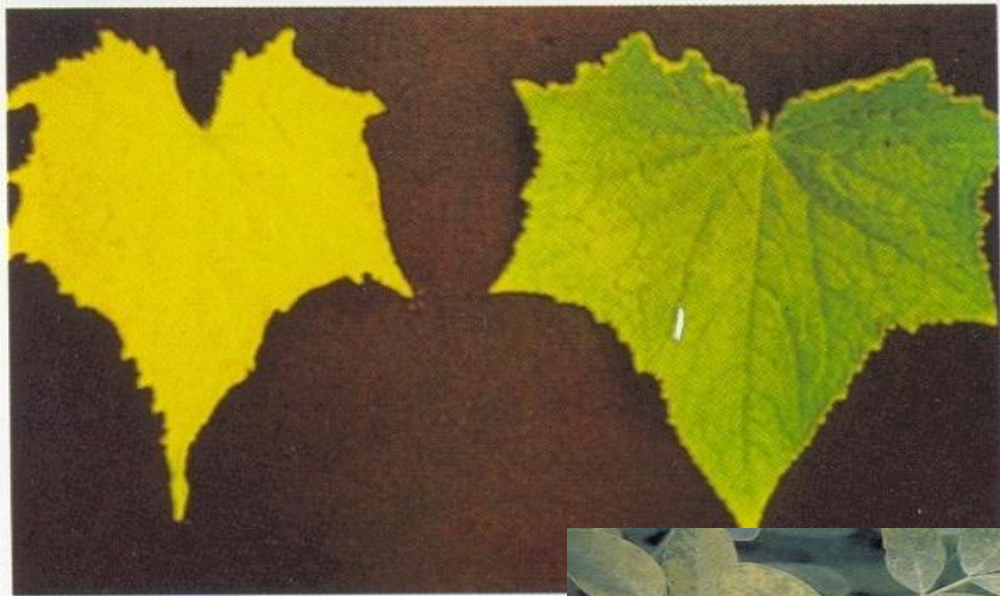
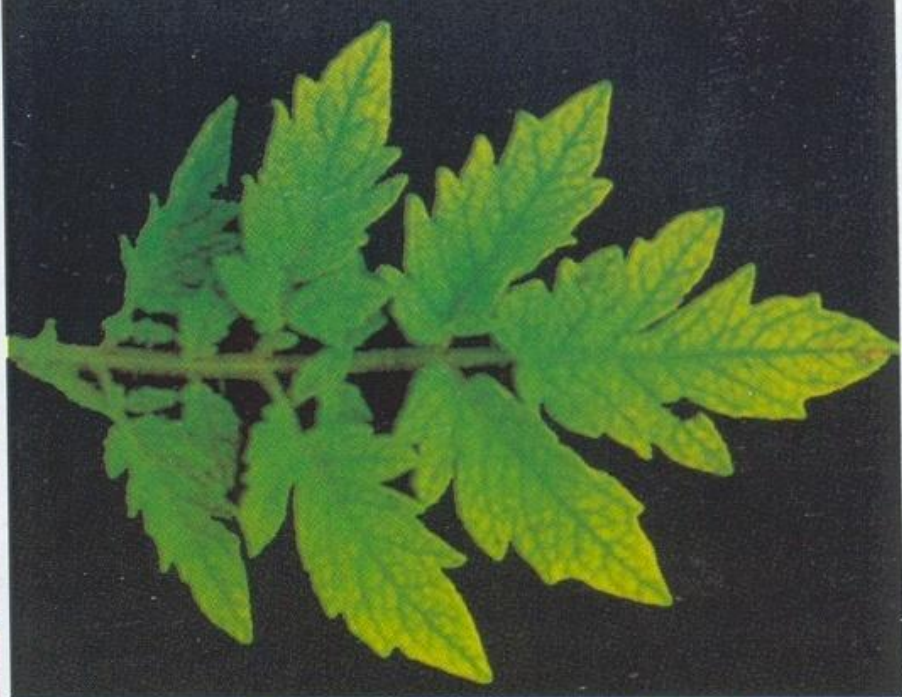


533



534





545 / 546

## Demir noksanlığı İnorganik Fe kaynakları ile Fe-kleytlerin toprağa veya yaprağa uygulayarak giderilebilir

Bunun dışında toprağa **asitleştirici materyaller** (Toz kükürt,  $H_2SO_4$  çözeltisi, asit karakterli gübreler vb) uygulanabilir ancak bunlar kısa süreli ve geçici önlemlerdir

Asıl önemlisi uzun süreli çözümler elde etmek için **DEMİRİN ALIMINI ENGELLEYEN** faktörlerin ortadan kaldırılması veya en azından etkilerinin azaltılmasıdır

**Bu önlemlerin bazıları;**

- Toprağın sıkışmasını önlemek
- Toprağın yeterince havalanmasını ( $O_2$ ) sağlamak
- Toprak strüktürünü geliştirmek
- Toprak nemli iken traktör ve diğer tarım aletlerini araziye sokmamak

- Meyve bahçeleri ve bağ alanlarında derin köklü alt bitkiler yetiştirmek
- İyi ayrışmış organik gübre uygulamak

**Kireç ( $\text{CaCO}_3$ )** nedeniyle bitkilerde demir alımının olumsuz olarak etkilenmesi ve buna bağlı yapraklarda oluşan **sararma** (kloroz) önemli bir sorundur ve ülkümüzde de sıkça rastlanmaktadır!!

Kireç toprakta özellikle **% 20'nin üstünde olduğunda** buna bağlı olarak toprak çözeltisinde bolca bulunan **BİKARBONAT ( $\text{HCO}_3$ )** çeşitli yollardan **DEMİRİN YARAYIŞLILIĞINI AZALTARAK** (pH'yi yükseltme, çökelti oluşturma,  $\text{H}^+$  iyonu ve fenolik bileşikler salgılanmasını engelleme vb) bitkilerde demire bağlı **SARARMA** (kloroz) ve **GELİŞİM BOZUKLUKLARININ ORTAYA ÇIKMASINA NEDEN OLUR**



Kirece bağlı demir noksanlığından en fazla etkilenen bitkiler ;

ELMA

ŞEFTALİ

TURİNÇGİLLER

ASMA

YERFISTIĞI

SOYA

ÇELTİK'tir

## Demir Fazlalığı

Demir fazlalığına bağlı olarak oluşan **TOKSİKLİK** özellikle suyla doğgun koşullarda bitkide **BRONZ RENK OLUŞUMU** (**bronzlaşma**) şeklinde kendini gösterir

Demirin yarattığı toksiklik **ÇELTİKTE** rn sınırlandıran en önemli faktörlerden birisidir

Demir için **YAPRAKTA KRİTİK TOKSİKLİK SINIRI 500** **mg/kg** olarak bildirilmektedir

Çeltikte toksiklik oluştuğunda demir miktarı yapraklarda 700 mg/kg'a kadar çıkabilmektedir

# ÇİNKO (Zn)

Yer kabuğunun toplam çinko konsantrasyonu ortalama olarak **80 mg/kg** olmasına karşın, toprak çözeltisinin ELVERİŞLİ ÇİNKO kapsamı oldukça düşük olup  **$3 \times 10^{-8}$**  ile  **$3 \times 10^{-6}$**  Molar arasında değişir

Toprakların ELVERİŞLİ ÇİNKO KAPSAMI ile;

tekstür

pH

kireç

tuzluluk

organik madde arasında

ilişki vardır

Toprak çözeltilisinde **BİTKİYE YARAYIŞLI Zn** düzeyi 0.5 mg/kg'ın altına düştüğünde genelde bitkilerde Zn noksanlıkları görülmeye başlar ve bu düzey **KRİTİK SINIR** olarak kabul edilir

Ülkemiz topraklarının **% 49.83**'ünün yani yaklaşık yarısının yararlı Zn kapsamı kritik sınır olarak kabul edilen 0.5 mg/kg düzeyinin altında bulunmaktadır

Türkiye genelinde Zn eksikliğinin sorun olduğu 5 il;

VAN (% 94.74)

BURDUR (% 94.12)

TUNCELİ (% 92.31)

ERZURUM (% 88.89)

UŞAK (% 87.50)

Türkiye'de ortalama yarayışlı Zn kapsamı en yüksek olan il Muş (2.52 mg/kg) ile en düşük ortalama Zn kapsamı olan il Van (0.26 mg/kg) karşılaştırıldığında sınırın ne kadar dar olduğu görölmektedir

**KİREÇLİ** ve **pH'sı YÜKSEK** topraklarda çinkonun çözünlüğü **OLDUKÇA DÜŞÜKTÜR**

Yüksek pH'larda çinko; **ÇİNKO HİDROKSİTLER** şeklinde Kireçli topraklarda ise çinko; **ÇİNKO KARBONATLAR** şeklinde **ÇÖKELİR** ve dolayısıyla **YARAYIŞLILIĞI AZALIR**

## Bitkide inko

Bitkiler çinkoyu genelde  $Zn^{++}$  iyonu Şeklinde almaktadırlar

Zn-kleyt Şeklinde toprağa ve yaprağa uygulanan çinkodan da bitkiler yararlanabilmektedir

Bitkilerin Zn kapsamı dūŐüktür ve kuru maddede 100 mg/kg, dięer bir ifadeyle % 0.01 dūzeyinde Zn bulunur

Çinkonun aktif ve pasif alım mekanizmalarıyla alınıp alınmadığına iliŐkin deęiŐik gōrūŐler bulunmakta ancak **son yıllarda AKTİF ALIM** Őeklinde inkonun alındığına konusundaki gōrūŐler daha fazla kabul gōrmektedir

Zn bitki būnyesinde **ok fazla hareketli bir besin maddesi deęildir** bu nedenle eksiklięinde ilk belirtiler de **GENÇ YAPRAKLARDA** ortaya çıkmaktadır

Bitkilerin çinko alımını yetiştirme ortamında bulunan fosfor konsantrasyonu da etkilemektedir ve fosfor fazla olduğunda çinko alımı olumsuz etkilenmektedir (ANTAGONİSTİK ETKİ)

Bitkilerin çinko ile yeterince beslenip beslenmediğinin değerlendirilmesinde bazen P/Zn arasındaki oran da dikkate alınmaktadır

Bitkinin Zn ile beslenmesi normal ise P/Zn oranı 50-200,

Bitkinin Zn ile beslenmesi yetersiz ise P/Zn oranı >200,

Bitkinin P ile beslenmesi yetersiz ise P/Zn oranı <50

düzeyinde bulunmaktadır

Çinko bitkilerde;

**ENZİM ETKİNLİĞİ**

**PROTEİN METABOLİZMASI**

**KARBONHİDRAT METABOLİZMASI**

**TRİPTOFAN ve IAA SENTEZİ**

**MEMBRAN DAYANIKLILIĞI**

üzerine etki yapan bir besin maddesidir

Bitki bünyesine  $Zn^{++}$  iyonu şeklinde alındıktan sonra çinkonun vejetatif dokularda hangi formlarda bulunduğu ilişkin çok fazla bilgi bulunmamakla birlikte, **TOHUM** ve **TANEDE** çinkonun fitik asitin tuzları olan **FİTATLARA** çok güçlü bir şekilde **BAĞLI** olarak bulunduğu bilinmektedir



## Çinko Noksanlığı

Çinko noksanlığı **İYİ AYRIŞMIŞ ASİT TOPRAKLARDA** ve **KİREÇLİ TOPRAKLARDA** yetişen bitkilerde sık görülür

**KİREÇLİ** ve **pH'sı YÜKSEK TOPRAKLARDA** çinkonun yarayırlılığının azalması **ÇÖKELTİ OLUŞUMUNDAN** ( $Zn(OH)_2$  ve  $ZnCO_3$ ) daha çok çinkonun **İNORGANİK KOLLOİDLERCE ADSORBE EDİLMESİNDEN** dolayı olmaktadır

Kireçli topraklarda yetiştirilen **TAHILLARDA** Zn noksanlığı **EN YAYGIN** besin maddesi noksanlıklarından birisidir

Yapraklarda çinkonun **KRİTİK NOKSANLIK DÜZEYİ 15-20 mg/kg**'dır

Çinko iyonları **TOPRAK ORGANİK MADDESİ** tarafından da **GÜÇLÜ** bir şekilde **BAĞLANMAKTADIR**

Çinko noksanlığı pH'sı 6.5-8.0 arasında olan topraklarda **YAYGIN** olarak görülmektedir

Çinko noksanlığının genel belirtileri;

noksanlık önce **genç** yapraklarda görülür ve **yapraklar küçülür**

bitkilerde **bodurlaşma**

**rozet yaprak** (küçük yaprak kümecikleri) oluşumu

genç yapraklarda **sararma** (kloroz)

Mısırdada;

genç yapraklarda **açık yeşil renk** ve orta damarların her iki yanında **beyaz** ve **sarı renkli** (şerit şeklinde) çizgiler

Çeltikte;

**gövde kısalması**, kardeşlenmenin olmaması, **genç yaprakların orta damarlarının yeşil renk alması**

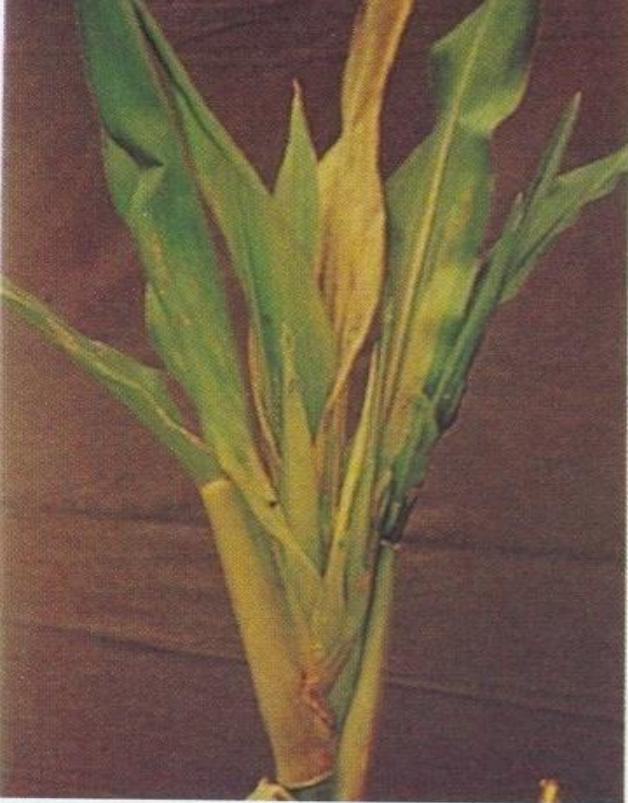
Domatese;

bodurlaşma, genç yapraklarda rozet oluşumu, meyvelerin küçükken kızarması

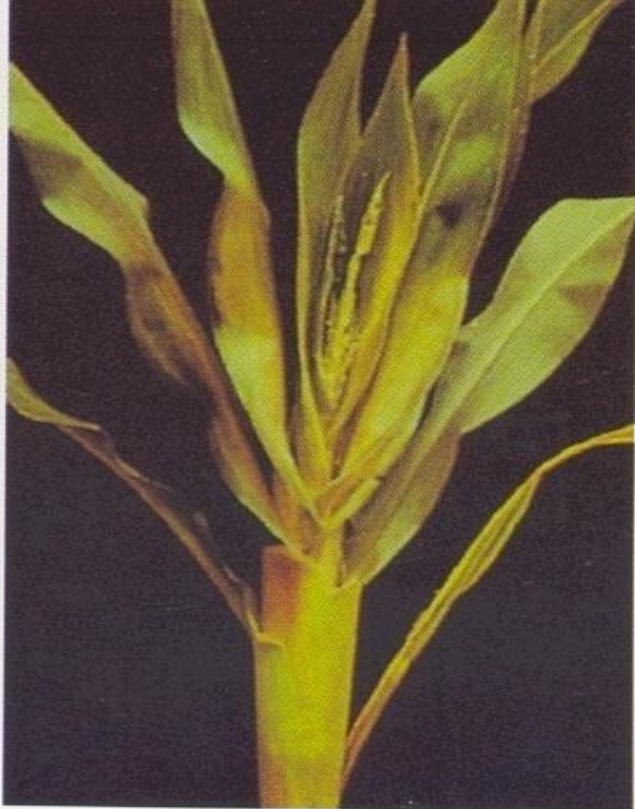
Meyve ağaçları;

sürgünlerde **boğum aralarının kısalması** ve **genç yapraklarda rozet oluşumu**, damarlar yeşil kalırken yapraklarda mozaik şeklinde lekeler, sert çekirdekli meyvelerde meyve etinin kararması

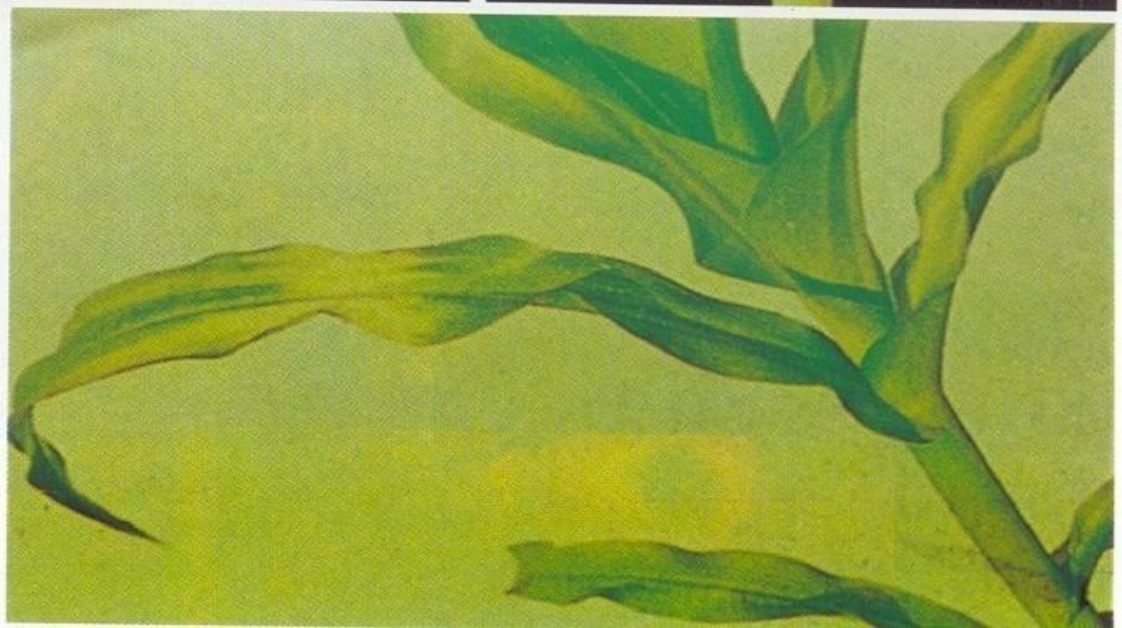
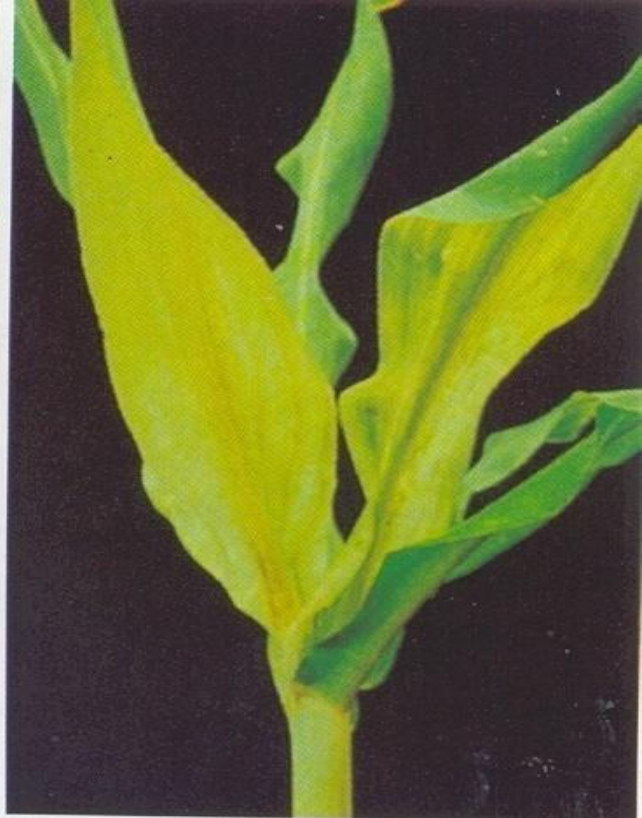




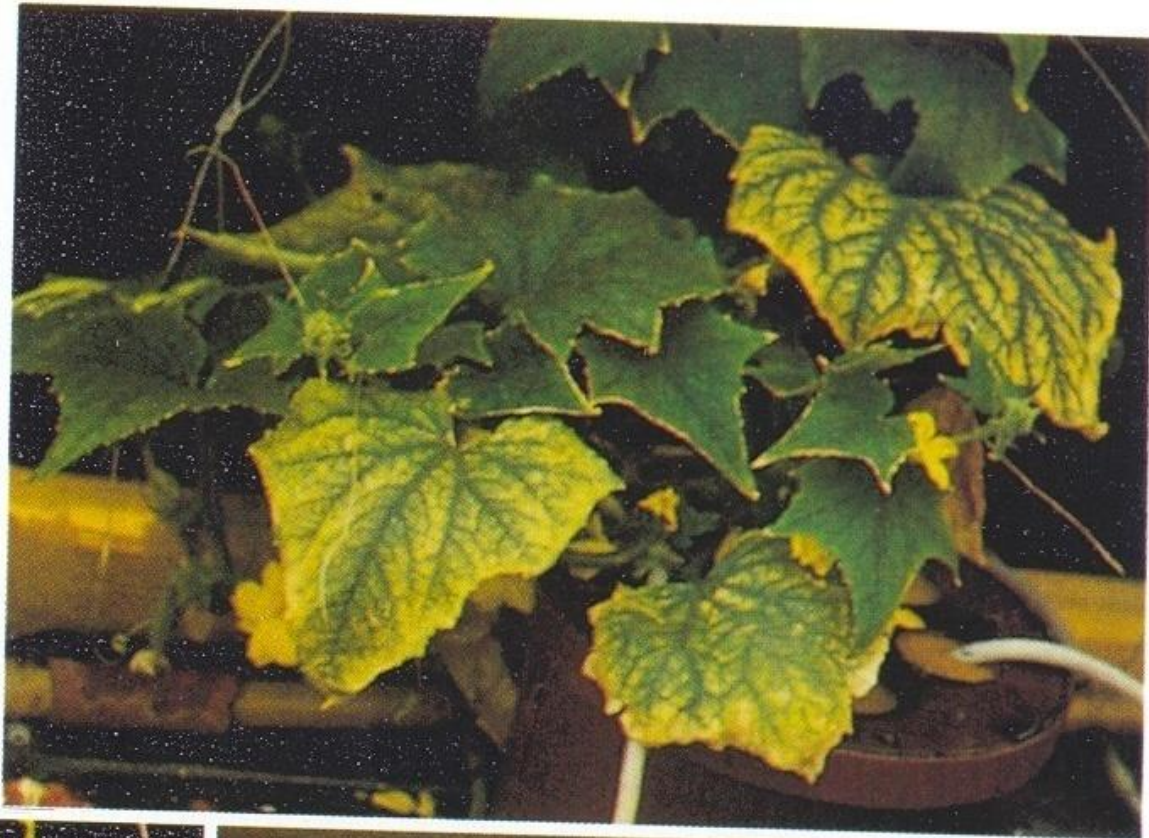
678

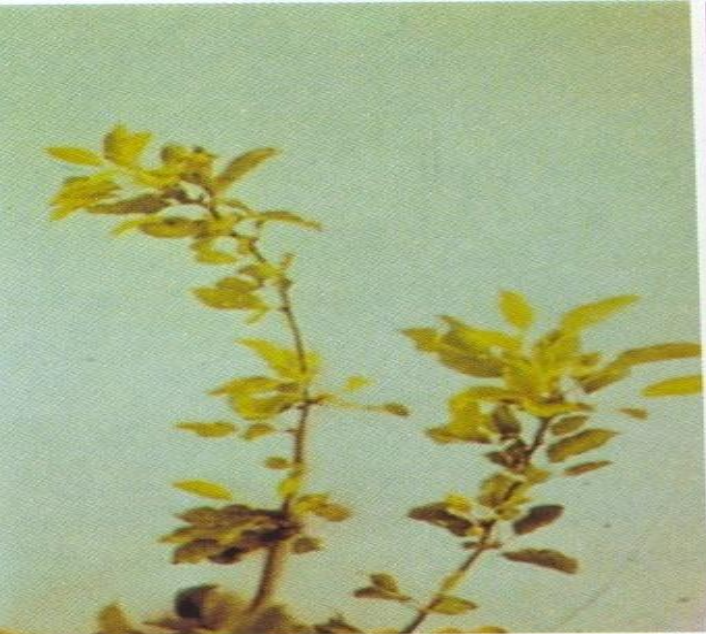


679









700 / 703

70





712



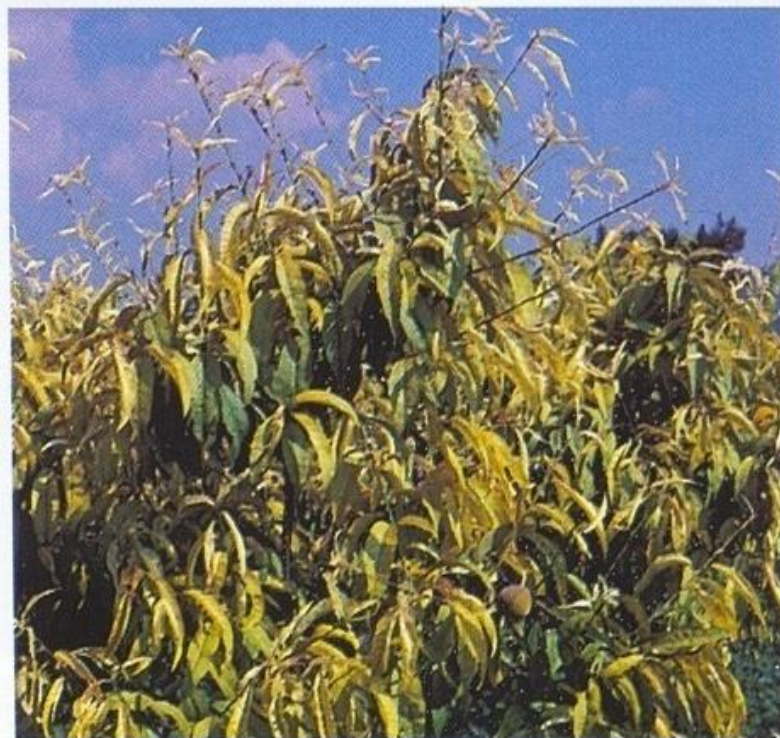
713



714



715



718 / 719

## Çinko Fazlalığı

Çinko fazlalığı için yapraklarda genel olarak kabul edilen KRİTİK SINIR değeri **300 mg/kg**'dır

Çinko fazlalığı dolaylı olarak bitki gelişimini olumsuz etkiler  
Çinko fazlalığında Fe, Mg ve Mn alımı olumsuz etkilendiğinden (**ANTAGONİSTİK ETKİ**) bunlara bağlı gelişim bozuklukları görülebilir

Çinko fazlalığından kaynaklanan **toksikliği azaltmak için kireçleme** yapılmasının yanı sıra toprağa **P** ve **organik gübre** uygulaması da yapılabilir

# MANGAN (Mn)

Toprakların toplam mangan kapsamları oldukça değişken olup, 20-3000 mg/kg arasında değişim göstermekte ve ortalama olarak bu değer 600 mg/kg dolayında bulunmaktadır

Asit ve Nötr toprakların bitkiye yararılı mangan kapsamlarının  $10^{-6}$  ile  $10^{-4}$  Molar arasında olduğu bildirilmektedir

Toprakların ELVERİŞLİ MANGAN KAPSAMI ile;

pH

kireç

organik madde arasında ilişki

vardır

Bitkiye yarayışlı Mn'in en düşük olduğu 5 il;

NİĞDE (9.61 mg/kg)

TUNCELİ (10.20 mg/kg)

MALATYA (10.66 mg/kg)

KAYSERİ (10.94 mg/kg)

YOZGAT (10.96 mg/kg)

Toprakta mangan üç farklı değerlikte bulunur;

Mn<sup>++</sup>



Bitki tarafından alınan form

Mn<sup>+++</sup>

Mn<sup>++++</sup>

**DÜŞÜK** pH'larda ve **İNDİRGEN** (havasız) **KOŞULLARDA** manganın çözünürlüğünün yüksek olmasından dolayı **MANGAN YARAYIŞLILIĞI YÜKSEK OLUP**, hatta **TOKSİK** düzeylere çıkabilir

**YÜKSEK** pH'larda ve **FAZLA KİREÇ**'in söz konusu olduğu koşullarda ise **MANGAN YARAYIŞLILIĞI DÜŞÜK OLUP**, bitki gereksinimini karşılayamayacak düzeyde **AZ** olabilir

**ÇOK KURAK KOŞULLARDA** manganlı bileşikler sularını geri dönüşümsüz kaybettiklerinden **YARAYIŞLILIKLARI AZALIR** ve bundan dolayı **MANGAN NOKSANLIĞI KURAK** ve **YARI KURAK BÖLGELERDE ALKALİ** ve **KİREÇLİ TOPRAKLARDA DAHA SIK GÖRÜLÜR**

## Bitkide Mangan

Bitkiler mangani  $Mn^{++}$  iyonu şeklinde ve AKTİF olarak yetiştikleri ortamdan alırlar

Mangan diğer iki değerlikli Ca ve Mg'dan genelde daha düşük oranlarda bitki bünyesine alınır

Özellikle Mn ile Mg arasında ve diğer iki değerlikli iyonlar (Ca, Zn, Fe vb) arasında alım yönünden zıt etkileşim (ANTAGONİZM) vardır

pH 4-6 arasında Mn alımı artarken, 6'nın üzerindeki pH'larda alım azalmaktadır

Bitki bünyesinde Mn'in HAREKETİ SINIRLIDIR ve GENÇ DOKULAR DAHA FAZLA Mn içerir



Mangan bitkilerde;

ENZİM ETKİNLİĞİ

FOTOSENTEZ

PROTEİN METABOLİZMASI

KARBONHİDRAT METABOLİZMASI

LİPİD METABOLİZMASI

HÜCRE BÖLÜNMESİ-UZAMASI-GENİŞLEMESİ

üzerine etki yapan besin maddesidir



## Mangan Noksanlığı

Mangan noksanlığı ;

az Mn içeren ana materyalden oluşmuş ve yıkanmanın fazla olduğu topraklarda

serbest karbonatlar içeren yüksek pH'lı topraklarda

yüksek pH'nın yanı sıra fazla organik madde içeren topraklarda

görölmektedir

Bitkide **MANGAN NOKSANLIĞI İÇİN KRİTİK SINIR** kuru ağırlıkta **10-20 mg/kg** arasında değişmektedir

Mn noksanlığında genel belirtiler;

**GENÇ** yapraklarda sararma (kloroz), damarların yeşil kalması ve sararan yerlerin daha sonra kurumması

Tahıllarda;

kardeşlenme sonrasında genç yapraklarda düzensiz dağılım şeklinde **gri beneklerin** görülmesi

Hıyarda;

genç yapraklarda **ağ** şeklinde **yeşilimsi-sarı** ve tamamen **sarı kloroz (sararma)** görülmesi, sonra bu kısımların beyaz renge dönüşmesi, kahverengi lekelerin oluşması

Patateste;

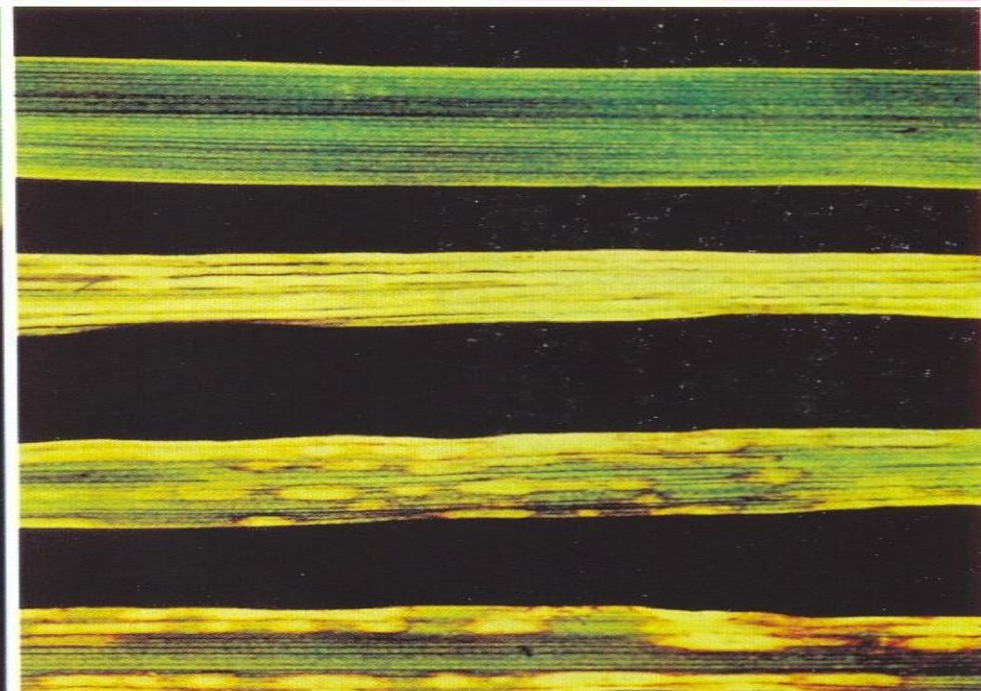
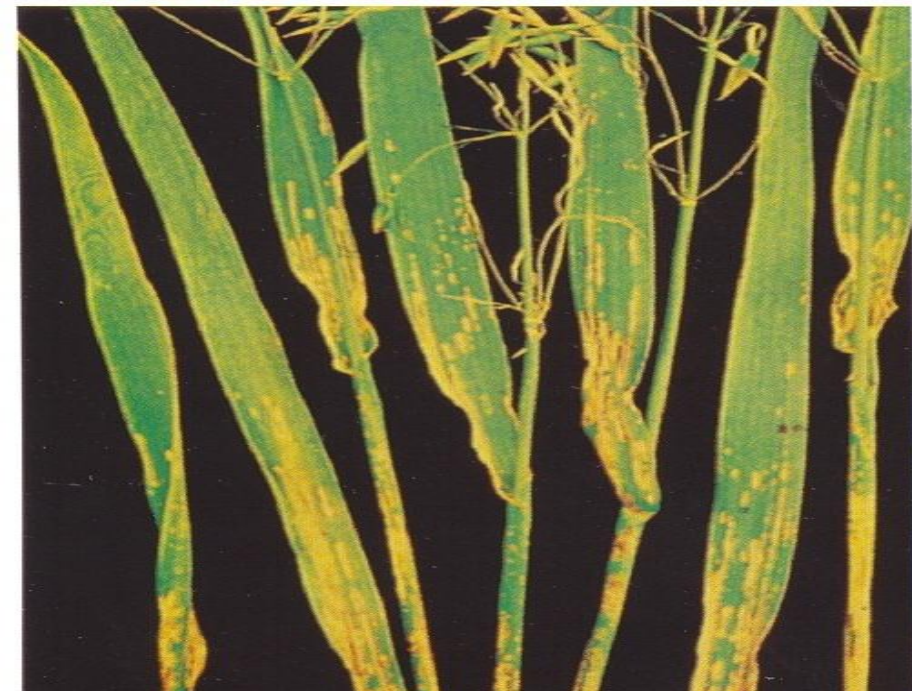
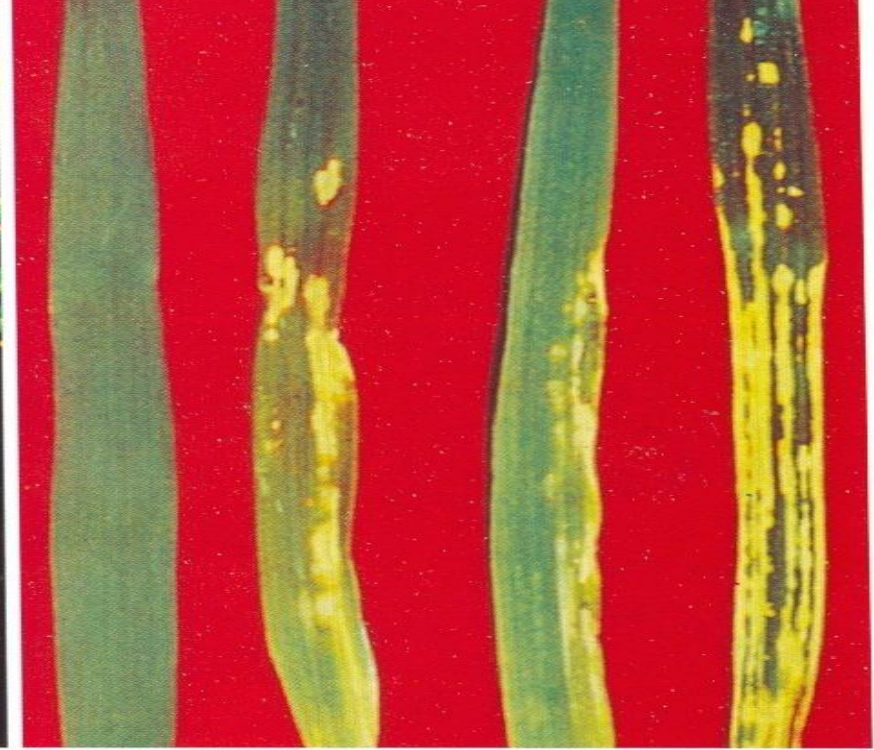
en genç yaprakların açık yeşil-beyaza dönmesi, yaprak damarları yeşilken diğer kısımlarda sararma, daha sonraki safhada yaprakta ve yaprak sapında kahverengi lekeler görülmesi, bitkinin bodur kalması

Marulda;

tüm bitkide rengin sarımsı-yeşile dönmesi, yaşlı yaprakların kenarlarında kahverengi noktaların ortaya çıkması

Asmada;

yaprakta homojen sararma, yaprakların küçülmesi, zamanla çok sayıda kahverengi lekelerin oluşması ve bu kısımları sonradan kurumması





583 / 584



585

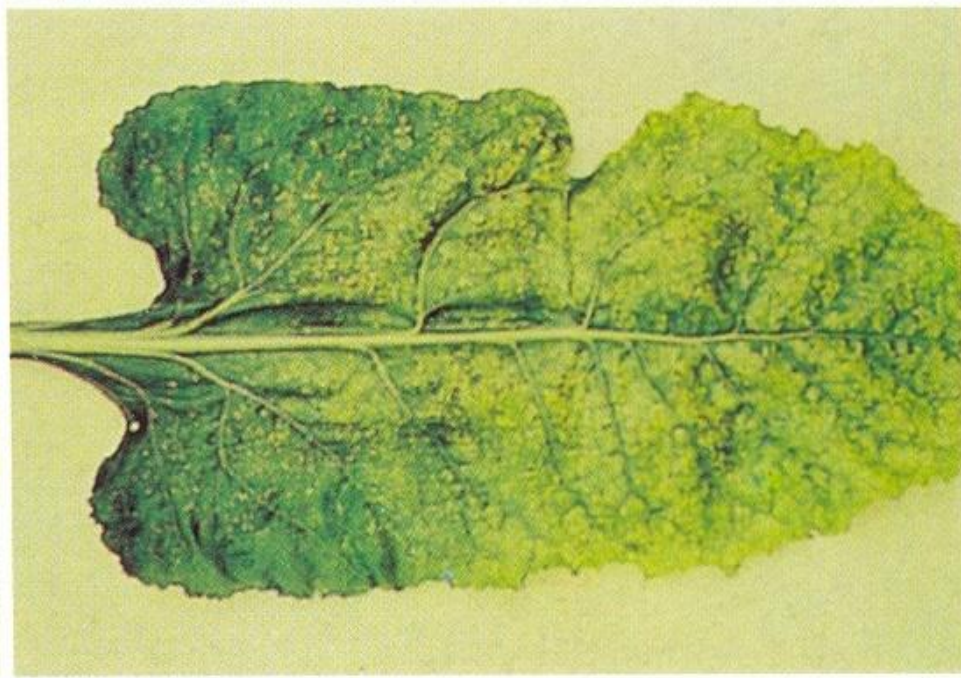
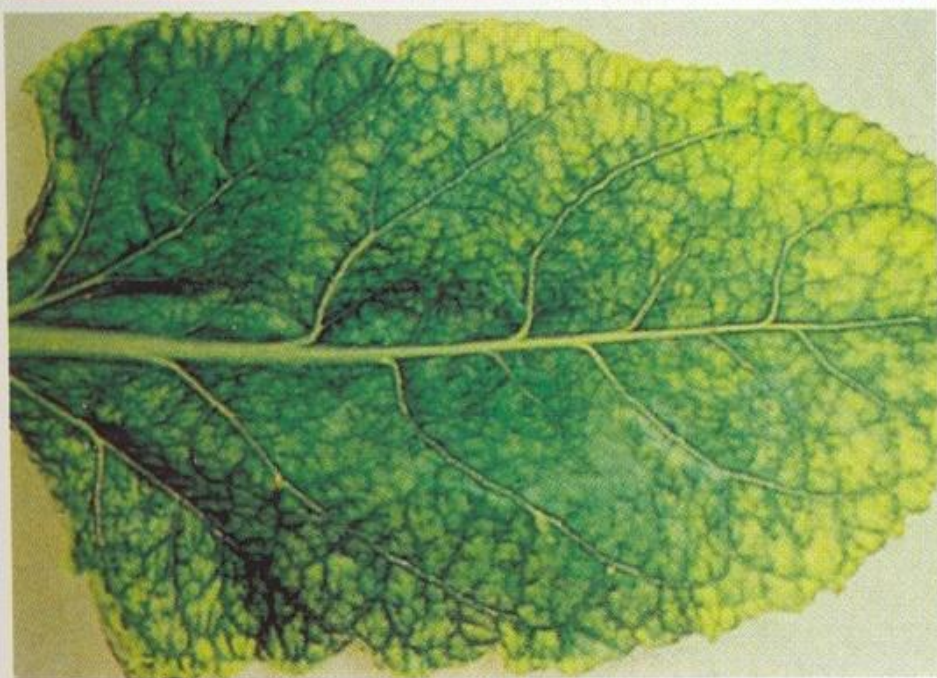
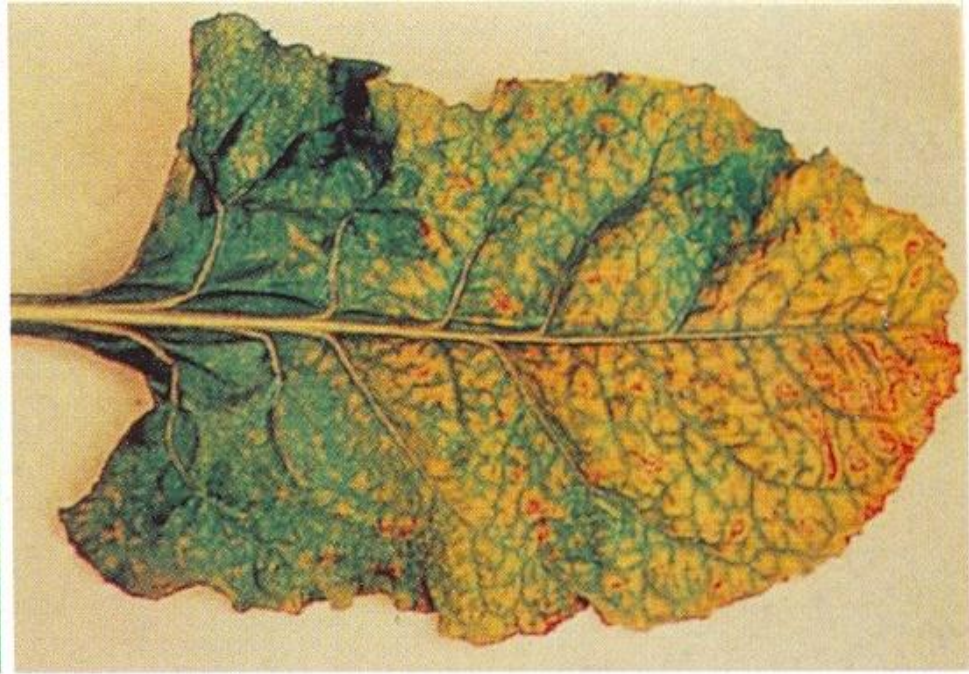


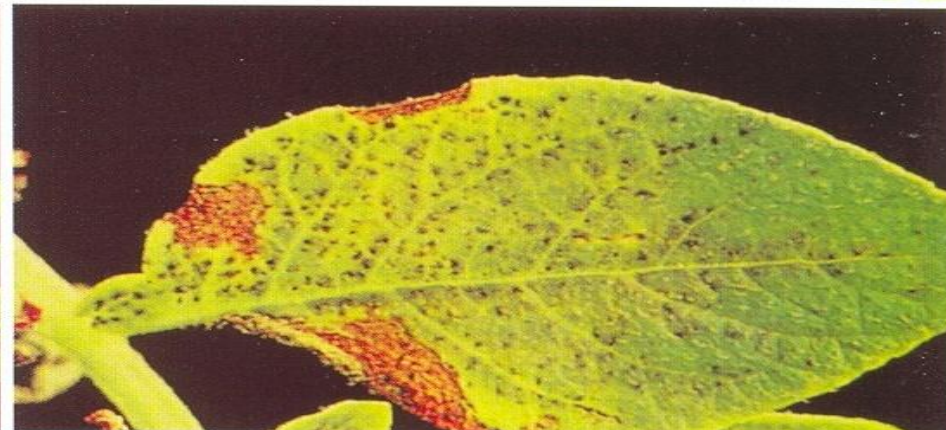
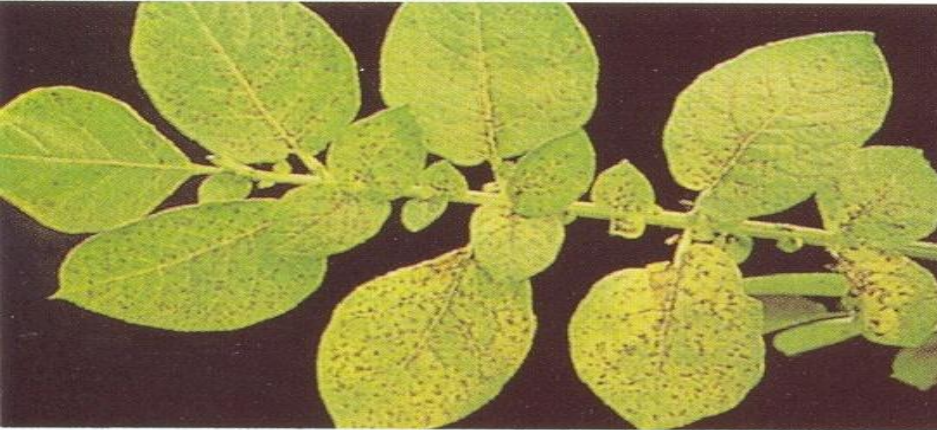
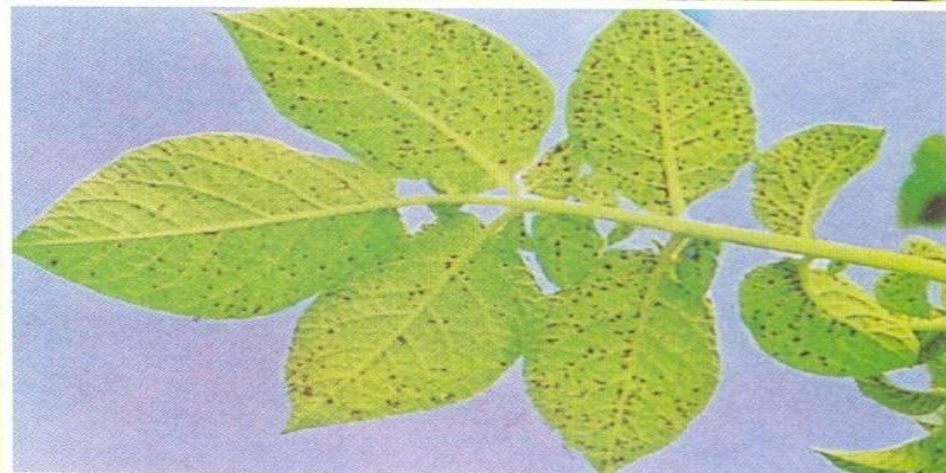
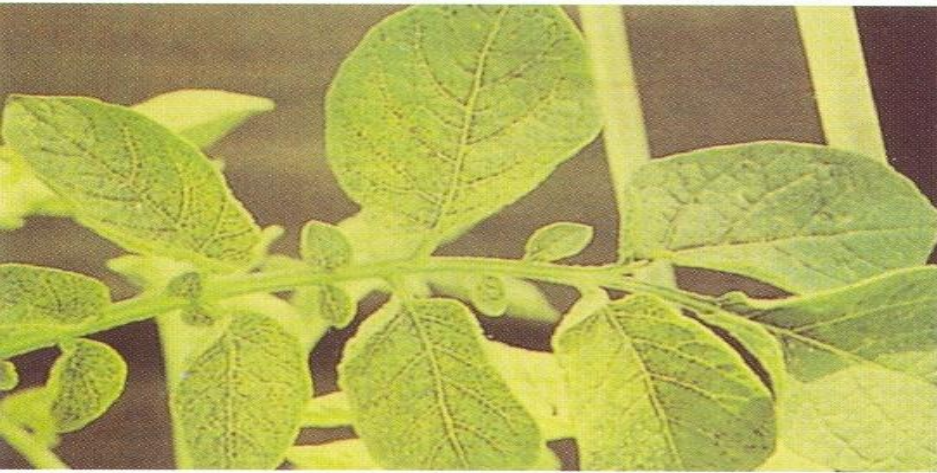
583 Mısır bitkisinde (*Zea mays*) orta ve genç yapraklarda karakteristik mangan noksanlığı belirtileri.

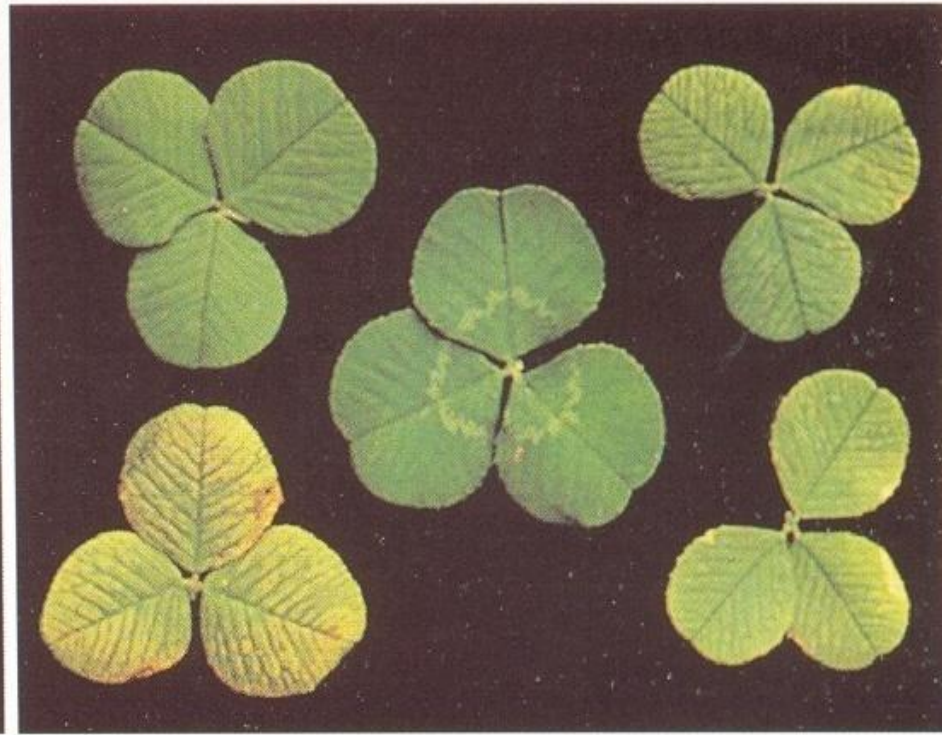
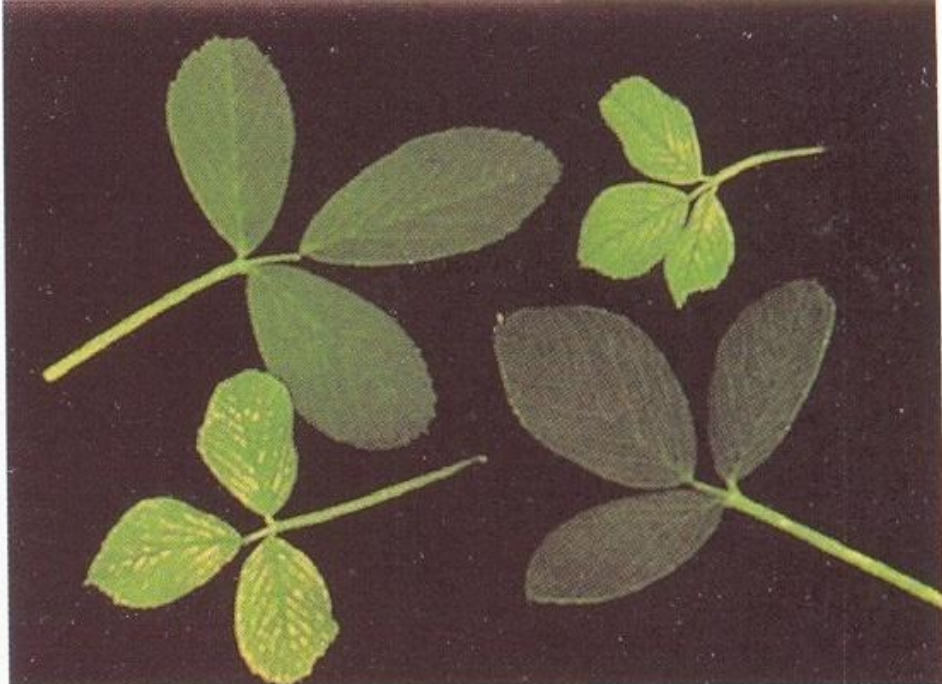
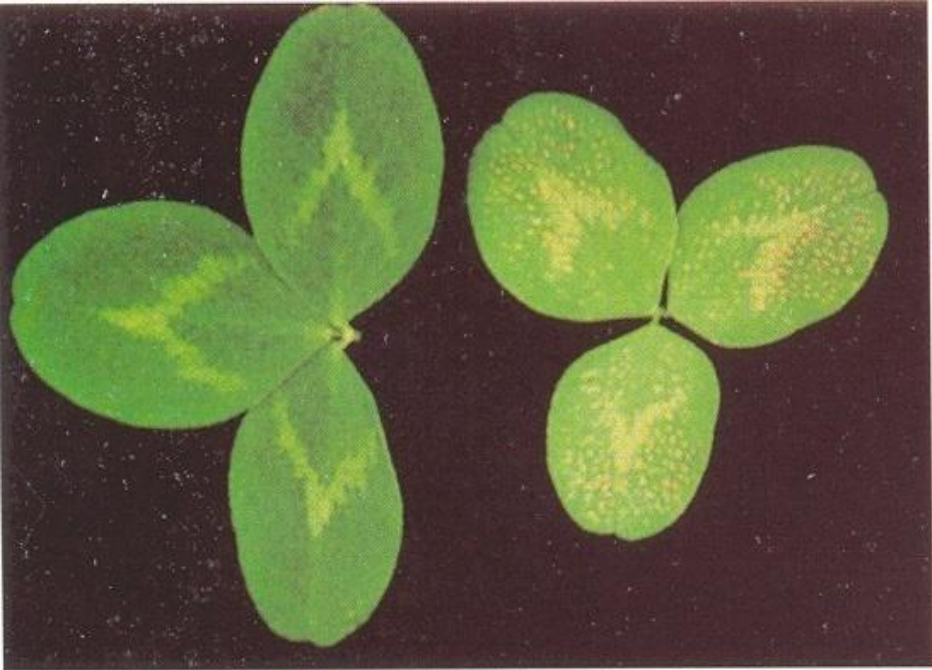
584 Saksıda yetiştirilmiş mısır bitkisinde (*Zea mays*) şiddetli mangan noksanlığı belirtileri.

585 Tarla koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde (*Zea mays*) orta ve genç yapraklarında hafif mangan noksanlığı belirtileri. Yaprak Mn içeriği 24 ppm

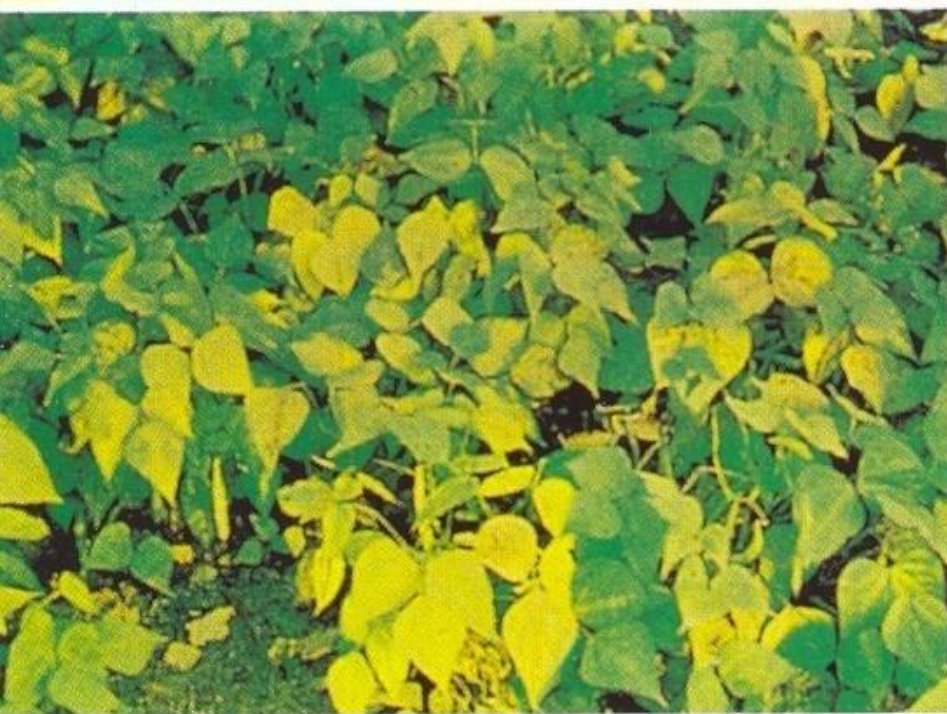
586 Soya fasulyesi bitkisinde (*Glycine max*) mangan noksanlığı belirtileri.

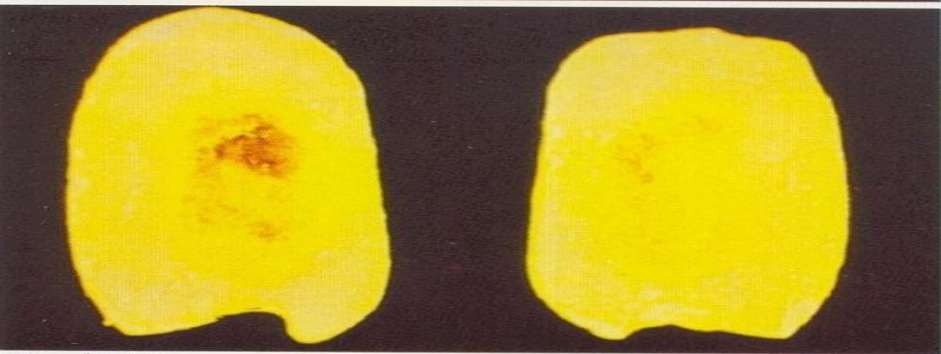
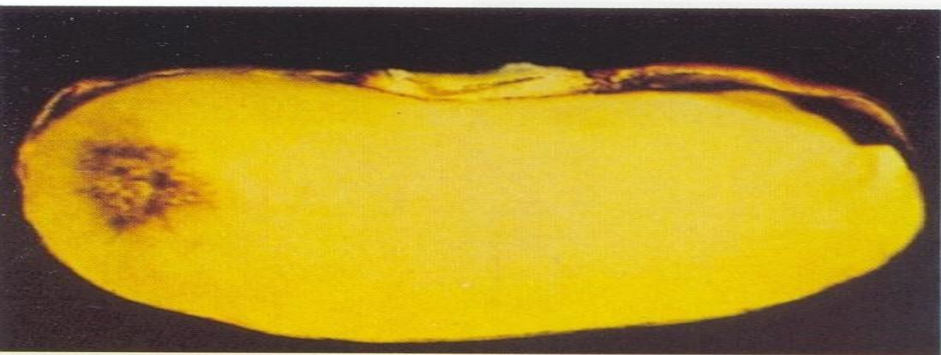












615 / 616

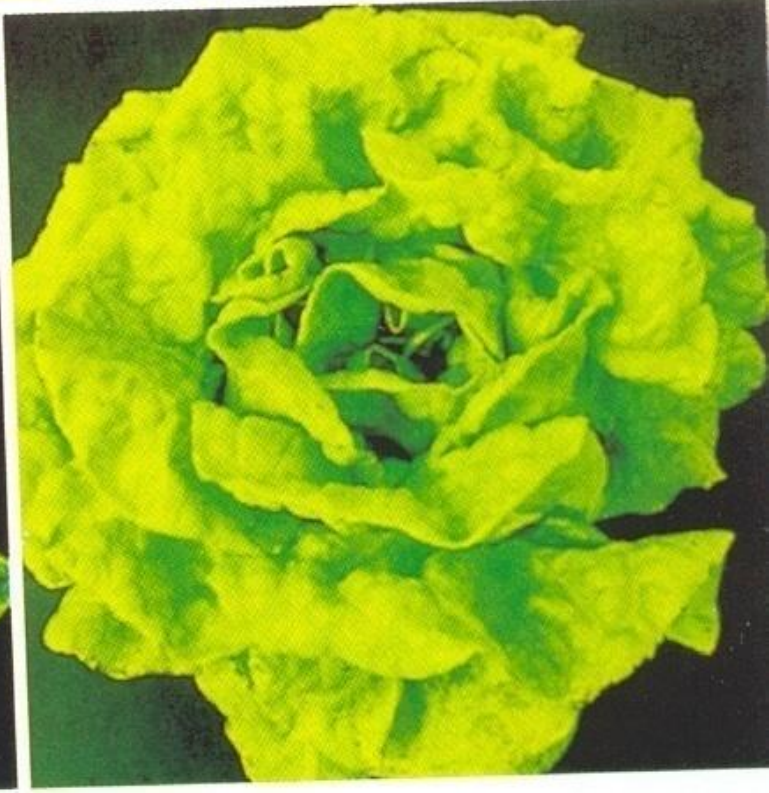


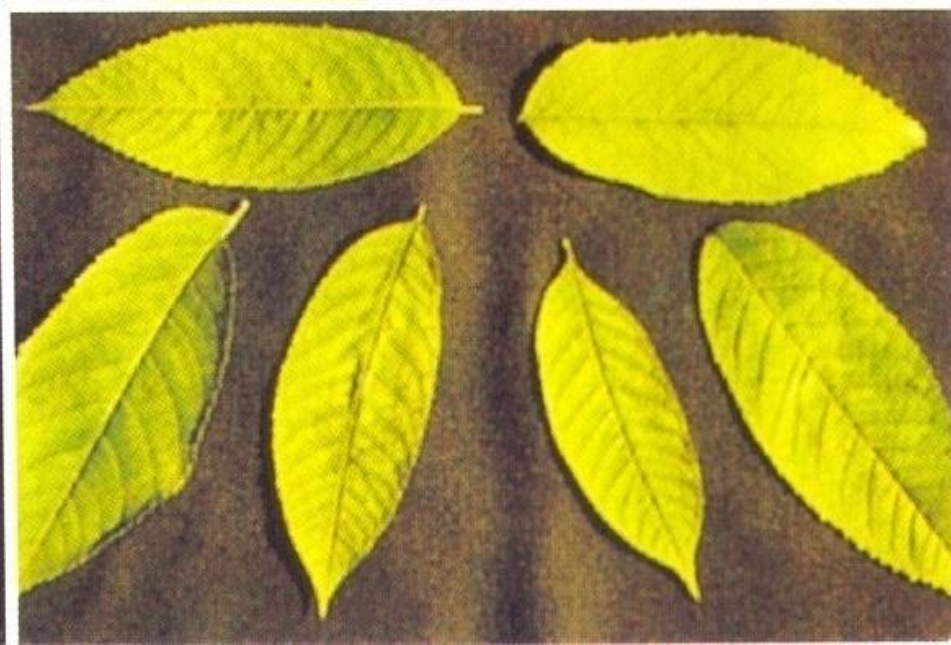
617 / 618

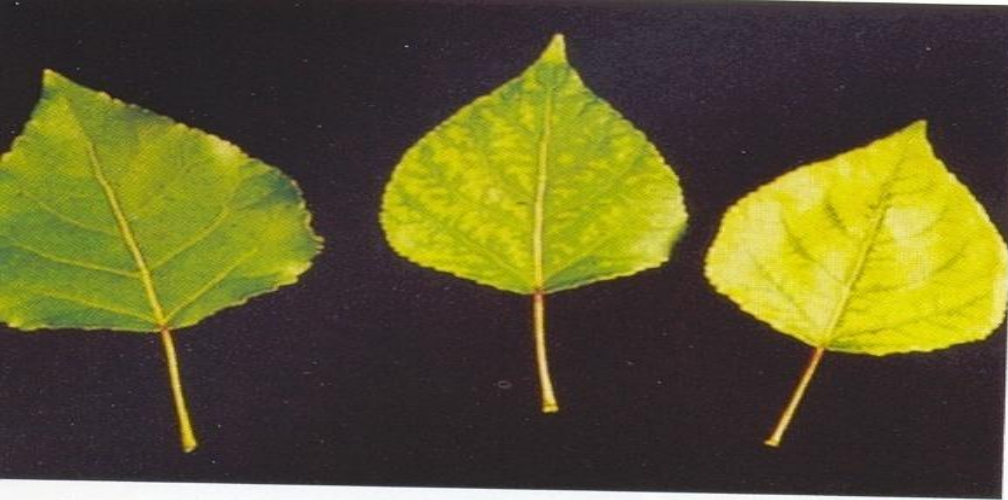


620

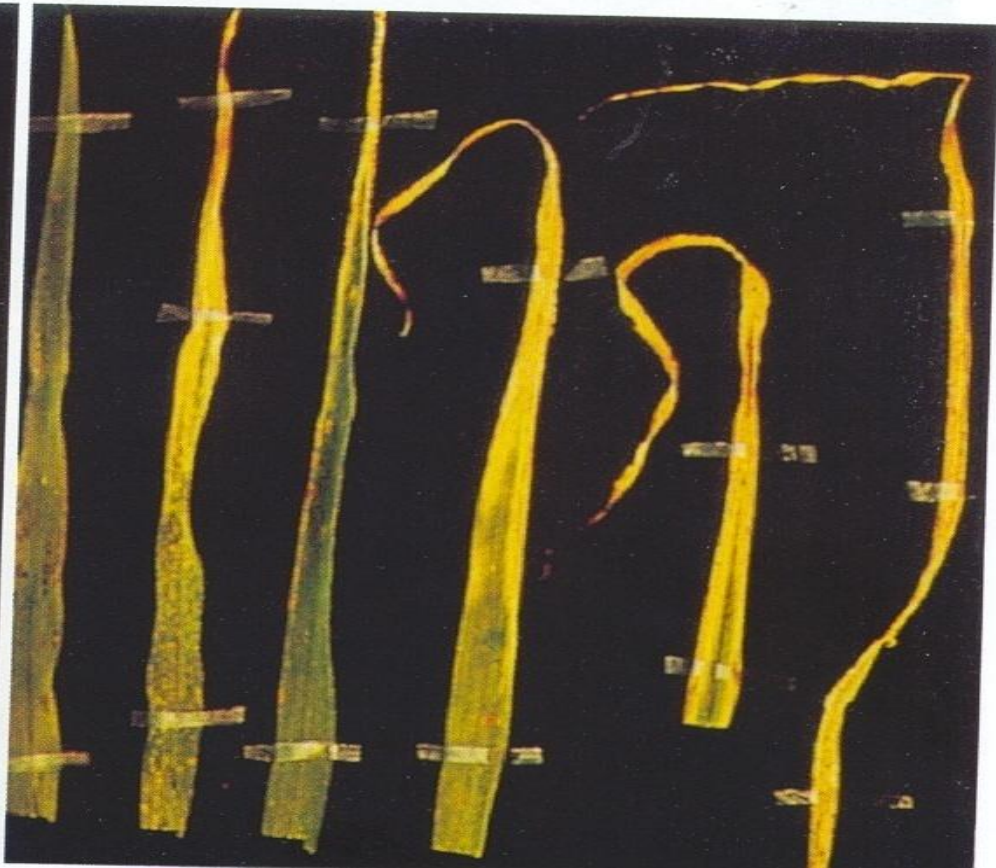
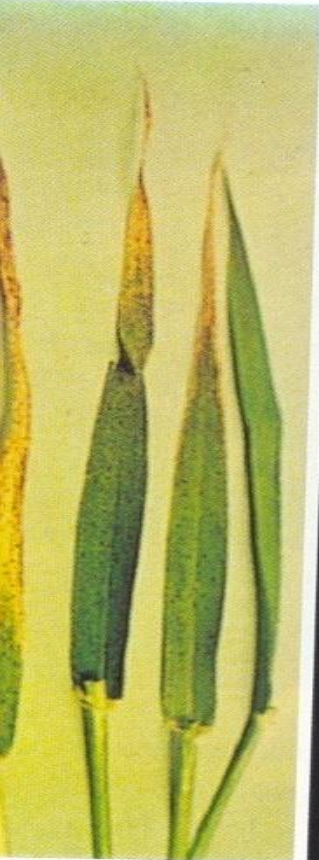








52



## Mangan Fazlalığı

Mangan noksanlığı için bitkideki KRİTİK SINIR değerlerinin tersine **MANGAN TOKSİKLİĞİ İÇİN** belirtilen **KRİTİK SINIR DEĞERLERİ** bitkilere göre oldukça geniş sınırlar içerisinde değişmekte olup, bu değer **200 mg/kg (Mısır)** ile **5300 mg/kg arasında (Ayçiçeği)**'dir

Mangan fazlalığı vejetatif gelişimden **daha çok generatif** gelişimi etkilemektedir

Mangan fazlalığı nedeniyle oluşan **TOKSİSİTE ÖZELLİKLE ASİT TOPRAKLARDA** büyüme ve ürünü **SINIRLANDIRAN** önemli bir faktördür

Bitkide Mn genel olarak **1000 mg/kg'ın** üstüne çıktığında **TOKSİSİTE** görülmektedir