

ÇİNKO
(Zn)

• Toprakta Çinko

Çinko mineralleri zor ayrışır (> % 90 ayrışmaz)

Yer kabuğunda ortalama 80 mg kg⁻¹

Toprakta bir çok mineralin yapısında 10-300 mg kg⁻¹ civarında bulunur

Toprakta yalnızca Zn⁺² halinde bulunur

İyonik çapı nedeniyle; ojit hornblend ve biotit gibi ferromagnezyumlu minerallerdeki ve montmorillonit killerindeki Fe⁺² ve Mg⁺² gibi iyonlarla

izomorfik yer değişimi yapar

ZnS ()

sfalerit (ZnFe)S

zinkit (ZnO)

smitsonit (ZnCO₃)

hemimorfit Zn₄(OH)₂Si₂O₇.H₂O

ZnSiO₃

Zn₂SiO₄ (vilemit) gibi tuzlar da Zn içerir

Toprakta

OM ve Kil



Zn miktarı



Çinko(Zn);

katı yüzeylerde adsorbe halde
kil minerallerinin değişim bölgelerinde ve
organik maddede bulunur

Çinko adsorbsiyonu;

Zn⁺²

ZnOH⁺

ZnCl⁺

Oktahedral tabakalarda Al' un yerine geçerek FİKSE olur

pH ↑ Zn adsorbsiyonu ↑ için nötr ve alkalın topraklarda Zn hareketi ⊘ ⊗

- Toprak çözeltisinde Zn miktarı oldukça düşüktür (3×10^{-8} - 3×10^{-6} M)

Kireçli ve pH' sı yüksek olan topraklarda Zn çözünürlüğü oldukça düşüktür

Yüksek pH' larda



kireçli topraklarda



Topraklarda;

Kil	KDK	}		
OM	pH	}	↑	Zn adsorbsiyonu ↑
Kireç		}		

Bitkiye yararlı Zn pH 5-7 arasında her bir birim pH artışına bağlı olarak 30-100 kat azalır

- OM var ise pH > 7' de çözünebilir Zn miktarı artar (Zn-org kompleks)
 - Kireçli topraklarda 7-8 pH aralığında OM az çözünür
 - - çözünebilir Zn azalır

Herhangi bir pH' da çözünebilir Zn miktarı;

- topraktaki Zn miktarı ile
- değişim yüzeylerinin özelliklerine bağlıdır
- sulu oksitler ve kireç var ise azalır

Çinkonun;

amino, organik ve fulvik asitlerle oluşturduğu Zn-organik kompleksler

ÇÖZÜNÜR

humik asitlerle oluşturduğu Zn-organik kompleksler ÇÖZÜNEMEZ

Ana Materyal;

Bazik volkanik kayalar ise topraklar Zn yönünden **zengin**
Silisli ana materyal ise (kumlu) topraklar Zn yönünden **fakir**

Bitkiler tarafından alınabilir Zn;

⇒ Toprak çözeltisindeki Zn⁺²

⇒ Katyon değişim bölgelerinde değişebilir şekilde tutulmuş Zn

⇒ Toprak çözeltisindeki ve toprak katı fazındaki organik komplekslerde bulunan Zn

• Bitkide Çinko

• Çinko alımı ve taşınımı

Zn⁺² şeklinde alınır (ZnOH⁺)
Kleytlerden de Zn⁺² olarak alınır
Bitkilerin içerdiği miktar olarak

AKTİF !!!

Zn \cong B

Zn \gggg Mo, Cu

Bitkilerin Zn kapsamı ($\cong 100 \text{ mg kg}^{-1}$) ve Zn ihtiyacı **AZ**dır

Besin çözeltisinde 0.01×10^{-6} ile 2.5×10^{-6} M Zn YETERLİ

Cu, Fe, Mn ANTAGONİST ? Zn alımını engeller

Mg > Ca = Sr = Ba

Ksilem özsuundaki Zn miktarı \gg ortamdaki Zn miktarı

•Ksilemde uzak mesafe taşınımında

•Zn organik asitlere bağlanır veya Zn⁺² olarak bulunur

Taşınım açısından Fe, B ve Mo' e göre daha hareketlidir

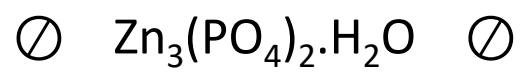
•Yaşlı yapraklardan genç yapraklara hareketi **sınırlı**dır

Bitkilerin Zn alımını;

•yetişme ortamının pH' sı ile

•P konsantrasyonu etkiler

PXZn nedeniyle Zn noksanlığı;



- toprak-bitki ilişkileri
- alım azlığı ya da köklerde birikme nedeniyle Zn taşınımının azalması
- *seyrelme etkisi* nedeniyle bitkideki Zn' nun azalması
- P fazlalığı sonucu Zn' nun metabolik fonksiyonlarını yapamaması sonucu oluşur

Bitkilerde **P/Zn** oranı;

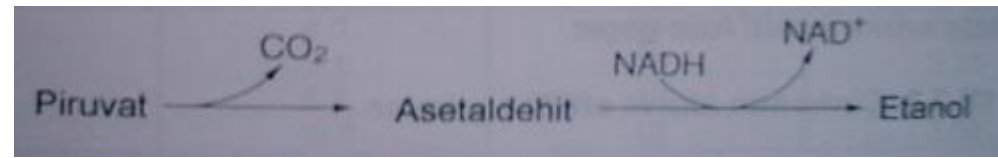
- <50 → P noksan
 - 50-200 → Zn yeterli
 - >200 → Zn noksan
- !!! ZnXFe

• Çinko içeren enzimler

- Katalitik \Rightarrow karbonik anhidraz, karboksi peptidaz
- Strüktürel \Rightarrow alkol dehidrogenaz



Alkol dehidrogenaz: hem katalitik, hem strüktürel 2 Zn



Karbonik anhidraz: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

Çift veya tekçenekli ve C3 veya C4` lerde farklı özelliktedir

Çinko noksanlığı, C3 bitkilerine göre C4 bitkilerinin fotosentez oranını daha çok etkiler

CuZn-süperoksit dismutaz: CuZnSOD

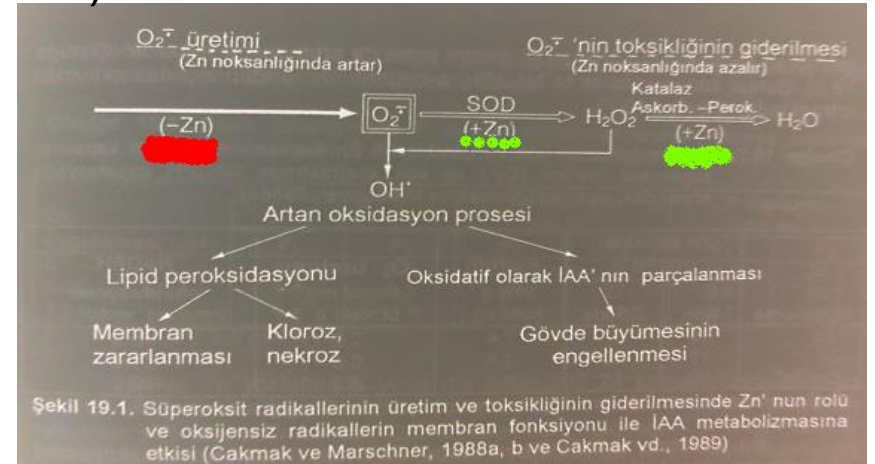
Toksik O₂⁻ radikalleri \uparrow membran lipidlerin peroksidasyonu ve membran geçirgenliği \uparrow

• Karbonhidrat metabolizmasında çinkonun rolü

- Fruktoz 1,6-bifosfataz 6C' lu şekerlerin kloroplastlarda ve sitoplazmada dağılımını düzenler
 - Aldolaz 3C' lu fotosentez ürünlerinin kloroplastlardan sitoplazmaya taşınımını düzenler
- Zn noksanlığında ışık ta CHO birikimini artırır

Triptofan ve İAA sentezinde çinkonun rolü

Zn noksanlığı ⇒ ⇒ ⇒ ROZETLEŞME Zn
(OKSİN YETMEZLİĞİ, Triptofan → İAA)



Fosfor-çinko interaksiyonu

Toprakta Zn az → fazla P uygulaması;

- toprak ve bitkisel faktörleri etkileyerek Zn noksanlığı yaratır (*P' a bağlı Zn noksanlığı*)
- topraklarda Zn çözünürlüğü azalır
- kök büyümesi ve köklerin mikoriza ile enfeksiyonu azalır (rizosfer olumsuz etkilenir)
- tepe/kök oranı artar (*seyrelme etkisiyle* Zn noksanlığı oluşur, P artar, P toksikliği >%2)
- PxZn interaksiyonunda bitki de etkili olur

Zn uygulaması (μM)	Kuru ağırlık (g)		Zn kapsamı (mg kg ⁻¹)		P kapsamı (mg kg ⁻¹)	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
0	8.3	9.5	15	15	11.0	24.1
0.25	9.6	9.9	27	27	9.6	20.2
1.0	9.8	11.6	54	57	8.7	11.8

Çizelge 19.8. Besin çözeltisindeki P ve Zn konsantrasyonunun banya bitkisinin gelişimi ile Zn ve P kapsamına etkisi

P₁: 0.25 mM, P₂: 2.0 mM fosfor

Çizelge 19.9. Mikroelement noksanlığının pamuk bitkisinin kök ve gövdesinin kuru ağırlığı ve P kapsamına etkisi

Uygulama	Kuru ağırlık (g)		P kapsamı (%)	
	Kök	Gövde	Kök	Gövde
Kontrol	0.18	1.21	1.03	1.10
-Zn	0.13	0.70	1.15	2.65
-Fe	0.16	0.98	1.00	0.90
-Mn	0.15	0.93	0.96	1.20
-Cu	0.16	1.00	1.38	1.40

Zn az ise P toksik olabilir
(~ % 2' den fazla P)
Zn noksanlığı köklerin P alımını ve sürgünlere P taşınımını artırır
Cl, B ve P girişi artar
toksiklik görülür

Çinkonun bitkideki formları ve biyolojik yararı

Vejetatif dokularda;

Enzimlerin yapısında (toksikliği durumunda klorofilin yapısında bulunur)

Küçük moleküllü bileşiklere bağlanabilir

Generatif dokularda (tohum, tane);

- Fitik asitin tuzları olan FİTATLAR şeklinde bulunur
 - Biyolojik yararı azalır
 - Çimlenme sırasında mineralize olur (fitaz)

Çinko Eksikliği

İyi ayrışmış **asit** topraklar ile

kireçli topraklarda yetişen bitkilerde görülür (Fe + Zn eksikliği)

⇓ yüksek pH

Kil ve kirecin Zn adsorpsiyonu (XXX çözünmez $Zn(OH)_2$ ve $ZnCO_3$)

HCO_3^- Fe ve alımı ve taşınımını azaltır

$ZnSO_4$ ile giderilebilir (KLEYT kullanma zorunluğu YOK, Fe-KLEYT)

	Kuru maddenin mineral kapsamı				
Toprak	(mg kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)		
pH' sı	Zn	Mn	P	K	Mg
5.2	200	310	1.8	18.5	4.5
6.0	54	66	1.9	17.5	3.8
6.8	20	19	1.9	19.0	3.9

Çizelge 19.10. Kireçleme yoluyla pH artışının kumlu bir toprakta yetiştirilen yarıyığı bitkisi yapraklarının mineral madde kapsamına etkisi

Zn noksanlığında küçük molekül ağırlıklı kök salgıları artar

- Çiftçeneklilerde kök salgıları çoğunlukla aminoasitler, şekerler, fenoller ve K
 - Buğdaygillerde Fe noksanlığında olduğu gibi gündüz salgılanan fitosideroforlar

Kritik noksanlık düzeyi 15-20 mg Zn kg⁻¹

Zn noksanlığından **tohum** ve **tane** verimi daha çok etkilenir

Buğday, yulaf ve bezelyeye göre mısır, pamuk ve elma daha çok duyarlı

pH' ya bağlı olarak değişim komplekslerinde

Zn⁺², ZnCl veya Zn(OH) iyonları şeklinde tutulur

Toprak çözeltisindeki miktarı ve mobilitesi azdır

OM' ye güçlü bir şekilde bağlanır

Zn noksanlığı pH' sı 6.5-8.0 arasında olan topraklarda yaygındır

Zn noksanlığının genel belirtileri;

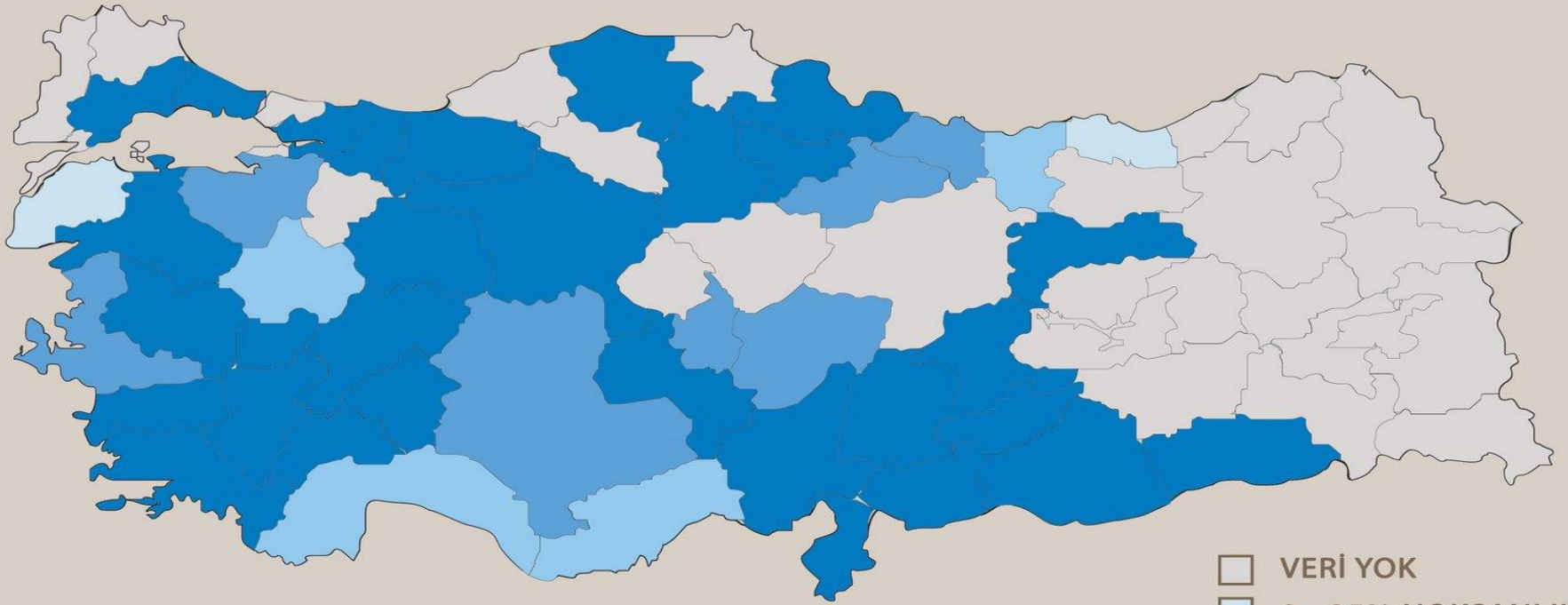
Noksanlık ilk önce genç yapraklarda ortaya çıkar

Yapraklar küçülür

Bitki çalimsı bir hal almır (bodurlaşır)

Rozet yapraklar oluşur

Genç yapraklarda kloroz ortaya çıkar



- VERİ YOK
- 0 - 25% NOKSANLIK
- 25 - 50% NOKSANLIK
- 50 - 75% NOKSANLIK
- 75 - 100% NOKSANLIK







THE PROBLEM: Zinc deficiency in soybeans and corn.



Figure 16. Zinc-deficiency dry edible beans. Pale green leaves, yellow near the tips and outer edges at or soon after emergence. Leaves later become dwarfed or deformed and die. Plants are slow to mature.



Figure 17. Phosphorus-zinc interaction in dry edible beans. Brownish leaf discoloration, stunted plants and pods fail to develop. Beans above received increasing rates of phosphorus fertilizer without zinc.



Figure 15. Zinc-deficient dry edible beans, front. Beans in the back received zinc in the starter fertilizer.



Figure 18. Zinc-deficient dark red kidney beans. Yellow to whitish areas between the darker green veins. Similar to manganese deficiency but dark veins are not as prominent. Leaf size may be distorted and irregular.





Appearance of dusty brown spots on upper leaves of Zn-deficient plant.

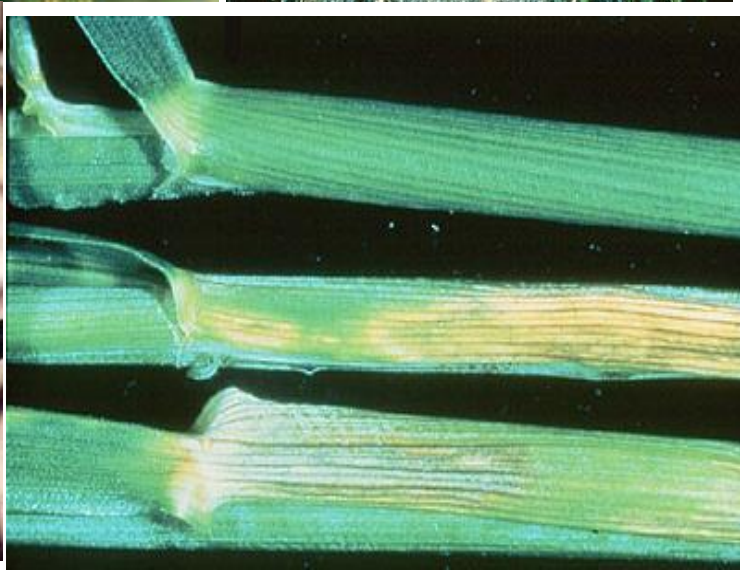




Figure 14. Zinc-deficient corn. White to yellow striping of the leaves near the stalk. Shortened internodes with reddish discoloration of the nodal tissues.



Figure 13. Zinc-deficient corn. Yellow or white striping of the leaves usually developing near the stalk. Plants are often stunted with shortened internodes. Found most often on high pH soils and organic soils.



Figure 19. Zinc-deficient onions. Yellow striping, twisting and bending of the tops.



