

# MANGAN

## Toprakta Mangan

Yer kabuğundaki miktarı  $\approx 900 \text{ mg kg}^{-1}$  dır

Doğada;  oksitler  sülfidler halinde

Fe ile birlikte bulunur

Volkanik kayalarda Fe/Mn oranı 1/60' dır

· Buralardaki topraklarda % 5-17 Fe, % 0.5-8 Mn bulunur

Primer ve ferromagnezyumlu kayalarda bulunur

Kayalar ayrışınca sekonder mineraller oluşur;

prulozit ( $\text{MnO}_2$ )

manganit ( $\text{MnO}(\text{OH})$ )

hasmanit ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ )

Topraklarda toplam Mn miktarı  $20\text{-}3000 \text{ mg kg}^{-1}$   
ortalama  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  dır

◆  $\text{Mn}^{+2}$  (toprak çözeltisinde kil ve OM' de adsorbe)

◆  $\text{Mn}^{+3}$  ve  $\text{Mn}^{+4}$  (Mn-oksitlerde bulunur)

bitkiler tarafından **alınabilir**

bitkiler tarafından **alınamaz**

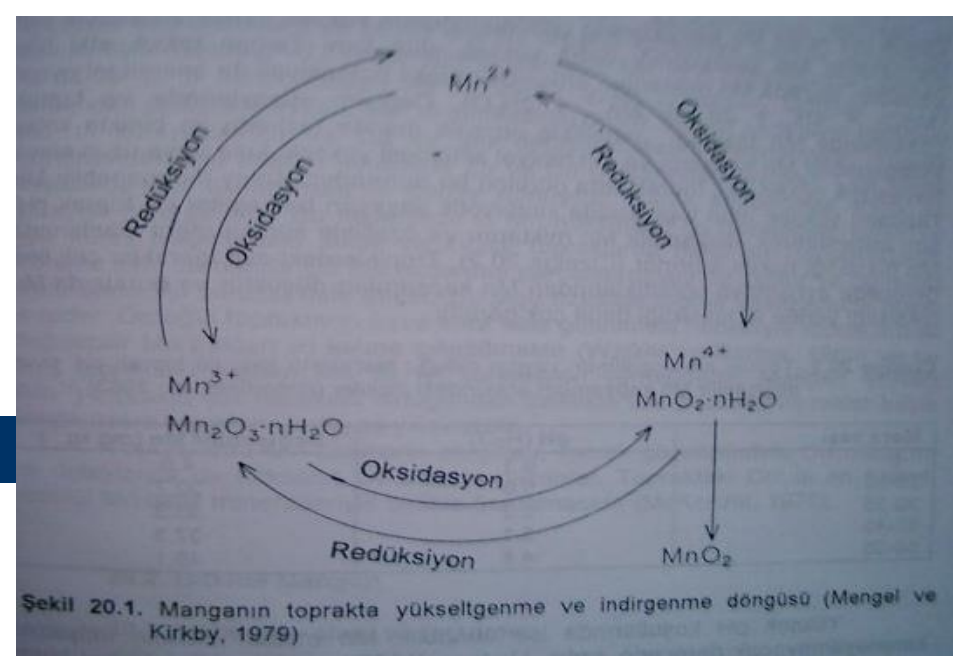
$\text{Mn}^{+2}$  + kolay indirgenebilir Mn = “**Aktif Mn**”

Oksidasyon-Redüksiyonu etkileyen faktörler;

- ☑ toprak pH' sı
- ☑ organik madde
- ☑ mikrobiyel aktivite → Topraktaki  $Mn^{+2}$  miktarını da belirler
- ☑ toprak nemi



İndirgen koşullarda Mn miktarı artar (toksik olabilir!!!!)



**Çizelge 20.1.** Kireçleme ve 3 gün su altında bırakmanın yonca bitkisinin ürününe ve Mn kapsamına etkisi

Kireçleme (g kg <sup>-1</sup> )	Suyla dozurma	Toprak pH' sı	Ürün (g saksı <sup>-1</sup> )	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
0	-	4.8	3.1	426
0	+	5.2	1.2	6067
2.5	-	5.7	5.7	99
2.5	+	3.0	3.0	954

Düşük pH' da  
çözünürlüğü artırır (+ kısa süreli  
havasızlık)

Burada  
redoks potansiyeli de önemlidir  
( $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{+2} + 2H_2O$ )

**Çizelge 20.2.** Toprak altı üçgülünün yaygın olduğu meraların yaşı ile toprak pH' sı ve değişebilir Mn kapsamı arasındaki ilişkiler

Mera yaşı	pH (H <sub>2</sub> O)	Değişebilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
0	6.1	4.6
25-30	5.6	22.7
30-35	5.3	33.3
35-40	5.1	37.3
güneş 50-55	4.8	29.1

Organik madde ile **çözünür** ve **çözünemez** bileşikler oluşturur

Yüksek pH' yla OM Mn yarayırlılığını azaltır

- Asit topraklarda değişebilir Mn miktarı 1000 mg kg<sup>-1</sup>
- OM ve pH' sı yüksek topraklarda 0.1 mg kg<sup>-1</sup>

Topraktaki bakterilerin Mn oksitlemesi pH' ya bağlıdır (pH: 7 optimum)

- Bakterilerin ölmesi (buhar sterilizasyonu) Mn yarayırlılığını artırır

Mn yarayırlılığını;

- 1) Kireçleme **AZALTIR**
- 2) Fizyolojik asit karakterli gübreler (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> **ARTIRIR**

Topraktaki toplam Mn;

- ① Mineral Mn
- ② Organik komplekslerdeki Mn
- ③ Değişebilir Mn
- ④ Toprak çözeltilisindeki Mn (Mn<sup>+2</sup>, OM ile kompleks Mn)

Mn sentetik kleytlerde Zn ve Ca ile yer deęiřtirebilir

Toprak çözeltilisindeki Mn miktarı >> Zn ve Cu miktarı

Mn noksanlığı;

**iyi havalandan** kurak ve yarı kurak bölgelerdeki **alkali ve kireçli** topraklarda daha sık görülür

Mn yıkanabilir (asit, yağışlı, podzolik topraklar)

# Bitkide Mangana

## Mangana alımı ve taşınımı

Alım **AKTİF** tir

$Mn^{+2}$  olarak alınır (Bitkide  $Mn^{+2}$  olarak bulunabilir, okside olabilir)

Mn alımı açısından **bitkiler farklılık** gösterir

Redoks reaksiyonlarında önemlidir

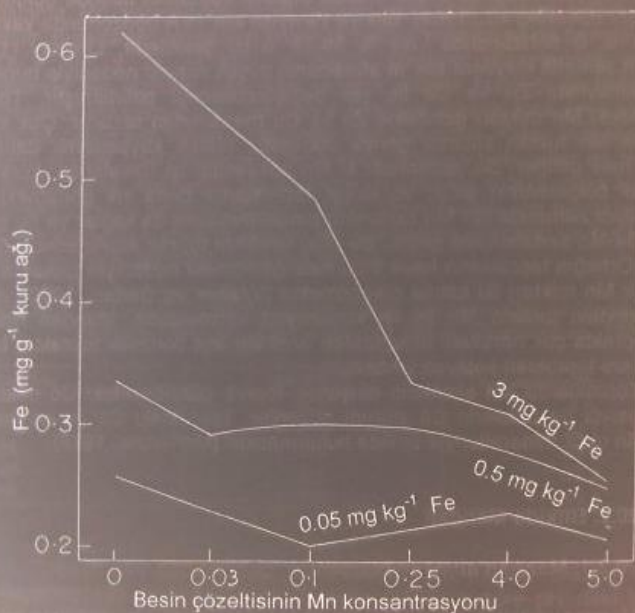
Mn alım oranı  $<$  diğer iki değerli katyonların alım oranı (Ca, Mg)

Antagonizm görülür (Mg  $\ominus$  Mn)

- İyon çapları nedeniyle de Ca, Mg, Fe, Zn ile işlevsellikte REKABET

Kireçleme (Ca ve pH artışı) Mn alımını **azaltır**

- pH' da alımı etkiler (4-6 arasında artar,  $>6$ ' da azalır)



Şekil 20.2. Farklı düzeylerde Fe ile beslenen soya fasulyesi bitkisinin Fe kapsamına besin çözeltisinin Mn konsantrasyonunun etkisi (Somers ve Shive, 1942)

$NH_4$  ile beslenen bitkilerin Mn alımı  
 $<$   
 $NO_3$  ile beslenen bitkilerin Mn alımı

Mn alımını ;

- Mg, Fe, Zn ve  $NH_4$  iyonları azaltırken
- $NO_3$  iyonları artırır

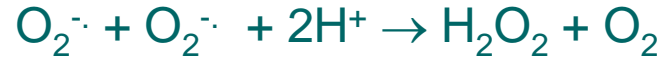
$Mn^{+2}$  halinde **sınırlı** oranda taşınır

# Manganın biyokimyasal fonksiyonları

Fotosistem II' deki (PS II) mangan-protein

Mn içeren süperoksit dismutaz (MnSOD) enzimlerini etkiler

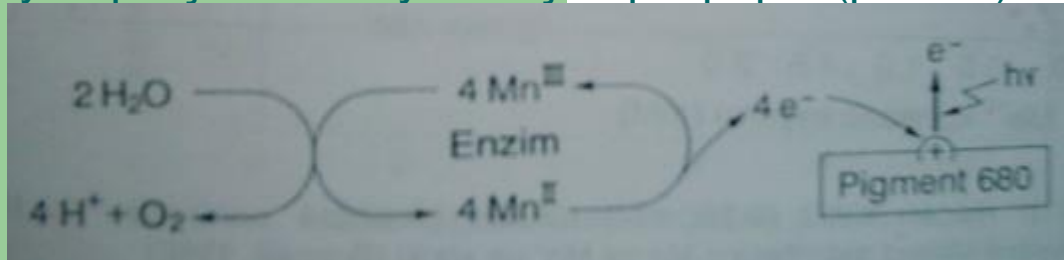
Bitkiyi  $O_2^{\cdot -}$  radikallerinin **toksik** etkisinden **korur**



SOD enzimleri    ① FeSOD                      ② MnSOD                      ③ CuZnSOD                      olabilir

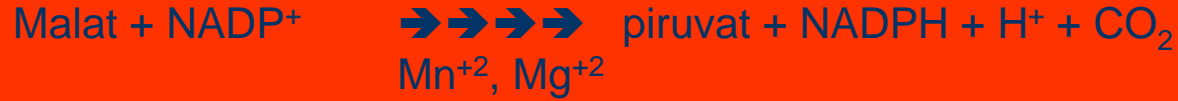
En yaygın Mn içeren enzim;

- PS II' de suyun parçalanmasıyla oluşan polipeptit (protein)



Mn kofaktör olarak yaklaşık 35 enzimi aktive eder

- **Malik enzimin katalizlediği reaksiyon:**



- **İzositrat dehidrogenazın katalizlediği enzim:**



Spesifik olarak Mn' a ihtiyaç duyan enzim;

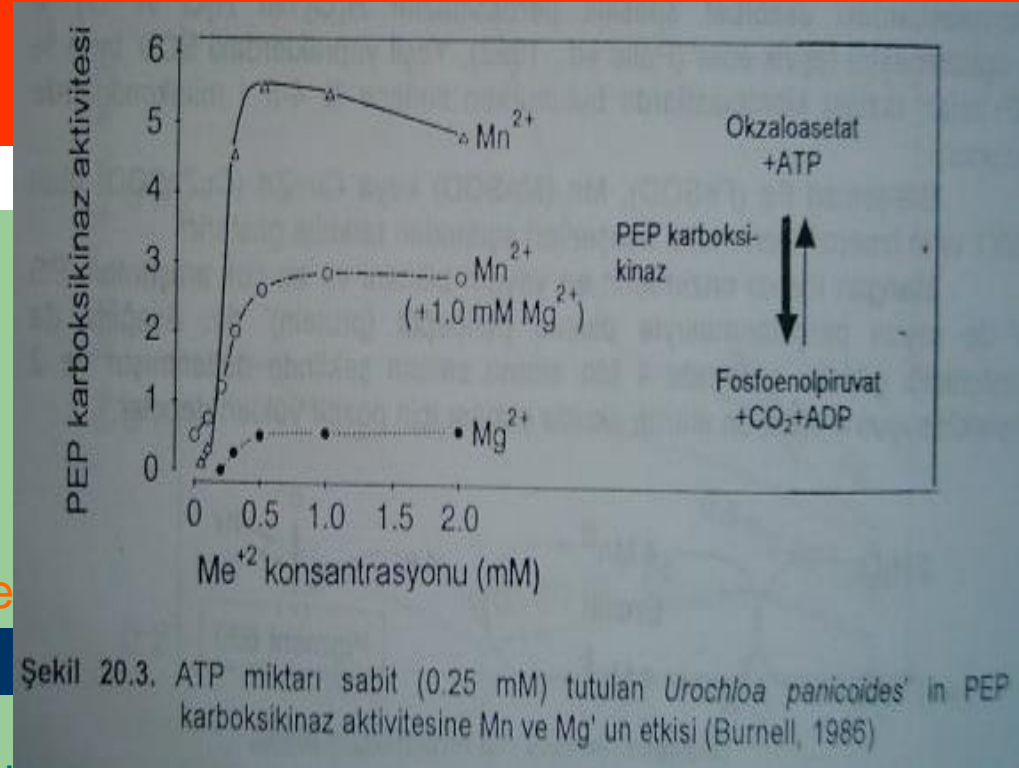
- kloroplast RNA polimeraz enzimi
- PEP karboksikiaz enzimi

## MANGAN:

- Fenilalanin amonyak-liyaz (PAL)
- Peroksidaz
- İAA Oksidaz enzimlerini de etkiler

Azot metabolizmasında etkili olan;

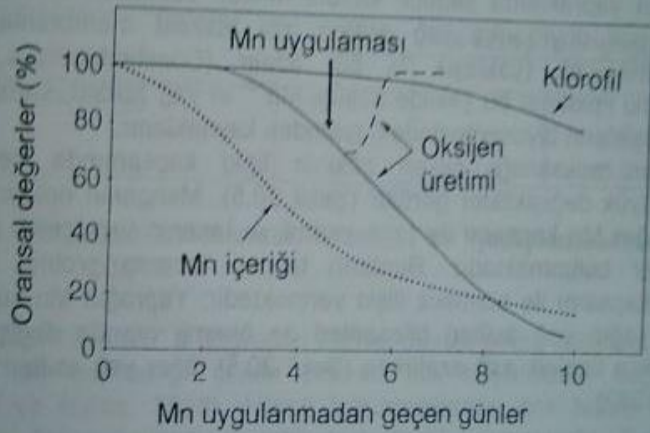
- alantoat amidohidrolaz (alantoin ve alantoat parçalanması ve taşınmasını sağlar)
  - arginaz (dolaylı olarak  $\text{NO}_3$  birikimine yol açar)
- enzimleri de Mn tarafından katalizlenir



# Fotosentezde manganın rolü

## Yüksek bitkilerde;

- genel olarak fotosentezde
  - özel olarak ta PS II' deki fotosentetik O<sub>2</sub> oluşumu
- Mn noksanlığına çok duyarlı proseslerdir



Şekil 20.4. Yeraırtı üçgülü bitkisinin genç yapraklarının Mn ve klorofil kapsamı ile fotosentetik O<sub>2</sub> üretimine Mn uygulamasının durdurulması ve tekrar Mn uygulamasının etkisi (Nable vd., 1984)

## Protein, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında manganın rolü

RNA polimerazı aktive etmesine rağmen;strüktürel olmayan karbonhidratların miktarı ile kök gelişimi daha fazla etkilenmektedir

Çizelge 20.3. Fasulye bitkisinin gelişimi ve bileşimine Mn noksanlığının etkisi

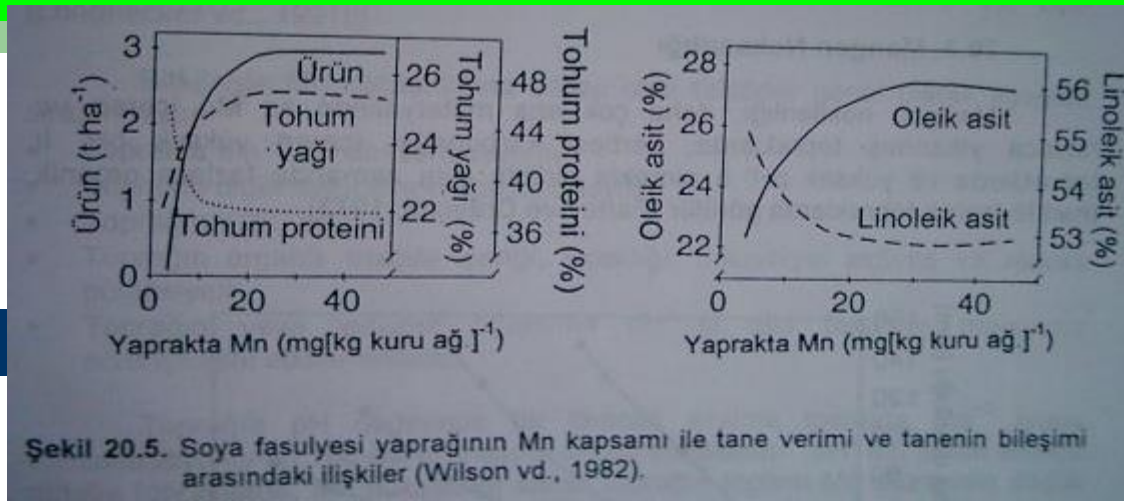
Parametre	Yaprak		Gövde		Kök	
	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn	+Mn	-Mn
Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )	0.64	0.46	0.55	0.38	0.21	0.14
Protein-N' u (mg g <sup>-1</sup> )	52.7	51.2	13.0	14.4	27.0	25.6
Çözünebilir N (mg g <sup>-1</sup> )	6.8	11.9	10.0	16.2	17.2	21.7
Çözünebilir karbonhidrat (mg g <sup>-1</sup> )	17.5	4.0	35.6	14.5	7.6	0.9

Mn lipid metabolizmasını etkiler (yağ asitleri, karotenoidler vb bileşiklerin biosentezini)

Mangan noksanlığı olan yapraklarda

klorofil ile glikolipid ve poli doymamış yağ asitleri azalır

## Mn noksanlığında bitkinin lipid kapsamı ve tohum bileşiminde büyük değişiklikler görülür



Mn noksanlığında tohumların yağ içeriğinin azalmasına;

- muhtemelen fotosentez oranının azalması yani
- yağ asitleri sentezi için C girdisinin azalması

neden olur

**Çizelge 20.4.** Genç buğday bitkilerinin tepe ve köklerinin lignin ve Mn kapsamı arasındaki ilişkiler

Parametre	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )			
	4.2	7.8	12.1	18.9
Lignin (kuru ağırlıkta, %)				
Tepe	4.0	5.8	6.0	6.1
Kök	3.2	12.8	15.0	15.2

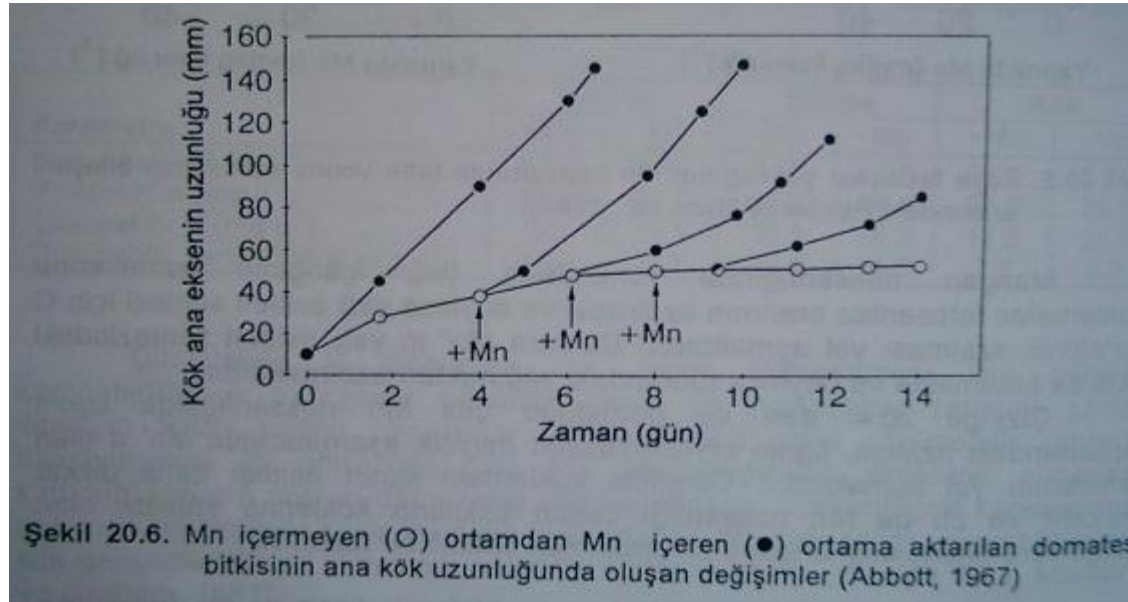


## Hücre bölünmesi, uzaması ve genişlemesinde manganın rolü

Büyüme ve Gelişim için Mn' a ihtiyaç duyulur  
Karbonhidrat azlığı da Mn noksanlığında kök büyümesini engeller

### Mn noksanlığından;

Hücre bölünmesine oranla hücre uzaması ve genişlemesi daha çok etkilenir



## Mangan Noksanlığı

Bitkilerde Mn noksanlığına sebep olan faktörler genel olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Toprakta  $Mn^{+2}$ ' nin konsantrasyonu
  - ✓ Ana materyalde Mn az olan
  - ✓ Serbest  $CO_3$ ' lar içeren yüksek pH' lı
  - ✓ Kalkerli
  - ✓ humuslu-kumlu
  - ✓ Aşırı yıkanmış
  - ✓ Yüksek pH + fazla OM' ye sahip
  - ✓ Çernozyem
  - ✓ organik topraklarda
- Toprakta diğer katyonların (Ca, Mg, Fe, Zn, P, N formu) konsantrasyonu
- Toprağın KDK' sı
- Toprağın organik madde içeriği, sıcaklığı, mikrobiyel aktivite ve redoks potansiyeli
- Toprağın veya yetiştirme ortamının pH' sı
  - pH bir birim azalırsa  $Mn^{+2}$  iyonu 100 kat artar
  - pH < 6' da Mn noksanlığı **MUTLAK** Mn noksanlığından kaynaklanır
  - pH < 5' de  $Mn^{+2}$  toksik düzeye ulaşabilir
  - pH 6.5-8.0 arasında bakteriyel oksidasyon sonucu yarayışlılık azalır

Nemli topraklarda yarayışlılık yüksektir

## Noksanlık Belirtileri;

- Genç yapraklarda kloroz nekrozlar
- Tahıllarda kloroz + nekroz + gri benekler
- Dikotiledon bitkilerde kloroz damarlar arasında ve mozaik benzeri şekillerde
- Respirasyon ve transpirasyon değişmezken

☒ ürün

☒ fotosentez

☒ klorofilde **azalma**

### • Donmaya aşırı duyarlılık

- Başak oluşumunun uzaması
- Tane sayısı ve veriminin azalması
- Polen metabolizmasının engellenmesi
- Tane dolumu için karbonhidrat yetersizliği

## TEDAVİ;

- Toprağa ve/veya yaprağa  $MnSO_4$  uygulanması
- Taşınım sınırlılığı nedeniyle yaprağa uygulamada tekrarlama
- % 1-2' lik  $MnSO_4$  veya % 1' lik Mn-kleyt çözeltileri
- Tohuma Mn uygulama veya tohumda fazla Mn içeren çeşitleri seçme
- Mn noksanlığına duyarlılık açısından bitkiler arasında fark vardır

**çok duyarlılar**; yulaf, buğday, soya fasulyesi ve şeftali

**duyarlı olmayanlar**; mısır ve çavdar

Noksanlıkta kritik düzey açısından bitkiler arasındaki fark azdır

bitki türü, çeşidi ve çevre koşullarından bağımsız  $10-20 \text{ mg kg}^{-1}$   
güneş

# Mangan Fazlalığı

**Toksiklikte kritik düzey;  
Bitkilere, genotiplere ve  
Çevre koşullarına (sıcaklık ve Si beslenmesi)  
göre büyük değişim gösterir**

**Çizelge 20. 5. Değişik bitkilerin kritik Mn toksiklik düzeyleri**

Bitkiler	Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
Mısır	200
Güvercin bezelyesi	300
Soya fasulyesi	600
Pamuk	750
Tatlı patates	1380
Ayçiçeği	5300

\*: % 10 ürün azalmasına neden olan düzey kritik düzey olarak alınmıştır

**Çizelge 20.6. Besin çözeltisinin Mn konsantrasyonunun soya fasulyesi çeşitlerinin kuru ağırlığı ve Mn kapsamına etkileri**

Çeşit	Uygulanan Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Kuru ağırlık (g bitki <sup>-1</sup> )		Tepe Mn kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> )
		Tepe	Kök	
T 203	1.5	5.4	0.61	208
	4.5	6.6	0.55	403
	6.5	7.0	0.55	527
Bragg	1.5	5.7	0.59	297
	4.5	5.3	0.64	438
	6.5	4.5	0.68	532

### Toksiklik belirtisi;

- Toprak üstü aksam + generatif aksam öncelikle etkilenir
- Kahverengi benekler (polifenollerin oksidasyonu nedeniyle)
- Kahverengi benek yoğunluğu çeşit seçiminde faydalı olabilir
- Asit topraklarda Ca ve Mg noksanlıklarına oluşur
- N fiksasyonu engellenir

### Mn toksisitesi;

- asit topraklarda
- kompakte topraklarda
- sterilizasyon yapılmış topraklarda
- Cl, NO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> içeren gübrelerin fazla kullanıldığı topraklarda görülür

Toksiklik düzeyi 1000 mg kg<sup>-1</sup>,

Tahıllar, şeker pancarı, patates, yonca, lahana, domates, marul Mn toksisitesine **hassastır**