

# KÜKÜRT

## Toprakta Kükürt

**Organik + inorganik** olarak bulunur

Organik S miktarı > İnorganik S miktarı

↓ peat topraklarda % 100 Org S

↗ C' a bağlı (amino asitler)

Organik S fraksiyonu

↘ C' a bağlı değil (fenolikler, kolin-SO<sub>4</sub>, lipidler)

Toprak organik maddesinde **C:N:S 125:10:1.2** oranında bulunur

**Kurak** bölge topraklarında CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> ve Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tuzları şeklinde **birikir**

**Yağışlı koşullar altında ise SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> anyonu olarak;**

- **toprak çözeltisinde serbest**
- **toprak kolloidlerince adsorbe edilmiş halde bulunur**

**Fosfat iyonları gibi;**

- **seskioksitler ve**
- **kil mineralleri tarafından adsorbe edilir**

# SO<sub>4</sub> bağlanması gücü < PO<sub>4</sub> bağlanma gücü

Minerallerin sülfat adsorpsiyon kapasitesi sırası;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > kaolinit > boksit > peat > limonit > hematit > hidrate alüminyum > gotit

Kil minerallerinin SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> adsorpsiyon kapasitesi sırası;

Kaolinit > illit > bentonit

- pH ↑ toprakta SO<sub>4</sub> tutulma gücü ↓
- kil miktarı ↑ değişebilir SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ↑

Anaerobik koşullarda Sinorg ⇒ FeS, FeS<sub>2</sub> (pirit) ve H<sub>2</sub>S' e indirgenir

Toprakta toplam S miktarı;

- organik madde miktarına ⇔ iklim koşullarına bağlıdır
  - Ilıman bölge topraklarında toplam S miktarı 50-400 ppm
- Yağışlı koşullarda SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> **yıkanır** kurak koşullarda SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> **birikir**

aerob.

SO<sub>4</sub> (kimyasal Oksidasyon)

Mikrobiyel aktivite



Sorg



Bitkiye yararılı (H<sub>2</sub>S)

(mineralizasyon)



anaerob elementel S (kemot. S bakt.)



kemotrof S bakt. (*Beggiatoa*, *Thiotrix*, *Thiobacillus*) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (aerob)



\*\*\*



Toprak asitleşir (pH ↓)

H<sub>2</sub>S gibi FeS' de biyolojik ve kimyasal olarak elementel S' e oksitlenir



# Türkiye topraklarının kükürt durumu

Türkiye' nin değişik yerlerinde  $\text{SO}_4^{-2}$ -S miktarlarına göre toprakların

- % 30' unda  $< 10 \text{ mg S kg}^{-1}$
- % 70' inde  $10\text{-}20 \text{ mg S kg}^{-1}$  arasında

Trakya Bölgesi Meriç Havzası topraklarının bitkiye yararlı S durumları  $6.9 \text{ mg kg}^{-1}$  -  $35.9 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında

Ekstrakte edilebilir S içerikleri  $10 \text{ mg S kg}^{-1}$  **kritik düzey kabul edilirse**  
Türkiye topraklarının **% 11.5' i S bakımından kritik düzeyin altında**

**S noksanlığı en fazla;**

Bazaltik, Kireçsiz Kahverengi Orman,

Kireçsiz Kahverengi, Kestanerengi ve Gri-kahverengi Podzolik

büyük toprak gruplarında

# Bitkide Kükürt

## Kükürt alımı ve taşınımı

Bitkiler tarafından büyük oranda  $\text{SO}_4^{-2}$  olarak absorbe edilir (Atm.  $\text{SO}_2$ )

Fizyolojik pH aralığında alımı pH' dan bağımsız ( $\uparrow$  pH' da OH antagonist olabilir)

Diğer iyonların  $\text{SO}_4^{-2}$  alımına etkisi önemsizdir (!!! Se & benzer taşıyıcılar)

$\text{SO}_4$  alımı *aktif* şekilde gerçekleşir (Plazmalemmadaki taşıyıcı proteinlerle)

S bitkilerde transpirasyonla aşağıdan yukarıya doğru taşınır

Köklerin  $\text{SO}_4^{-2}$  alım oranı düşüktür

N&S birbirine benzer (asimilasyon, indirgenme vs)

- azotun tersine bitkilerde indirgenmiş S tekrar okside olabilir
  - burada sisteinin indirgenmiş kükürdü  $\text{SO}_4^{-2}$  a dönüşür

# Kükürdün metabolik fonksiyonları

**Sistein ve metionin** aminoasitlerinin dolayısıyla **proteinlerin** yapı taşıdır

örneğin  $R_1-C-S-C-R_2$  ve  $R-SH$

Bitkide organik indirgenmiş kükürtün

- $\approx$  % 2' si suda çözünebilir thiol (-SH) fraksiyonu
- bunun % 90' ından fazlası tripeptit **glutathion**dur

## İndirgenmemiş S formu (sülfat ester);

- biyolojik membranların yapı taşıdır
- sülfolipidlerin bileşenidir ve
  - sülfolipidlerdir kloroplast lipidlerin  $\approx$  % 5' ini oluşturur
  - sülfolipidler biyomembranlarda iyon taşınımını düzenler
  - köklerde yüksek sülfolipid düzeyleri tuza toleransı artırır

Bitkide % 0.5-1.0 arasında S optimum gelişme sağlar

S gereksinimi açısından bitki çeşitleri arasında farklılık vardır

- *Graminea* < *Leguminosae* < *Cruciferae*

Tohumda S (%)	0.18-0.19	0.25-0.30	1.10-1.70
---------------	-----------	-----------	-----------



- Proteinlerde az S bulunması **beslenmeyi etkiler** (metionin esansiyel A.A)
- *Brassicaceae* familyasında glukozinolatlar ve bunların uçucu metabolitlerinin konsantrasyonları S miktarı ile ilgilidir

## Kükürt Noksanlığı

Toprakta;

- organik
- inorganik ( $\text{SO}_4$ ) şekilde bulunur

S noksanlığına **eskiden**;

- sanayileşme
- pek çok gübrenin S içermesi
- bitkilerin atmosferden  $\text{SO}_2$  absorpsiyonu yapabilmesi

gibi nedenlerle pek sık rastlanmazken **son yıllarda** bunların ortadan kalkması noksanlığını **YAYGINLAŞTIRMIŞTIR**



- endüstriyel bölgelerden uzak ■ hafif tekstürlü ve
- fazla yağış alan bölgelerde noksanlık görülebilir
- **S ve N noksanlığı birbiri ile karıştırılabilir** (özellikle tek yıllık bitkilerde)
  - S noksanlığı genç yapraklarda

### S noksanlığının teşhisinde;

- bitkilerin S kapsamı ile birlikte
- bitkilerin N/S oranları dikkate alınmalıdır
  - S noksanlığında N/S oranı N lehine döner

## Kükürt noksanlığında;

- protein ve klorofil sentezi geriler
- kloroz ortaya çıkar
- büyüme geriler
- yapraklar küçülür

## Kükürt Fazlalığı

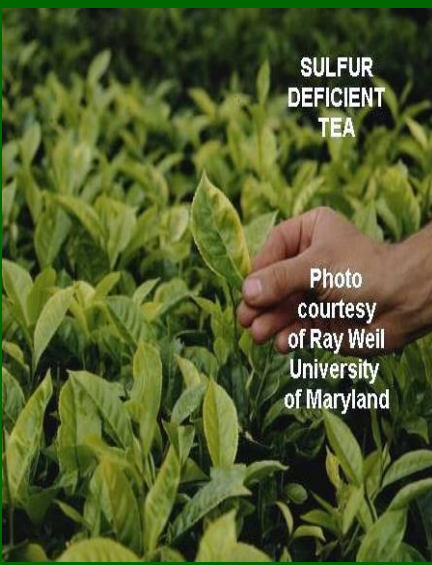
- S fazlalığına sık rastlanmaz
- endüstriyel bölgelerde atmosferde
- $\text{SO}_2$  0.2-1.0 mg m<sup>-3</sup> hatta 2.5 mg m<sup>-3</sup>' e kadar yükselebilmekte
- ve pek çok bitki için toksik etki gösterebilir



©HerfResearch



Portakal yapraklarında Kükürt noksanlığı

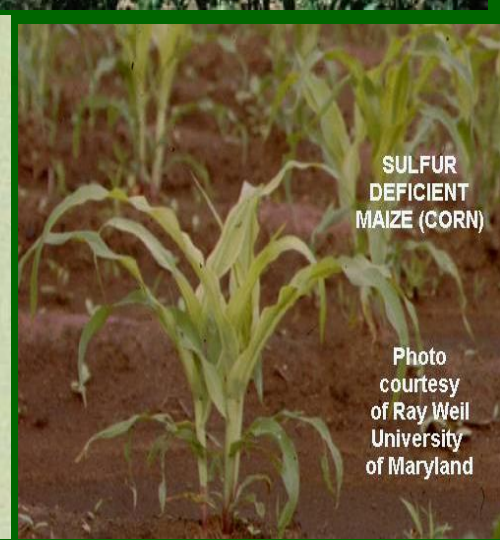
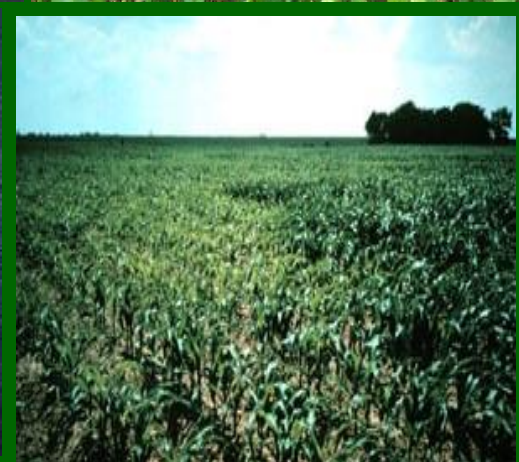


SULFUR  
DEFICIENT  
TEA

Photo  
courtesy  
of Ray Weil  
University  
of Maryland

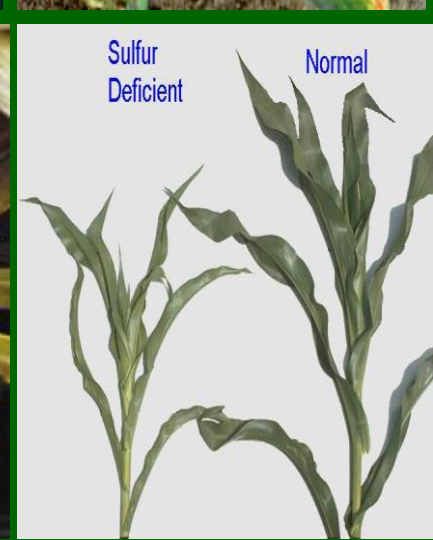






SULFUR DEFICIENT MAIZE (CORN)

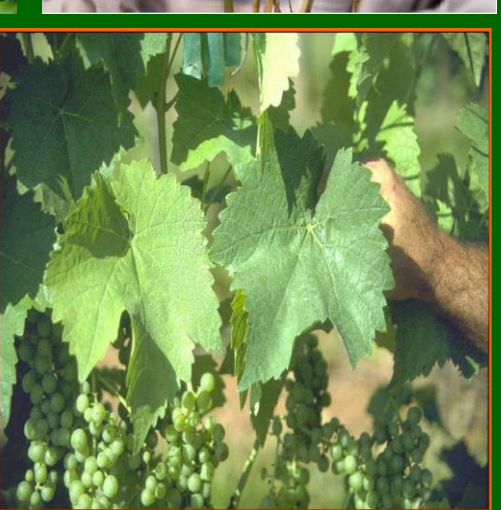
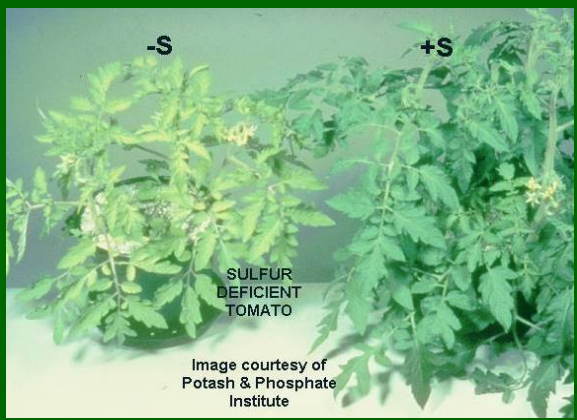
Photo courtesy of Ray Weil University of Maryland



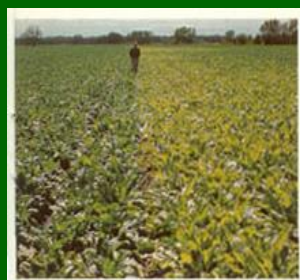
Sulfur Deficient

Normal









Fertilized (left), sulfur-deficient, with uniform yellowing (right).



Normal plant (left), nitrogen-deficient (center), and sulfur-deficient (right).



Uniform yellowing, leaves light green. Mature leaves very brittle.



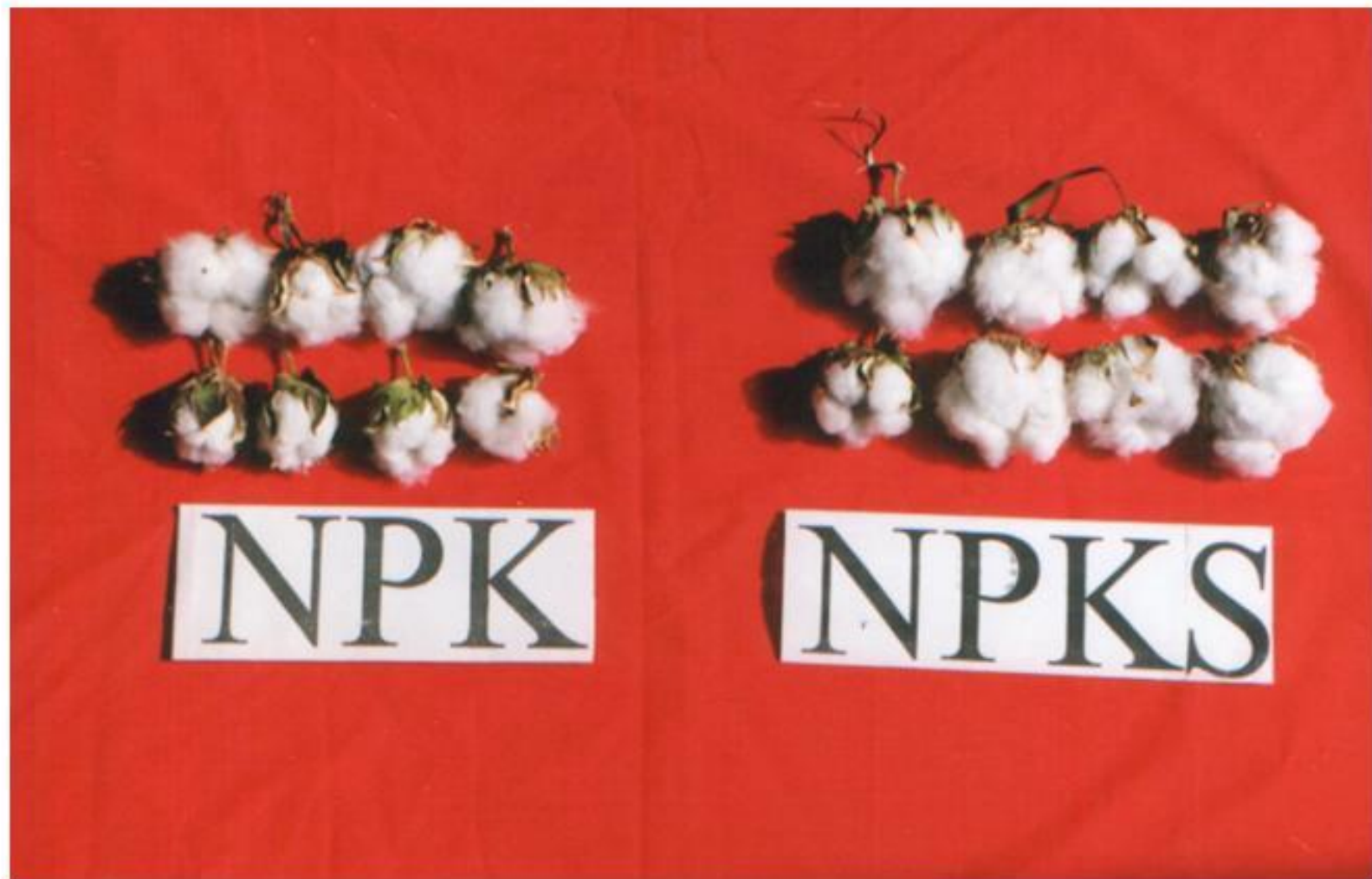
Leaf age series of sulfur-deficient plant. Young, young-mature, mature, and old leaves (left to right).



Severe sulfur deficiency in mature leaf.







Comparing of cotton boll from different treatment of plant