

BOR (B)

1. Toprakta Bor

- * Toprakta bor;
 - * Toprak çözeltisinde H_3BO_3 veya $B(OH)_4^-$ formunda,
 - * Toprak kolloidlerince adsorbe edilmiş durumda,
 - * Bor' lu minerallerde olmak üzere 3 şekilde bulunur.

1. Toprakta Bor

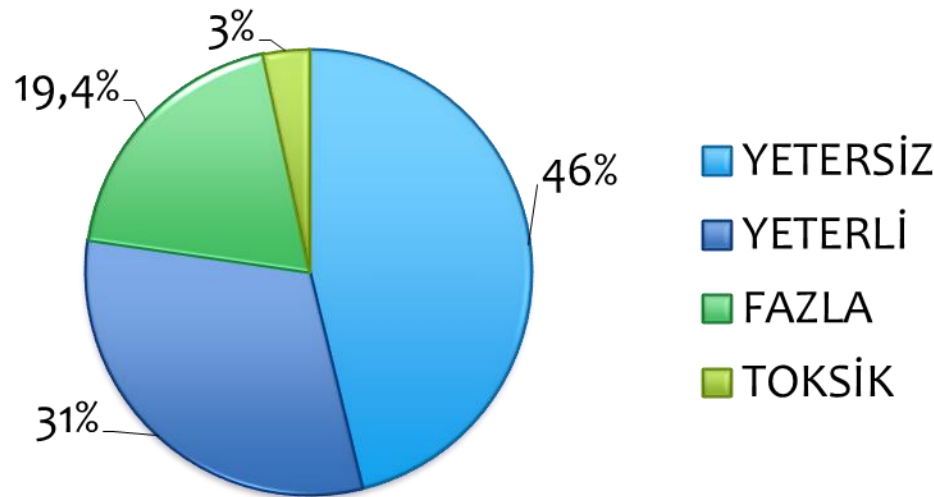
- * Topraklardaki toplam bor ortalama $20-50 \text{ mg kg}^{-1}$ dır.
- * Toprakta çözünebilir şekilde bulunan B bitkiler tarafından alınabilen formdur ve bu da toplam borun yaklaşın $1/10'$ una tekabül eder.

1. Toprakta Bor

- * Güneş vd. (1999) Beypazarı bölgesinde havuç yetiştirilen toprakların besin maddesi içeriklerini inceledikleri bir çalışmada yarayıklı B kapsamının 1,12-10,90 mg kg⁻¹ arasında değiştiiğini belirtmişlerdir.
- * Taban vd. (1997) Orta Anadolu' da çeltik tarımı yapılan topraklarda yarayıklı B kapsamının 1,36-6,25 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişleridir.
- * Alparslan vd. (2001) Akdeniz Bölgesi' nde sera topraklarının verimlilik durumlarını incelemiş ve yarayıklı B içeriklerinin 0,1-7,14 mg kg⁻¹ arasında değiştiiğini rapor etmişlerdir.

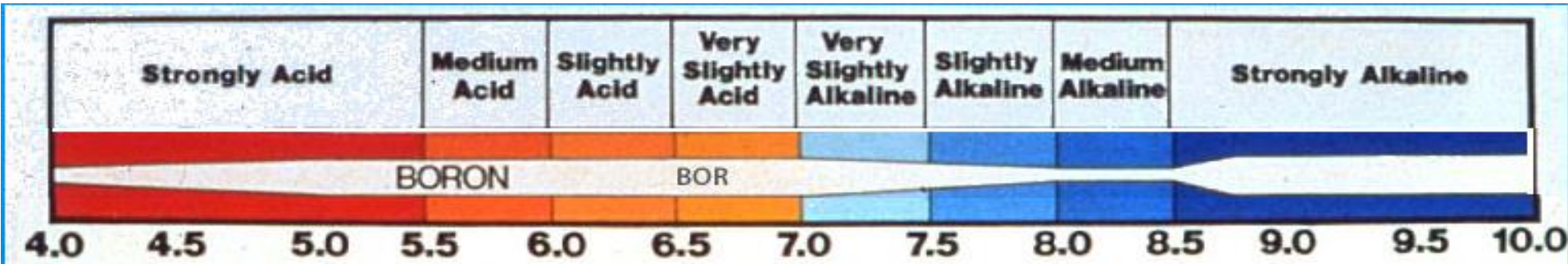
1. Toprakta Bor

- * Türkiye topraklarında bor içeriği yönünden yapılan bir değerlendirmede, topraklarımızın %46.2' sinde yetersiz, %31.1' inde yeterli, %19.4' ünde fazla ve %3.3' ünde toksik seviyede bor olduğu belirlenmiştir (Arcak, 2010)



1. Toprakta Bor

- * Toprak pH' sı arttıkça B' un adsorbsiyonu artar ve yararlılığı azalır.



- * Kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağışlı bölgelere göre daha fazla B bulunur. Hatta bu miktar toksik seviyelere ulaşabilmektedir.

2. Bitkide Bor

- * Bitkiler B' u pasif olarak H_3BO_3 formunda ve az da olsa aktif olarak $B(OH)_4^-$ formunda almaktadırlar.
- * Bitkilerdeki hareketliliği oldukça düşüktür.
- * B bitkide transpirasyon akışına göre ksilemde taşındığından yaprak uçları ve kenarlarında birikmektedir.

2. Bitkide Bor

- * Bitkide oksin metabolizmasında,
- * Şekerlerin taşınmasında ve depolanmasında,
- * Hücre duvarının yapısında,
- * Çiçeklenmede,
- * Meyve kalitesinde önemli rolleri bulunmaktadır.

3. Bor Noksanlığı

- * İmmobil bir element olduğu için ilk noksanlık belirtileri genç yapraklarda, meyvelerde ve sürgün uçlarında görölmektedir.
- * Özellikle çift çenekli bitkilerin B gereksinimi tek çeneklilere göre çok daha fazladır.

4. Bor Toksisitesi

- * Bor bitkide yararlılık sınırları çok dar olan bir elementtir.
- * Azlığı birçok fizyolojik bozukluğa neden olurken, sınır değerlerin biraz üzerine çıkan B düzeylerinde toksisite meydana gelmektedir.

MOLİBDEN

Toprakta Molibden

Toplam Mo

İyi ayrılmış topraklarda $2-4 \text{ mg kg}^{-1}$

az ayrılmış topraklarda $0.2-36 \text{ mg kg}^{-1}$

Tarım topraklarında $0.6-3.5 \text{ mg kg}^{-1}$ (2 mg kg^{-1})

Yarayışlı Mo →→→ ortalama 0.2 mg kg^{-1} (ANA MATERYALE BAĞLI)

Sazlık-bataklık topraklar	$0.17-1.4 \text{ mg kg}^{-1}$
Gri-kahverengi podzolik topraklar	$0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$
Peat topraklar	$0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$
Podzolik topraklar	$0.09-0.36 \text{ mg kg}^{-1}$

Topraktaki Mo;

MİNERAL ↓	ORGANİK ↓	ADSORBE ↓	TOPRAK ÇÖZELTİSİNDE
Ferrimolibdat	$\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$	Kurşun molibdat (Wulfenite)	PbMoO_4
Kalsiyum molibdat (Powellit)		CaMoO_4 (ÇÖZÜNÜR)	

Mo, diğer ağır metallere farklı olarak toprakta anyon (MoO_4^{-2})

Topraktaki reaksiyonu fosfat ve sülfat gibidir

Adsorpsiyonu pH'ya bağlı;

Nötr koşullarda AZ

pH ↓ FAZLA

Alkali ortamda Mo miktarı > Asit ortamda Mo miktarı

Çözünebilen miktarı toplamın % 1

Cu, Zn, Fe ve Mn'ın tersine Mo ve B'un asit topraklarda ($\text{pH} < 5$) çok kuvvetli tutulması nedeniyle, pH yükseldikçe alınabilirliği ve bitkilere yararlılığı artar

Toprak pH'sı Mo kapsamını yansıtır

$\text{pH} < 5.5$ ise topraklarda Mo noksanlığı beklenmelidir

Her birim pH artışına bağlı olarak çözünebilir Mo 10-100 kat artar

Asit topraklarda bitkilerin Mo alımı < Alkali topraklarda Mo alımı

Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında Mo noksanlığı az görülür

KİREÇLEME !!!! = Mo gübre ($\text{OH}, \text{P} \leftrightarrow \text{MoO}_4$)

Toprak çözeltisinde Mo 2×10^{-8} - 8×10^{-8} M

Çözeltideki ve topraktaki Mo miktarı topraktan toprağa değişken

Mo;
kolloidlerde adsorbe çözeltide ve minerallerin yapısında

Ca-molibdat ve hidrate Mo oksitler ile indirgen koşullarda molibdenit (MoS_2)

Topraktaki Mo' in bir kısmı organik formda bulunur

Bitkide Molibden

Molibden alımı ve taşınımı

▶▶ Bitkiler molibdat (MoO_4^{-2}) anyonu olarak absorbe eder
AKTİF ALIM !!

▶▶ MoO_4^{-2} ' in bir çok özelliği, toprakta yayılsılığını ve bitkiler tarafından alınımını etkileyen sülfat (SO_4^{-2}) ve fosfat (H_2PO_4^-) a benzer

▶▶ Anyonlar arası rekabet nedeniyle

SO_4 anyonu Mo alımını ↓ H_2PO_4^- anyonu Mo alımını ↑

▶▶ TAŞINIM ksilemde MoO_4^{-2} , Mo-S aminoasit kompleksi veya şeker ya da diğer polihidroksi bileşiklerle oluşturulmuş **molibdat kompleksi** şeklinde

▶▶ Mo ksilem ve floemde kolay hareket ettiğinden uzun mesafe taşınımı
KOLAY

Mo' e fizyolojik gereksinim $< 1 \text{ mg kg}^{-1}$

- * fazla alınabilir ve biriktirilebilir
- * bir-kaç 1000 mg/kg TOKSİK
- * NO_3 ile beslenenlerin Mo ihtiyacı >> diğer N formları
- * Ortamdaki Mn arttıkça Mo ihtiyacı ARTAR
- * Mn, Zn, Cu, Cl alımı AZALTIR
- * FeSO_4 (Fe^{++}) alımı artırır, FeEDDHA AZALTIR
- * Asit koşullarda alım AZALIR
- * Mo, P metabolizmasında önemli (FOSFORİLASYON, $\text{Pi} \rightarrow \text{Porg}$)
- * Ac-fosfataz enzimlerini engelleyip P-esterlerinin parçalanmasını önler
- * Mo, Fe' fizyolojisini etkileyerek klorofil ve protein sentezini etkiler

- * Cruciferae ve baklagillerin Mo ihtiyacı FAZLA
- * Asit koşullara adapte bitkilerin Mo ihtiyacı AZ
- * Mo noksanlığına ÇİFT ÇENEKLİLER DAHA DUYARLI
- * Enzimler, (nitrat redüktaz, nitrogenaz, ksantin oksidaz/dehidrogenaz ve SÜLFİT REDÜKTAZ) kofaktör olarak Mo içerir (YAPISAL, KATALİTİK, REDOKS)
- * 23.2.2. NİTROGENAZ

Çizelge 23.1. Molibden noksanlığı olan toprakta yetiştirilen kızılağaç bitkilerinin gelişim ve N kapsamına Mo uygulamasının etkisi (Becking, 1961)

Parametre	Mo uygulaması ($\mu\text{g saksı}^{-1}$)	Yaprak	Gövde	Kök	Nodül
Kuru ağırlık (g saksı ⁻¹)	0	1.79	0.59	0.38	0.007
	150	5.38	2.20	1.24	0.132
N kapsamı (%)	0	2.29	0.92	1.79	2.77
	150	3.58	1.17	1.83	3.26

- * Mo' in etkisi N formuna bağlı
- * Mo, N fiksasyonu için GEREKLİ
- * Mo noksan olan yerde Mo= N gübrelemesi

Çizelge 23.2. Azot ve Mo gübrelemesinin pH' sı 5.6 olan bir toprakta yetiştirilen nodül oluşturan ve oluşturmeyen soya fasulyesi bitkilerinin tohum verimi ile yaprakların N kapsamına etkileri (Parker ve Harris, 1977)

	Uygulama (g Mo ha ⁻¹)	Nodül oluřturmeyen (kg N ha ⁻¹)				Nodül oluřturan (kg N ha ⁻¹)			
		0	67	134	201	0	67	134	201
N (%)	0	3.1	4.6	5.3	5.6	4.3	5.1	5.4	5.6
	34	3.6	4.7	5.3	5.6	5.7	5.5	5.6	5.6
Tohum (t ha⁻¹)	0	1.71	2.66	3.00	3.15	2.51	2.76	3.08	3.11
	34	1.62	2.67	2.94	3.16	3.05	3.11	3.23	3.13

23.2.3. Nitrat Redüktaz (NR)

Mo, NR' ı aktive eder (N formu önemli)

Çizelge 23.3. Azot formu ve Mo' in pH' sı kireçle tamponlanmış ortamda yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi ile klorofil, nitrat ve askorbik asit kapsamına etkisi (Hewitt ve McCready, 1956)

N formu	Kuru ağırlık (g)		Klorofil (mg(100g) ⁻¹ yaş ağ.)		Nitrat (mg g ⁻¹)		Askorbik asit (mg(100g) ⁻¹ yaş ağ.)	
	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo
NO ₃	9.6	25.0	8.9	15.8	72.9	8.7	99	195
NH ₄	15.9	19.4	21.6	17.4	10.4	8.7	126	184

Steril olmayan ortamlarda

NH₄-nitrifikasyon--NO₃ birikimi

Mo, elektokonfigürasyon açısından V ve W' a benzer

W, Mo noksanlığını giderir

NR' i nihibe eder (NO₃ birikir N metabolizması bozular)

* 23.2.4. Mo içeren diğer enzimler

1) Ksantin oksidaz dehidrogenaz

(purinlerin ürik asite katabolik döngüsünü katalizler)

2) Sülfid oksidaz ($SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$)

* 23.2.5. Mo' e bağlı Metabolik Değişimler

Nitrogenaz \rightarrow N noksanlığı, metabolik değişimler

*Kamçı kuyruk

*Boğum aralarının kısalması

*Genç yapraklarda kloroz

*Aminoasit ve org. Asit birikimi

*Düşük sıcaklık ve suyla doygunluğa hassasiyet

*Polen oluşumu (çiçeklenme gecikir, çiçek açılmaz)

*Polen taneleri küçüktür ve nişasta içermez

*İnvertaz aktivitesi \rightarrow düşer zayıf polen çimlenmesi

Çizelge 23.4. Mısır bitkisine uygulanan Mo' in polen oluşumu ve canlılığına etkisi

Mo uygulaması (mg kg ⁻¹)	Polen tanelerinin Mo kapsamı (µg g ⁻¹)	Polen üretim kapasitesi (polen sayısı /anter)	Polen çapı (µm)	Polen canlılığı (% çimlenen)
20	92	2437	94	86
0.1	61	1937	85	51
0.01	17	1300	68	27

* 23.3. Mo Noksanlığı ve Fazlalığı

*Yaprakta kritik noksanlık düzeyi $0.1-1 \text{ mg kg}^{-1}$ (Bitki türü ve N formuna bağlı)

*Baklagil tohumlarının Mo kapsamı >> diğer tohumlar

KAMÇI KUYRUK en belirgin Mo noksanlık belirtisi

KİREÇLEME = Mo Gübrelemesi

Çizelge 23.5. Toprak pH' sı ve Mo uygulaması ile soya fasulyesinin kuru ağırlığı ve Mo kapsamı arasındaki ilişkiler (Mortvedt, 1981)

Parametre	Mo uygulaması (mg saksı ⁻¹)	Toprak pH' sı		
		5.0	6.0	7.0
Kuru ağırlık (g saksı ⁻¹)	0	14.9	18.9	22.5
	5	19.6	19.5	20.4
Yaprak Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)	0	0.09	0.82	0.90
	5	1.96	6.29	18.50

Mo içeriği yüksek tohumlar ya da tohumlara Mo uygulaması FAYDALI

100 g Mo → tohuma = 60 kg/ha N

Çizelge 23.6. Soya fasulyesi tohumlarının Mo kapsamı ile bu tohumların Mo noksanlığı olan toprakta yetiştirilmesiyle elde edilen ürün arasındaki ilişkiler

Tohumların Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)	Ürün miktarı (kg ha ⁻¹)
0.05	1505
19.0	2332
48.4	2755

* Mo floemde kolay taşındığından

Yaprağa Mo uygulaması daha etkilidir, nodüllere kolay taşındığı için baklagillerde etkili

Çizelge 23.8. Toprağa veya yaprağa Mo uygulamasının, Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerfıstığı bitkisinin kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka, 1993)

Mo uygulaması (g ha ⁻¹)	Kuru ağırlık (kg ha ⁻¹)	N alımı (kg ha ⁻¹)	Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)		
			Yaprak	Nodül	Tohum
0	2685	70	0.02	0.4	0.02
200 (toprağa)	3413	90	0.02	1.5	0.20
200 (yaprağa)	3737	101	0.05	3.7	0.53

Toprağa uygulamanın etkisiz olması;

**fiksasyon

**kök alımının engellenmesi (SO₄ x MoO₄ interaksyonu)

SP (jips) !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Çizelge 23.9. Fosforlu gübrelerin (13 kg P ha⁻¹) Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerfıstığının kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka vd., 1993)

Fosforlu gübreler	Kuru ağırlık (kg ha ⁻¹)	N alımı (kg ha ⁻¹)	Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)		
			Yaprak	Nodül	Tohum
-P	2000	52	0.22	4.0	1.0
+SP	2550	62	0.09	1.5	0.1
+TSP	3150	81	0.31	8.2	3.1

- * Mo noksanlık ve toksiklik sınırı geniş (0.1-1000 ppm). Yüksek Mo kapsamı tohum açısından faydalı
- * Hayvanlarda Mo toksikliği açısından tehlikeli
- * $> 5-10 \text{ mg kg}^{-1}$ Mo hayvanlarda Cu noksanlığı \rightarrow Molibdenozis olarak bilinen hastalığa yol açar
- * Toksiklik tehlikesi, özellikle genç bitkilerden kaynaklanabilir \rightarrow seyrelme etkisi
- * Cu kapsamı düşük ve Mo kapsamı $> 5 \text{ mg kg}^{-1}$ ise koyunlarda ishal vakaları !!!!!!!
- * Fakat bu olumsuz etki hayvanlara sadece Cu uygulamasıyla giderilebilmektedir.
- * Bitkilerin Mo kapsamı sülfat uygulamasıyla azaltılabilir
Bitkiler oldukça yüksek Mo düzeylerine karşı toleranslıdırlar ve pratikte Mo toksikliği nadiren görülür.

MOLİBDEN

Toprakta Molibden

Toplam Mo

İyi ayrılmış topraklarda $2-4 \text{ mg kg}^{-1}$

az ayrılmış topraklarda $0.2-36 \text{ mg kg}^{-1}$

Tarım topraklarında $0.6-3.5 \text{ mg kg}^{-1}$ (2 mg kg^{-1})

Yarayışlı Mo →→→ ortalama 0.2 mg kg^{-1} (ANA MATERYALE BAĞLI)

Sazlık-bataklık topraklar $0.17-1.4 \text{ mg kg}^{-1}$

Gri-kahverengi podzolik topraklar $0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$

Peat topraklar $0.1-0.5 \text{ mg kg}^{-1}$

Podzolik topraklar $0.09-0.36 \text{ mg kg}^{-1}$

Topraktaki Mo;

MİNERAL ↓	ORGANİK ↓	ADSORBE ↓	TOPRAK ÇÖZELTİSİNDE
Ferrimolibdat	$\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$	Kurşun molibdat (Wulfenite)	PbMoO_4
Kalsiyum molibdat (Powellit)		CaMoO_4 (ÇÖZÜNÜR)	

Mo, diğer ağır metallere farklı olarak toprakta anyon (MoO_4^{-2})

Topraktaki reaksiyonu fosfat ve sülfat gibidir

Adsorpsiyonu pH'ya bağlı;

Nötr koşullarda AZ

pH ↓ FAZLA

Alkali ortamda Mo miktarı > Asit ortamda Mo miktarı

Çözünebilen miktarı toplamın % 1

Cu, Zn, Fe ve Mn'in tersine Mo ve B'un asit topraklarda ($\text{pH} < 5$) çok kuvvetli tutulması nedeniyle, pH yükseldikçe alınabilirliği ve bitkilere yararlılığı artar

Toprak pH'sı Mo kapsamını yansıtır

$\text{pH} < 5.5$ ise topraklarda Mo noksanlığı beklenmelidir

Her birim pH artışına bağlı olarak çözünebilir Mo 10-100 kat artar

Asit topraklarda bitkilerin Mo alımı < Alkali topraklarda Mo alımı

Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında Mo noksanlığı az görülür

KİREÇLEME !!!! = Mo gübre (OH , $\text{P} \leftrightarrow \text{MoO}_4$)

Toprak çözeltisinde Mo 2×10^{-8} - 8×10^{-8} M

Çözeltideki ve topraktaki Mo miktarı topraktan toprağa değişken

Mo;
kolloidlerde adsorbe çözeltide ve minerallerin yapısında

Ca-molibdat ve hidrate Mo oksitler ile indirgen koşullarda molibdenit (MoS_2)

Topraktaki Mo' in bir kısmı organik formda bulunur

Bitkide Molibden

Molibden alımı ve taşınımı

▶▶ Bitkiler molibdat (MoO_4^{-2}) anyonu olarak absorbe eder
AKTİF ALIM !!

▶▶ MoO_4^{-2} ' ın bir çok özelliği, toprakta yarayışlılığını ve bitkiler tarafından alınımını etkileyen sülfat (SO_4^{-2}) ve fosfat (H_2PO_4^-) a benzer

▶▶ Anyonlar arası rekabet nedeniyle

SO_4 anyonu Mo alımını ↓ H_2PO_4^- anyonu Mo alımını ↑

▶▶ TAŞINIM ksilemde MoO_4^{-2} , Mo-S aminoasit kompleksi veya şeker ya da diğer polihidroksi bileşiklerle oluşturulmuş **molibdat kompleksi** şeklinde

▶▶ Mo ksilem ve floemde kolay hareket ettiğinden uzun mesafe taşınımı
KOLAY

Mo' e fizyolojik gereksinim $< 1 \text{ mg kg}^{-1}$

- * fazla alınabilir ve biriktirilebilir
- * bir-kaç 1000 mg/kg TOKSİK
- * NO_3 ile beslenenlerin Mo ihtiyacı >> diğer N formları
- * Ortamdaki Mn arttıkça Mo ihtiyacı ARTAR
- * Mn, Zn, Cu, Cl alımı AZALTIR
- * FeSO_4 (Fe^{++}) alımı artırır, FeEDDHA AZALTIR
- * Asit koşullarda alım AZALIR
- * Mo, P metabolizmasında önemli (FOSFORİLASYON, $\text{P}_i \rightarrow \text{Porg}$)
- * Ac-fosfataz enzimlerini engelleyip P-esterlerinin parçalanmasını önler
- * Mo, Fe' fizyolojisini etkileyerek klorofil ve protein sentezini etkiler

- * Cruciferae ve baklagillerin Mo ihtiyacı FAZLA
- * Asit koşullara adapte bitkilerin Mo ihtiyacı AZ
- * Mo noksanlığına ÇİFT ÇENEKLİLER DAHA DUYARLI
- * Enzimler, (nitrat redüktaz, nitrogenaz, ksantin oksidaz/dehidrogenaz ve SÜLFİT REDÜKTAZ) kofaktör olarak Mo içerir (YAPISAL, KATALİTİK, REDOKS)
- * 23.2.2. NİTROGENAZ

Çizelge 23.1. Molibden noksanlığı olan toprakta yetiştirilen kızılağaç bitkilerinin gelişim ve N kapsamına Mo uygulamasının etkisi (Becking, 1961)

Parametre	Mo uygulaması ($\mu\text{g saksı}^{-1}$)	Yaprak	Gövde	Kök	Nodül
Kuru ağırlık (g saksı ⁻¹)	0	1.79	0.59	0.38	0.007
	150	5.38	2.20	1.24	0.132
N kapsamı (%)	0	2.29	0.92	1.79	2.77
	150	3.58	1.17	1.83	3.26

- * Mo' in etkisi N formuna bağlı
- * Mo, N fiksasyonu için GEREKLİ
- * Mo noksan olan yerde Mo= N gübrelemesi

Çizelge 23.2. Azot ve Mo gübrelemesinin pH' sı 5.6 olan bir toprakta yetiştirilen nodül oluşturan ve oluşturmeyen soya fasulyesi bitkilerinin tohum verimi ile yaprakların N kapsamına etkileri (Parker ve Harris, 1977)

	Uygulama (g Mo ha ⁻¹)	Nodül oluřturmeyen (kg N ha ⁻¹)				Nodül oluřturan (kg N ha ⁻¹)			
		0	67	134	201	0	67	134	201
N (%)	0	3.1	4.6	5.3	5.6	4.3	5.1	5.4	5.6
	34	3.6	4.7	5.3	5.6	5.7	5.5	5.6	5.6
Tohum (t ha⁻¹)	0	1.71	2.66	3.00	3.15	2.51	2.76	3.08	3.11
	34	1.62	2.67	2.94	3.16	3.05	3.11	3.23	3.13

23.2.3. Nitrat Redüktaz (NR)

Mo, NR' ı aktive eder (N formu önemli)

Çizelge 23.3. Azot formu ve Mo' in pH' sı kireçle tamponlanmış ortamda yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi ile klorofil, nitrat ve askorbik asit kapsamına etkisi (Hewitt ve McCready, 1956)

N formu	Kuru ağırlık (g)		Klorofil (mg(100g) ⁻¹ yaş ağ.)		Nitrat (mg g ⁻¹)		Askorbik asit (mg(100g) ⁻¹ yaş ağ.)	
	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo	-Mo	+Mo
NO ₃	9.6	25.0	8.9	15.8	72.9	8.7	99	195
NH ₄	15.9	19.4	21.6	17.4	10.4	8.7	126	184

Steril olmayan ortamlarda

NH₄-nitrifikasyon--NO₃ birikimi

Mo, elektokonfigürasyon açısından V ve W' a benzer

W, Mo noksanlığını giderir

NR' i nihibe eder (NO₃ birikir N metabolizması bozular)

* 23.2.4. Mo içeren diğer enzimler

1) Ksantin oksidaz dehidrogenaz

(purinlerin ürik asite katabolik döngüsünü katalizler)

2) Sülfid oksidaz ($SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$)

* 23.2.5. Mo' e bağlı Metabolik Değişimler

Nitrogenaz \rightarrow N noksanlığı, metabolik değişimler

*Kamçı kuyruk

*Boğum aralarının kısalması

*Genç yapraklarda kloroz

*Aminoasit ve org. Asit birikimi

*Düşük sıcaklık ve suyla doygunluğa hassasiyet

*Polen oluşumu (çiçeklenme gecikir, çiçek açılmaz)

*Polen taneleri küçüktür ve nişasta içermez

*İnvertaz aktivitesi \rightarrow düşer zayıf polen çimlenmesi

Çizelge 23.4. Mısır bitkisine uygulanan Mo' in polen oluşumu ve canlılığına etkisi

Mo uygulaması (mg kg ⁻¹)	Polen tanelerinin Mo kapsamı (µg g ⁻¹)	Polen üretim kapasitesi (polen sayısı /anter)	Polen çapı (µm)	Polen canlılığı (% çimlenen)
20	92	2437	94	86
0.1	61	1937	85	51
0.01	17	1300	68	27

* 23.3. Mo Noksanlığı ve Fazlalığı

*Yaprakta kritik noksanlık düzeyi $0.1-1 \text{ mg kg}^{-1}$ (Bitki türü ve N formuna bağlı)

*Baklagil tohumlarının Mo kapsamı >> diğer tohumlar

KAMÇI KUYRUK en belirgin Mo noksanlık belirtisi

KİREÇLEME = Mo Gübrelmesi

Çizelge 23.5. Toprak pH' sı ve Mo uygulaması ile soya fasulyesinin kuru ağırlığı ve Mo kapsamı arasındaki ilişkiler (Mortvedt, 1981)

Parametre	Mo uygulaması (mg saksı ⁻¹)	Toprak pH' sı		
		5.0	6.0	7.0
Kuru ağırlık (g saksı ⁻¹)	0	14.9	18.9	22.5
	5	19.6	19.5	20.4
Yaprak Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)	0	0.09	0.82	0.90
	5	1.96	6.29	18.50

Mo içeriği yüksek tohumlar ya da tohumlara Mo uygulaması **FAYDALI**

100 g Mo-→ tohuma = 60 kg/ha N

Çizelge 23.6. Soya fasulyesi tohumlarının Mo kapsamı ile bu tohumların Mo noksanlığı olan toprakta yetiştirilmesiyle elde edilen ürün arasındaki ilişkiler

Tohumların Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)	Ürün miktarı (kg ha ⁻¹)
0.05	1505
19.0	2332
48.4	2755

* Mo floemde kolay taşındığından

Yaprağa Mo uygulaması daha etkilidir, nodüllere kolay taşındığı için baklagillerde etkili

Çizelge 23.8. Toprağa veya yaprağa Mo uygulamasının, Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerbıstığı bitkisinin kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka, 1993)

Mo uygulaması (g ha ⁻¹)	Kuru ağırlık (kg ha ⁻¹)	N alımı (kg ha ⁻¹)	Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)		
			Yaprak	Nodül	Tohum
0	2685	70	0.02	0.4	0.02
200 (toprağa)	3413	90	0.02	1.5	0.20
200 (yaprağa)	3737	101	0.05	3.7	0.53

Toprağa uygulamanın etkisiz olması;

**fiksasyon

**kök alımının engellenmesi (SO₄ x MoO₄ interaksyonu)

SP (jips) !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Çizelge 23.9. Fosforlu gübrelerin (13 kg P ha⁻¹) Mo kapsamı düşük asit kumlu toprakta yetiştirilen yerbıstığının kuru madde üretimi, N alımı ve Mo kapsamına etkisi (Rebafka vd., 1993)

Fosforlu gübreler	Kuru ağırlık (kg ha ⁻¹)	N alımı (kg ha ⁻¹)	Mo kapsamı (mg kg ⁻¹)		
			Yaprak	Nodül	Tohum
-P	2000	52	0.22	4.0	1.0
+SP	2550	62	0.09	1.5	0.1
+TSP	3150	81	0.31	8.2	3.1

- * Mo noksanlık ve toksiklik sınırı geniş (0.1-1000 ppm). Yüksek Mo kapsamı tohum açısından faydalı
- * Hayvanlarda Mo toksikliği açısından tehlikeli
- * $> 5-10 \text{ mg kg}^{-1}$ Mo hayvanlarda Cu noksanlığı \rightarrow *Molibdenozis* olarak bilinen hastalığa yol açar
- * Toksiklik tehlikesi, özellikle genç bitkilerden kaynaklanabilir \rightarrow seyrelme etkisi
- * Cu kapsamı düşük ve Mo kapsamı $> 5 \text{ mg kg}^{-1}$ ise koyunlarda ishal vakaları !!!!!!!
- * Fakat bu olumsuz etki hayvanlara sadece Cu uygulamasıyla giderilebilmektedir.
- * Bitkilerin Mo kapsamı sülfat uygulamasıyla azaltılabilir
Bitkiler oldukça yüksek Mo düzeylerine karşı toleranslıdırlar ve pratikte Mo toksikliği nadiren görülür.