

# BAKIR (Cu)

Toprakta bakır;

Birincil ve ikincil minerallerin kristal yapısında

Organik ve inorganik kolloidlerde adsorbe olmuş

Toprak çözeltisinde  $\text{Cu}^{++}$  formunda

bulunmaktadır

Toprakta toplam Cu yaklaşık olarak 5-50 mg/kg, düzeyinde bulunduğu halde TOPRAK ÇÖZELTİSİNDE BULUNAN Cu MİKTARI  $1 \times 10^{-8}$  ile  $6 \times 10^{-8}$  Molar arasında bulunmaktadır

Cu diğer mikroelementlere (Zn, Mn vb) oranla organik maddeye daha sıkı ve daha büyük oranda ( % 98) bağlanmıştır

Toprakların ELVERİŞLİ BAKIR KAPSAMI ile;

Tekstür

pH

Tuzluluk

kireç

organik madde arasında ilişki

vardır

Türkiye topraklarının YARAYIŞLI Cu KAPSAMI KRİTİK SINIR KABUL EDİLEN 0.2 mg/kg'ın üzerindedir

Bakır gerek organik gerekse inorganik kolloidlerce güçlü şekilde adsorbe edildiğinden zaman zaman toprakta hareketi sınırlanır ve buna bağlı alınımda sorunlar yaşanabilir

## Bitkide Bakır

Bitkiler tarafından bakır **Cu<sup>++</sup> iyonu** şeklinde ve **Cu-kleytler** şeklinde **AKTİF** olarak yetiştirme ortamından alınır

Bitkilerin Cu kapsamı genel olarak diğer mikroelementlerden daha düşüktür ve **2-20 mg/kg** arasında değişir

Bakır bitki bünyesinde kısmen taşınabilme özelliği göstermesine rağmen yine de taşınımında sorun olan bir besin maddesidir

Bakır bitkilerde;

PROTEİN METABOLİZMASI

ENZİM ETKİNLİĞİ

KARBONHİDRAT METABOLİZMASI

LİPİD METABOLİZMASI

AZOT METABOLİZMASI

LİNYİNLEŞME

POLEN OLUŞUMU ve TOZLAŞMASI

üzerine etki yapan besin maddesidir



## Bakır Noksanlığı

Cu noksanlığı kaba tekstürlü, kireçli ve organik maddece zengin topraklarda sık görülür

Ayrıca YÜKSEK DÜZEYDE AZOTLU GÜBRELERİN toprağa uygulanması da Cu noksanlığını şiddetlendirir

Bitkide BAKIR NOKSANLIĞI İÇİN KRİTİK SINIR kuru ağırlıkta 1-5 mg/kg'dır

Bakır noksanlığında genel belirtiler;

genç yapraklarda grimsi-yeşil renk, beyazlaşma ve solma, genç sürgünlerin ve büyüme yerlerinin kuruması

Meyve ağaçlarında;

dalların uç kısımlarında kuruma, bazen uç kurumalarından önce normalden büyük yaprak oluşumu, çiçeklenme ve meyve oluşumunun şiddetli etkilenmesi

Tahıllarda;

kardeşlenme döneminde genç yaprakların enlerinin daralması, uçlarının beyazlaşması, noksanlığın şiddetli olması durumunda başaklanmanın olmaması



459

457 Buğday bitkisinde (*Triticum aestivum*) bakır noksanlığı belirtileri.

458 Buğday bitkisi (*Triticum aestivum*) başaklanmadan önceki devrede çok şiddetli bakır noksanlığı belirtileri.

459 Buğday bitkisinde (*Triticum aestivum*) başaklanma devresinde hafif bakır noksanlığı belirtileri.





460



461



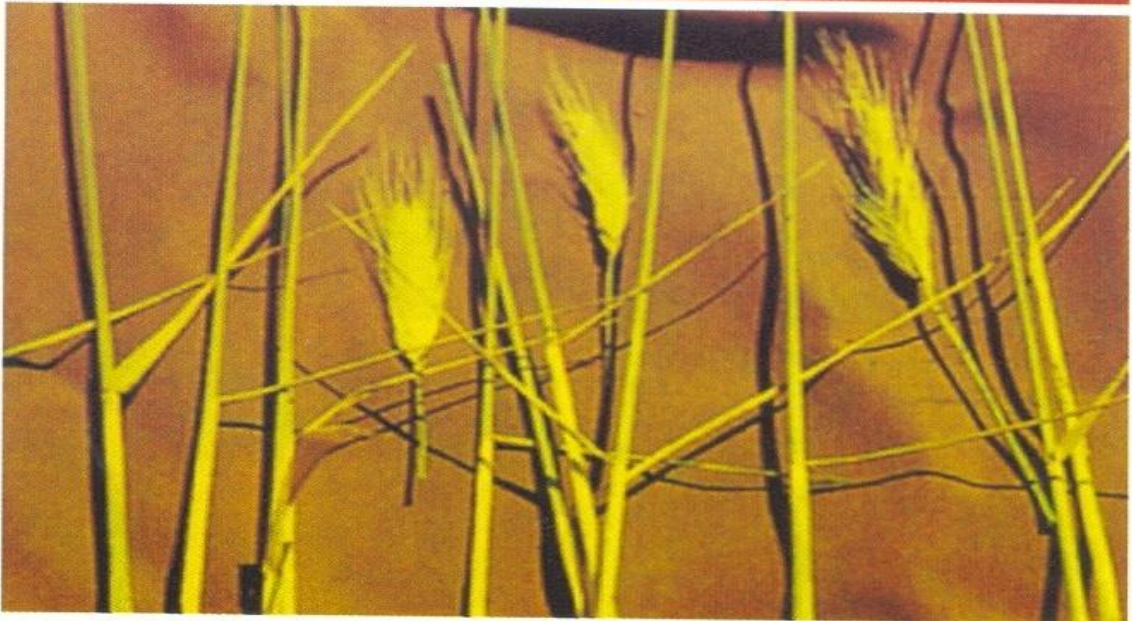
462

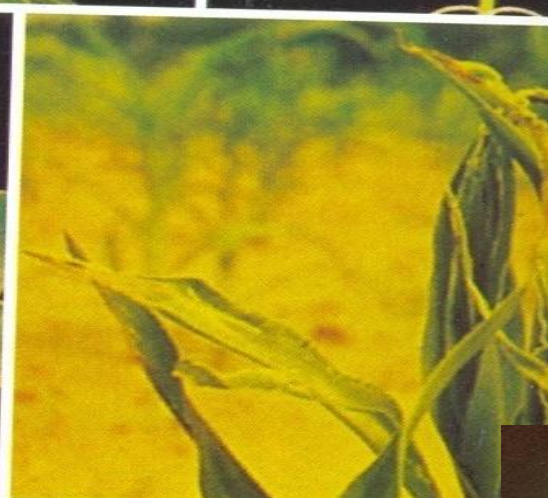


463

- 460 Buğday bitkisinde (*Triticum aestivum*) çiçeklenme devresinde bakır noksanlığı belirtileri.
- 461 Solda buğday bitkisinde (*Triticum aestivum*) bakır noksanlığı olgunlaşmayı geciktirmekte. Renk kırmızı - kahveye çalmakta. Sağda bakır ile gübrelenmiş bitkiler.
- 462 Buğday bitkisi (*Triticum aestivum*) yapraklarında bakır noksanlığının gelişimi.
- 463 Solda sağlıklı buğday başağı, sağda bakır noksanlığı olan bitkinin başakları Yaprak Cu içeriği Sağlıksız 2 ppm, sağlıklı 5 - 7 ppm







## Bakır Fazlalığı

Çoğu bitki için bakır fazlalığından kaynaklanan **KRİTİK TOKSİKLİK DÜZEYİ** kuru maddede **20-30 mg/kg**'dır

Bakır içeren tarımsal savaşım ilaçlarının (fungusitler) kullanılması ve **çevre kirliliği** (yüksek bakır içeren endüstriyel, kentsel ve hayvansal atıklar vb) gibi nedenlerden dolayı bakır toksisitesi **son yıllarda güncel olmaya başlamıştır**

Söz konusu koşullarda toksisiteye dayanımı yüksek bitkilerin seçilerek yetiştirilmesi, atıkların kontrollü depolanması veya zararsızlaştırılması gibi önlemlerin alınması yarar sağlayabilmektedir

# BOR (B)

Topraklarda toplam bor ortalama olarak 20-50 mg/kg arasında değişim göstermekte, **yarayışlı bor** ise toplam borun yaklaşık **% 10'u** yani **2-5 mg/kg** düzeyinde bulunmaktadır

**Kurak ve yarı-kurak bölgelerin topraklarında bor nemli ve yağışlı bölge topraklarından daha fazla miktarlarda bulunur**

Kurak ve yarı-kurak bölge topraklarında BOR NOKSANLIĞINDAN çok **BOR FAZLALIĞI ÖNEMLİ BİR SORUNDUR**

Bu alanlarda bor fazlalığı **HEM TOPRAKTAKİ BOR YÜKSEKLİĞİNDEN** HEM DE SULAMA SUYUYLA TOPRAĞA BOR İLAVESİNDEN kaynaklanır

Sulama sularındaki BOR SINIR DEĞERİ genelde 1 mg/kg olarak kabul edilmektedir

Elma, fasulye gibi duyarlı bitkilerde 0.3 mg/kg

Yulaf, mısır, patates gibi yarı duyarlı bitkilerde 1-2 mg/kg

Havuç, yonca, şekerpancarı gibi toleranslı bitkilerde 2-4 mg/kg düzeylerinin sulama sularında bulunabilecek bor için **KRİTİK DÜZEY** olduğu bildirilmiştir

## Bitkide Bor

Bor bitkiler tarafından  $B(OH)_3$  şeklinde ve genelde PASİF ALIM yoluyla alınmaktadır

Borun bitkideki hareketi oldukça düşüktür ve çoğunlukla ksilemde **TRANSPİRASYONLA** taşınır ve bu yönüyle **kalsiyum**'a benzer

Bor transpirasyonla taşındığından **yaprak ucu** ve **kenarlarında** birikmekte ve bu birikim zaman zaman toksik etki yapabildiğinden bitkiler bunu önlemek için bazen gutasyonla (su damlacıkları) boru bünyelerinden uzaklaştırmaktadırlar

Bor bitkilerde;

KÖK UZAMASI ve NÜKLEİK ASİT METABOLİZMASI

HÜCRE DUVARI SENTEZİ

FENOL ve OKSİN METABOLİZMASI

DOKU FARKLILAŞMASI

MEMBRAN FONKSİYONU

POLEN ÇİMLENMESİ ve POLEN TÜPÜ BÜYÜMESİ

KARBONHİDRAT ve PROTEİN METABOLİZMASI

üzerine etki yapan besin maddesidir



## Bor Noksanlığı

Borun yarayırlılığı özellikle **KİREÇLİ**, KİL KAPSAMI FAZLA ve pH'sı **YÜKSEK** TOPRAKLARDA AZALMAKTADIR

Bor noksanlığı ilk olarak **GENÇ YAPRAKLARDA** ve **DOKULARDA GÖRÜLÜR**

**KURAK KOŞULLARDA DA BOR YARAYIŞLILIĞI AZALMAKTADIR**

Aynı toprakta yetiştirilen bitkilerde **BOR GEREKSİNİMİ** ve **ALIMI YÖNÜNDEN FARKLILIKLAR GÖRÜLEBİLMEKTEDİR**

**BİTKİDE KRİTİK NOKSANLIK DÜZEYİ;**

**Tahıllarda 5-10 mg/kg**

**Üçgül 20-70 mg/kg**

**Haşhaş 80-100 mg/kg'dır**



Bor noksanlığının genel belirtileri;

genç yapraklarda sarı, sarımsı-kırmızı renklenmeler ve kuruma...

genç yapraklarda rozet oluşumu...

küçük ve şekli bozuk yaprak oluşumu...

yaprak sapında, gövde ve yaprak damarlarında çatlama ve mantarlaşma...

çeneklerin genişlemesi...

boğum aralarının kısalması...

büyüme uçlarının kısalması...

tomurcuk ve çiçek oluşumunda azalma...

kök oluşumunda gerileme buna karşın yanıl kök sayında anormal artış...

meyvelerin iç kısmında boşluklar, çürümeler, camsı görünüm ve kahverengi lekeler...

Mısırdada;

bitkinin bodur kalması, genç yapraklarda yırtılma ve kıvrılmalar olması, **koçanların küçük ve az olması**, danelerin koçan üzerinde düzensiz bulunması

Pancarda;

**iç ve öz çürümesi**, genç yaprak saplarında kahverengi kabarıklıkların oluşması, vejetatif kısımlarda kararma ve kurumalar oluşması

Ayçiçeğinde;

bodurlaşma, yan dallarda artma, genç yapraklarda sararma ve **tablada şekil bozukluğu**, çiçeklenmenin olumsuz etkilenmesi

Domateste;

büyüme ucuna doğru boğumların kısılması, rozet oluşumu, büyüme uçlarının ölmesi, **meyve şeklinin bozulması ve meyve içinin kahverengileşmesi**

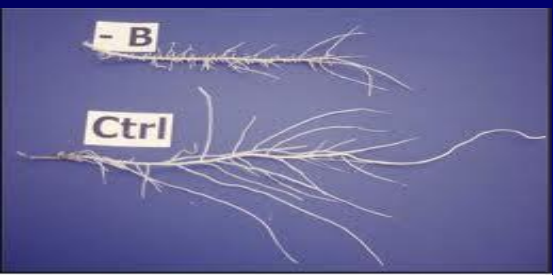
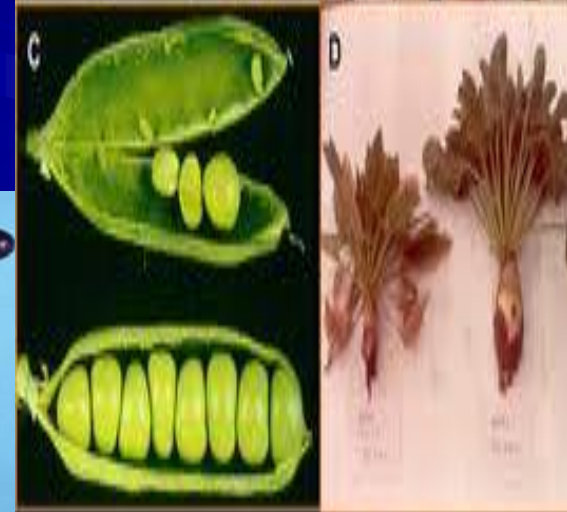
Elma ve armut ağaçlarında;

çiçeklerin aniden solması ve dökülmesi, **meyvelerin küçük kalması ve çatlama olması**, meyve etinde mantarlaşma,

Narenciyelerde;

genç yaprakların sararıp şeffaflaşması sonra sararıp kıvrılması, **sürgünlerde ve meyve sapında zamk benzeri yapışkan sıvı oluşumu**, meyvelerin susuz, kabukların kalın olması





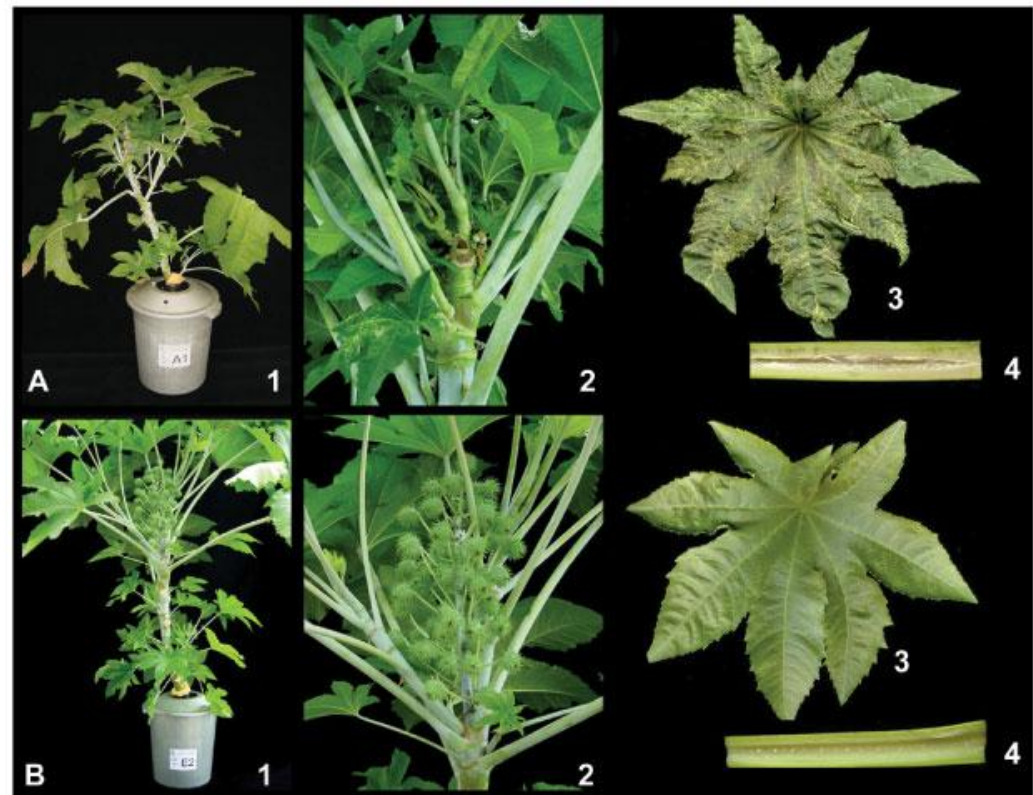
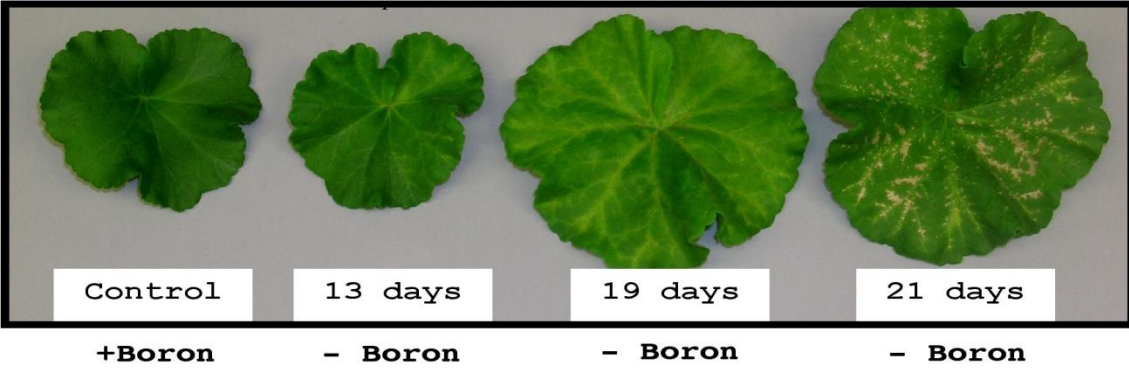
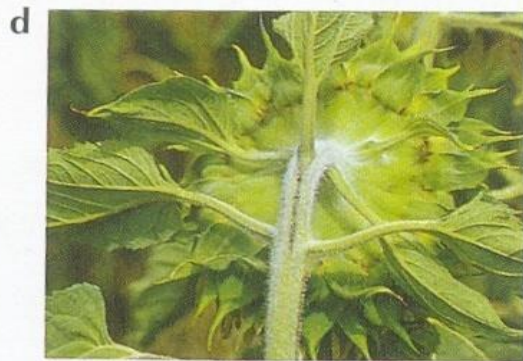
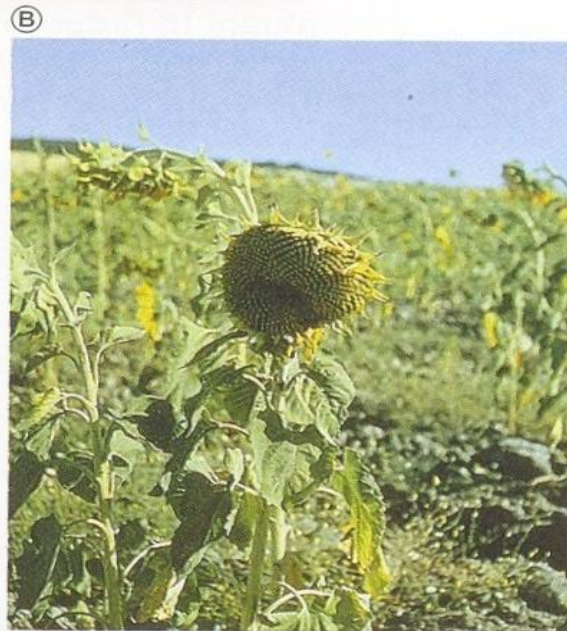


Figure 2 - Symptoms of boron deficiency in *Ricinus communis* L. A: Boron absent treatment; B: 0.27 mg L<sup>-1</sup> B. 1- General; 2- Fruits; 3- New leaf; 4- Petiole cross-section.



## Bor Fazlalığı

**BOR TOKSİKLİĞİ**; bor kapsamı yüksek sularla sulama yapılan bölgelerde ve bitkilerde, denizsel kökenli ana materyal üzerinde oluşmuş kurak ve yarı-kurak bölge topraklarında **YAYGIN OLARAK GÖRÜLMEKTEDİR**

Ayrıca **atık çamurlarının** ve kentsel atık kompostlarının uygulandığı alanlarda ve **termik santrallerin bulunduğu bölgelerde** de **BOR TOKSİKLİĞİ OLUŞABİLMEKTEDİR**

Bor toksikliğinin fizyolojisi tam olarak anlaşılmadığından halen bu konu üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır



BORUN YETERLİLİK ile TOKSİKLİK SINIRI ARASINDAKİ SINIRIN DAR OLMASI YÜZÜNDEN TOPRAKTA veya BİTKİDE BOR YETERSİZ DÜZEYDE İKEN UZUN SÜRELİ GÜBRELEME YAPILDIĞINDA ya da FAZLA GÜBRE VERİLDİĞİNDE BU SEFER TOKSİKLİK SÖZ KONUSU OLABİLMEKTEDİR

Kurak ve yarı-kurak bölgelerde kuyu sularının bor içeriği **2 mg/L** ve daha fazla olabilmekte ve bu sular uzun süreli ve fazla miktarlarda sulamada kullanıldıklarında toprakta ve bitkide yine **BOR TOKSİSİTESİNE** yol açmaktadırlar

Bor kapsamı çok yüksek tuzlu topraklar hariç **kireçleme yapılarak** bor toksisitesini kısmen önlemek mümkündür

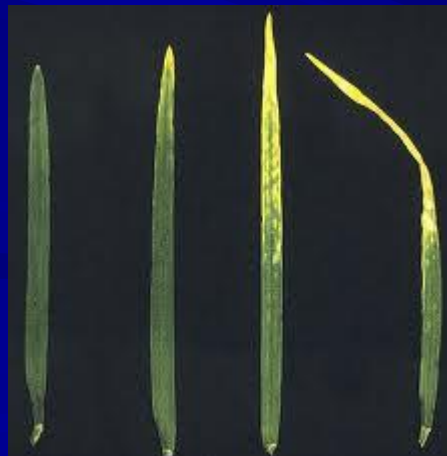
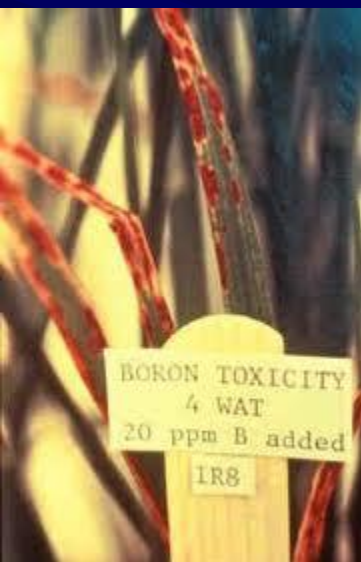
Çizelge. Topraktan ekstrakte edilebilir bor düzeylerine göre tolerans sınırları

| Ekstrakte edilebilir Bor,<br>mg/kg | Toksiklik derecesi                            |
|------------------------------------|---|
| <0.5                               | Toksisite yok                                 |
| 0.5-1.0                            | Toleransı düşük bitkilerde toksisite          |
| 1.0-5.0                            | Orta derecede toleranslı bitkilerde toksisite |
| 5.0-10.0                           | Toleransı yüksek bitkilerde toksisite         |

Corn - B toxicity - field



NC STATE UNIVERSITY | IP City photo collection | SOIL SCIENCE



# MOLİBDEN (Mo)

Çoğu tarım toprağının toplam molibden kapsamı 0.6-3.5 mg/kg arasında değişir ve yararılı molibden kapsamı ise yaklaşık 2.0 mg/kg düzeyindedir

Molibden toprakta molibdat anyonu ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) şeklinde bulunur ve bu özelliği nedeniyle diğer mikro elementlerden (Fe, Zn, Cu, Mn vb) ayrılır ve topraktaki davranışı dihidrojenfosfat ve ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) ve sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) iyonlarına benzer

Asit koşullara göre alkali koşullarda TOPRAKTA DAHA FAZLA YARAYIŞLI MOLİBDEN bulunur

Mo ve B diğer metalik katyonların (Fe, Zn, Mn, Cu) tersine pH'sı 5'ten küçük asit topraklarda kuvvetli bir şekilde tutulduklarından pH YÜKSELDİKÇE ALINABİLİRLİĞİ dolayısıyla BİTKİLERE YARAYIŞLILIĞI ARTAR

Kurak ve yarı kurak bölgelerde genelde Mo yönünden bir sorun yoktur

Toprakta molibden;

Minerallerin yapısında (Molibdenit)  
kolloid yüzeylerinde adsorbe edilmiş  
toprak çözeltisinde iyon formunda ( $\text{MoO}_4$ )

bulunur

## Bitkide Molibden

Molibden bitkilerce  $\text{MoO}_4^{2-}$  iyonu şeklinde alınmaktadır

Kesin olmamakla birlikte molibdenin AKTİF yolla alındığı öne sürülmektedir

Molibden bitki bünyesinde kolay taşınabilen bir besin maddesidir

Bitkilerin molibdene gereksinimleri  $1 \text{ mg/kg}$  olduğu halde bazen ihtiyaçtan daha fazla molibden bitkilerce alınabilir, biriktirilebilir ve çok çok yüksek düzeyler (bir kaç bin mg) hariç toksiklik de söz konusu olmayabilir

Bitkilerin Mo gereksinimi türlere göre farklılık göstermektedir

Karnabahar, lahana gibi bitkiler ile özellikle nodül oluşturan bitkilerin Mo ihtiyacı diğer bitkilere daha yüksektir

Asit topraklara uyum sağlamış bitkilerin Mo gereksinimi daha düşüktür

Genelde çift çenekli bitkiler tek çeneklilere oranla Mo noksanlığına daha fazla duyarlıdırlar

Molibden bitkilerde;

ENZİMLER (Nitrogenaz, Nitrat redüktaz)

FOSFORİLASYON

PROTEİN SENTEZİ

KLOROFİL ve FOTOSENTEZ

üzerine etki yapan besin maddesidir





## Molibden Noksanlığı

Bitki türüne bağlı olarak **MOLİBDEN NOKSANLIĞI İÇİN KRİTİK SINIR DEĞERİ** kuru ağırlıkta **0.1-1.0 mg/kg** arasında değişebilmektedir

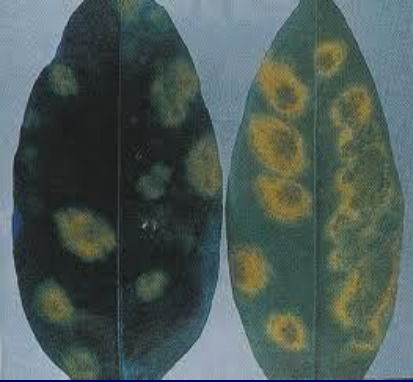
Molibden noksanlığı ilk olarak **ORTA YAŞLI** ve **YAŞLI YAPRAKLARDA ORTAYA ÇIKAR**, yapraklarda sararmanın (kloroz) yanı sıra içe doğru kıvrılma ve kahverengi lekeler görülür

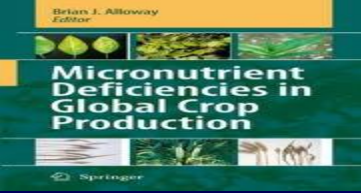
Molibden noksanlığının bitkilerde en tipik belirtisi **KAMÇI KUYRUK** olarak adlandırılan yapraklar ayasının oluşmamasından kaynaklanan şekil bozukluğunun ortaya çıkmasıdır

Yarayışlı molibden kapsamı az olan topraklarda **tohuma molibden uygulanması** erken gelişim döneminde noksanlığı önleme ve sonraki dönemde de molibdenden yaralanmayı artırmak için iyi bir önlemdir



Kamçı kuyruk





## Molibden Fazlalığı

Pratikte Mo noksanlığı çok fazla görülmemektedir ve Mo noksanlığı ile toksikliği arasındaki sınırın bitkide oldukça geniş olması (0.1-1000 mg/kg) bunun temel nedenidir

Toksiklik özellikle molibdeni fazla içeren bitkileri yiyen geviş getiren hayvanlarda sorun oluşturabilmektedir

Kuru ağırlıkta 5-10 mg/kg'dan daha fazla Mo içeren yem bitkilerini yiyen hayvanlarda **MOLİBDENOZİS** adı verilen ve özellikle bünyede bakır yetersizliğinde daha şiddetli olarak koyunlarda ishal şeklinde görülen hastalanmaya yol açmaktadır

Sülfat ( $SO_4$ ) ile **Molibdat** ( $MoO_4$ ) iyonları arasında antagonistik etkileşim olduğundan, **molibden toksisitesi** toprağa **sülfatlı bileşikler** uygulanarak önlemek mümkündür





Tarımçıların gurur tablosu



HEPİNİZE BAŞARILAR...

Prof. Dr. Cihat Kütük

