

# Bitki Besin Maddeleri

## Azot (N)

Bitkideki fonksiyonu: Azot, bitkide organik ve inorganik formda bulunmaktadır. Amino asitlerin oluşturulması için C, H, O ve S' ün birleştirilmesinde, ayrıca, amino enzimlerin, nükleik asitlerin, klorofilin, alkaloidlerin ve purin bazlarının oluşturulmasında görev yapmaktadır.

Bitkideki miktarı: Azot bitkide kuru madde ilkesine göre %1.50-6.00 oranında bulunur, genel olarak pek çok bitki için yeterlilik düzeyi %2.50-3.50 arasında değişir. Meyve ağaçlarının azot içerikleri %1.80-2.20 arasında değişirken, baklagillerin azot içerikleri %4.80-5.50 arasında değişme göstermektedir. Azotun bitkiler için kritik düzeyi, bitki çeşidi, gelişme dönemi ve bitkinin kısmına göre değişiklik gösterir. Bitkilerin genç aksamalarının azot içerikleri daha yüksektir ve bitkiler yaşlandıkça veya gelişmelerinin ileri dönemlerinde azot içerikleri düşmektedir. Vejetatif gelişme sırasında bitki dokularında (özellikle yaprak sapı ve gövde) 1000 ppm' den daha yüksek oranlarda nitrat azotu akümüle olabilmektedir. Genel olarak iyi bir ürünle bitkiler her yıl topraktan 56-560 kg/ha düzeyinde azot kaldırmaktadır.

İnteraksiyonları: Azot ile fosfor ve potasyum arasında sinergistik interaksiyonlar bulunmaktadır. Nitrat alımı katyonların absorpsiyonunu olumlu yönde etkiler, bununla birlikte klor ve hidroksil anyonları nitratın alımını engeller. Yüksek karbonhidrat içeriği amonyumun alımını stimule eder. Amonyum alımı ise diğer katyonların alımını engeller. Örneğin amonyum azotu ile beslenen bitkilerin Ca ve K içerikleri düşmektedir.

Çözünebilir formları: Bitkilerin gelişmelerinin erken dönemlerinde gövde ve yaprak saplarında azot, nitrat formunda ve 8000-12000 ppm düzeyinde bulunur ve gelişmenin orta dönemlerinde bu miktarlar 3000-8000 ppm'e düşer. Ayrıca bitkilerde çözünebilir amino asitlerde mevcuttur.

Noksanlık belirtileri: Azot noksanlığı olan bitkilerde büyüme yavaş olur, bitkiler kısa ve zayıf bir hal alır. Azot bitki bünyesinde mobil olduğu için, noksanlık durumunda yaşlı yapraklardan başlamak üzere yaprak rengi açık yeşilden sarıya doğru değişir. Azot noksanlığında bitkiler erken olgunlaşır, ürün ve kalitede önemli düşüşler meydana gelir.

Toksiklik belirtileri: Azot fazlalığında bitkilerin yapraklarının rengi koyu yeşil bir renk alır, yaprakların su içeriği arttığı için don, hastalık etmenleri ve böceklerin zararına karşı bitki hassaslaşır. Özellikle tahıllarda yatma görülür, meyve ve tohum bitkilerinde üründe ve kalitede düşme meydana gelir. Aşırı amonyum azotu ile beslenme sonucunda, amonyum toksisitesinin sonucu olarak iletim dokuları parçalanır ve buna bağlı olarak bitkinin su alımı engellenir. Özellikle meyve ağaçlarında meyve tutumu zayıflar, iletim demetlerinde ortaya çıkan sorunlardan dolayı bitkide taşınımı suya bağlı olan kalsiyum gibi besin maddelerinin yetersizliğine bağlı olarak çiçek dibi çürüklüğü belirtileri ortaya çıkar. Ayrıca aşırı amonyum beslenmesine bağlı olarak karbonhidrat sentezi olumsuz etkilendiği için büyümede gerileme meydana gelir.

Toprakta bulunuş şekli: Azot toprakta temelde nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) anyonu ve amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) katyonu şeklinde bulunur. Bu iyonların bitkiler tarafından alımı veya tercihi, bitkilerin genetik özelliklerine, toprak pH' sı, sıcaklığı ve toprak çözeltisinde bulunan diğer iyonlara bağlıdır. Anaerobik koşullarda oluşan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) ise bitkilere çok düşük konsantrasyonlarda (5 ppm' den az) bile toksiktir.

## Fosfor (P)

Bitkideki fonksiyonu: Fosfor bitkide kimi enzimler, proteinler, adenozin trifosfat (ATP), ribonükleik asitlerin (RNA), deoksiribonükleik asitlerin (DNA) ve fitinin yapısında bulunur.

Bitkideki miktarı: Fosfor bitkilerde kuru madde ilkesine göre %0.15-1.00 oranında bulunur. Pek çok bitki için yeterlilik düzeyi en son olgunlaşmış yapraklarda %0.20-0.40 arasında değişir. Bitkilerde %0.20' nin altına düştüğünde noksanlık %1' in üzerine çıktığında ise toksiklik söz konusu olur. Bitkilerde en yüksek fosfor genç yapraklarda ve bunların sapında bulunur. İyi bir ürünle bitkiler topraktan yılda 17-84 kg/ha düzeyinde P kaldırırlar.

İnteraksiyonları: Fosfor ile N arasında olumlu ve Fe, Zn, Mn ve Cu arasında ise olumsuz interaksiyonlar bulunur. Bitkide azotun fosfora oranınının 3/1, fosforun çinkoya oranınının ise 200/1 olması kritik olarak kabul edilir.

Çözünebilir formları: Bitkide çözünebilir P (% 2' lik asetik asitte) gövde ve bitkinin aktif olarak büyüyen kısımlarının yaprak saplarında ortofosfat olarak bulunur. Fosfatın buradaki çözünebilir konsantrasyonu 100-5000 ppm arasında değişir. Çözünebilir fosfor konsantrasyonu bitkilerin P ile beslenme durumunu belirlemede kullanılır ve bu değer 2500 ppm' in altında ise kritik olarak kabul edilir.

Noksanlık belirtileri: Fosfor noksanlığında bitkiler yavaş büyür zayıf bir gelişme gösterir. Bitki koyu yeşil bir renk alır, yaşlı yapraklarda mor renkli pigmentler oluşur. Fosfor bitkide mobil özellikte olduğu için noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda ortaya çıkar.

Toksiklik belirtileri: Bitkide fosfor fazlalığı dolaylı olarak mikroelement noksanlıkları şeklinde ortaya çıkar. Demir ve Zn, P fazlalığından ilk etkilenen mikroelementlerdir.

Toprakta bulunuş şekli: Fosforun organik ve inorganik formları pek çok toprakta eşit miktarda bulunur. Dihidrojen fosfat ( $H_2PO_4^-$ ) ve monohidrojen fosfat ( $HPO_4^{2-}$ ) toprak pH' sına bağlı fosforun iki anyonudur. Fosforun inorganik formları topraklarda temel olarak Al, Fe ve Ca ile bağlı bir şekilde bulunur. Bu üç fosfat formunun oransal olarak miktarları toprak pH' sına bağlıdır. Fosfor aynı zamanda, toprak çözeltisine bitki artıklarının ayrışmalarıyla veya mikroorganizmalar aracılığıyla da geçebilmektedir

# Potasyum (K)

Bitkideki fonksiyonu: Bitkilerde potasyum su durumunu düzenleme, hücrelerin turgorunu sağlama, stomaların açılıp kapanması gibi görevleri yürütür. Potasyum ayrıca yeni sentezlenen karbonhidratların akümüülasyonunu ve gerekli olan yerlere taşınımın da görev yapmaktadır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin potasyum içerikleri %1.00-5.00 arasında değişir. Yeterlilik düzeyi ise olgunlaşmasını yeni tamamlamış yapraklarda %1.50-3.00' dür. Bununla birlikte bazı sebzelerde gövde dokularında yeterlilik düzeyi %6.00-8.00'e kadar çıkabilmektedir. Bitkilerin genç yapraklarında ve bu yaprakların sapında en yüksek düzeyde bulunur. İyi bir ürünle topraktan yılda 56-560 kg/ha K sömürülür. Muz bitkisi bir yılda topraktan 1680 kg/ha K sömürmektedir. Pek çok bitki topraktan ihtiyacından daha fazla miktarlarda K alır. Bu durum lüks tüketim olarak adlandırılmaktadır.

İnteraksiyonları: Potasyum ile Mg ve Ca arasında antagonistik bir etkileşim vardır. Yüksek miktarda bulunan K öncelikle Mg ve daha sonrada Ca noksanlıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Çözünebilir formları: Bitkide K serbest bir şekilde bulunduğu için kolaylıkla ekstrakte edilebilir. Ekstrakte edilen potasyum çoğunlukla toplam potasyum miktarına eşittir. Bazı sebzelerde gövde ve yaprak sapından ekstrakte edilen K, 2000 ppm' in altında ise noksanlık, 3600 ppm' in üzerinde ise potasyumun yeterli olduğu anlaşılır.

Noksanlık belirtileri: Potasyum noksanlığında özellikle tahıllarda yatma görülür. Hastalık ve zararlılara dayanıklılık azalır. Ürün ve kalite düşer. Yaşlı yaprakların kenarları yanmış gibi yukarı doğru kıvrılır. Bitkilerin amonyum toksisitesine karşı hassasiyetleri artar. Potasyum bitkide mobil olduğu için noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda görülür.

Toksiklik belirtileri: Potasyum fazlalığında Mg ve Ca noksanlığına ait belirtiler ortaya çıkar.

Toprakta bulunuş şekli: potasyum topraklarda dört farklı formda bulunur: toprak çözeltisinde  $K^+$  iyonu şeklinde, toprak kolloidlerinde değişebilir olarak, 2:1 tipi killerde levhalar arasında hapsolmuş durumda ve potasyum içeren minerallerin kristal yapılarında bulunur. Toprak çözeltisindeki, kolloidal yüzeylerdeki ve kil tabakalarında fikse olmuş potasyum arasında bir denge söz konusudur. Topraklara K uygulandığında denge değişebilir ve fikse edilmiş K lehine gelişir. Bitkiler toprak çözeltisinden potasyumu kullanmaları halinde ise denge çözeltideki K lehine gelişir.

# Kalsiyum (Ca)

Bitkideki fonksiyonu: Bitkide kalsiyumun hücrelerin bütünlüğü ve membranların geçirgenliğini sağlama gibi önemli görevleri vardır. Kalsiyum polenlerin çimlenmesi ve gelişmesini sağlamakta, ayrıca hücre bölünmesi ve gelişmesinde görev yapan enzimlerin aktivasyonunu sağlamaktadır. Bunlara ilave olarak protein sentezi ve karbonhidratların taşınması ve toksik ağır metallere karşı bitkinin korunması gibi görevlere sahiptir.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin Ca içeriği kuru madde ilkesine göre %0.20-3.00 arasında değişmektedir. Pek çok bitki için ise kalsiyumun yeterlilik düzeyi %0.30-1.00' dir. Bitkilerin kritik Ca konsantrasyonları önemli farklılıklar gösterirler. Örneğin tahıl bitkilerinin Ca içerikleri, sebze ve meyvelere göre oldukça düşüktür. Kalsiyum bitki dokularında kalsiyum oksalat kristalleri şeklinde inaktif olarak bulunduğu için, bitkilerin toplam Ca içerikleri kalsiyumun yeterliliğini belirlemede uygun bir kriter değildir. Bu yüzden ekstrakte edilebilir Ca yeterliliğinin belirlenmesinde daha uygundur. Yüksek miktarlarda ürün veren bitkilerle topraklardan sömürülen Ca miktarı yılda 11-196 kg/ha arasında değişim göstermektedir.



İnteraksiyonları: Kalsiyum ile K ve Mg arasında negatif interaksiyon vardır. Meyvelerde Ca/N ve Ca/B oranları kaliteyi etkilemektedir. Amonyum beslenmesi Ca alımını azaltarak Ca noksanlıklarına sebep olabilmektedir.

Çözünebilir formları: Bitkilerin Ca durumlarını belirlemede çözünebilir Ca (%2' lik asetik asit) toplam Ca' a göre daha uygundur. Pek çok bitki için kritik çözünebilir Ca düzeyi 800 ppm olarak kabul edilmektedir.

Noksanlık belirtileri: Kalsiyum noksanlığı olan bitkilerin yaprakları ve köklerinin büyüme uçları kahve rengine döner ve ölür. Yapraklar kıvrılır, yaprak kenarları kahve renk alır, yeni oluşan yaprakların kenarlarında delinmeler şeklinde hasarlar ortaya çıkar. Meyve kalitesinde düşme olur. Çiçek dibi çürüklüğü, acı benek ve meyvelerin iç kısımlarında görülen solmalar kalsiyum noksanlığına ait belirtilerdir. Kalsiyum bitkide immobil olduğu için noksanlık belirtileri büyüme uçlarında ortaya çıkar.

Toksiklik belirtileri: Aşırı kalsiyum bitkilerde Mg ve K noksanlıklarının ortaya çıkmasına sebep olur.

Toprakta bulunuş şekli: Kalsiyum toprak çözeltisinde Ca<sup>+2</sup> iyonu şeklinde, ve toprak kolloidlerinde değişebilir formda bulunur. Yüksek pH' lı (pH>8.0) topraklarda çözünebilir ve değişebilir formu en fazla bulunan katyon Ca' dur. Bu topraklarda Ca, kalsiyum karbonat ve kalsiyum sülfatlar şeklinde çökeler.

# Magnezyum (Mg)

Bitkideki fonksiyonu: Magnezyum klorofil molekülünün yapısında yer alır. Ayrıca, fosforilasyon proseslerinde görev yapan enzimlerde kofaktör olarak görev yapar, enzim molekülleri ile ADP ve ATP arasında bir köprü vazifesi görür, protein sentezinde ribozomların stabilizasyonunu sağlar.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin magnezyum içeriği kuru madde ilkesine göre %0.15-1.00 arasında değişir. Pek çok bitki için ise yeterlilik düzeyi %0.25' dir. Bitki türleri arasında Mg içerikleri bakımından önemli farklılıklar vardır. Tahılların Mg içerikleri, sebzeler, meyveler ve baklagillere göre düşüktür. Bitkilerin yaşlı yapraklarında daha yüksek oranda bulunur. Yüksek bir ürünle topraktan kaldırılan Mg miktarı 11-196 kg/ha arasında değişir.

İnteraksiyonları: Magnezyum ile K ve Ca arasında negatif bir interaksiyon vardır. Yetiştirme ortamında NH<sub>4</sub>, Ca veya K' un fazlalığı Mg noksanlığının ortaya çıkmasına sebep olur.

Çözünebilir formları: Bitki dokularından Mg' un büyük bir kısmını %2' lik asetik asit veya seyreltik hidroklorik asit ile ekstrakte etmek mümkündür.

Noksanlık belirtileri: Magnezyum noksanlığı yaşlı yapraklarda damarlar arasında sararma şeklinde ortaya çıkar. Kimi bitkilerde yaşlı yapraklarda bazı damarlarda sarardığı için yaprakta ağ benzeri bir görünüm ortaya çıkar. Magnezyum bitkide mobil bir element olduğu için noksanlık önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkar, bununla birlikte şiddetli noksanlık durumunda genç yapraklarda da belirtiler görülebilir.

Toksiklik belirtileri: Magnezyum fazlalığının spesifik bir belirtisi yoktur. Bununla birlikte bitki dokularında aşırı miktarda bulunursa Ca, K ve Mg arasındaki dengenin bozulması sebebiyle büyümede gerileme görülebilmektedir.

Toprakta bulunuş şekli: Magnezyum toprak çözeltisinde Mg<sup>+2</sup> iyonu şeklinde, ve toprak kolloidlerinde değişebilir formda bulunur.

# Kükürt (S)

Bitkideki fonksiyonu: Kükürt bitkilerde protein sentezinde görev yapar, sistein ve tiamin gibi S içeren aminoasitlerin, glutation peptidi, koenzim A, B1 vitamini ve bazı glikozidlerin yapısında yer alır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin kükürt içeriği kuru madde ilkesine göre %0.15-0.50 arasında değişir. Bitkilerin S durumlarını belirlemede toplam S değeri yanında N/S oranının bilinmesi de önem taşır. Yüksek bir ürünle topraktan kaldırılan S miktarı 11-90 kg/ha arasında değişir. Cruciferae familyasındaki bitkiler fosfordan 3 kat daha fazla S akümüle ederler. Baklagil bitkileri S içerikleri kadar P içerirlerken, tahıllar P içeriklerinin 1/3' ü kadar S içerirler. Tahıllar ve patates bitkisi yılda 12 kg/ha, şeker pancarı, lahana, yonca ve pamuk ise 17-45 kg/ha düzeyinde S sömürür.

İnteraksiyonları: Kükürt ile N ve F arasında sinergistik, As, B, Mo, Pb, Se ve Fe arasında antagonistik etkileşimler bulunmaktadır.

Çözünebilir formları: Kükürt bitki dokularında sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Kükürt bitkide immobil olduğu için noksanlık önce genç yapraklarda sararma şeklinde ortaya çıkar. Meyvelerin su içerikleri düşüktür. Kökler normalden daha uzundur ve gövde odunsu bir hal alır. Baklagillerde nodüller azalır, tahıllarda olgunlaşma gecikir. Kükürt noksanlığı genellikle N noksanlığı ile karıştırılır, aradaki fark S noksanlığının genç yapraklarda ortaya çıkmasıdır. Noksanlık özellikle kurak dönemlerde kendini gösterir.

Toksiklik belirtileri: Kükürt fazlalığında yapraklar premature görünüm kazanır.

Toprakta bulunuş şekli: Topraklarda elverişli S' ün %90' ı toprak organik maddesinin bünyesinde yer alır. Toprak çözeltisinde bulunan sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) anyonu bitkiler için en elverişli S formudur. Genellikle topraklardaki elverişli  $\text{SO}_4^{2-}$  toprağın alt kısımlarında daha yüksek oranda bulunur. Alkali ( $\text{pH} > 7.0$ ) topraklarda S, kalsiyum sülfat ( $\text{CaSO}_4$ ) şeklinde birikir,  $\text{pH}$ ' sı 4.0' ün altında olan topraklarda ise sülfat anyonu alüminyum ve demir oksitler tarafından adsorbe edilir.

# Bor (B)

Bitkideki fonksiyonu: Bor RNA sentezinde, bölünme, farklılaşma, olgunlaşma, respirasyon ve büyüme gibi pek çok hücre içi aktivitede görev yapmaktadır. Bunlara ilave olarak polenlerin çimlenmesi, gelişmesi, polen tüplerinin stabilitesi üzerine etkilidir. Nispeten immobil olan bu besin maddesi ksilem de taşınmaktadır.

Bitkideki miktarı: Monokotiledon bitkilerin bor içeriği kuru madde ilkesine göre 1-6 ppm arasında, dikotiledon bitkilerde ise 20-80 ppm arasında değişmektedir. Bor yaprak kenarlarında yaprak ayasına göre 5-10 kat daha fazla bulunur.

İnteraksiyonları: Fazla miktarda Ca içeren bitkilerin B ihtiyacı artmaktadır. Bununla birlikte bitki dokularında yüksek miktarlarda bulunan K, B noksanlığının olumsuz etkilerini bertaraf edebilmektedir.

Çözünebilir formları: Bitki dokularında B, borat ( $\text{BO}_3\text{-3}$ ) anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Bor noksanlığında büyüme uçlarında (meristematik dokularda) anormallikler ortaya çıkar, büyüme uçları solar ve kurur. Büyüme uçlarında oksinler akümüle olur, yapraklar ve gövde elastikiyetini kaybederek kolayca kırılabilir.

Toksiklik belirtileri: Bor fazlalığında öncelikle yaşlı yaprakların kenarları sararır ve bunu nekrozlar takip eder. Sonuç olarak yapraklar kurur ve dökülür.

Toprakta bulunuş şekli: Topraklarda B' un büyük bir kısmı organik maddenin bünyesinde bulunur, geri kalanı ise toprak çözeltisinde borat ( $\text{BO}_3\text{-3}$ ) anyonu şeklinde 1-5 ppm düzeyinde bulunur. Bor topraklardan kolaylıkla yıkanabilir. Topraklarda B' un elverişli ve toksik düzeyi birbirine oldukça yakındır.

# Klor (Cl)

Bitkideki fonksiyonu: Klor fotosentez sırasında fotosistem II' ye oksijenin katılımına yardımcı olur. Bitkilerde osmotik basıncın artmasını sağlar. Stoma hareketine etkilidir. Bitki dokularının su içeriğini artırır.

Bitkideki miktarı: Bitkilerin Cl içerikleri ppm düzeyi ile % düzeyi arasında önemli değişiklikler gösterir. Buğdayda Cl içeriği %0.15' in altına düştüğünde Cl noksanlığı ortaya çıkar.

İnteraksiyonları: Klor, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> gibi diğer iyonlarla rekabet halindedir.

Çözünebilir formları: Klor bitki dokularında Cl<sup>-</sup> anyonu şeklinde bulunur.

Noksanlık belirtileri: Klor noksanlığında genç yapraklarda kloroz ve bitkide solma görülür.

Toksiklik belirtileri: Klor fazlalığında yapraklarda sararma ve premature oluşumlar ortaya çıkar. Ayrıca yaprak uçları ve kenarlarında yanma ve bronzlaşmalar görülür.

Toprakta bulunuş şekli: Toprak çözeltisinde Cl<sup>-</sup> anyonu şeklinde bulunur.