

### **TOPRAK ve BİTKİ BESİN MADDELERİ**

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesi toprak, iklim faktörleri ve bitkinin genetik özelliklerine bağlıdır. Toprak ve iklim faktörleri dış faktörler olarak adlandırılır.

**Dış faktörler;** Hava, Işık, Su, Sıcaklık, Mekanik tutunma yeri ve Bitki besin maddeleri.

**İç faktörler** ise bitkinin metabolizması, biyolojik veya genetik yapısıyla ilgili olan faktörlerdir.

Bu faktörlerden bir veya bir kaçının eksik olması durumunda bitki gelişimi sınırlandırılır veya durur. Hava, ışık ve sıcaklık gibi dış faktörler insanlar tarafından çok az etki yapılabildiği halde iyi toprak işleme ve gübre kullanımı ile diğer dış faktörler üzerinde etkili olunabilmektedir.

Bitkiler beslenmeleri için gerekli olan besin maddelerinin çoğunu topraktan alırlar. Bunlardan biri veya birkaçı toprakta az miktarda bulunursa ürün miktarı da az olan bu elementlere bağlı olarak az veya sınırlı olacaktır. Bitki gelişimi için mutlaka gerekli olan bu elementlere **“esas veya mutla gerekli bitki besin elementleri”** adı verilir. Bitki gelişimi için 16 mutlak gerekli bitki besin elementi saptanmıştır.

<b><u>MAKRO ELEMENTLER:</u></b> Bitki tarafından nispeten fazla miktarda kullanılan esas bitki besin elementleri		<b><u>MİKRO (İZ) ELEMENTLER:</u></b> Bitki tarafından nispeten az miktarda kullanılan esas bitki besin elementleri
Daha çok su ve atmosferden alınanlar	Toprak ve toprak çözeltilisinden alınanlar	Toprak ve toprak çözeltilisinden alınanlar
Karbon (C), Hidrojen (H), Oksijen (O)	Azot (N) Fosfor (P) Potasyum (K) Kalsiyum (Ca) Magnezyum (Mg) Kükürt (S)	Demir (Fe) Manganez (Mn) Çinko (Zn) Bakır (Cu) Bor (B) Molibden (Mo) Klor (Cl)

#### **A) MAKRO ELEMENTLER:**

Bitkiler tarafından fazla miktarda alınıp kullanıldıkları için makro besin elementleri adını alırlar. Bitki gelişimi bu elementlerin noksanlığında veya yavaş yavaş yavaş olmaları durumunda geriler veya durur. Bunlardan O, C ve H çoğunlukla atmosfer havasından veya topraktaki hava ve sudan alınmasına karşılık geri kalan elementlerin tamamı topraktan alınmaktadır.

**KARBON (C), OKSİJEN (O), HİDROJEN (H)**

Atmosfer havası, içerisinde %21 oksijen, %79 azot ve %0.03 karbondioksit bulunan bir gazdır. Karbon ve oksijenin büyük bir kısmı bitki tarafından fotosentezle doğrudan atmosferden alınır. Karbondioksit atmosferin %0.03 gibi çok az bir kısmını teşkil etse de bu miktar her bitkinin büyümesine yetecek seviyededir. Hidrojen, genelde bitki tarafından topraktan alınan su yoluyla sağlanır. Karbon, oksijen ve hidrojenin toplamı bitkinin kuru ağırlığının % 94 ile % 99.5'ini oluşturur.

**1. AZOT (N)**

Azot, toprağı oluşturan kayaların yapısında hiç yoktur veya çok az miktardadır. Topraktaki azotun hemen hepsi atmosfer havasında gaz halinde bulunan azottan gelmektedir. Havanın büyük bir kısmı ( yaklaşık olarak 4/5'i ) azot ve geri kalan kısmı ise oksijendir. Topraktaki azotun kaynağı, organik maddedir; yani toprakta kalan bitkiler ve hayvansal artıklarıdır. Azot topraktaki organik maddenin yaklaşık %5'idir. Organik maddedeki toplam azotun toprakta bitkiye yararlı olan kısmı ise mikrobiyal faaliyetler sonucu açığa çıkan %1'lik kısmıdır. Bu nedenle organik maddesi az olan toprak genellikle azot bakımından fakir topraktır. Toprak organik maddesinin çürüyüp parçalanması sonucunda meydana gelen azot, bitkiler tarafından kullanılır. Topraktaki toplam azot miktarı genellikle %0.05 ile %0.2 arasında değişmektedir.

Hava azotunun çoğu yonca, korunga, üçgül, hayvan bezelyesi, fasulye, nohut, bakla, soya fasulyesi, fiğ vb. gibi baklagil bitkileri yoluyla toprağı ilave edilmiş olur. Havanın serbest azotu bu bitkilerin köklerinde yaşayan çok küçük canlılar yoluyla köklerin üzerindeki nodül denilen yumrucuklar içerisinde toplanır. Baklagil olmayan buğday, mısır, şeker pancarı, pamuk vb. gibi diğer bütün bitkiler tarafından toprağı ilave edilen azotu kullanırlar. Bu azotun toprakta yeteri kadar bulunmadığı hallerde azot ihtiyacı azotlu gübrelerden temin edilir.

**Azotun Bitkideki Fonksiyonları:** Protein, amino asit, enzim ve klorofilin yapısına girerler. Topraktaki normal düzeyleri bitkinin vejetatif (yeşil) kısımlarının iyi gelişmesini sağlar. Diğer besin elementlerinin de ortamda yeterli düzeyde bulunması durumunda fazla azot büyümeyi ve erken olgunlaşmayı sağlar.

**Azot Noksanlığında:** Bütün bitki soluk sarı-yeşil bir renk alır, sararma genellikle yaşlı alt yapraklardan başlar. Büyüme yavaşlar. Kök sistemi küçük kalır. Olgunlaşmış bitkilerde gövde küçük olup az ürün verirler, ürünlerdeki protein miktarı azalır. Domates bitkisinde azot noksanlığının ilk belirtileri genellikle bitkinin alt yapraklarında görülür. Yaprak ayasında

homojen bir renk açılması ve daha ileri safha da yapraklarda sararma görülür. Bitkinin boyunda küçülme, yapraklar ince yapılı ve daha az sayıda yaprak ve dal oluşumu görülür. Ürün miktarı üzerinde en fazla etkili besin elementi olması nedeni ile üründe önemli derecede azalma görülür.



Domateste azot (N) noksanlığı



Domateste azot (N) noksanlığı



Çayda azot (N) noksanlığı



Hıyarda azot (N) noksanlığı



Turunçgillerde azot (N) noksanlığı



Mısırdaki azot (N) noksanlığı



Bağda azot (N) noksanlığı ve aşırı N kullanımı

### **Gereğinden Fazla Azot Kullanımında:**

Aşırı büyüme dallanma, mekaniksel zararlara ve hastalıklara elverişli gevşek ve sulu dokular meydana gelir. Olgunlaşma gecikir. Tahılın yatmasına sebep olur. Şeker pancarında şeker miktarı azalır.

### **Bitkilerce Azotun Topraktan Alımı:**

Bitkiler azotu topraktan genellikle amonyum ( $\text{NH}_4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3$ ) şeklinde, suda erimiş iyonlar olarak alırlar. Bitkilerin kullanabileceği bu azot topraktaki toplam azotun %2'si kadardır. Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) halinde olanlar nitrat azotuna ( $\text{NO}_3^-$ ) kıyasla toprakta daha iyi tutunurlar ve yağışlarla toprak derinliklerine yıkanmaları daha az olur. Amonyak azotunun toprakta daha iyi tutunmasına karşılık, toprak yüzeyinde bırakıldığında özellikle kireçli topraklarda ve sıcakta, gaz haline dönüşerek kaybolma tehlikesi vardır. Bu nedenle gerek amonyak ve gerekse nitrat halindeki azottan bitkilerin en iyi şekilde yararlanmasını temin edecek tedbirleri almak gerekli olmaktadır. Toprağa uygulanan bütün azotlu gübreler, mikrobiyal aktivite sonucunda nitrat azotuna ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşürler. Nitrat bitkiye yararlı azot formudur, fakat yağışlarla veya sulama suyu ile kolaylıkla yıkanarak kaybolur. Yıkanma

suretiyle nitrat kaybı, büyük ölçüde, iklim ve toprak şartlarına bağlıdır. Nitrat, topraktaki diğer katyonların alınmasının teşvik ederken, amonyum formu anyonları alınmasından yararlı olur.

Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) azotunun toprakta nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) azotuna dönüşümü bakteriler vasıtası ile iklim ve toprak şartlarına bağlı olarak meydana gelir. Topraktaki uygun rutubet, havalanma, ısı ve toprak reaksiyonu (pH) gibi faktörlerle dönüşüm hızlanır, buna karşılık soğuk, yaş ve asitliğin çok fazla olduğu hallerde ise yavaşlar.

## **2. FOSFOR (P)**

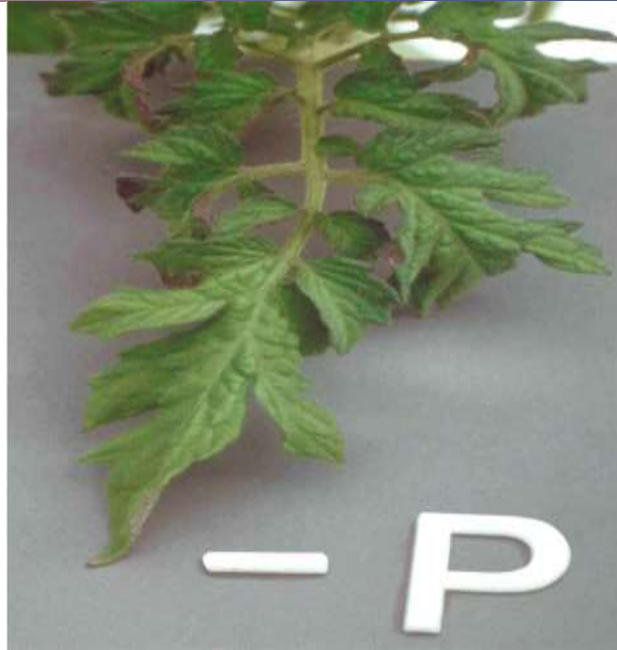
Topraktaki toplam fosfor miktarı genellikle %0.02 ile %0.14 arasında değişmekte olup azot ve potasyum gibi diğer bitki besin maddelerine göre daha azdır ve bu yüzden gübrelerde en çok kullanılan elementlerden birisidir. Topraktaki bitki ve hayvan artıklarının içeriğinde bulunan organik fosfor, toprağın fosfor deposu olarak düşünülebilir. Bu fosfordan bitkilerin yararlanması için toprakta organik maddenin parçalanması ve çürümesi gerekmektedir. Fosfor bitkinin tohum ve meyvelerinde, yaprak ve diğer kısımlarına göre daha fazla bulunur.

**Fosforun Bitkideki Fonksiyonları:** Bitki hücrelerindeki proteinlerin yapısına girer, çiçek ve meyve oluşumunda önemlidir. Bitkide protein ve yağların oluşumuna yardım eder. Bitkide nişastanın şekere dönüşmesine yardımcı olur. Potasyumun bitkiler tarafından topraktan daha iyi alınmasını sağlar. Fosforun bitkideki en büyük etkisi bitki kök sisteminin gelişmesi üzerinedir. Kök sisteminin iyi gelişmesi ve yayılmasını sağlayarak bitkinin topraktan yararlanma hacmini artırır. Fosfor bitkilerin olgunlaşmasını hızlandırır. Fosforca zengin topraklarda tohum oluşumu erken başlar ve bitki erken olgunluğa ulaşır. Bitkilerin iyi gelişmesini sağlar, hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır.

**Fosfor Noksanlığında:** Kök sistemi ve bitki hacimce küçük kalır, ürün azalır. Tahılda kardeşlenme az, ve danenin sapa oranı düşük olur. Bitkinin rengi normal veya anormal derecede koyu yeşil olabilir. Fosfor eksikliğinde örneğin domateste yapraklar önce koyu mavi yeşil ve daha sonra erguan rengini alır. Gövde incelik, yapraklar küçülür ve çok ileri safhada köklerde hafif kahverengileşme meydana gelir. Renk değişimi ilk çıkan yaşlı yapraklarda başlar ve özellikle yaprakların alt yüzeylerinde renk değişimi daha bariz bir şekilde görülür. Aşırı soğuklar, kuraklık, pestisit uygulamaları, yüksek ve düşük pH değerleri fosfor alımını engellediği için fosfor noksanlığı belirtileri ortaya çıkar. Fosfor yetersizliğinde verimin azalmasının yanında meyveler normale oranla daha küçük oluşur. Olgunlaşma gecikir, kalite

düşer ve bitki donlardan zarar görebilir. Fosforun bitki bünyesindeki miktarı genellikle kuru ağırlığın %0.2'si ile %0.8'i arasında değişmektedir. Fosfor bakımından fakir topraklarda yetişen bitkilerde bazen bu miktar daha da az olmaktadır.





Domates bitkisinde P noksanlığı



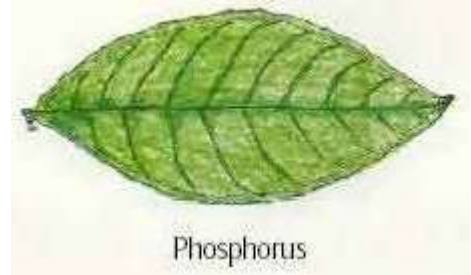
Domateste fosfor (P) noksanlığı



Hıyarda fosfor (P) noksanlığı



Mısırdada fosfor (P) noksanlığı



Phosphorus  
Çayda fosfor (P) noksanlığı



Bağda fosfor (P) noksanlığı

**Bitkilerce Fosforun Toprakdan Alımı:** Fosfor toprakta organik ve inorganik olmak üzere iki şekilde bulunur. Fosfor bitkilerce topraktan hidrojen fosfat (  $\text{HPO}_4$  ve  $\text{H}_2\text{PO}_4$  ) iyonları şeklinde alınırlar. Toprakların büyük çoğunluğunda fosfor hareketsiz bir besin maddesidir. Toprakta bulunan kalsiyum, kil, demir ve alüminyum hidroksitler ile reaksiyona girerek bitkilere yararlı veya daha az yararlı formlara dönüşür. Nitrat azotunun toprak



çözültüsüyle hareketine karşılık fosfatlar hareketsizdirler veya pek az hareket ederler. Toprakta doğal olarak Apatit kayasının bileşiminde veya organik maddenin yapısında yer alır. Bitkiye yararlı olabilmesi için bunların ayrışarak fosfat iyonlarına dönüşmesi gerekir. Dünya topraklarının çoğunluğunda fosfor eksikliği vardır, bu nedenle dengeli bir fosfor gübrelemesi gerekir.

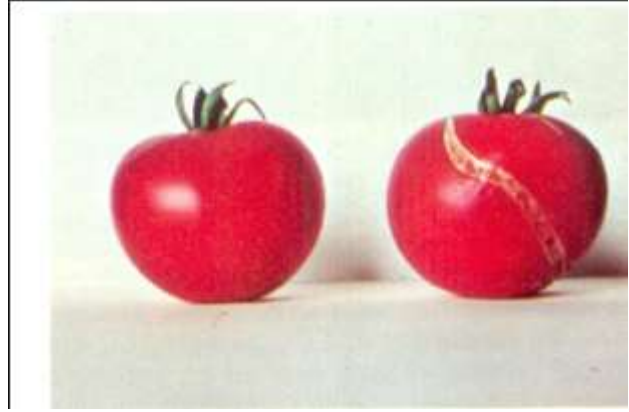
### **3. POTASYUM (K)**

Dünyadaki birçok ülkede ve özellikle yurdumuz topraklarında genellikle potasyum mevcuttur, fakat bu potasyum bitkiler için yararlı şekilde olmayabilir. Topraklarda % 0.3 ile % 3 arasında değişen miktarlarda toplam potasyum vardır. Potasyum bitkinin özellikle genç yapraklar, kök uçları ve tomurcuklar gibi genç ve çabuk büyüyen kısımlarında, tohum ve diğer yaşlı kısımlara göre daha fazla bulunur. Potasyum bitki içerisinde devamlı olarak bitkinin bütün hayat süresince hareket eder, yaşlı organlardan ihtiyacın daha fazla olduğu genç kısımlara taşınır. Bazı bitkilerin sap ve yapraklarında danelerinkinden daha fazla potasyum olabilir. Potasyum ürünün miktar ve kalitesine olumlu etki yapar. Hububat sapsularının sertleşmesine yardımcı olarak fazla azot dolayısıyla yatmayı önler. Toprakta çok fazla miktarda fosfor bulunması halinde meydana gelecek olan erken olgunlaşmanın normal zamanda olmasını sağlar. Potasyum meyvenin dayanıklılığına yağ, nişasta ve şeker oranlarının artmasına etki yapar; renk, tat ve koku gibi özellikleri düzelterek üründe kaliteyi artırır. Potasyumca fakir topraklarda mısırlar zayıf daneli olur, patatesin dolgunluğu ve şeker pancarında şeker oranı azalır.

**Potasyumun Bitkideki Fonksiyonları:** Potasyum bitkinin metabolizma faaliyetlerinde, özellikle diğer besin elementlerinin alınışında, solunumun ayarlanmasında, terlemede, ve bitkideki enzim faaliyetlerinde rol alır. Bitkinin kök gelişimini artırır. Karbonhidrat ve protein sentezine yardımcı olur. Potasyum, nişasta, şeker ve diğer karbonhidratların oluşumunda, nişasta ile diğer maddelerin bitki içerisinde yer değiştirmesinde gereklidir.

**Potasyum Noksanlığında:** Potasyum eksikliğinin belirtileri çeşitli bitkilerde birbirinden oldukça farklıdır. Mısır bitkisinde yaprak tepesinden başlayan sararma yaprak kenarlarına doğru dağılır, kahverengimsi olan bu kısım kurur ve daha sonra bütün yaprak ölür. Yoncada, yaşlı yaprak kenarlarında beyaz noktalar görülür. Daha sonra bu kısımlar kurur ve kıvrılır. Genellikle potasyum eksikliği gösteren bitkinin yaşlı yapraklarının tepe ve kenarlarında tütn renginde kurumalar görülür. Potasyum eksikliğinde, bitkilerde kuraklığa, soğuğa ve

hastalıklara dayanım önemli ölçüde azalır, meyvelerde kalite bozuklukları meydana gelir ve depolama ömürleri kısalmır.



Domateste potasyum (K) noksanlığı



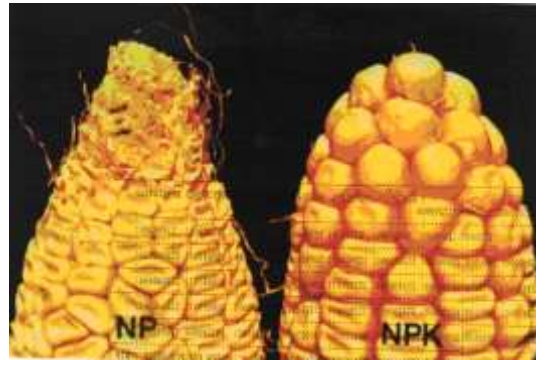
Hıyarda potasyum (K) noksanlığı



Çayda potasyum (K) noksanlığı



Bağda potasyum (K) noksanlığı



Mısırdaki potasyum (K) noksanlığı



Elmada potasyum (K) noksanlığı

**Bitkilerce Potasyumun Topraktan Alımı:** Bitkiler potasyumu toprak çözeltisinden  $K^+$  iyonları şeklinde alırlar. Potasyum toprakta sülfat, karbonat gibi potasyum tuzları şeklinde veya feldispat, mika gibi kil minerallerinin yapılarında yer alırlar. Bitkilerin topraktaki bu potasyumdan yararlanabilmeleri için potasyumun toprak çözeltisine K iyonu şeklinde geçmiş olması gerekir.

#### **4. KALSİYUM (Ca)**

Kalsiyum, bitkiler ve hayvanlar için en önemli besin maddelerinden biridir. Yapraklarda fazla miktarda kalsiyum vardır. Fosfor ve potasyumun tersine kalsiyum yaşlı yapraklarda gençlere oranla daha çoktur. Hücre zarı yapısında, hücre protoplazmasında ve hücre içerisinde bazı proteinlerin içerisinde bulunmaktadır. Kalsiyum, hücre bölünmesinde ve tohum çimlenme oranının artmasında rol oynamaktadır. Asit topraklarda kalsiyum noksanlığı daha çok belirir. Böyle topraklarda yonca ve üçgül gibi baklagil bitkileri çok yavaş büyür, az ürün verirler ve ürünlerdeki protein miktarı azalır.

**Kalsiyumun Bitkideki Fonksiyonları:** Toprakta bulunan zararlı madde ve elementlerle reaksiyona girerek onların çökelmelerini sağlar. Bitkide yaprak ve sapların dayanıklılığını artırarak, sağlıklı yapı oluşmasına yardımcı olur.

**Kalsiyum Noksanlığında:** Genellikle bitkilerin uç kısımlarında parçalanma ve dağılma şeklinde deformasyonlar görülür. Diğer makro elementlerin aksine olarak kalsiyum noksanlığı bitkinin tepe kısımlarında büyüme noktalarındaki yeni genç yapraklarda görülür. Kalsiyum noksanlığı en çok bitkinin kök ucu ve tepe kısmındaki büyüme uçlarında kahverengileşme ve kök büyümesinde azalma görülür. Benzer durum bitkinin tepe kısmındaki yapraklarda küçülme ve renk açılması(kloroz) ve yaprakların tepe kısmında aşağıya doğru kıvrılması şeklinde görülür. Kalsiyum noksanlığının en belirgin belirtisi meyvelerde ortaya çıkar. Meyvenin çiçek kısmında önce açık kirli sarı, gri ve daha sonra kahverengi ve siyahımsı bir renk ve çöküntü meydana gelir. Meyvelerde kalsiyum noksanlığı meyve tutumunun ilk bağladığı dönemde ortaya çıkmaktadır. Kumlu ve aşırı asit topraklarda mısır bitkisi fazla kalsiyum noksanlığı gösterir. Mısırdaki koçan boz renkli ve kısa, yaprak tepeleri birbirine yapışık, orta yaprak damarları zayıf olur.



Domateste kalsiyum (Ca) noksanlığı



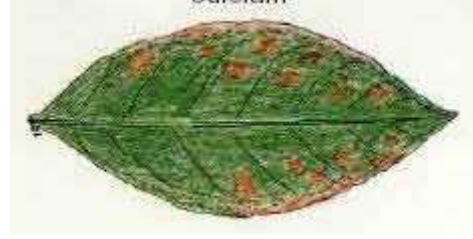
Mısırdaki kalsiyum (Ca) noksanlığı



Marulda kalsiyum (Ca) noksanlığı



Hıyarda kalsiyum (Ca) noksanlığı



Çayda kalsiyum (Ca) noksanlığı

**Bitkilerce Kalsiyumun Topraktan Alımı:** Yağışların fazla olduğu yerlerdeki kireçsiz ana kaydan oluşan topraklardaki kalsiyum ve magnezyum yağışlarla yıkanarak kaybolunca toprak asit karakter alır. Örneğin ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesinde böyle asit karakterde topraklar vardır. Asit topraklara kireç ilave ettirilerek asitlik giderilir. Asit toprakları kireçlemek; onların yalnız bitki besin maddesi olarak kalsiyum ve magnezyum vermek değildir. Bundan daha önemli olarak toprak asitliğini gidererek diğer besin maddelerinin yararlılıklarını arttırmak, zararlı etkilerini azaltmak, toprağın fiziksel özelliğini düzeltmek ve mikrobiyolojik faaliyetin artmasını temin etmektir. Bitkiler kalsiyumu topraktan  $Ca^{+2}$  iyonu şeklinde değişebilir kalsiyum veya topraktaki çözünebilir kalsiyum tuzlarından alırlar.

### **5. MAGNEZYUM (Mg)**

Magnezyum bitki ve hayvanlar için gerekli besin maddesidir. Genellikle kalsiyumdan daha az miktarlarda bulunur. Magnezyum bitkilerce fosforun topraktan alımını hızlandırır.

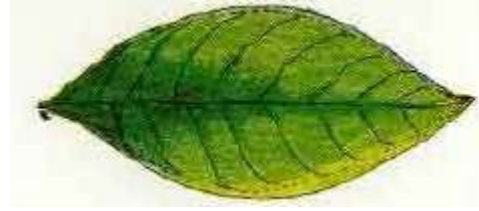
**Magnezyumun Bitkideki Fonksiyonları:** Yapraklarda klorofilin bileşiminde bulunur. Her klorofil molekülü bir Mg atomu içerir. Bu nedenle magnezyumsuz yeşil bitkileri düşünmek mümkün değildir. Yaprğa yeşil rengi veren klorofilin içerisinde magnezyum vardır. Magnezyum tohumda bol miktarda bulunur. Bu nedenle yağ oluşumu için önemli kabul edilir.

**Magnezyum Noksanlığında:** Bitkinin ilk çıkan alt yapraklarında belirtiler gözlenir. Yaprakların sap kısmından başlayarak damar aralarında büyük lekeler halinde renk açılması

ve daha sonra kahverengi ölü dokular meydana gelir. Lekeler yaprakların orta damarlarında yaprak kıyısına ve yaprağın uç kısmına doğru ilerler. Tarla şartlarında bu durum özellikle çok hafif bünyeli kumsal topraklarda ve çok kireçli kalsiyumca zengin topraklarda daha çok görülür. Bazen bitkilerde erken yaprak dökümü magnezyum noksanlığından ileri gelir. Tütünlerde renk açılması, pamuk bitkisi yapraklarında morarma, kırmızımsı renk ve damarların yeşil renk alması magnezyum noksanlığından kaynaklanır. Mısır veya bazı bitkilerde yapraklar çizgili görünüm alır, damarlar yeşil kalır, damarlar arası renk açılır. Magnezyum noksanlığı sebzelerde sarı renkli yapraklarla belirir.



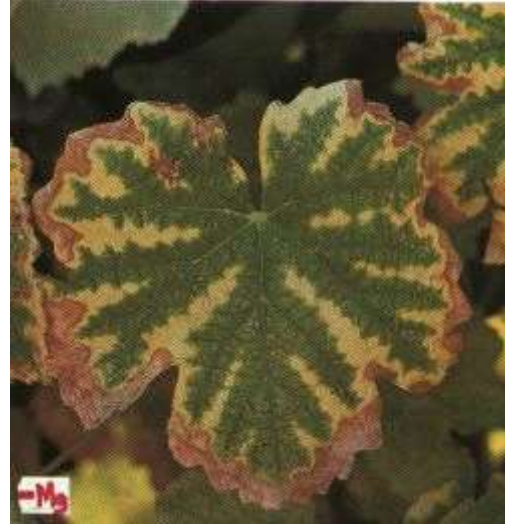
Domateste magnezyum (Mg) noksanlığı



Çayda magnezyum (Mg) noksanlığı



Turunçgillerde magnezyum (Mg) noksanlığı



Bağda magnezyum (Mg) noksanlığı



Mısırdada magnezyum (Mg) noksanlığı



Hıyarda magnezyum (Mg) noksanlığı



**Bitkilerce Magnezyumun Topraktan Alımı:** Bitkiler magnezyumu topraktan  $Mg^{+2}$  iyonları şeklinde alırlar. Toprakta çok sayıda magnezyum tuzları vardır. Magnezyum kil minerallerinde bulunabildiği gibi, dolomit, mika, serpantin gibi minerallerin yapısında da yer alır.

## **6. KÜKÜRT (S)**

Genellikle topraklarda az miktarda bulunur. Bitkilerin topraktan aldığı kükürdün büyük kısmı topraktan ayrışan organik maddeden açığa çıkmaktadır. Kullanılan gübrelerin çoğunda fazla miktarda kükürt bulunmaktadır.

**Kükürtün Bitkideki Fonksiyonları:** Bitkide proteinlerin bileşiminde bulunur. Klorofil oluşumu için gereklidir. Kök büyümesi ve baklagillerde atmosfer azotunu toprağa bağlayan kök yumrularının oluşmasına yardımcı olur.

**Kükürt Noksanlığında:** Azot eksikliğinde olduğu gibi bitkilerde yavaş büyüme ve sarımsı yeşil renge neden olur. Genellikle bu durum azot noksanlığının tersine genç yapraklarda görülür. Mısır bitkisinin tepe yapraklarında sarı çizgiler oluşur. Asit kumlu topraklarda yonca bitkisinin tepe yaprakları açık renk alır. Üründe protein miktarı azalır.



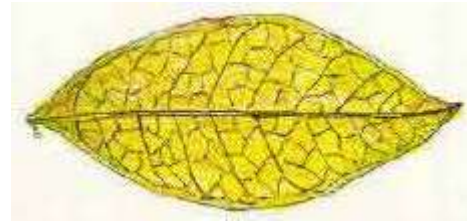
Domateste kükürt (S) noksanlığı



Turunçgillerde kükürt (S) noksanlığı



Mısırdaki kükürt (S) noksanlığı



Çayda kükürt (S) noksanlığı

**Bitkilerce Kükürtün Topraktan Alımı:** Bitkiler kükürtü topraktan SO<sub>4</sub>-2 iyonları şeklinde alırlar. Toprakta kükürt kalsiyum, magnezyum ve potasyum tuzları şeklinde bulunur. Toprakta jips ve alçının bileşiminde yer alan kükürt, toprak organik maddesinin yapısında da yer alır.

## **B) MİKRO ELEMENTLER:**

Mikro elementler bitkiler tarafından nispeten daha az kullanılırlar, bunlar arasında demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B), molibden (Mo) ve klor (Cl) gibileri sayılabilir. Mikro elementlere iz elementler adı da verilmektedir. Bunların mikro element olarak adlandırılması bitki gelişiminde makro elementlerden daha az öneme sahip oldukları anlamına gelmemelidir. Bu besin maddeleri toprakta yeteri kadar bulunmadıkları zaman bitkiler genellikle kloroz adı verilen bir sararma gösterirler. Daha ileri dönemlerde sarı yapraklar ölür ve dal uçları yapraksız kalır. Ülkemizde özellikle narenciye ve bazı meyvelerde ( elma, armut, ayva, erik vs.) eksikliği görülen en önemli iz elementler demir, çinko ve mangandır.

### **1. DEMİR (Fe)**

Bitki ve hayvanlar için çok önemli bir besin maddesidir. Bitkilerde yapraklarda yeşil rengi meydana getiren klorofilin oluşumuna yardımcı olur. Bütün topraklarda fazla miktarda demir olmasına rağmen bunun büyük bir kısmı bitkinin yararlanamayacağı formlarda olduğundan bazı hallerde bitkiler demir noksanlığı belirtileri gösterirler.

**Demirin Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlığı:** Demir bitkide klorofilin oluşumu için gereklidir. Demir noksanlığında bitkide klorofil tam oluşmadığından bitkilerin yaprakları açık sarı renk alır, bu olay kloroz adı verilir (besin elementi noksanlığından dolayı yaprak renginde açılma). Demir noksanlığında domates bitkisinin tepe kısmında yeni çıkan genç yapraklarında damar aralarında renk açılması açık sarı yeşil renkte görülür, damarlar önceleri koyu yeşil renklidir, daha ileri safhada damarlarda sararmak sureti renk açılması tamamen sarı renkte olur. Tepedeki sararmış yaprağın altında olan daha eski genç yaprakta sararma daha az olarak görülür. Yapraklar sadece sararmakla kalmayıp yapraklarda küçülmede görülür. Azot ve magnezyum noksanlığında da yeşil kısımlarda sararmalar görülür veya demir noksanlığı kükürt noksanlığı ve bazı durumlarda kalsiyum noksanlığıyla da karıştırılabilmektedir. Kükürt noksanlığında başlangıçta da damarlar sarıdır, kalsiyum noksanlığında ise renk beyaz-sarı şeklinde olup yapraklar dıştan içe doğru kıvrılmış durumdadır. Genellikle genç yapraklarda sararma şeklinde görüldüğü için demir noksanlığında bu belirtilere “Kloroz” denilmektedir.

Demir noksanlığı fazla kireçli topraklarda daha çok görülür. Çünkü kireç, bitkiye yararlı durumda bulunan az miktardaki demiri de toprakla bağlar ve yararsız duruma sokar, topraklarda yüksek pH derecelerinde demirin yararlılığı azalır. Değişebilir manganezce zengin olan topraklarda da demir noksanlığı görülebilir. Bitkinin topraktan demirle manganezi alımı yönündeki dengenin demir aleyhine bozulmasından kaynaklanır.



Domateste demir (Fe) noksanlığı



Bağda demir (Fe) noksanlığı



Hıyarda demir (Fe) noksanlığı



Mısırdada demir (Fe) noksanlığı



Gülde demir (Fe) noksanlığı



Turunçgillerde demir (Fe) noksanlığı



Elmada demir (Fe) noksanlığı



Şeftalide demir (Fe) noksanlığı

**Bitkilerce Demirin Topraktan Alımı:** Bitkiler demiri topraktan iki değerlikli demir ( $Fe^{+2}$ ) iyonları şeklinde alırlar. Topraklarda çözünebilir demir bileşikleri olduğu gibi, bir çok mineralin yapısında da demir bulunmaktadır. Topraklarda yüksek pH derecelerinde demirin çözünlüğü azalır.

## **2.ÇİNKO (Zn)**

Diğer iz elementler gibi çinko da bitki ve hayvanlar için gereklidir. Topraktaki toplam çinko miktarları bitkiye yararışlı çinko miktarlarını karşılayacak düzeyde değildir. Çinko noksanlığı daha çok Güney Anadolu Bölgesi narenciye alanlarında görülmektedir.

**Çinkonun Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlığı:** Bitkilerin yeşil aksamındaki klorofil oluşumuyla ilişkilidir. Çinko noksanlığı çok kireçli ve yüksek pH değerine sahip olan topraklarda daha yaygındır. Aşırı fosforlu gübre kullanımı da çinko noksanlığını arttırmaktadır. Çinko noksanlığı domates yetiştiriciliğinde fide döneminden çiçeklenme dönemine geçişte kendini daha çok gösterir. Bitki boyunda kısıalma ve gelişmenin zayıflaması ile birlikte özellikle tepe sürgünü yakınındaki yapraklarda küçülme şeklinde ortaya çıkar. Sürgün uç kısımlarına yakın yapraklar sadece küçük kalmakla kalmayıp birbirlerine çok yakın bir şekilde oluşurlar. Çinko eksikliği yaprakların genellikle mozayikleşme şeklindeki sararmasıyla görülür, bitki normal büyüyemez. Yaprakların damar aralarında küçük lekeler halinde sarımsı yeşil şeklinde renk açılması görülmektedir. Fasulyede bitki gençken taze yapraklarda renk açılması başlar. Yapraklar yeşil veya sarı renkte olmayıp daha çok açık ten renginde veya soluk kahverengi bir renk alır. Mısır bitkisinde de büyümenin ilk safhalarında yaprak orta damarları yeşil, damarlar arası beyaz renk alır.



Domateste çinko (Zn) noksanlığı



Mısırdaki çinko (Zn) noksanlığı



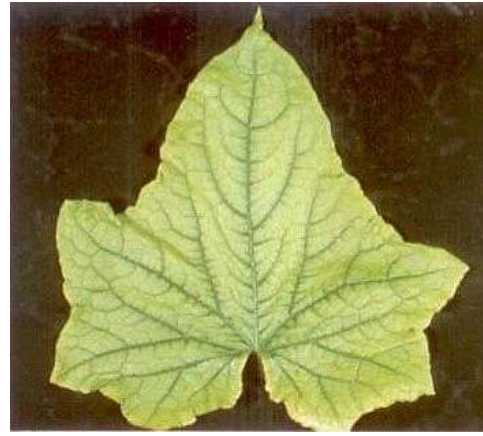
Bağda çinko (Zn) noksanlığı



Turunçgillerde çinko (Zn) noksanlığı



Soyada çinko (Zn) noksanlığı



Hıyarda çinko (Zn) noksanlığı

**Bitkilerce Çinkonun Topraktan Alımı:** Çinko topraktan iki değerlikli çinko ( $Zn^{+2}$ ) katyonu şeklinde alınır. Toprak reaksiyonunun 5.2'den az ve 6.0'dan fazla olduğu yerlerde çinkonun çözünürlüğü ve bitkilerce alımı azalır.

### 3. MANGANEZ (Mn)

Bitki ve hayvan beslenmesi için gerekli olan mangan, doğada demir gibi çok yaygın olarak bulunur.

**Manganezin Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlıkları:** Bitkide klorofil oluşumu için gereklidir. Demir, kalsiyum ve magnezyumun bitkilerce topraktan alınmasında önemli rol oynar. Mangan eksikliğinde bitki normal büyüyemez, tohum yapamaz ve yapraklarında sararma görülür. Mangan noksanlığında bir çok bitki bodur kalır, büyüyemez. Bodurlukla birlikte üst yapraklarda renk açılması ve yaprak lekeleri görülür. Mangan noksanlığı domates yetiştiriciliğinde özellikle toprak pH değerinin yüksek olduğu ve iyi havalanmayan topraklarda görülmektedir. Noksanlık genç yapraklarda ortaya çıkar ve daha sonra yaşlı yapraklara doğru ilerler. Yaprak ayasındaki ince damar aralarında büyük lekeler halinde renk açılır, yeşil renk sarı-beyaz haline dönüşür. Aşırı asit veya çok düşük pH değerlerinde ise mangan fazlalığı belirtileri oluşur. Mangan noksanlığı, magnezyum noksanlığına benzese de, magnezyum noksanlığı yaşlı yapraklarda başlarken, mangan noksanlığı genç yapraklarda başlar. Genç yapraklarda yaprak küçülmesi ile görülen çinko noksanlığından ise mangan noksanlığında yaprak küçülmesinin olmayışıyla ayırt edilir. Mangan fazlalığındaki zehir etkisindeki bitkilerde noksanlıkta görülen beyaz-sarı lekelerin yerine kahverengi koyu lekeler görülür.



Domateste mangan (Mn) noksanlığı







Soyada mangan (Mn) noksanlığı



Turunçgillerde mangan (Mn) noksanlığı



Kirazda mangan (Mn) noksanlığı



Hıyarda mangan (Mn) noksanlığı



Bağda mangan (Mn) noksanlığı



Patateste mangan (Mn) noksanlığı

**Bitkilerce Manganezin Toprakta Alımı:** Manganez toprakta çözünebilir halde bulunduğu gibi çeşitli minerallerin bileşiminde de bulunur. Bitkiler manganezi topraktan iki değerlikli mangan ( $Mn^{+2}$ ) iyonu şeklinde alırlar. Asit topraklarda düşük pH derecelerinde Mn çözünürlüğü artar ve bitkilere zehir etkisi yapabilir. Kalkerli ve yüksek pH'lı topraklarda çözünürlüğü azalır.

#### **4. BAKIR (Cu)**

Bakır noksanlığı fazla organik madde içeren topraklarda ve özellikle yeni tarıma açılan organik topraklarda görülür. Genellikle kumlu ve çakıllı arazilerde bakır noksanlığına rastlanır.

**Bakırın Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlıkları:**Diğer iz elementlerin çoğunda olduğu gibi bitkinin klorofil oluşumuna yardım eder. Bakır noksanlığında bitkide renk açılması ve büyümede yavaşlama görülür. Tahılda bakır noksanlığı kardeşlenme döneminde ve ilk kez yaprak uçlarında görülür. Bakır noksanlığında yaprak uçları beyazlaşır, yapraklar daralır ve uzun eksen boyunca bükülür. Tahılda bakır noksanlığı bitkilerin bükülmüş beyaz uçları ve çalimsı görünüm kazanmalarıyla kendini gösterir. Aynen tahıllarda olduğu gibi meyve ağaçlarında da bakır noksanlığı en çok çiçeklenmenin olduğu kısımlarda ve meyve oluşumunu etkiler.



Arpada bakır (Cu) noksanlığı



Domateste bakır (Cu) noksanlığı



Mısırdaki bakır (Cu) noksanlığı



Hıyarda bakır (Cu) noksanlığı

**Bitkilerce Bakırın Topraktan Alımı:** Bitkiler bakır topraktan çözünebilir ve değişebilir formdaki iki değerlikli bakır ( $\text{Cu}^{+2}$ ) iyonları şeklinde alırlar. Topraklarda bakırın fazlası demirin alınmasını güçleştirir ve bitkilere zehir etkisi yapar.

### **5. MOLİBDEN (Mo)**

Mikro elementler içerisinde bitkiler tarafından en az tüketilenlerden birisidir. Toprakların molibden içerikleri bitkiler için genelde yeterli düzeyde olmakla beraber aşırı asit reaksiyonlu topraklarda molibdenin çökmesi nedeniyle bitkilerde molibden noksanlığı görülebilir.

**Molibdenin Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlıkları:** Özellikle baklagil bitkilerinin köklerindeki havanın serbest azotunu bağlayan bakterilerin faaliyetini artırır ve bunların yayılmasını yardımcı olur. Molibden noksanlığı bitkilerde ilk defa orta ve yaşlı yapraklarda ortaya çıkar. Molibden noksanlığı gösteren yapraklar, sarıdan sarımsı yeşile kadar değişen renkler alır ve yaprak kenarları içe doğru kıvrılır. Yapraklar, çoğunlukla normal yapraklara göre küçük ve yüzeyleri içe kahverengi beneklerle kaplanmıştır.



Karnabaharda molibden (Mo) noksanlığı



Domateste molibden (Mo) noksanlığı



Sağlıklı ayçiçeği bitkisi (sağda) ve molibden (Mo) noksanlığı gösteren bitki (ortada) ve olgunlaşmış bitkide ileri düzeyde molibden noksanlığı (sağda)

**Bitkilerce Molibdenin Topraktan Alımı:** Bitkiler molibdeni topraktan molibdat ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) anyonu şeklinde alırlar. Molibden noksanlığını önlemede asit reaksiyonlu topraklarda çoğu zaman kireç uygulaması yeterli olmaktadır. Bitkilerdeki aşırı molibden, bu bitkilerle beslenen hayvanlara zararlı olabilmektedir. Bitkilerden başta karnabahar ve lahana olmak üzere hardalgiller yüksek düzeyde molibdene ihtiyaç duyarlar. Yapılan araştırmalarda en fazla molibden ihtiyacı gösteren bitki çeşidi başta yonca, ve sırasıyla karnabahar, kırmızı lahana, soya fasülyesi, üçgül ve turuncgiller olduğu saptanmıştır.

**6.BOR (B)**

Bor toprakta temelde borik asit ( $H_3BO_3$ ) veya borat olarak bulunur. Borat iyonlarının toprak tarafından tutulması toprak pH sı düştükçe veya asitlik arttıkça azalır. Bu nedenle alkali reaksiyonlu veya yüksek pH'lı (7 ile 9 arasındaki) topraklarda borat toprak tanecikleri tarafından tutularak çözünürlüğü ve bitkilere yararlılığı azalmaktadır. Kum bünyeli pH değerinin yüksek olduğu topraklarda bor noksanlığı daha çok görülür. Kil içeriği yüksek olan toprakların çözeltilerinde bor içeriği kumlu olanlara göre daha düşük de olabilir.

**Borun Bitkideki Fonksiyonları ve Noksanlıkları:**Birçok bitkinin tepe tomurcuklarının uzaması ve baklagillerde kök üzerindeki nodüllerin oluşumu için gereklidir. Bor bitkide hücre duvarının yapısında etkili olur. Bor noksanlığında hücre duvarının ince yapısı kaybolur, dokularda olağan dışı görünüm ve gelişimler görülür. Bor noksanlığı domates bitkisinin ilk gelişme dönemlerinde sık rastlanmazken sezon ortası ve sonuna doğru daha çok belirtileri bitkinin uç kısmındaki büyüme noktalarında ve genç yapraklarda başlar. Domateste bor noksanlık belirtisi meyvenin sapa bağlanma yerinde birkaç mm genişlikte halka şeklinde ölü dokular halinde görülür, bu kısım meyvenin canlı kısmı ile belirgin bir şekilde şerit halinde ayrılmaktadır. Bor noksanlık belirtisi yaprak ucundan başlar ve ölü dokular halinde sarı-kahverengiye döner. Bazen ana gövde ve yan dallarda kalın bant halinde kahverengi-siyah lekeler de görülebilir. Yonca bitkisinin tepe yapraklarında sararma görülür, yapraklarda boğumlar arası kısalmış ve yapraklar rozet şeklini alır. Salkımlarda az çiçek bulunur. Şeker pancarında yapraklar sıklaşır ve genelde anormal derecede koyu yeşil renk alır ve kalınlaşır. Tütünde sap kısa ve kalın olup yapraklar koyu yeşil renk alır. Mısırdan danelerin koçan üzerinde dizilişleri düzensiz olur. Koçan gri veya boz-kahverengi bir renk alır. Genelde bor noksanlığında çiçeklenme tam olmaz ve meyve tutumu azalır, bitkinin kök sisteminde büyüme yavaşlar. Toprakta veya sulama suyunda bor miktarının fazla olması bitkilerde borun zehir etkisini ortaya çıkarır.



Domateste bor (B) noksanlığı



Domateste bor (B) noksanlığı



Domateste bor (B) noksanlığı



Domateste bor (B) fazlalığı



Hıyarda bor (B) noksanlığı





Bağda bor (B) noksanlığı



Karnabaharda bor (B) noksanlığı



Şeker pancarında bor (B) noksanlığı



Patateste bor (B) noksanlığı



Fasulyede bor (B) noksanlığı

**Bitkilerce Borun Topraktan Alımı:** Bitkiler boru topraktan çoğunlukla tetra borat ( $B_4O_7$ ) iyonu şeklinde alırlar. Bor noksanlığı genelde asit karakterli podzollaşmış topraklarda rastlanılmaktadır.

Bitki besin elementlerinin toprakta bitkilere yararlı olduğu pH aralıkları.

