

BİTKİLERDE BESLENME BOZUKLUKLARI




OrganoPlantis
Yayınları

Prof.Dr.Rıdvan KIZILKAYA – Dr.Rahila İSLAMZADE

Yazarlar:

Prof.Dr.Rıdvan KIZILKAYA



📍 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

OrganoPlantis MMC, Bakü, Azerbaycan

✉️ ridvan.kizilkaya@organoplantis.com

Dr.Rahila İSLAMZADE



📍 Azərbaycan Devlet Petrol və Sənaye Universiteti, Bakü, Azərbaycan

OrganoPlantis MMC, Bakü, Azərbaycan

✉️ rahila.islamzade@organoplantis.com

Telif Hakkı © 2025 — OrganoPlantis MMC. Tüm hakları saklıdır.

OrganoPlantis Yayınları, No:2, 47sayfa.

ISBN: 9 7 8 - 9 9 5 2 - 3 9 - 4 7 1 – 9

Yayın Tarihi: 1 Ekim 2025

Bu yayın, yazarların yazılı izni olmaksızın hiçbir biçimde çoğaltılamaz, dağıtılamaz veya herhangi bir elektronik ortama aktarılıp yayımlanamaz. Alıntı yapılması durumunda, kaynak olarak bu esere ve yazarlara açık atıf yapılması zorunludur. Bu kitap, ISBN numarasıyla tescillenmiş özgün bir eserdir ve yalnızca OrganoPlantis web sayfası üzerinden yasal olarak erişilebilir. İzinsiz çoğaltma, paylaşım veya ticari amaçlı kullanımlar Fikir ve Sanat Eserleri Kanunları kapsamında suç teşkil etmektedir.

Kızilkaya, R., İslamzade, R., 2025. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları. OrganoPlantis Yayınları, No:2, Bakü, Azerbaycan. ISBN 978-9952-39-471–9, 47s.

OrganoPlantis web sitesini ziyaret edebilirsiniz.



📍 Nasimi district, Bulbul avenue 80/82, AF City Business Center, Bakü, Azərbaycan

🌐 www.organoplantis.com

✉️ info@organoplantis.com

ÖNSÖZ

Toprak, su ve bitki arasındaki hassas denge, tarımsal üretimin en temel belirleyicisidir. Bitkilerin sağlıklı gelişimi, yalnızca yeterli miktarda besin elementinin bulunmasına değil, bu elementlerin **bitki tarafından alınabilirliğine** ve **fizyolojik süreçlerde etkin kullanılabilmesine** bağlıdır. Ancak günümüzde toprak verimliliği; pH dengesizlikleri, tuzluluk, organik madde azlığı ve iklimsel stresler nedeniyle giderek bozulmakta, bu da **beslenme bozukluklarının artmasına ve gizli verim kayıplarına (hidden hunger)** neden olmaktadır.

Elinizdeki bu *Handbook*, bitki beslenme bozukluklarının tanınması, nedenlerinin anlaşılması ve doğru yönetim stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Kapsamında yer alan bölümler, yalnızca klasik beslenme fizyolojisini değil, aynı zamanda **çevresel stres faktörlerinin etkisini, tanısal analiz yöntemlerini ve uygulamaya yönelik çözüm stratejilerini** içermektedir.

Bu çalışmada, bilimsel temelli bilgiler, **OrganoPlantis'in sürdürülebilir tarım vizyonu** doğrultusunda, sahada uygulanabilir pratiklerle birleştirilmiştir. OrganoPlantis ürün grubu (AsitBalance, KalsiBalance, NaFixKalsi, NitroMax, PhosPro, Balance+, KaliForce, UltraAmino, SeaVital, ZinSil, OrganoSoil40, AminoBoost, AminoPower12 vb.), bitki beslenmesinde yalnızca eksiklikleri gidermeyi değil; **toprak sağlığını korumayı, mikrobiyal aktiviteyi desteklemeyi ve stres koşullarına karşı fizyolojik dayanıklılığı artırmayı** hedeflemektedir.

Bu rehber, araştırmacılara, ziraat mühendislerine ve üreticilere, beslenme bozukluklarını yalnızca “semptom” olarak değil, **sistemik bir dengesizlik** olarak ele alma anlayışı kazandırmayı amaçlamaktadır. Bilimin ışığında geliştirilen her bilgi, doğru uygulamayla birleştiğinde, geleceğin tarımına yön verecek en güçlü araçtır.

Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Dr.Rahila İSLAMZADE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No.</u>
1. GİRİŞ VE TEMEL KAVRAMLAR	1
1.1. BİTKİSEL BESLENME BOZUKLUKLARININ KAPSAMI	1
1.2. ZORUNLU (ESANSİYEL) BESİN ELEMENTİ KRİTERLERİ	2
1.3. GİZLİ NOKSANLIK (HIDDEN HUNGER) KAVRAMI VE EKONOMİK ÖNEMİ	2
2. BESİN ELEMENTLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ	3
2.1. ELEMENTLERİN BİTKİDEKİ FİZYOLOJİK ROLÜNE GÖRE SINIFLANDIRMA	4
2.2. ELEMENTLERİN BİTKİ İÇİNDEKİ HAREKETLİLİĞİ (MOBİLİTE) VE MEKANİZMASI	4
2.3. BESİN SEVİYELERİ İLE BİTKİ BÜYÜMESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	5
3. BESİN ELEMENTLERİNİN NOKSANLIK SEMPTOMLARININ TANINMASI VE AYIRT EDİLMESİ	6
3.1. MOBİL ELEMENT NOKSANLIKLARI	6
3.2. İMMOBİL ELEMENT NOKSANLIKLARI	7
4. MAKRO BESİN ELEMENTLERİ NOKSANLIK SİMPTOMLARI	8
4.1. AZOT (N) NOKSANLIĞI	11
4.2. FOSFOR (P) NOKSANLIĞI	13
4.3. POTASYUM (K) NOKSANLIĞI	15
4.4. KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI	17
4.5. MAGNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI	19
4.6. KÜKÜRT (S) NOKSANLIĞI	21
5. MİKRO BESİN ELEMENTLERİ NOKSANLIK SİMPTOMLARI	23
5.1. DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI	25
5.2. MANGAN (Mn) NOKSANLIĞI	27
5.3. ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI	29
5.4. BOR (B) NOKSANLIĞI	31
5.5. BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI	33
6. BESLENME BOZUKLUKLARININ NEDENLERİ VE TANISAL YÖNTEMLER	35
6.1. BESLENME BOZUKLUKLARINI TETİKLEYEN ÇEVRESEL VE KİMYASAL FAKTÖRLER	36
6.2. BESLENME BOZUKLUKLARININ KESİN TANI YÖNTEMLERİ	39
7. BESLENME BOZUKLUKLARINI TAKLİT EDEN DIŞSAL STRES FAKTÖRLERİ	41
7.1. ABİYOTİK (ÇEVRESEL VE İKLİMSEL) STRES FAKTÖRLERİ	42
7.2. UYGUN OLMAYAN pH KOŞULLARININ OLUŞTURDUĞU STRES	43
7.3. KİMYASAL VE TARIMSAL MÜCADELE (FİTOTOKSİSİTE) STRES FAKTÖRLERİ	44
7.4. STRES YÖNETİMİ VE BİYOSTİMÜLAN YAKLAŞIMLAR	45
8. SONUÇ VE UYGULAMA STRATEJİLERİ	46

1.

GİRİŞ VE TEMEL KAVRAMLAR

1.1. BİTKİSEL BESLENME BOZUKLUKLARININ KAPSAMI

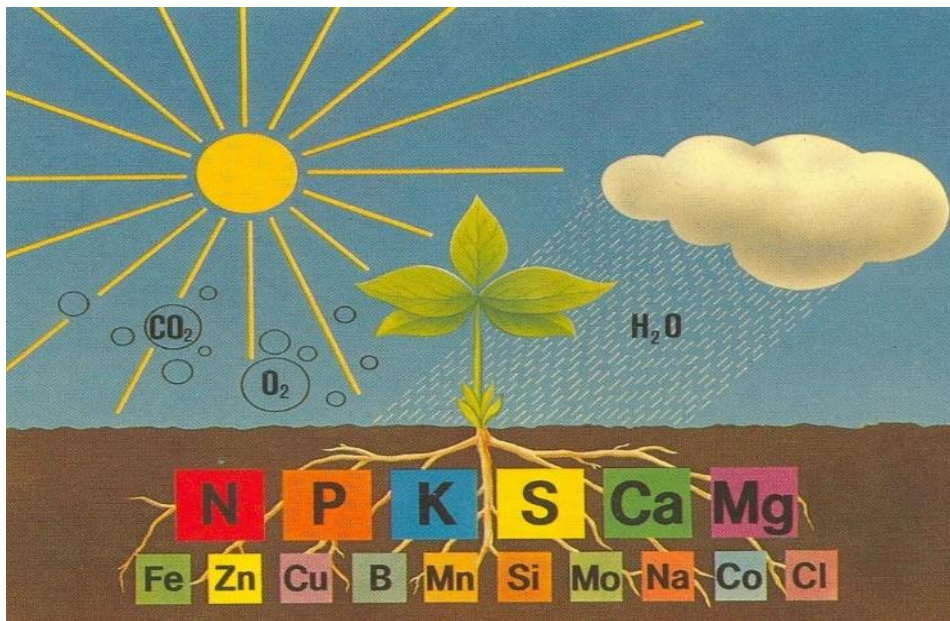
Bitkilerde **beslenme bozuklukları**, zorunlu bir besin elementinin **yetersizliği (noksanlığı)** veya **fazlalığı (toksisitesi)** sonucu, bitkinin **morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerinin** bozulmasıyla ortaya çıkan tüm olumsuzlukları kapsar.

Yoğun (intensif) tarımsal üretim sistemlerinde, topraktan her hasatta yüksek miktarda besin elementi kaldırılmakta; bu durum, **toprak besin rezervlerinin tükenmesine** ve **noksanlık semptomlarının** daha sık görülmesine yol açmaktadır.

Temel tanımlar:

Terim	Tanım
Noksanlık (Eksiklik, Deficiency)	Zorunlu bir elementin bitkideki konsantrasyonunun, <i>kritik eşik değerinin</i> altına düşmesiyle metabolik bozulmaların başlamasıdır.
Fazlalık (Toksisite, Toxicity)	Bir elementin bitki dokularında veya toprak çözeltisinde aşırı birikmesi sonucu, enzimatik faaliyetleri engellemesi veya diğer besinlerin alımını antagonistik olarak baskılamasıdır.

Bu bozukluklar yalnızca bir elementin miktarına bağlı değildir; **toprak pH'sı, redoks potansiyeli, nem, sıcaklık, kök aktivitesi** ve **mikrobiyal populasyon** gibi çevresel faktörlerle yakından ilişkilidir.



Şekil. Bitkilerin beslenmesinde görev alan temel elementler ve çevresel faktörlerin etkileşimi.

1.2. ZORUNLU (ESANSİYEL) BESİN ELEMENTİ KRİTERLERİ

Bir elementin “**zorunlu besin elementi (essential nutrient)**” olarak kabul edilmesi için **Arnon ve Stout (1939)** tarafından belirlenen üç koşulu sağlaması gerekir. Bu koşullar, elementin yalnızca faydalı değil, **hayati** olduğunu gösterir:

a) **Mutlak Gereklilik (Necessity)**: Elementin yokluğunda bitki, vejetatif ve generatif yaşam döngüsünü (*tohumdan tohuma*) tamamlayamaz.

b) **Spesifik Fonksiyon (Specificity)**: Elementin fizyolojik rolü, başka hiçbir element tarafından tam olarak ikame edilemez.

Örnek: Magnezyum, klorofil molekülünün merkez atomudur ve bu işlevi başka hiçbir element üstlenemez.

c) **Doğrudan Metabolik Katılım (Direct Involvement)**: Element, temel bir organik bileşiğin (örneğin protein, nükleik asit veya klorofil) yapısında yer almalı ya da yaşamsal bir enzimatik reaksiyonda doğrudan görev almalıdır.

Bu üç kriteri karşılayan elementler, bitkiler için **esansiyel makro ve mikro besin elementleri** olarak sınıflandırılır.

Not: Bazı elementler (örneğin Si, Na, Co, V) her bitki için zorunlu olmasa da belirli türlerde büyüme, direnç veya verim üzerinde olumlu etkiler yapar; bunlar “yararlı elementler (beneficial elements)” olarak tanımlanır.

1.3. GİZLİ NOKSANLIK (HIDDEN HUNGER) KAVRAMI VE EKONOMİK ÖNEMİ

Gizli noksanlık (hidden hunger), bir besin elementinin miktarının **görsel semptom oluşturmayacak kadar yüksek**, ancak **verim kaybına neden olacak kadar düşük** olduğu durumdur.

Bu tip eksiklikler, genellikle bitki dış görünüşünden anlaşılamaz; ancak **biyokimyasal seviyede metabolik aksamalar** meydana gelir.

Ekonomik Önemi

Gizli noksanlıklar, özellikle yüksek maliyetli üretim sistemlerinde (örneğin sera sebzeciliği, meyve bahçeleri, fide üretimi) **verim ve kalite kaybının en sinsi nedenlerinden biridir**. Bitkiler dış görünüş itibarıyla sağlıklı görünse bile, içsel besin dengesizlikleri nedeniyle potansiyel verimlerinin altında ürün verirler.

Bu nedenle, **düzenli yaprak ve toprak analizleri**, özellikle yoğun üretim yapılan alanlarda, ekonomik sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir.

2.

BESİN ELEMENTLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ BESLENMESİNDEKİ ÖNEMİ

Bitkiler, yaşam döngülerini sürdürebilmek için toprak, su ve atmosferden çeşitli mineral elementleri almak zorundadır.

Bu elementler, bitki bünyesinde yapısal bileşen olarak (örneğin hücre duvarı, klorofil, protein ve nükleik asitlerin yapısında) veya metabolik süreçlerde enzim kofaktörü olarak görev yaparlar.

Eksiklikleri, fotosentez, solunum, hücre bölünmesi ve üreme gibi temel fizyolojik süreçleri doğrudan sınırlar.

Arnon ve Stout (1939) tarafından belirlenen kriterlere göre toplam 17 element, bitkiler için zorunlu (esansiyel) kabul edilir. Bu elementler, bitkinin yaşam döngüsünü tamamlaması için mutlaka gereklidir ve başka elementlerle tam olarak ikame edilemez.

- **Makro elementler:** N, P, K, Ca, Mg, S
- **Mikro elementler:** Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni
- **Temel gaz elementler:** C, H, O

Bunlara ek olarak, yarı-esansiyel elementler (örneğin Na, Si, Co) bazı bitkilerde fizyolojik veya yapısal olarak önemli roller üstlenebilir; bu nedenle “faydalı elementler” olarak değerlendirilir.

Besin Elementlerinin Başlıca Fonksiyonel Rollerine Göre Sınıflandırma

- **Yapısal Roller:** Hücre duvarı, zar, protein ve nükleik asit yapısında yer alan elementlerdir (ör. C, H, O, N, P, S, Ca). Bu elementler bitki kuru maddesinin %95’ten fazlasını oluşturur.
- **Enerji ve Metabolik Roller:** Enerji depolama, fosforilasyon ve elektron transferi gibi reaksiyonlarda görev alırlar (ör. P, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu). ATP, NADPH ve klorofil sentezinde kritik öneme sahiptirler.
- **Fizyolojik Düzenleyiciler:** Enzim aktivasyonu, iyon dengesi ve osmotik basıncın düzenlenmesinde rol oynarlar (ör. K, Cl, Na, B). Ayrıca stomaların açılıp kapanmasında, su ilişkilerinde ve turgor kontrolünde etkilidirler.

💡 Not: Bitki beslenmesinde önemli olan, bir elementin toplam miktarı değil, yararlanılabilir (alınabilir) formudur.

Toprakta bir elementin toplam düzeyi yüksek olsa bile; pH, redoks potansiyeli, kil minerali tipi ve organik madde miktarı, o elementin bitki tarafından alınabilirliğini belirleyen temel faktörlerdir.

2.1. ELEMENTLERİN BİTKİDEKİ FİZYOLOJİK ROLÜNE GÖRE SINIFLANDIRMA

Bitkiler için **zorunlu (esansiyel)** elementler, bitki metabolizmasındaki **fizyolojik görevleri** ve **kimyasal davranış biçimlerine** göre dört ana grupta sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, elementlerin *atomik özelliklerine değil*, bitkideki **biyokimyasal fonksiyonlarına** dayanmaktadır

Grup	Fizyolojik Rol / Özellik	Temel Elementler	Başlıca Fonksiyonlar
Grup I	Organik bileşiklerin yapısına katılan elementler	N, S	Amino asitler, proteinler, nükleik asitler ve koenzimlerin bileşenidir. Metabolik sentezlerde doğrudan görev alırlar.
Grup II	Enerji metabolizması ve yapısal bütünlük elementleri	P, Si, B	Fosfor: ATP ve nükleotid yapısında yer alır. Silisyum: hücre duvarını güçlendirir. Bor: hücre duvarı stabilitesi ve zar geçirgenliğini düzenler.
Grup III	İyonik formda kalan ve osmotik denge sağlayan elementler	K, Ca, Mg, Cl, Mn, Na	Hücre içi iyon dengesi, enzim aktivasyonu, stomatal düzenleme ve su potansiyelinin kontrolü.
Grup IV	Redoks reaksiyonları ve elektron taşıyıcı elementler	Fe, Cu, Zn, Mo	Fotosentez ve solunumda elektron transferi; oksidoredüktaz enzimlerinin kofaktörleri.

💡 **Not:** Bazı elementler birden fazla grupta işlev gösterebilir. Örneğin, magnezyum (Mg) hem klorofilin merkez atomu olarak yapısal görev üstlenir, hem de çok sayıda enzimin aktivatörüdür.

2.2. ELEMENTLERİN BİTKİ İÇİNDEKİ HAREKETLİLİĞİ (MOBİLİTE) VE MEKANİZMASI

Bir elementin bitki dokularında **taşınabilirliği (mobilitesi)**, eksiklik semptomlarının **önce hangi yapraklarda** ortaya çıkacağını belirleyen temel faktördür.

Mobilite, elementin **floem dokusu içinde yeniden taşınma** (retranslokasyon) yeteneğine bağlıdır.

Mobilite Durumu	Semptomun Görüldüğü Doku	Elementler	Fizyolojik Açıklama
Mobil (Hareketli)	Yaşlı (alt) yapraklarda başlar	N, P, K, Mg, Mo, Cl	Bu elementler floem özsuyunda çözünür formlarda (örneğin NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+) kolayca taşınabilir. Noksanlıkta, yaşlı dokulardaki besinler genç büyüme bölgelerine hızla aktarılır.
İmmobil (Hareketsiz)	Genç (üst) yapraklarda başlar	Ca, B, Fe, S, Mn, Zn, Cu	Bu elementler hücre duvarı ve zar yapılarında sabitlenir veya kompleks yapılara bağlanır. Floem taşınımı sınırlı olduğundan genç dokularda semptomlar daha erken belirir.

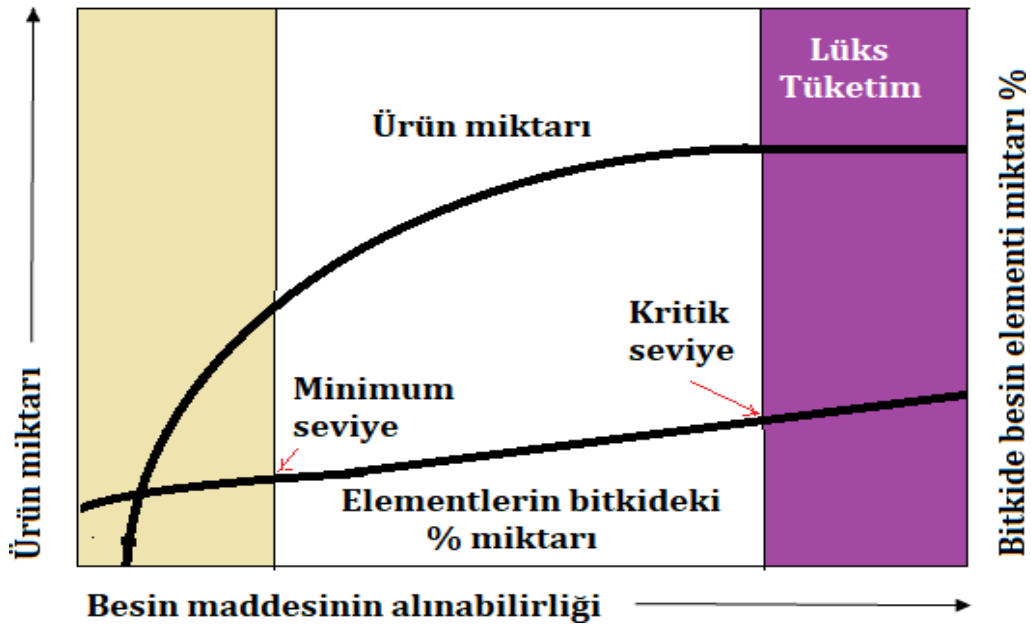
🔗 **Örnek:** Azot (N) noksanlığı, alt yapraklarda genel bir sararma (kloroz) şeklinde görülürken; demir (Fe) noksanlığı, genç yapraklarda damar arası kloroz şeklinde belirti verir.

2.3. BESİN SEVİYELERİ İLE BİTKİ BÜYÜMESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bitki dokularındaki **besin elementi konsantrasyonu** ile **verim** arasındaki ilişki, üç temel beslenme bölgesiyle tanımlanır (Ulrich, 1949; Barker & Pilbeam, 2007).

Beslenme Alanı	Tanım ve Özellikler
Yetersizlik Alanı (Deficiency Range)	Besin düzeyi, görsel semptomlar başlamadan önce bile verimi sınırlandırır. Bu dönemde “ gizli noksanlık (hidden hunger) ” görülür.
Kritik Yeterlilik Noktası (Critical Level)	Besin konsantrasyonunun, verimin maksimum düzeye ulaştığı, ancak daha fazla gübrelemenin verimi artırmadığı eşik seviyesidir.
Optimum / Maksimum Yeterlilik Alanı	Besin düzeyi yeterlidir; verim en yüksek düzeydedir. Fazla uygulama ekonomik getiri sağlamaz.
Toksisite Alanı	Besin konsantrasyonu fizyolojik tolerans eşikini aşar; verim düşmeye başlar ve kloroz, nekroz gibi toksisite belirtileri gelişir.

Bu ilişki genellikle **sigmoid eğri** şeklinde olup, **kritik seviye**, eğrinin eğiminin azalmaya başladığı noktayı temsil eder.



Şekil. Bitki dokusundaki besin konsantrasyonu ile verim arasındaki ilişki (minimum – kritik – lüks tüketim bölgeleri).

Kritik Seviye (Critical Level):

“Bir besin elementinin dokudaki konsantrasyonu, bu seviyenin altına düştüğünde verim kaybının başladığı; üstüne çıktığında ise verimin maksimum olduğu noktadır.”

3. BESİN ELEMENTLERİNİN NOKSANLIK SEMPTOMLARININ TANINMASI VE AYIRT EDİLMESİ

Tanıda Temel Kural

Bir bitkide beslenme bozukluğunun doğru teşhisi için **ilk adım**, semptomların **bitkinin hangi kısmında** (yaşlı mı, genç mi dokularda) ortaya çıktığının belirlenmesidir.

Bu gözlem, ilgili elementin **floem dokusunda taşınabilir (mobil)** veya **taşınamaz (immobil)** olup olmadığını anlamamızı sağlar.

💡 *Kural:* “Semptomlar yaşlı yapraklarda başlıyorsa element mobil, genç yapraklarda başlıyorsa immobildir.”

3.1. MOBİL ELEMENT NOKSANLIKLARI (Semptomlar yaşlı yapraklarda başlar)

Mobil elementler, **floem özsuyunda çözülmüş formlarda** (NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , Mg^{2+} , MoO_4^{2-} , Cl^-) taşınabildikleri için, eksiklik durumunda yaşlı yapraklardaki rezervler **genç büyüme uçlarına yeniden aktarılır**. Bu nedenle ilk semptomlar **yaşlı (alt) yapraklarda** ortaya çıkar.

Element	Tipik Semptom	Tanısal İpucu
Azot (N)	Alt yapraklarda genel sararma (uniform kloroz), ileri safhada yaprak dökümü	Bitki genelinde açık yeşil renk, zayıf gövde gelişimi
Fosfor (P)	Yapraklarda koyu yeşil renk, alt yüzeylerde mor veya kırmızımsı pigmentasyon (antokyanin birikimi)	Soğuk koşullarda belirginleşir
Potasyum (K)	Yaprak kenarlarında yanık (marjinal nekroz), damar arası sararma	“Yanık kenarlı yaprak” tipik görünümüdür
Magnezyum (Mg)	Damar arası kloroz, damarlar yeşil kalır	Genellikle yaprağın orta kısmında üçgenimsi sarı alanlar oluşur
Molibden (Mo)	Yapraklarda azot birikimi → kloroz; özellikle baklagillerde nodül aktivitesi düşer	Sararma + nitrat birikimi birlikte gözlenir
Klor (Cl)	Eski yapraklarda solgunluk, bronzlaşma	Fazla olduğunda da toksisiteye geçiş çok hızlıdır

📌 *Örnek:* Mısırdaki potasyum noksanlığında yaprak kenarları yanık kahverengiye dönerken, buğdayda azot noksanlığı tüm yaprakta açık sarı renkle başlar.

3.2. İMMOBİL ELEMENT NOKSANLIKLARI (Semptomlar genç yapraklarda başlar)

İmmobil elementler, floemde yeniden taşınmadıkları için eksiklik durumunda **genç ve büyüyen dokularda** semptom gösterir.

Bu elementler genellikle **yapısal bileşenler (Ca, B)** veya **protein/enzim kofaktörleri (Fe, Cu, Zn, Mn, S)** olup hücre içi yeniden mobilizasyonları sınırlıdır.

Element	Tipik Semptom	Tanısal İpucu
Kalsiyum (Ca)	Genç yapraklarda nekroz, uç kurumaları (dieback), meyvelerde çürüme (örn. domatestede çiçek burnu çürüklüğü)	Büyüme noktalarının ölümü (meristematik doku)
Bor (B)	Genç dokularda deformasyon, yaprak uçlarında kalınlaşma ve kırılabilirlik, büyüme ucunun ölümü	Özellikle şeker pancarı ve kolza gibi bitkilerde “kalp çürüklüğü” tipiktir
Demir (Fe)	Genç yapraklarda damar arası kloroz, damarlar yeşil kalır	pH yüksekse (alkali toprak), semptom şiddetlenir
Mangan (Mn)	Genç yapraklarda benekli sararma (“leke tipi kloroz”)	Demir noksanlığına benzer, ancak damar arası bölgede noktasal görünüm
Çinko (Zn)	Küçük yapraklar, kısalmış internodlar (“rozetleşme”), damar arası açık yeşil renk	Özellikle mısır ve turuncgillerde tipiktir
Bakır (Cu)	Genç yapraklarda kıvrılma, uçlarda kuruma, buğdayda “beyaz başak”	Büyüme uçları zayıf ve renk solgundur
Kükürt (S)	Genç yapraklarda homojen açık yeşil renk (N noksanlığına benzer)	Ancak fark: semptomlar genç dokularda başlar, yaşlı yapraklar yeşil kalır

💡 *Ayrım İpucu:*

- **Kalsiyum ve bor:** “büyüme noktası ölümü” ile karakterizedir.
- **Demir ve mangan:** “damar arası kloroz” ile tanınır.
- **Kükürt:** “azot noksanlığına benzer ama genç yapraklarda başlar.”

4.

MAKRO BESİN ELEMENTLERİ NOKSANLIK SİMPTOMLARI

Makro besin elementleri, bitki dokularında genellikle %0.1'den daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan ve yapısal bileşenler ile temel metabolik süreçler için gerekli olan elementlerdir. Bu elementlerin eksiklikleri, bitki büyümesi, verim ve kalite üzerinde en belirgin etkileri oluşturan beslenme bozukluklarıdır.



ORGANOPLANTİS SIVI ORGANOMİNERAL GÜBRELER

NitroMax



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)	Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10	Suda Çözünabilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	5
Organik Karbon	4	Suda Çözünabilir Kükürt Trioksit (SO ₃)	5
Serbest Aminoasitler	1	Suda Çözünabilir Magnezyum Oksit (MgO)	2
Total Azot (N)	15	Suda Çözünabilir Demir (Fe)	0,50
- Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	1	Suda Çözünabilir Bakır (Cu)	0,05
- Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	1	Suda Çözünabilir Çinko (Zn)	0,25
- Üre Azotu (CO(NH ₂) ₂)	12	Suda Çözünabilir Mangan (Mn)	0,20
- Organik Azot	1	Suda Çözünabilir Bor (B)	0,10
Toplam Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	5	Argilik Asit	0,01
- Suda Çözünabilir Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	5	Maksimum Klor (Cl)	1
		pH	4-6

PhosPro



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)	Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10	Suda Çözünabilir Kükürt Trioksit (SO ₃)	5
Organik Karbon	4	Suda Çözünabilir Magnezyum Oksit (MgO)	2
Serbest Aminoasitler	1	Suda Çözünabilir Demir (Fe)	0,50
Total Azot (N)	5	Suda Çözünabilir Bakır (Cu)	0,05
- Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	3	Suda Çözünabilir Çinko (Zn)	0,25
- Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	1	Suda Çözünabilir Mangan (Mn)	0,20
- Organik Azot	1	Suda Çözünabilir Bor (B)	0,10
Toplam Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	15	Argilik Asit	0,01
- Suda Çözünabilir Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	15	Maksimum Klor (Cl)	1
Suda Çözünabilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	5	pH	4-6

KaliForce



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)	Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10	Suda Çözünabilir Kükürt Trioksit (SO ₃)	5
Organik Karbon	4	Suda Çözünabilir Magnezyum Oksit (MgO)	2
Serbest Aminoasitler	1	Suda Çözünabilir Demir (Fe)	0,50
Total Azot (N)	5	Suda Çözünabilir Bakır (Cu)	0,05
- Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	1	Suda Çözünabilir Çinko (Zn)	0,25
- Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	3	Suda Çözünabilir Mangan (Mn)	0,20
- Organik Azot	1	Suda Çözünabilir Bor (B)	0,10
Toplam Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	5	Argilik Asit	0,01
- Suda Çözünabilir Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	5	Maksimum Klor (Cl)	1
Suda Çözünabilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	15	pH	4-6

Balance+



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)	Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10	Suda Çözünabilir Kükürt Trioksit (SO ₃)	5
Organik Karbon	4	Suda Çözünabilir Magnezyum Oksit (MgO)	2
Serbest Aminoasitler	1	Suda Çözünabilir Demir (Fe)	0,50
Total Azot (N)	7	Suda Çözünabilir Bakır (Cu)	0,05
- Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	1	Suda Çözünabilir Çinko (Zn)	0,25
- Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	1	Suda Çözünabilir Mangan (Mn)	0,20
- Üre Azotu (CO(NH ₂) ₂)	4	Suda Çözünabilir Bor (B)	0,10
- Organik Azot	1	Argilik Asit	0,01
Toplam Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	7	Maksimum Klor (Cl)	1
- Suda Çözünabilir Fosfor Pentaoksit (P ₂ O ₅)	7	pH	4-6
Suda Çözünabilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	7		

ZinSil



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	20
Organik Karbon	9
Serbest Aminoasitler	1
Total Azot (N)	4
- Üre Azotu (CO(NH ₂) ₂)	3
- Organik Azot	1
Suda Çözünabilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	4
Suda Çözünabilir Silisyum Dioksit (SiO ₂)	4
Suda Çözünabilir Çinko (Zn)	1
Maksimum Klor (Cl)	1
pH	7-9

ORGANOPLANTİS SIVI ORGANİK GÜBRELER

AminoSoil40



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	40
Organik Karbon	16
Total Azot (N)	2
- Organik Azot	2
Suda Çözünebilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	3
pH	4-6

AminoBoast



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	30
Organik Karbon	14
Serbest Aminoasitler	3
Total Azot (N)	4
- Organik Azot	4
Suda Çözünebilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	3
pH	4-6

UltraAmino



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	25
Organik Karbon	10
Serbest Aminoasitler	10
Total Azot (N)	3
- Organik Azot	3
Suda Çözünebilir Potasyum Oksit (K ₂ O)	1
pH	4-6

SeaVital



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	20
Organik Karbon	8
Argilik Asit	8
Sitokinin, ppm	80
pH	4-6

AminoPower12



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	55
Organik Karbon	15
Toplam Aminoasitler	45
Serbest Aminoasitler	12
Toplam Azot (N)	7
- Organik Azot	7
pH	5-7

4.1

AZOT (N) NOKSANLIĞI: Klorofil Sentezive Protein Yapısı

Azot (N), bitkide en fazla ihtiyaç duyulan makro elementtir ve **klorofil, amino asit, protein, nükleik asit (DNA/RNA)** ve **enzimlerin** yapısında yer alır. Bitki içinde **yüksek mobiliteye sahip** bir elementtir; noksanlık durumunda azot, yaşlı dokulardan genç dokulara **floem yoluyla remobilize edilir**. Bu nedenle semptomlar **ilk olarak yaşlı yapraklarda** görülür.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Protein, klorofil ve nükleik asit sentezinde kritik rol oynar. Bitkinin vejetatif büyümesini , yaprak yüzey alanını ve fotosentetik kapasitesini doğrudan belirler.
Bitki İçinde Mobilité	Yüksek . Noksanlıkta azot, yaşlı (alt) yapraklardan yeni büyüme noktalarına taşınır.
Semptomun İlk Yeri	Yaşlı (alt) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Genel ve homojen kloroz : Yaşlı yapraklar damarlar dâhil tamamen soluk sarı veya açık yeşil renge döner. Bodurluk : Hücre bölünmesi ve uzaması azalır; bitki kısa ve zayıf gelişir. Erken olgunlaşma : Bitki, enerji ve azot yetersizliği nedeniyle erken generatif döneme geçer. V-şeklinde sararma (mısır) : Yaprığın orta damarından uca doğru V biçiminde kloroz ilerlemesi tipiktir. Düşük protein içeriği : Tahıl tanelerinde protein oranı azalır.
Gelişme Koşulları	Kumlu ve organik maddece fakir topraklarda, yüksek yağış veya sulamayla nitrat yıkanması sonucu sık görülür. Ayrıca soğuk toprak koşulları , mikrobiyal mineralizasyonu yavaşlatarak azot noksanlığını artırır.

Tanısal Not:

- Azot eksikliği, görsel olarak kükürt (S) noksanlığına benzeyebilir. Ancak farkı: **Azot eksikliği yaşlı, kükürt eksikliği genç yapraklarda** başlar.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Azot (N) Noksanlık görüntüleri

4.2. FOSFOR (P) NOKSANLIĞI: Enerji Transferi ve Kök Gelişimi

Fosfor (P), bitki fizyolojisinde **enerji transferi, hücre bölünmesi, DNA/RNA sentezi ve zar bütünlüğü** açısından hayati öneme sahip bir makro elementtir. Bitki metabolizmasında, enerji taşıyıcı molekül **ATP (adenozin trifosfat)** ve **fosfolipitlerin** yapısına katılarak tüm enerji dönüşüm süreçlerini düzenler. Ayrıca **kök sisteminin erken gelişimi, çiçeklenme ve meyve tutumu** üzerinde doğrudan etkilidir. P bitkide **mobil bir elementtir**; floem aracılığıyla yaşlı dokulardan genç büyüme bölgelerine taşınabildiğinden, noksanlık belirtileri **önce yaşlı yapraklarda** ortaya çıkar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Enerji depolama ve transferinde (ATP, ADP) görev alır. DNA, RNA, nükleotid ve fosfolipit yapılarının temel bileşenidir. Hücre bölünmesi, kök gelişimi ve generatif organların (çiçek, tohum, meyve) oluşumu için gereklidir.
Bitki İçinde Mobilite	Yüksek mobiliteye sahip. Floem dokusunda organik fosfat esterleri formunda taşınır ve genç büyüme noktalarına yönelir.
Semptomun İlk Yeri	Yaşlı (alt) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Koyu yeşil renk ve bodurluk: Bitki genelinde yavaş büyüme, yapraklarda anormal derecede koyu yeşil veya mavi-yeşil renk görülür. Antosiyanin birikimi (morarma): Özellikle soğuk veya stresli koşullarda, yaprak ve saplarda mor, kırmızı veya bronz renklenme oluşur. Bu durum, fosfor eksikliğinde karbonhidratların birikmesiyle ortaya çıkan antosiyanin pigmentasyonudur . Yavaş olgunlaşma ve zayıf kök sistemi: Çiçeklenme gecikir, kökler kısa kalır ve bitki kolay devrilir. Tane veya meyve küçüklüğü: Tahıllarda tane sayısı ve ağırlığı azalır.
Gelişme Koşulları	Soğuk, nemli ve düşük sıcaklıklı koşullarda fosfor alımı yavaşlar. Asidik (pH < 5.5) topraklarda Fe/Al-fosfat, alkali (pH > 7.5) topraklarda Ca-fosfat formları oluşarak P'nin alınabilirliğini düşürür. Organik maddece zayıf, kompakt yapılı veya düşük mikrobiyal aktiviteye sahip topraklarda görülme sıklığı artar.

Tanısal Not:

- Fosfor noksanlığı, **soğuk ilkbahar dönemlerinde geçici olarak** da görülebilir.
- Toprak ısındığında P alımı normale döner, bu nedenle “kalıcı eksiklik” ile “mevsimsel geçici eksiklik” ayırt edilmelidir.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Fosfor (P) Noksanlık görüntüleri

4.3. POTASYUM (K) NOKSANLIĞI: Su Dengesi ve Enzim Aktivasyonu

Potasyum (K), bitki hücrelerinde **iyonik formda (K^+)** bulunan ve **ozmotik denge, turgor basıncı, enzim aktivasyonu** ve **stomatal kontrol** için kritik rol oynayan temel bir makro elementtir. Klorofilin yapısına katılmaz, ancak fotosentez ürünlerinin (şekerlerin) **floem taşınımı** ve **karbonhidratların depo organlarına yönlendirilmesi** süreçlerinde kilit görev üstlenir. Ayrıca **bitki stres toleransını** (kuraklık, tuzluluk, hastalık) artıran en önemli iyonlardan biridir.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Hücre içi ozmotik dengeyi ve turgoru sağlar, stomatal açıklığın düzenlenmesinde görev alır. 50'den fazla enzimin aktivatörüdür (özellikle karbonhidrat ve protein metabolizmasında). Fotosentezle üretilen şekerlerin floem yoluyla depo organlarına (tane, yumru, meyve) taşınmasını kolaylaştırır. Bitkiyi abiotik stres faktörlerine (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk) karşı daha dirençli hale getirir.
Bitki İçinde Mobilite	Yüksek mobiliteye sahip. Noksanlıkta K, yaşlı yapraklardan genç dokulara hızla aktarılır.
Semptomun İlk Yeri	Yaşlı (alt) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Yaprak kenarı yanıklığı (marjinal nekroz): Önce yaprak kenarlarında sararma (kloroz), ardından kahverengi nekrotik yanık dokular gelişir. Yaprığın orta kısmı genellikle yeşil kalır. Kenar klorozu: Özellikle tahıllarda ve mısırdaki yaprak kenarlarında altın-sarı çizgiler belirir. Zayıf gövde ve yatma: Potasyum, hücre duvarı sertliğini artırır; eksikliğinde saplar yumuşar ve tahıllarda lodging (yatma) görülür. Stres duyarlılığı: Kuraklık, don ve fungal patojenlere karşı dayanıklılık azalır. Meyve kalitesinde düşüş: Şeker taşınımı bozulduğu için meyveler daha küçük ve düşük tatlılıkta olur.
Gelişme Koşulları	Kumlu ve hafif bünyeli topraklarda , yıkanma nedeniyle K kaybı yüksektir. Yüksek Ca^{2+} ve Mg^{2+} içeriği bulunan topraklarda iyonik antagonizma nedeniyle K alımı baskılanır. Düşük nem ve yüksek sodyum (Na^+) seviyeleri, K^+ alımını kompetitif olarak engeller.

Tanısal Not:

- Potasyum noksanlığı genellikle **alt yaprak kenarlarında** başlar ve yukarı doğru ilerler.
- Görsel olarak **Mg noksanlığıyla karıştırılabilir**, ancak farkı: Mg noksanlığında **damar arası sararma**, K noksanlığında **yaprak kenarı nekrozu** baskındır.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Elma



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Potasyum (K) Noksanlık görüntüleri

4.4. KALSİYUM (Ca) NOKSANLIĞI: Hücre Duvarı Yapısı

Kalsiyum (Ca), bitki hücre duvarının **yapısal bütünlüğünü** sağlayan temel elementlerden biridir. Hücre duvarındaki **pektik bileşiklerle (kalsiyum pektat)** bağ yaparak mekanik dayanıklılığı artırır ve **hücre zarı geçirgenliğini** düzenler. Kalsiyum aynı zamanda **hücre bölünmesi, uzaması ve sinyal iletimi (Ca²⁺-kalmodulin sistemi)** için gereklidir. Bitkide **floem taşınımı son derece sınırlı** olduğundan, Ca **immobil (hareketsiz)** bir elementtir. Bu nedenle eksiklik belirtileri yalnızca **genç, hızla büyüyen dokularda** ortaya çıkar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Hücre duvarı stabilitesini sağlar; pektat yapısında köprü görevi görür. Hücre zarı geçirgenliğini ve iyon taşınımını düzenler. Meristematik dokularda (kök ve sürgün uçları) hücre bölünmesi ve plazma zarının bütünlüğü için gereklidir. Hücre içi ikinci haberci (secondary messenger) olarak sinyal iletiminde görev alır (Ca ²⁺ -bağlı proteinler).
Bitki İçinde Mobilite	İmmobil. Floem taşınımı çok sınırlıdır. Ksilem yoluyla pasif taşınır; bir kez dokuda biriktiğinde yeniden taşınmaz.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklarda, sürgün ve kök büyüme uçlarında.
Ayırt Edici Semptomlar	Büyüme ucu ölümü (apikal nekroz / dieback): Genç sürgünler, tomurcuklar ve kök uçları kahverengileşir ve ölür. Yaprak deformasyonları: Yeni yapraklar düzgün açılmaz, büzülür veya kanca şeklinde kıvrılır; yüzeyde kırışıklık, kalınlaşma veya yırtılma görülür. Doku çökmesi ve su kaybı: Hücre duvarı zayıflar, dokular su kaybederek yumuşar. Fizyolojik kalite bozuklukları: Domateste <i>Blossom-end rot</i> (çiçek ucu çürüklüğü) Elmada <i>Bitter pit</i> (acı benek hastalığı) Marulda <i>Tip burn</i> (uç yanıklığı)
Gelişme Koşulları	Asidik (pH < 5.5) topraklarda Ca kolayca yıkanır; yetersiz kireçleme durumu noksanlığı artırır. Aşırı nemli veya soğuk koşullar , kök su alımını ve ksilem akışını azaltarak Ca taşınımını sınırlar. Yüksek hava nemi , terleme (transpirasyon) oranını düşürür; ksilem akışı zayıfladığı için özellikle meyve dokularında noksanlık artar.

Tanısal Not:

- Kalsiyum eksikliği çoğu zaman “kök kaynaklı” değil, **taşıyım kısıtlılığına bağlı fizyolojik eksiklik**dir.
- Bitkide yeterli Ca bulunsa dahi, ksilem akışı yetersizse genç dokulara ulaşamaz. Bu nedenle özellikle seralarda ve nemli ortamlarda Ca noksanlığı sık görülür.



Buğday



Mısır



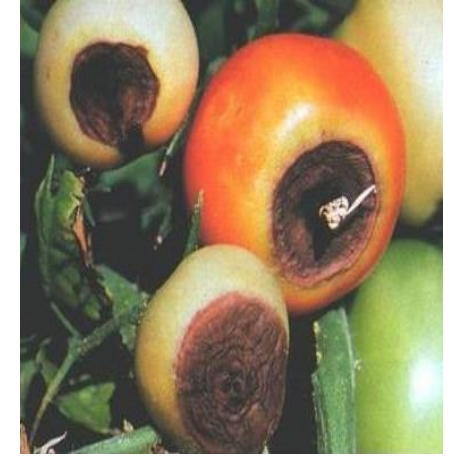
Patates



Asma



Çilek



Domates



Lahana



Elma



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Kalsiyum (Ca) Noksanlık görüntüleri

4.5. MAGNEZYUM (Mg) NOKSANLIĞI: Klorofilin Merkezi ve Enzim Aktivasyonu

Magnezyum (Mg), bitkilerde **klorofil molekülünün merkez atomu (Mg-porfirin kompleksi)** olarak yer alır. Bu nedenle fotosentez için **doğrudan hayati öneme sahiptir**. Ayrıca Mg, **ATP'nin yapısında** yer alarak enerji transferi ve çok sayıda **enzim aktivasyonunda (özellikle Rubisco ve ATPaz)** görev alır. Bitkide **floem yoluyla kolayca taşınabildiği için mobil element** grubundadır. Noksanlıkta yaşlı yapraklardaki Mg, klorofil ve diğer komplekslerden çözülerek genç dokulara aktarılır. Bu nedenle semptomlar **önce yaşlı yapraklarda** ortaya çıkar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Klorofil molekülünün merkez atomudur; fotosentezin doğrudan parçasıdır. ATP'nin aktif formu olan <i>Mg-ATP</i> kompleksinin oluşumu için gereklidir. Rubisco ve ATPaz gibi fotosentez enzimlerini aktive eder. Karbonhidratların floem ile taşınmasında ve şeker metabolizmasının dengelenmesinde görev alır.
Bitki İçinde Mobilité	Mobil. Mg, floemle taşınabilir; noksanlıkta yaşlı dokulardan hızla çekilerek genç büyüme bölgelerine aktarılır.
Semptomun İlk Yeri	Yaşlı (alt) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Damar arası kloroz (interveinal chlorosis): Yaprak damarları yeşil kalırken, damar aralarındaki alanlar sararır. Ters V veya ok ucu deseni: Özellikle narenciyelerde, sararma yaprak tabanından uca doğru "ters V" şeklinde ilerler. Nekroz ve erken yaprak dökümü: Şiddetli noksanlıkta sarı bölgeler kahverengi-bronz nekroza dönüşür ve yaşlı yapraklar erken dökülür. Fotosentez kapasitesinde düşüş: Klorofil yıkımı nedeniyle net CO ₂ asimilasyonu azalır.
Gelişme Koşulları	Kumlu ve asidik topraklarda Mg yıkanması yüksektir. Aşırı potasyum (K) veya kalsiyum (Ca) uygulamaları, iyonik antagonizma ($K^+/Ca^{2+} \leftrightarrow Mg^{2+}$) nedeniyle Mg alımını engeller. Kuraklık ve düşük nem koşulları, Mg taşınımını ve yaprakta yeniden dağıtımını sınırlar.

Tanısal Not:

- Mg eksikliği, **Fe noksanlığıyla karıştırılabilir**. Fakat Mg eksikliğinde **yaşlı yapraklar**, Fe eksikliğinde ise **genç yapraklar** etkilenir.
- Ayrıca Mg noksanlığında damar arası alanlar sararırken damarlar net biçimde yeşil kalır (mozaik görünüm).



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Elma



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Magnezyum (Mg) Noksanlık görüntüleri

4.6

KÜKÜRT (S) NOKSANLIĞI: Protein ve Vitamin Yapısı

Kükürt (S), bitkilerde **sistein** ve **metiyonin** gibi sülfür içeren amino asitlerin, **proteinlerin**, ve bazı **hayati vitaminlerin** (örneğin **biotin**, **tiamin**, **koenzim-A**) yapısında yer alır. Azot metabolizmasında **protein sentezi ve klorofil oluşumunu** destekleyen tamamlayıcı bir elementtir. Kükürtün **floem taşınımı sınırlıdır**; Azot kadar hareketli değildir. Bu nedenle **az hareketli (semi-mobile)** veya birçok türde **immobil** olarak kabul edilir. Bu durum, semptomların **genç (üst) yapraklarda** başlamasına neden olur ve **Azot (N) noksanlığından ayırt edici farkı** oluşturur.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Sistein ve metiyonin gibi amino asitlerin yapısında bulunur. Protein, enzim, vitamin (biotin, tiamin) ve koenzimlerin sentezi için gereklidir. Azot kullanım etkinliğini artırır ; protein sentezinde N ile birlikte çalışır. Klorofil sentezini ve fotosentez hızını dolaylı olarak destekler.
Bitki İçinde Mobilite	Az mobil veya immobildir . Floem taşınımı sınırlı olduğundan yeniden dağıtımı zayıftır.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklarda başlar. (<i>Azot noksanlığından en belirgin fark</i>)
Ayırt Edici Semptomlar	Genel kloroz : Görsel olarak Azot noksanlığına benzer, ancak genç yapraklarda görülür. Açık sarı veya beyazımsı renk : Klorozlu yapraklar daha solgun, bazen beyaza yakın renktedir. Yavaş büyüme ve ince gövde : Sentez süreçleri yavaşladığı için gövde ve yaprak sapları zayıf, odunsu ve kısa görünür. Geç olgunlaşma ve düşük protein : Tahıl ve yem bitkilerinde düşük ham protein içeriği gözlenir. Soya, kolza, baklagillerde çiçeklenme ve nodül gelişimi azalır.
Gelişme Koşulları	Kumlu, düşük organik maddeli topraklarda görülme sıklığı yüksektir. Kükürt çoğunlukla organik maddenin mikrobiyal ayrışmasıyla sağlandığından, düşük organik madde en önemli tetikleyicidir. Yüksek yağış veya sulama , sülfat formundaki (SO_4^{2-}) kükürdün yıkanmasına neden olur. Hava kirliliğinin azaldığı modern tarım alanlarında , atmosferik S girişi azaldığı için S noksanlığı giderek artmaktadır.

⚠ Tanısal Not:

- Kükürt ve Azot noksanlıkları görsel olarak benzerdir; **tek ayırt edici fark** semptomların başladığı yapraktır:
- **Azot eksikliği**: Yaşlı yapraklarda başlar. **Kükürt eksikliği**: Genç yapraklarda başlar.
- Ayrıca S eksikliğinde yaprak rengi genellikle **daha açık sarı veya beyazımsı**, N eksikliğinde ise **limon sarısı–açık yeşildir**.



Buğday



Mısır



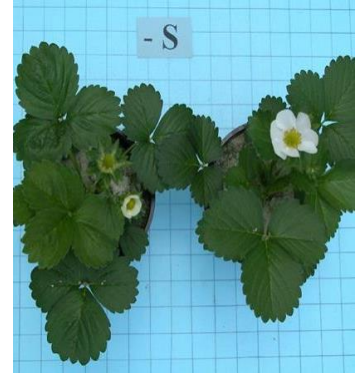
Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Çay



Elma



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Kükürt (S) Noksanlık görüntüleri



5.

MİKRO BESİN ELEMENTLERİ NOKSANLIK SİMPTOMLARI

Mikro besin elementleri (iz elementler), bitkiler tarafından **çok küçük miktarlarda** (< 100 ppm) ihtiyaç duyulmalarına rağmen, **enzim aktivasyonu**, **redoks reaksiyonları** ve **metabolik düzenleme** süreçlerinde hayati roller üstlenirler. Bu elementlerin çoğu bitkide **floem ile taşınamaz (immobil)** veya **çok sınırlı mobiliteye sahiptir**. Bu nedenle eksiklik semptomları genellikle **genç yapraklarda** ve **aktif büyüme bölgelerinde** ortaya çıkar.



ORGANOPLANTİS SIVI ORGANOMİNERAL TOPRAK DÜZENLEYİCİLERİ

AsitBalance



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10
Suda Çözünebilir Potasyum Oksit (K_2O) ₁	4
pH	>13

KalsiBalance

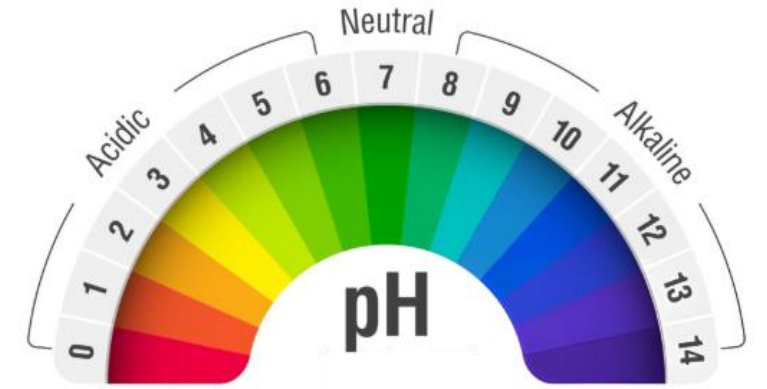


Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10
pH	<2

NaFixKalsi



Garanti Edilen İçerik	%(w/v)
Organik Madde	10
Suda çözünebilir Potasyum Oksit (K_2O)	1
Suda çözünebilir Magnezyum Oksit (MgO)	0,5
pH	<2



5.1. DEMİR (Fe) NOKSANLIĞI: Klorofil Sentezi ve Redoks Reaksiyonları

Demir (Fe), klorofilin yapısına doğrudan katılmamakla birlikte, **klorofil sentezi** ve **elektron transfer sistemleri** için mutlak gereklidir. Fe, **sitokromlar**, **ferredoksin**, **katalaz** ve **peroksidaz** gibi birçok redoks enziminde kofaktör olarak görev alır. Bitki için yeterli miktarda toprakta bulunsa dahi, **yüksek pH'lı veya kireçli (CaCO₃ zengin)** topraklarda çözünürlük azaldığından **bitki tarafından alımı engellenir**. Fe bitkide **floem ile taşınmaz**, bu nedenle **immobil element** grubundadır ve eksiklik belirtileri **genç yapraklarda** başlar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Klorofil sentezinde doğrudan yer almaz ancak sentezi başlatan enzimleri aktive eder. Fotosentezde elektron taşıma zincirinin ana bileşenlerinden (sitokrom, ferredoksin) biridir. Solunumda NADH–sitokrom sisteminde görev alır. Peroksidaz, katalaz ve nitrat redüktaz gibi redoks enzimlerinin kofaktörüdür.
Bitki İçinde Mobilite	İmmobil. Floem taşınımı çok zayıftır; Fe bir kez bir dokuda biriktiğinde yeniden dağıtılamaz.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Damar arası kloroz (interveinal chlorosis): Genç yapraklarda damarlar yeşil kalırken, damar araları sararır. Şiddetli eksiklikte beyazlaşma: İleri safhalarda yaprak neredeyse beyaza döner (tam klorofil yıkımı). Büyüme ucu canlı kalır: Apikal doku ölmez; bu durum Fe eksikliğini Ca veya B eksikliğinden ayırır. Toprak kaynaklı (kireç klorozu): Özellikle kireçli ve yüksek pH'lı alanlarda görülür; Fe toprakta Fe ³⁺ formuna oksitlenir ve çözünmez hale gelir. Bazı türlerde damar boyunca yeşil şeritler (striped chlorosis) oluşur (örneğin mısır, fasulye).
Gelişme Koşulları	Yüksek pH (> 7.0) ve kireçli (CaCO ₃ 'lü) topraklarda Fe ³⁺ formuna dönüşüm artar, çözünür Fe ²⁺ azalır. Aşırı fosfat (P) gübrelemesi, Fe alımını antagonistik olarak engeller (Fe–P antagonizması). Soğuk, suya doymun veya oksijence fakir (anaerobik) topraklarda, Fe alımı azalır. Yüksek mangan (Mn) düzeyleri, Fe alımını baskılayabilir (antagonizma).

Tanısal Not:

- Fe noksanlığı genellikle **"kireç klorozu"** olarak bilinir. Damar arası sararma en genç yaprakta başlar ve yukarıdan aşağıya doğru ilerler. Şiddetli vakalarda damar arası dokular beyazlaşır, ancak damarlar yeşil kalır (tipik "iskele görünümü").



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Domates



Çilek



Lahana



Biber



Şeftali



Turunçgil



Elma

Şekil. Bazı bitkilerde Demir (Fe) Noksanlık görüntüleri



5.2

MANGAN (Mn) NOKSANLIĞI: Fotosentez ve Nitrat İndirgenmesi

Mangan (Mn), bitkilerde **fotosentetik oksijenin (O_2)** açığa çıkmasını sağlayan **su ayrıştırma kompleksinin (Oxygen-Evolving Complex, OEC)** temel bileşenidir. Bu nedenle Mn, **fotosentezin fotokimyasal evresinde** doğrudan görev yapar. Ayrıca **nitrat redüktaz** ve **nitrit redüktaz** enzimlerinin aktivatörüdür; bu enzimler aracılığıyla **azot metabolizması** düzenlenir. Mn, aynı zamanda **fenol oksidaz** ve **peroksidaz** gibi oksidoredüktaz enzimlerinin kofaktörüdür. Bitki içinde **floem taşınımı zayıf** olduğundan **az hareketli (immobil)** bir elementtir ve semptomları **genç yapraklarda** başlar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Fotosentez: PSII kompleksinde suyun ayrışması ve oksijenin oluşumu için gereklidir (OEC-Mn kompleksi). Azot metabolizması: Nitrat ve nitrit redüktaz enzimlerini aktive eder. Redoks enzimleri: Peroksidaz, fenol oksidaz gibi oksidoredüktaz sistemlerinde kofaktör olarak görev yapar. Hormon sentezi ve lignifikasyon: Mn, auxin oksidaz aktivitesiyle bitki gelişiminde dolaylı rol oynar.
Bitki İçinde Mobilité	Az hareketli (immobil). Floem taşınımı sınırlı, ksilem yoluyla kökten yapraklara taşınır.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Benekli damar arası kloroz: Demir (Fe) noksanlığına benzer, ancak damar arası alanlarda noktasal, benekli sararma görülür. Küçük nekrotik lekeler: İlerleyen aşamalarda sarı alanlar kahverengi-siyah noktasal nekrozlara dönüşür. “Gri leke hastalığı” (Gray Speck Disease): Özellikle yulaf ve buğday gibi tahıllarda, yaprak ortasında gri-yeşil, nekrotik lekeler oluşur. Yaprak kalınlaşması: Kronik eksiklikte yaprak yüzeyi pürüzlü ve kalın görünür.
Gelişme Koşulları	Yüksek pH (alkali) veya organik maddece zengin topraklarda Mn, Mn^{4+} oksit formuna oksitlenir ve çözünmez hale gelir. Kötü drenajlı (oksijensiz) topraklarda, $Mn^{4+} \rightarrow Mn^{2+}$ indirgenmesi artabilir; bu durumda noksanlık değil toksisite görülebilir. Kireç uygulaması sonrası, toprak pH'sının yükselmesi Mn eksikliğini tetikleyebilir. Yüksek Fe veya Ca düzeyleri, Mn alımını antagonize edebilir.

⚠ Tanısal Not:

- Mn eksikliği, Fe eksikliğine çok benzer; ancak **Mn noksanlığında benekli (spotty)** damar arası kloroz görülürken, Fe noksanlığında **homojen damar arası sararma** olur.
- Şiddetli eksiklikte yaprakta “gri lekeli” veya “benekli mozaik” desen oluşur.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Elma



Kiraz



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Mangan (Mn) Noksanlık görüntüleri

5.3

ÇİNKO (Zn) NOKSANLIĞI: Oksin Sentezi ve Enzim Kofaktörü

Çinko (Zn), bitkilerde **oksin (indol-3-asetik asit, IAA)** sentezi, **protein oluşumu**, ve **karbonhidrat metabolizması** için hayati bir mikro elementtir. Ayrıca **karbonik anhidraz**, **alkol dehidrojenaz**, **RNA polimeraz** ve **superoksit dismutaz (Zn-SOD)** gibi birçok enzimin yapısal veya aktivatör bileşenidir. Çinko, **hücre zarının bütünlüğünü ve geçirgenliğini** korur, ayrıca **boğum arası uzamasını (internode elongation)** düzenleyerek bitki morfolojisinde belirleyici rol oynar. Floem taşınımı sınırlı olduğundan, **az hareketli (immobil)** element olarak sınıflandırılır ve semptomlar **genç (üst) yapraklarda** başlar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Oksin (IAA) sentezi: Triptofan'dan oksin sentezini katalize eden enzimlerin aktivatörüdür. Enzim aktivasyonu: Karbonik anhidraz, alkol dehidrojenaz, süperoksit dismutaz (Zn-SOD) gibi enzimlerde kofaktör. Protein ve karbonhidrat metabolizması: Ribozom oluşumu ve RNA sentezinde rol oynar. Hücre zarının bütünlüğü: Lipid peroksidasyonunu azaltarak zar stabilitesini korur.
Bitki İçinde Mobilité	Az hareketli (immobil). Floem taşınımı sınırlıdır; Zn bir kez dokuya yerleşince yeniden taşınmaz.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklarda başlar.
Ayırt Edici Semptomlar	Rozetleşme ve Küçük Yaprak Hastalığı (Little Leaf): Oksin eksikliği nedeniyle boğum araları kısalmır, yapraklar birbirine sıkışır ve rozet görünümü oluşur. Damar arası kloroz: Özellikle mısır ve buğdayda genç yapraklarda orta damar çevresinde kloroz görülür; damar araları sararır, damarlar yeşil kalır. “White Bud” (Beyaz Tomurcuk): Mısırdaki genç yaprakların tabanında beyazımsı bantlar ve açmamış tomurcuklarda beyaz renk oluşumu tipiktir. Küçük, dar yapraklar: Yaprak yüzey alanı azalır; fotosentez verimliliği düşer. Az çiçeklenme ve düşük tane dolumu: Oksin sentezi bozulduğu için generatif gelişim zayıflar.
Gelişme Koşulları	Yüksek pH (> 7.0), yüksek kireç veya organik maddece zengin topraklarda Zn, $Zn(OH)_2$ veya $ZnCO_3$ formuna geçerek çözünmez hale gelir. Aşırı fosfor (P) uygulaması, Zn alımını antagonistik olarak engeller (P–Zn antagonizması). Soğuk ve ıslak toprak koşulları, Zn alımını azaltır. Kumlu ve düşük kil içeren topraklarda, Zn tutunması zayıf olduğu için noksanlık riski yüksektir.

🔗 Tanısal Not:

- Çinko noksanlığı, **boğum arası kısalması** ve **küçük yaprak** belirtileriyle Azot veya Demir eksikliğinden kolayca ayırt edilir.
- Mısırdaki **“White Bud”** oluşumu, Zn eksikliğinin en tanısal göstergesidir.
- Aşırı P gübrelemesi yapılan alanlarda Zn noksanlığı sık görülür; yaprak analizlerinde **yüksek P / düşük Zn oranı** tipiktir.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Çilek



Lahana



Biber



Domates



Turunçgil

Şekil. Bazı bitkilerde Çinko (Zn) Noksanlık görüntüleri



5.4.

BOR (B) NOKSANLIĞI: Hücre Duvarı ve Üreme Fonksiyonları

Bor (B), bitkilerde **hücre duvarı yapısının bütünlüğü, şeker taşınımı, hormon dengesi ve üreme dokularının gelişimi** için yaşamsal öneme sahip bir elementtir. Boron, hücre duvarında **rhamnogalacturonan-II (RG-II)** polimerlerini çapraz bağlayarak **pektin ağının stabilitesini** sağlar. Ayrıca **şekerlerin floem yüklenmesi ve taşınması, polen tüpü uzaması, ve tohum-meyve tutumu** süreçlerinde kritik rol oynar. Bor, **floem taşınımı çok zayıf (çoğu bitkide immobile)** bir elementtir; bu nedenle eksiklik belirtileri **büyüme noktaları (meristemler)** ve **genç dokularda** başlar. Bazı bitkilerde (örn. elma, narenciye), floem taşınımı **alkohol şekeri (sorbitol)** varlığına bağlı olarak kısmen mümkündür, ancak bu durum sınırlıdır.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Hücre duvarı bütünlüğü: RG-II çapraz bağları yoluyla pektin ağının stabilizasyonu. Şeker taşınımı: Sakkarozun floem yüklenmesi ve taşınmasında görev alır. Hormon metabolizması: İAA (oksin) dengesini düzenler; büyüme noktalarının canlılığını korur. Üreme sistemi: Polen tüpü uzaması, polen canlılığı, çiçeklenme ve meyve tutumu için gereklidir.
Bitki İçinde Mobilite	İmmobil. Ksilem yoluyla taşınır; floem taşınımı çok sınırlıdır. Yeniden dağıtım gerçekleşmez.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklar ve büyüme uçları (apikal meristemler).
Ayırt Edici Semptomlar	Uç ölümü (Apikal Nekroz / Dieback): Tepe tomurcuğu, genç kök uçları ve büyüme noktaları ölür; bitki çatallı görünüm alır. Yaprak deformasyonları: Yeni yapraklar kalın, gevrek, buruşuk veya kıvrılmış yapıdadır; genellikle koyu yeşil renklidir. Depo organı çürümesi: - Şeker pancarında Heart Rot (Kalp Çürüklüğü) , Karnabaharda Brown Rot (Kahverengi Lekelenme) , Kerevizde stem cracking (sap çatlaması) , Elma ve armutta internal cork (iç mantarlaşma) tipiktir. Üreme başarısızlığı: Polen tüpü oluşumu ve dölleme bozulur; çiçek ve tohum tutumu azalır.
Gelişme Koşulları	Yüksek pH (alkali) topraklarda, $B(OH)_4^-$ formuna dönüşerek çözünürlüğü azalır. Kurak koşullar: Bor toprak çözeltisinde difüzyonla hareket ettiği için su eksikliği alımı şiddetle azaltır. Kumlu ve düşük organik madde içeren topraklarda B yıkanma kaybı yüksektir. Aşırı kireçleme veya düşük sıcaklık, bor alımını daha da sınırlar.

⚡ Tanısal Not :

- B ve Ca noksanlıkları **büyüme uçlarının ölümü (apikal nekroz)** ile karakterizedir; ancak **Bor noksanlığında genellikle deformasyon ve polen canlılığı kaybı** daha belirgindir.
- “**Kalp çürüklüğü (Heart Rot)**” veya “**iç mantarlaşma (Internal Cork)**” gibi iç dokularda bozulmalar, Bor eksikliğine özgüdür.



Buğday



Mısır



Patates



Asma



Şekerpancarı



Domates



Lahana



Turunçgil



Çilek

Şekil. Bazı bitkilerde Bor (B) Noksanlık görüntüleri

5.4.

BAKIR (Cu) NOKSANLIĞI: Lignin Sentezi ve Solunum

Bakır (Cu), bitkilerde **fotosentez**, **solunum**, **lignin sentezi**, ve **üreme organlarının gelişimi** için temel öneme sahip bir mikro elementtir. Cu, **plastosiyanin** (Fotosistem I'de elektron taşıyıcısı) ve **sitokrom c oksidaz** (mitokondriyal solunumda son elektron alıcısı) gibi birçok redoks enziminde kofaktör olarak görev yapar. Ayrıca **fenol oksidaz (lakkaz)** ve **polifenol oksidaz** enzimlerinin yapısında yer alır; bu enzimler lignin sentezini katalize ederek **hücre duvarının mekanik dayanıklılığını** sağlar. Bu nedenle Cu noksanlığı, hem **fotosentetik enerji transferi** hem de **odunsu doku oluşumu (lignifikasyon)** üzerinde doğrudan olumsuz etki yapar. Bakır bitki içinde **floemle taşınamayan (immobil)** bir elementtir; bu yüzden eksiklik belirtileri **genç yapraklarda ve büyüme uçlarında** ortaya çıkar.

Başlık	Detay
Fizyolojik Rolü	Fotosentez: Plastosiyanin aracılığıyla PSII → PSI arasında elektron taşır. Solunum: Mitokondride sitokrom c oksidazın kofaktörüdür. Lignin sentezi: Lakkaz ve polifenol oksidaz enzimleri yoluyla hücre duvarının odunsulaşmasını sağlar. Üreme organları: Polen gelişimi ve tohum oluşumunda rol oynar.
Bitki İçinde Mobilite	İmmobil. Floem taşınımı çok zayıftır; Cu bir kez yerleştiği dokuda kalır.
Semptomun İlk Yeri	Genç (üst) yapraklar ve büyüme uçları.
Ayırt Edici Semptomlar	Uçların solması, kıvrılması ve ölümü (Dieback): Genç yapraklarda solma, kıvrılma ve uç nekrozu; özellikle sürgünlerde apikal ölüm. Tahıllarda spiral kıvrılma: Buğday ve arpa yapraklarında uçtan itibaren beyazlaşma ve spiral form; tipik “white tip” görünümü. Odunsu yapı eksikliği: Lignin sentezi azaldığı için meyve ağaçlarında yeni sürgünler zayıf ve yumuşak kalır; uçtan geriye ölüm (Dieback) görülür. Kloroz: Genç yapraklarda damar arası hafif kloroz eşlik edebilir. Çiçek deformasyonları: Polen sterilitesi ve zayıf meyve tutumu gözlenebilir.
Gelişme Koşulları	Yüksek organik madde içeren (turbalık, humuslu) topraklarda Cu, organik komplekslere bağlanarak bitki tarafından alınamaz hale gelir. Aşırı kireçlenmiş (yüksek pH'lı) topraklarda Cu, CaCO ₃ ile reaksiyona girerek çözünmez hale gelir. Kumlu ve düşük kil içeren topraklarda , Cu adsorpsiyonu zayıf olduğu için yıkanma kayıpları artar. Aşırı fosfat (P) uygulamaları , Cu alımını antagonize edebilir.

🔗 Tanısal Not:

- Cu noksanlığı, genellikle **uç nekrozu** ve **dieback** ile tanınır. **Kalsiyum (Ca)** veya **Bor (B)** eksiklikleriyle karıştırılabilir, ancak Cu noksanlığında tipik olarak **yaprak uçlarında spiral kıvrılma** ve **odunsu doku zayıflığı** gözlenir.
- Tahıllarda **“white tip”** (beyaz uç) ve **“curly top”** (kıvrılmış uç) en karakteristik semptomlardır.



Buğday



Patates



Lahana



Turunçgil



Çilek



Mısır



Domates

Şekil. Bazı bitkilerde Bakır (Cu) Noksanlık görüntüleri

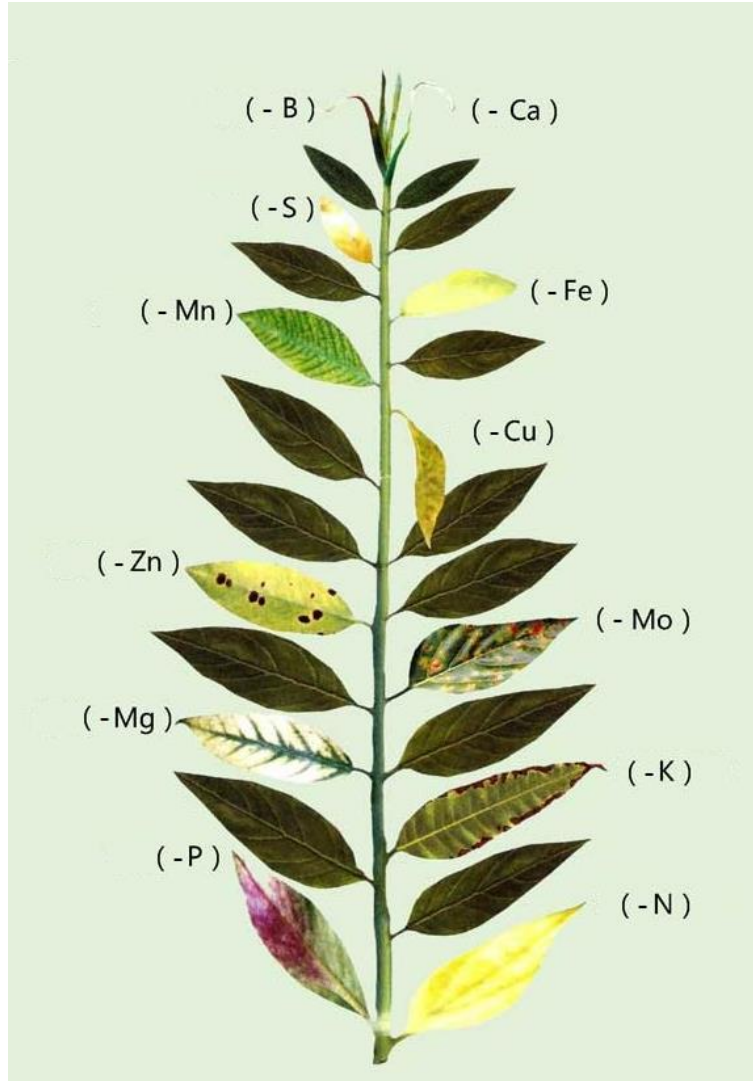


6

BESLENME BOZUKLUKLARININ NEDENLERİ VE TANISAL YÖNTEMLER

Görsel semptomlar yalnızca beslenme bozukluklarının **dışa yansıyan kısmıdır** — adeta buzdağının görünen yüzü.

Asıl nedenler çoğu zaman, topraktaki toplam element miktarından ziyade, bu elementlerin **bitki tarafından alınabilirliğini** sınırlandıran **çevresel, kimyasal veya fiziksel koşullardan** kaynaklanır.





6.1

BESLENME BOZUKLUKLARINI TETİKLEYEN ÇEVRESEL VE KİMYASAL FAKTÖRLER

A. TOPRAK KİMYASAL FAKTÖRLERİ

1. Toprak pH'sının Kritik Etkisi: “Besinlerin Anahtarı”

Toprak pH'sı, elementlerin **çözünürlüğünü**, **iyon formunu** ve **bitkiye yarayışlılığını** belirleyen en temel faktördür. Optimum besin alımı genellikle **pH 6.5–7.3** aralığında gerçekleşir.

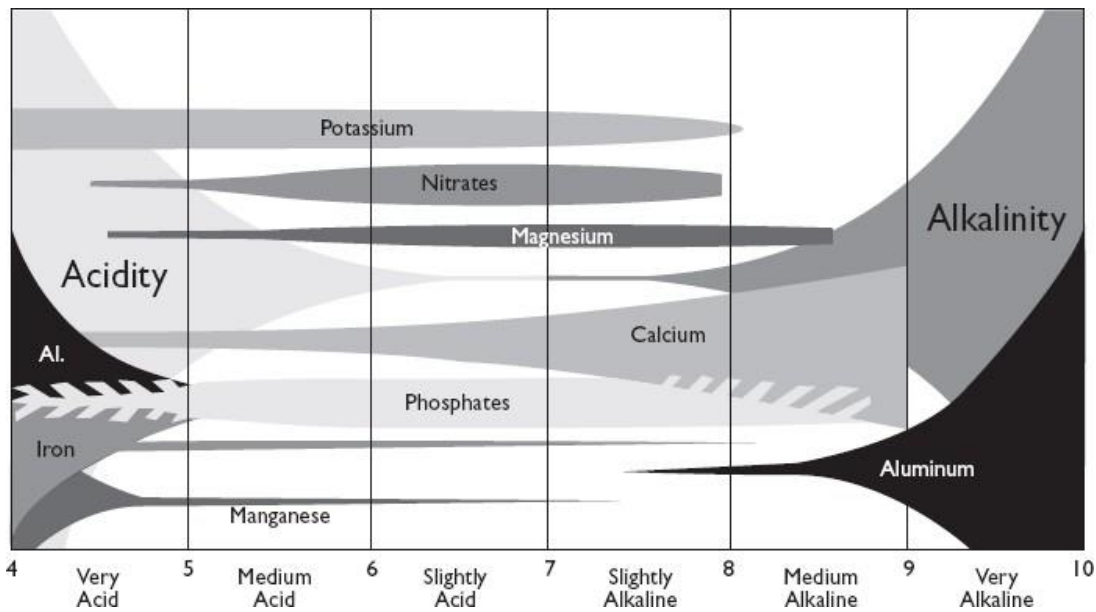
- **Yüksek pH (Alkalen Reaksiyonlu Topraklar, pH > 7.3):**

Fe, Zn, Mn ve Cu gibi mikro elementler, hidroksit ve karbonat bileşikleri halinde çökerek çözünmez duruma geçer.

Bu durum özellikle kireçli topraklarda “**kireç klorozu (lime-induced chlorosis)**” olarak bilinen demir noksanlığına yol açar.

- **Düşük pH (Asit Topraklar, pH < 6.5):**

- Mo ve Ca alımı azalır; buna karşın Al^{3+} ve Mn^{2+} gibi toksik iyonların çözünürlüğü artar. Özellikle **Al toksisitesi**, kök uzamasını ve kök ucundaki meristem faaliyetini sınırlayarak tüm besin alımını sekteye uğratır.



Şekil. Toprak pH'sı ile besin elementlerinin alınabilirliği arasındaki ilişki.

2. Besin Antagonizmaları: “İyonik Rekabet ve Dengesizlik”

Besin antagonizması, bir elementin aşırı varlığının başka bir elementin **alımını**, **taşınmasını** veya **metabolik işlevini engellemesi** durumudur. Bu etkileşimler kök yüzeyinde iyon rekabetiyle veya bitki içi fizyolojik düzeyde gerçekleşir.

Antagonistik Etkileşim	Mekanizma ve Sonuç
P / Zn Antagonizması	Aşırı fosfor, Zn ile kompleks oluşturur ve Zn alımını sınırlar → Zn noksanlığı.
K / Mg / Ca Antagonizması	Aşırı potasyum, Mg ve Ca iyonlarının kök yüzeyine bağlanmasını engeller → Mg veya Ca eksikliği.
N / Cu Antagonizması	Yüksek azot, bitkide Cu gereksinimini artırarak relatif Cu eksikliğine yol açar.
Ca / B ilişkisi	Aşırı Ca uygulamaları, Borun taşınmasını ve hücre duvarı stabilitesini bozar.

❗ Not:

- Toprak çözeltisinde iyonik denge sağlanmadan yapılan **aşırı gübreleme**, noksanlık kadar ciddi **antagonizma kaynaklı beslenme dengesizliklerine** yol açabilir.

3. Toprak Tuzluluğu (Salinite): “Ozmotik Stres ve İyonik Rekabet”

Toprakta tuz birikimi, hem **ozmotik potansiyelin düşmesine** hem de **iyonik rekabete** neden olarak bitki köklerinin su ve besin alımını ciddi biçimde sınırlar. Başta **sodyum (Na⁺)** ve **klor (Cl⁻)** olmak üzere çözünebilir tuzların fazlalığı, hem fiziksel hem de kimyasal stres yaratır.

Etkileri:

- **Ozmotik stres:** Yüksek tuz konsantrasyonu, toprak çözeltisinin su potansiyelini düşürür. Kök hücreleri su almakta zorlanır, bu da kuraklıkla benzer etkiler oluşturur.
- **İyonik toksisite:** Na⁺ iyonları, K⁺ ve Ca²⁺ iyonlarıyla kök yüzeyinde rekabete girerek **K ve Ca alımını engeller**.
- **Besin dengesizliği:** Aşırı tuzlu ortamlarda N, P, Mg ve Zn alımı da azalır; özellikle **NaCl birikimi**, fosfatların çözünürlüğünü düşürür.
- **Toprak yapısı bozulması:** Yüksek Na⁺, kil mineralleri arasındaki bağları zayıflatır; bu durum **dispersiyon, geçirimsizlik ve düşük havalanma** gibi fiziksel sorunlara yol açar.

Bitki Semptomları:

- Yaprak uçlarında ve kenarlarında **nekroz (yanık)** belirtileri,
- Bitkide **bodurluk ve solgunluk**,
- Toprakta tuz kabuğu (beyaz tabaka) oluşumu.

Uygulama Önerisi:

Tuzluluk sorunu görülen alanlarda düzenli **EC (elektriksel iletkenlik)** ölçümü yapılmalı, drenaj ve yıkama (leaching) uygulamalarıyla tuz birikimi kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca **Ca ve organik madde uygulamaları**, Na⁺ iyonlarının değişimini destekleyerek toprak yapısını iyileştirir.

B. İKLİMSEL VE FİZİKSEL FAKTÖRLER

1. Toprak Sıcaklığı ve Havalanma

- **Soğuk toprak:** Kök metabolizması yavaşlar; enerji gerektiren aktif taşıma mekanizmaları zayıflar. Bu durum özellikle **P, Mg ve Zn** alımını sınırlar.
- **Kötü drenaj ve oksijen azlığı:** Fazla su, kök bölgesindeki oksijen miktarını düşürür ve **kök solunumunu** engeller. Böylece aktif iyon alımı azalır, Fe ve Mn redoks dengesi bozulur.

2. Toprak Nemi ve Kuraklık

- **Kuraklık:** Toprak suyunun azalması, özellikle **difüzyonla taşınan iyonların** (B, K, Zn) köke ulaşımını sınırlar.
- Bu nedenle **Bor ve Potasyum noksanlıkları** genellikle kurak koşullarda belirginleşir.
- **Aşırı nem:** Yetersiz havalanma ve kök çürümesi sonucu **oksijen eksikliği** gelişir; buna bağlı olarak **Mn ve Fe toksisitesi** ortaya çıkabilir.

C. TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE BESLENME DİNAMİKLERİ

1. Organik Maddenin Besin Döngüsündeki Rolü

Topraktaki organik madde, bitki besin elementlerinin yavaş salınımını, katyon değişim kapasitesini (CEC) ve mikrobiyal aktiviteyi belirleyen temel bileşendir.

- **Besin Rezervi:** Organik madde mineralizasyonu sonucu özellikle N, S ve P bitkilere kullanılabilir formlarda (NO_3^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^-) salınır.
- **Mikrobiyal Aktivite:** Mikrobiyal süreçler (örneğin nitrifikasyon, fosfat çözünmesi) organik madde kaynaklı karbonla doğrudan ilişkilidir.
- **Katyon Değişim Kapasitesi (CEC):** Humus, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ gibi besinleri geçici olarak tutarak yıkanmayı önler ve bitkinin kök bölgesine sürekli besin sağlar.

2. Organik Madde Eksikliğinin Sonuçları

Düşük organik madde içeren topraklarda:

- Besinlerin tamponlanma kapasitesi azalır → **ani noksanlık ve toksisite dalgalanmaları** görülür.
- Mikro elementler (özellikle Fe, Zn, Cu) organik şelatlarla bağlanamadığı için çözünürlük kaybı yaşar.
- Mikrobiyal azalma nedeniyle fosfat çözünürlüğü düşer, **biyolojik P alımı** zayıflar.
- Toprak yapısı bozulur; **kök gelişimi ve su tutma kapasitesi** düşer, bu da dolaylı besin stresi yaratır.

3. Uygulamada Önemi

Organik maddece fakir topraklarda besin eksiklikleri yalnızca gübre eksikliğinden değil, **besinlerin tutulmaması ve mikrobiyal dengenin bozulmasından** da kaynaklanır. Bu nedenle dengeli beslenme programlarında **organik girdiler (kompost, organomineral gübreler, mikrobiyal biyostimülanlar)** temel bir stratejik bileşen olarak yer almalıdır.

6.2. BESLENME BOZUKLUKLARININ KESİN TANI YÖNTEMLERİ

Görsel semptomlar yalnızca erken uyarı işaretleridir; çoğu zaman noksanlığın türünü veya nedenini kesin olarak tanımlamakta yetersiz kalır. Bu nedenle, analitik tanı yöntemleri hem verim kaybının boyutunu hem de gizli noksanlıkları (hidden hunger) belirlemek için zorunludur.

1. Toprak Analizi (Önleyici Tanı)

- **Amaç:** Toprağın bitkiye yarayışlı besin maddesi miktarlarını, pH'sını, tuzluluk (EC), organik madde ve kireç (CaCO_3) miktarını belirleyerek potansiyel riskleri saptamaktır.
- **Kullanım:**
 - Ekim öncesi veya sezon başında gübreleme planlaması için temel veri sağlar.
 - Toprağın bir "besin bankası" olarak mevcut durumunu ortaya koyar.
 - Sorunlar oluşmadan önce önleyici tedbir alınmasına olanak tanır.

Numune derinliği (genellikle 0–20 cm) ve örnek sayısı, doğru değerlendirme için kritik öneme sahiptir.

2. Bitki Analizi (Doku Analizi) — Kesin Tanı

- **Amaç:** Bitkinin gelişim dönemine göre mevcut fizyolojik beslenme durumunu ve alınan element düzeylerini ortaya koymaktır.
- **Kullanım:**
 - Gizli noksanlıkların (henüz semptom göstermeyen verim düşüşleri) saptanmasında en güvenilir yöntemdir.
 - Görsel semptomların nedeninin gerçek element eksikliği mi, yoksa antagonistik etkileşim mi olduğunu ayırt eder.
- **Yorumlama:**
 - Bitki analizi sonuçları, toprak analizi verileriyle birlikte değerlendirilmelidir.
 - Sadece toprak veya sadece yaprak analizine dayalı kararlar, özellikle antagonizma durumlarında hatalı yorumlara yol açabilir.

3. Doku Testleri (Saha Hızlı Testleri)

- **Amaç:** Yaprak özsuyu veya sap sıvısındaki çözünür iyonların (NO_3^- , K^+ , Ca^{2+} vb.) hızlı tespiti ve anlık izlenmesi.
- **Kullanım:**
 - Yarı nicel sonuçlar verir; özellikle N, K, NO_3^- , Ca^{2+} gibi dinamik elementler için uygundur.
 - Gübre uygulamasının etkisini veya beslenme durumundaki ani değişimleri sahada izlemeye olanak tanır.
 - Seralar, fide üretim merkezleri ve yüksek değerli kültürlerde (örneğin domates, çilek, üzüm) hızlı karar desteği sağlar.

⚠ **Dikkat:** Bu testler, laboratuvar analizlerinin yerini almaz; ancak tamamlayıcı ve yönlendirici niteliktedir.

4. Tanısal Entegrasyon: Analizlerin Birlikte Yorumlanması

Bitki beslenme durumunun doğru tanısı için, **saha gözlemleri – toprak analizleri – doku analizleri** birlikte değerlendirilmelidir. Bu üçlü entegrasyon, özellikle kompleks stres koşullarında (örneğin yüksek pH + düşük Zn + kuraklık) hatalı teşhis riskini en aza indirir.

🔗 Önerilen Uygulama Stratejisi:

a. Toprak Analizi: Sezon öncesi ve sezon süresi boyunca (gübre planlaması için)

Toprak analizleri sonunda elde edilen sonuçlardan hareketle, toprakta aktif organik madde seviyesi düşük ise (<%3), içeriğinde organik maddeyi taşıyıcı materyal olarak içeren “**organomineral gübrelerin**” kullanılması gereklidir. Şayet, toprakta hem organik madde düşük, hemde sulama kısıt ise, “**sıvı organomineral gübreler**” içerisindeki besin maddelerinin tamamı alınabilir formda ve çözünür olduğu için tercih edilmelidir. Bununla beraber, tarımı yapılan bölgede tarım konvansiyonel olarak yapılıyor ise (bitki koruma ilaçları gibi diğer bitkide stres kaynağı olabilecek girdiler kullanılıyor ise) ve iklim değişikliği (sıcaklık dalgalanmaları, su stresi gibi) içeriğinde bitkiyi stresten daha az etkilenmesini sağlayacak bileşenleri de (Argillik asit, Aminoasit gibi) beraberinde içeren **OrganoPlantis Organomineral Sıvı Gübreler** tercih edilmelidir. Arazide rutin olarak detaylı toprak analizi yapılmıyor ise veya **OrganoPlantis Organomineral Sıvı Gübreler** ile yapılan gübreleme faaliyetleri ile başarı kaçınılmazdır.

b. Bitki Analizi: Sezon ortası (vejetatif maksimum dönemde)

Bitkisel üretimde sezon ortasında alınacak bitki örneklerinin analiz edilmesi sonunda, çeşitli sebeplerden (kireçlilik, su kısıtlılığı vs) alınamayan bitki besinleri yapılacak olan yapraktan gübre uygulamaları ile eksik olan besin maddesi tamamlanır. Bu amaçla, bitkinin fenolojik durumu dikkate alınarak **OrganoPlantis Organomineral Sıvı Gübreler** yapraktan beslenme amacıyla tercih edilmelidir.

c. Doku Testi: Gübre uygulaması sonrası 3–5 gün içinde (anlık etki takibi)

Seralar, fide üretim merkezleri ve domates, çilek veya üzüm gibi yüksek katma değerli ürünlerin yetiştiriciliğinde, gübre uygulamasını takiben yapılan Doku testleri sonunda bitki söz suyu veya sap sıvısındaki besin maddelerinin eksikliğinde OrganoPlantis Organomineral Sıvı Gübreleri kullanılarak bu eksiklik giderilir.

5. OrganoPlantis Ürünleriyle Uyumlu Tanısal Yaklaşım

Analiz sonuçları, besin alımını optimize eden organomineral uygulamalarla desteklenmelidir:

- **AsitBalance / KalsiBalance / NaFixKalsi:** pH ve tuzluluk kaynaklı alım engellerinin giderilmesi.
- **NitroMax / PhosPro / KaliForce / Balance+ :** Bitki Besin maddesi dengesinin sağlanması ve antagonizmanın azaltılması.
- **ZinSil:** Özellikle çeltik yetiştirilen alanlarda bitkiye silisyum ve çinko desteğinin sağlanması
- **OrganoSoil40 / AminoBoost:** Özellikle toprak organik madde içeriğinin ve verimliliğinin artırılması
- **AminoPower12 / UltraAmino / SeaVital:** Yaprak uygulamasıyla hızlı fizyolojik toparlanma ve stres azaltımı.

Bu bütüncül yaklaşım, bitki beslenme yönetimini reaktif (semptomla göre müdahale) olmaktan çıkarıp, proaktif (önleyici ve dengeli) bir sisteme dönüştürür.



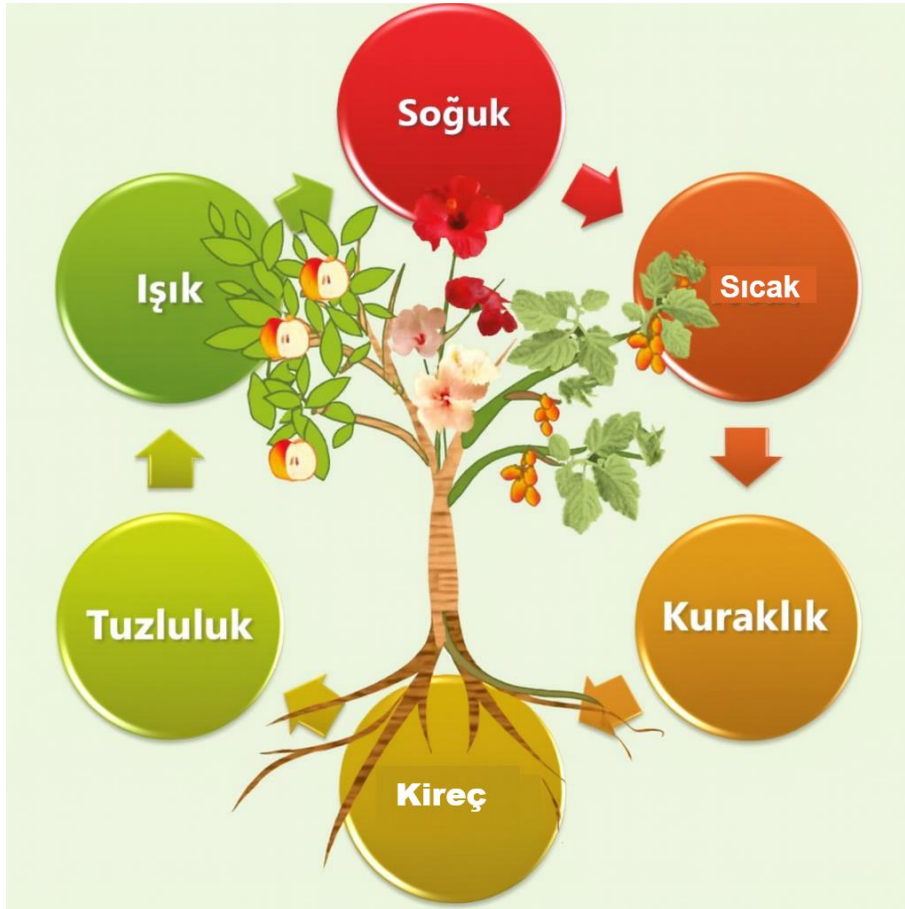
7

BESLENME BOZUKLUKLARINI TAKLİT EDEN DIŞSAL STRES FAKTÖRLERİ

Bitkilerde görülen **kloroz**, **nekroz**, **bodurluk** veya **deformasyon** gibi belirtiler, her zaman doğrudan besin elementlerinin eksikliğinden kaynaklanmaz.

Birçok **abiyotik (çevresel)** veya **kimyasal (fitotoksik)** stres, besin noksanlıklarını **birebir taklit eden görsel semptomlar** oluşturabilir.

Bu nedenle doğru teşhis için, semptomların **beslenme temelli mi yoksa çevresel mi** olduğunun ayırt edilmesi kritik öneme sahiptir.





7.1

ABİYOTİK (ÇEVRESEL VE İKLİMSEL) STRES FAKTÖRLERİ

Abiyotik stresler, kök bölgesinde iyon hareketini yavaşlatarak veya kök metabolizmasını baskılayarak **ikincil (sekonder) beslenme bozukluklarına** neden olur.

Faktör	Etki Mekanizması	Taklit Edilen Noksanlıklar	Ayırt Edici Özellikler
Su Stresi (Kuraklık)	Toprak çözeltisindeki iyonların difüzyon hızını düşürür; ksilem akışını sınırlar.	B, K, Ca	Belirtiler genellikle sulama yetersizliği olan geniş zonlarda görülür. Yapraklar mat, kıvrılmış ve su kaybına karşı sert görünür.
Soğuk Toprak (Düşük Sıcaklık Stresi)	Kök metabolizması ve ATP üretimi azalır; aktif alım yavaşlar.	P, Mg, Zn	Özellikle erken vejetasyon döneminde morarma (antosiyanın birikimi) ve bodurluk. Gölge ve serin bölgelerde yoğunlaşır.
Tuzluluk (Salinite)	Yüksek Na ⁺ ve Cl ⁻ iyonları, ozmotik dengeyi bozar; K ⁺ ve Ca ²⁺ alımını engeller.	K, Ca	Yaprak uç ve kenarlarında yanık benzeri nekroz; semptomlar tarlanın yüksek tuzluluklu kesimlerinde yoğunlaşır.
Kötü Havalanma / Suya Doymuş Toprak	Oksijen eksikliği kök solunumunu durdurur; enerji üretimi ve alım kapasitesi azalır.	P, Zn (ikincil eksiklik)	Alçak, su birikimli bölgelerde semptomlar artar. Kökler kısa, kahverengi ve yumuşaktır. Yapraklarda yaygın sararma görülür.

💡 **Tanısal İpucu:** Abiyotik stres kaynaklı semptomlar **homojen değil**, mekansal olarak **düzensiz dağılır**. Bu nedenle çoğu zaman **nem, sıcaklık ve drenaj haritaları**, besin analizlerinden daha açıklayıcıdır.

✿ Uygulama ve Yönetim Önerileri

Abiyotik stres koşullarında (kuraklık, tuzluluk, sıcaklık dalgalanması gibi), bitkinin fizyolojik dayanıklılığını artırmak ve iyon alım dengesini korumak için aşağıdaki yaklaşımlar önerilir:

Yapraktan Uygulamalar (Hızlı Etki):

- **SeaVital:** Deniz yosunu ekstraktı ve doğal büyüme hormonları (auksin, sitokinin) sayesinde stres altında fotosentez kapasitesini ve kök gelişimini destekler.
- **AminoPower 12** veya **UltraAmino:** Bitkisel ve hayvansal kökenli serbest aminoasit içeriği ile stres koşullarında protein sentezini ve ozmotik dengeyi güçlendirir.

Topraktan Uygulamalar (Kalıcı Etki):

- **OrganoPlantis Organomineral Gübreler:** Bitkinin fenolojik durumuna göre topraktan ve yapraktan uygulanmaya müsait olan OrganoPlans Organomineral gübreleri, içeriğindeki bitki besin maddelerinin yanı sıra organik madde ile toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırarak su tutma kapasitesini ve iyon değişim kapasitesini (CEC) yükseltir. Bileşimindeki Argillik asit ve Aminoasitler ile bitkiyi Çevresel ve İklimsel Stres faktörlerine karşı muhafaza eder.



7.2.

UYGUN OLMAYAN pH KOŞULLARININ OLUŞTURDUĞU STRES

Toprak pH'sı yalnızca besin yararlanılabilirliğini değil, aynı zamanda **toksik elementlerin çözünürlüğünü** de belirler. Aşırı düşük veya yüksek pH, doğrudan kök toksisitesi ya da besin immobilizasyonu yoluyla beslenme bozukluğu benzeri semptomlara neden olur.

pH Etkisi	Etki Mekanizması	Sonuç / Görünüm	Ayırt Edici Özellikler
Düşük pH Stresi (Asitlik)	Al^{3+} çözünürlüğü artar → kök uçlarındaki hücre bölünmesi durur.	Zayıf kök gelişimi, uçlarda kalınlaşma ve kararma. Mo ve Ca noksanlığı tetiklenir.	Üst aksam sağlıklı görünürken kökler kısa, koyu renkli ve yan köklenme zayıftır.
Yüksek pH Stresi (Alkalilik)	Fe, Zn, Mn ve Cu hidroksit-karbonat formlarına dönüşür → çözünmez hale gelir.	"Kireç klorozu": genç yapraklarda damarlar yeşil kalırken damar araları parlak sarı.	Kireçli / karbonatlı topraklarda görülür; tipik Fe noksanlığı semptomlarını taklit eder.

⚠ **Not:** pH stresine bağlı belirtiler genellikle **belirli alanlarda kümelenir**; Fe/Mn oranı normal olsa bile kloroz görülebilir. Bu nedenle hem **görsel hem analitik tanı** birlikte değerlendirilmelidir.

🔧 Uygulama ve Yönetim Önerileri

Toprak pH'sının dengelenmesi, besin elementlerinin alınabilirliğini doğrudan etkiler. Aşağıdaki uygulamalar, hem asidik hem alkali topraklarda kök bölgesi dengesini optimize eder:

1. Asidik Topraklarda (pH < 6.5):

- **AsitBalance:** Alkalen özelliği (pH >13) nedeniyle toprak çözeltisinin pH'sını yükselterek toprakta pH'nın düzenlenmesini sağlayarak, bitki besin maddelerinin alınabilirliğini artırır.

2. Kireç Kökenli Alkalen Reaksiyonlu Topraklarda (pH > 7.3):

- **KalsiBalance:** Yapısındaki çeşitli organik ve inorganik asitler sayesinde kuvvetli asidik özellik (pH<2) gösterir ve kireci gidererek toprak pH'sını kademeli olarak düşürür. Kirecin toprakta oluşturduğu olumsuzlukları gidererek, bitki besin elementlerinin alınabilirliğini artırır.

3. Na kökenli tuzluluğun olduğu Alkali Topraklarda (pH >8,5):

- **NaFixKalsi:** Yüksek Na^+ birikiminin görüldüğü alkali topraklarda **iyon değişimi** yoluyla Na^+ 'yı uzaklaştırır ve **potasyum ve magnezyum takviyesi** ile toprağın yapısını düzenler, toprak pH'sında düşmeye sebep olur.

4. Destekleyici Uygulama:

- Yapraktan, OrganoPlantis Organomineral gübreleri ile **SeaVital + UltraAmino + AminoPower 12** karışımı, pH kaynaklı problemlerde bitkinin hızlı toparlanmasını sağlar.



7.3

KİMYASAL VE TARIMSAL MÜCADELE (FİTOTOKSİSİTE) STRES FAKTÖRLERİ

Pestisit, herbisit, fungusit veya aşırı gübre uygulamaları sonucu oluşan **fitotoksik stresler**, besin eksikliklerine **benzer görsel bozulmalar** yaratabilir. Ancak bu tip hasarlar genellikle **düzensiz, lokal ve temas izli** lezyonlarla ayırt edilir.

Faktör	Etki Mekanizması	Taklit Edilen Noksanlık	Ayırt Edici Özellikler
Herbisit Hasarı	Klorofil veya hormon sentezini engeller.	Fe, S, Zn eksikliği benzeri kloroz ve beyazlaşma.	Hasar deseni püskürtme yönü ve rüzgarla taşınımına bağlıdır; sıra aralarında keskin farklar oluşur.
Fungisit / İnsektisit Toksisitesi	Yüksek sıcaklıkta veya konsantrasyonda hücre zarını yakar.	K eksikliğine benzer uç / kenar yanıkları.	Yanıklar düzensizdir, genellikle kimyasal temas noktalarında (damla izi, kenar) başlar.
Aşırı Gübreleme (Fertilizer Burn)	Tuz konsantrasyonu yükselir → ozmotik yanık ve kök zararı oluşur.	K veya Na toksisitesi benzeri uç nekrozu.	Uygulamadan kısa süre sonra ortaya çıkar; özellikle fidelerde ve gübre hattına yakın bitkilerde şiddetlidir.

! Tanısal İpucu:

- Fitotoksisite kaynaklı belirtiler **temas izleri, damla desenleri veya püskürtme yönü** ile sınırlıdır. Buna karşın **besin noksanlıkları sistemiktir** ve tüm bitkide homojen bir dağılım gösterir.

🌱 Uygulama ve Yönetim Önerileri

Tarımda pestisit kullanımında, bu bitki koruma ilaçlarının bitkide oluşturacağı stresleri baştan engellemek için **OrganoPlantis Organomineral gübreler** ile **SeaVital** ve **UltraAmino**'nun beraberce kullanılması önerilmektedir. Buna karşın, kimyasal stres (fitotoksisite) oluşmuş ise ve bunun sonrasında sonrası dokuların hızlı onarımı ve oksidatif zararın giderilmesi için şu uygulamalar önerilir:

1. **Yapraktan Hızlı Onarım:** Bitkilerde bitki koruma ilaçları kaynaklı hasar söz konusu ise, zarar görülür görülmez **Balance+**, **SeaVital**, **UltraAmino** ve **AminoPower 12**'nin beraberce uygulanması pestisit zararının ortadan kalmasına yardımcı olur.
 - o **UltraAmino veya AminoPower 12:** Serbest amino asitler, hücre zararının yeniden yapılanmasını ve klorofil sentezini hızlandırır.
 - o **SeaVital:** Antioksidan polifenoller ve alginik asit içeriğiyle stres sonrası metabolik toparlanmayı destekler.
 - o **Balance +:** Yapısındaki dengeli bitki besin maddeleri sebebi ile bitkinin çok daha hızlı toparlanmasına katkı sağlamaktadır.
2. **Toprakten Detoks Etkisi:** **OrganoSoil40**, içeriğindeki yüksek aktif organik madde sebebiyle toprakta pestisit kalıntılarının mikrobiyal yıkımını hızlandırır.



7.4. STRES YÖNETİMİ VE BİYOSTİMÜLAN YAKLAŞIMLAR

Besin noksanlıklarını taklit eden çevresel stres koşullarında yalnızca mineral gübre uygulamaları çoğu zaman yeterli değildir. Bitkinin metabolik dayanıklılığını artıran **biyostimülan uygulamaları**, kök gelişimi, besin alımı ve fotosentez kapasitesi üzerinde hızlı ve kalıcı iyileşme sağlar.

1. Yaprak Uygulamaları — Hızlı Etki Mekanizması

SeaVital (Deniz yosunu ekstresi) ve **AminoPower / UltraAmino / AminoBoost (bitkisel ve hayvansal kökenli serbest amino asit içerikli ürünler)**, stres altındaki bitkilerde yapraktan uygulandığında kısa sürede etkili olur.

- **Etki Mekanizması:**
 - Hücre içi **ozmotik dengeyi** düzenleyerek su kaybını azaltır.
 - **Fotosentez enzimlerini** aktive eder ve **klorofil stabilitesini** korur.
 - **Sitokinin ve betain** gibi doğal hormon benzeri bileşenlerle yeni sürgün oluşumunu teşvik eder.
- **Sonuç:** Yaprakta hızlı yeşerme, daha güçlü büyüme uçları ve stres sonrası toparlanmanın hızlanması.
- **Uygulama Zamanı:** Kuraklık, sıcaklık stresi, tuzluluk, pestisit veya hastalık sonrası yapraktan 100 L suya 100–200 mL doz aralığında uygulanır.

2. Toprak Uygulamaları — Kalıcı Denge ve Rehabilitasyon

AsitBalance, KalsiBalance ve NaFixKalsi, toprak kaynaklı stres faktörlerinin (yüksek pH, kireç fazlalığı, Na birikimi) giderilmesinde etkilidir.

- **Etki Mekanizması:**
 - **AsitBalance**, toprak çözeltisinin pH'sını yükselterek toprakta pH'nın düzenlenmesini sağlayarak, pek çok bitki besin maddesinin alınabilirliğini artırır.
 - **KalsiBalance**, özellikle kireç kökenli pH'nın yüksek olduğu topraklarda sezon boyu birkaç sefer uygulanması durumunda, toprakta kirecin neden olduğu pH yüksekliğinin önüne geçerek, kireç tarafından tutulan P, Fe, Zn gibi besin maddelerinin alınabilirliğini artırmaktadır.
 - **NaFixKalsi**, yüksek Na⁺ birikiminin görüldüğü alkali topraklarda **iyon değişimi** yoluyla Na⁺'yı uzaklaştırır ve **potasyum ve magnezyum takviyesi ile** toprağın yapısını düzenler, toprak pH'sında düşmeye sebep olur.
 - Her üç ürün de **etkili sıvı organik madde** içeriği sayesinde koloidal yapıyı iyileştirir, **iyon değişim kapasitesini (CEC)** artırır ve kök ortamında besinlerin tutulumunu optimize eder.
- **Sonuç:** Toprakta pH dengesi sağlanır, tuzluluk stresi azalır ve besinlerin alınabilirliği artar.
- **Uygulama Zamanı:** Bitki gelişim dönemi boyunca damla sulama veya doğrudan toprak uygulamasıyla, özellikle sezon başı ve ortasında tekrarlanması önerilir.



8

SONUÇ VE UYGULAMA STRATEJİLERİ

Bitki beslenme yönetimi, yalnızca eksikliklerin giderilmesi değil; **besin dengesinin korunması, stres toleransının artırılması ve toprak sağlığının sürdürülebilir biçimde iyileştirilmesi** hedeflerini de kapsar. Bu *El Kitabı*, beslenme bozukluklarının tanınmasından tanısal analiz yöntemlerine, stres faktörlerinden ürün bazlı çözümlere kadar bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır.

8.1. Bütüncül Yaklaşımın Temel İlkeleri

1. Tanısal Denge:

Bitki beslenmesinde doğru tanı, yalnızca semptomlara değil, **toprak ve yaprak analizlerinin birlikte değerlendirilmesine** dayanır.

- Toprak analizi: “potansiyel”i gösterir.
- Yaprak analizi: “gerçek beslenme durumunu” ortaya koyar.
- Doku testi: “anlık fizyolojik durumu” izler.

2. Fizyolojik Öncelik:

Her elementin bitki içindeki hareketliliği ve metabolik rolü farklıdır. Bu nedenle müdahaleler, **mobiliteye ve dokusal önceliğe** göre planlanmalıdır (örneğin N ve Mg noksanlıklarında alt yaprak, Fe ve Ca noksanlıklarında üst yaprak önceliklidir).

3. Önleyici Yönetim:

- #### 4. Noksanlıkların giderilmesi kadar önemli olan, **stres kaynaklarını önceden dengelemektir.**
- Toprak pH'sı, organik madde düzeyi, tuzluluk (EC) ve mikrobiyal aktivite düzenli izlenmelidir.

8.2. OrganoPlantis Ürünleriyle Entegre Beslenme Stratejisi

OrganoPlantis ürün grubu, hem **besin elementi dengesi** hem de **fizyolojik stres yönetimi** açısından, sürdürülebilir tarımsal üretim için bütüncül çözümler sunar. Bu ürünler, bitki beslenme yönetimini reaktif (semptom bazlı) olmaktan çıkarıp **proaktif (önleyici ve dengeli)** bir yapıya dönüştürür.

◆ Toprak pH ve Tuzluluk Düzenleyicileri

- AsitBalance / KalsiBalance / NaFixKalsi

Toprak pH'sını dengeler, Ca–Na antagonizmasını azaltır, tuzluluk kaynaklı iyon dengesizliğini giderir.

Kök bölgesinde besin alımını kolaylaştırır ve Al^{3+} toksisitesini azaltır.

Özellikle yüksek pH'lı (kireçli) ve sodyum birikimli (alkali) topraklarda etkilidir.



◆ **Besin Dengesini Sağlayan Organomineral Gübreler**

• **NitroMax / PhosPro / KaliForce / Balance+**

Makro besin elementlerini (N, P, K) dengeli biçimde sağlar; aynı zamanda mikro elementler, organik madde, aminoasitler ve argillik asitlerce zenginleştirilmiş formülasyonları sayesinde antagonizmayı minimize eder. Bitkileri sadece beslemekle kalmaz aynı zamanda stres koşullarına direncini artırır.

Fotosentez, çiçeklenme ve meyve tutumunu destekler.

◆ **Silisyum ve Çinko Takviyesi**

• **ZinSil**

Çeltik, buğday ve mısır gibi monokotil bitkilerde dayanıklılığı artıran silisyum kaynağıdır. Zn ile sinerjik etki gösterir; dokusal sertliği ve hastalık direncini yükseltir.

◆ **Toprak Organik Madde ve Mikrobiyal Aktivite Artırıcılar**

• **OrganoSoil40 / AminoBoost**

Toprak organik madde içeriğini yükseltir, mikrobiyal aktiviteyi destekler ve katyon değişim kapasitesini (CEC) artırır.

Bu ürünler, toprak-su-besin maddesi etkileşimini optimize ederek uzun vadeli verim artışı sağlar.

◆ **Fizyolojik Stres Azaltıcı ve Hızlı Etkili Yaprak Uygulamaları**

• **AminoPower12 / UltraAmino / SeaVital**

Serbest amino asitler, vitaminler ve alginik asit içeriğiyle bitkide metabolik aktiviteyi uyarır.

Özellikle abiyotik stres (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk) koşullarında hücre zarını stabilize eder, klorofil sentezini hızlandırır.

Yapraktan uygulandığında hızlı fizyolojik toparlanma sağlar.

8.3. Genel Değerlendirme

• **Tanı + Yönetim + Uygulama** üçlüsüne dayalı bu yaklaşım, hem bitki hem toprak sağlığını uzun vadede korur.

• **OrganoPlantis ürünleri**, klasik gübrelemenin ötesine geçerek biyolojik, kimyasal ve fiziksel dengenin aynı anda yönetilmesine olanak tanır.

• Bu model, modern tarımda “**Sürdürülebilir Verim ve Kalite Yönetimi**” anlayışının uygulamadaki karşılığıdır.



Prof. Dr. Rıdvan Kızılkaya, 1973 yılında Merzifon'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı şehirde tamamlamıştır. 1989 yılında girdiği Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden mezun olduktan sonra, Ankara Üniversitesinde 1995 yılında yüksek lisansını, 1998 yılında ise doktorasını tamamlamıştır.

1999 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesine Yardımcı Doçent olarak atanmış, 2010 yılında Doçent, 2016 yılında ise Profesör unvanını almıştır. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Prof. Kızılkaya'nın 5'i uluslararası yayınevleri (Springer vb.) tarafından basılmış olmak üzere 7 kitabı, 88'i SCOPUS-WOS tarafından taranan dergilerde yayımlanmış olmak üzere 250'nin üzerinde bilimsel makalesi bulunmaktadır. Scopus h-indeksi 23, WOS h-indeksi 19'dur.

Ayrıca 3 Avrupa Birliği projesi, 4 TÜBİTAK projesi yürütmüş; 3 TÜBİTAK-TEYDEP üniversite-sanayi iş birliği projesinde danışmanlık yapmış ve toplamda 26 bilimsel araştırma projesinde yürütücü, danışman veya araştırmacı olarak görev almıştır. Stanford Üniversitesi ve Elsevier iş birliğiyle hazırlanan "Dünyanın En Etkili Bilim İnsanları Listesi"nde son üç yıldır tüm kategorilerde (Yıllık Etki ve Kariyer Boyu Etki) yer almayı başarmıştır.

Akademik çalışmalarının yanı sıra, Ar-Ge ve girişimcilik alanlarında da öncüdür. 2015 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünde Agrobigen Ar-Ge firmasını, 2019 yılında Ar-Ge sonuçlarını ticarileştirdiği Ecobigen markasını kurmuş ve gübre üretimine başlamıştır. Ardından uluslararası ticaret faaliyetlerini yürütmek üzere AgroViva Global ve AgroViva Kamerun firmalarını faaliyete geçirmiştir. 2025 yılında ise Ar-Ge tabanlı, çevre dostu yeni nesil organik ve organomineral gübrelerin üretimi için OrganoPlantis firmasını Azerbaycan'da kurmuştur.



Dr. Rahila İslamzade, 1991 yılında Bakü'de doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Abşeron bölgesindeki Mehdiabad kasabasında tamamlamıştır. 2008 yılında girdiği Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi'nin Meliorasyon, Rekültivasyon ve Toprakların Korunması bölümünden mezun olmuştur.

2015 yılında Sumgayıt Devlet Üniversitesinde yüksek lisansını, 2023 yılında ise Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde "Agrokimya" alanında, gübreleme üzerine yaptığı çalışmayla doktorasını tamamlamıştır.

2015–2023 yılları arasında Ekincilik Araştırma Enstitüsünde, 2023–2025 yılları arasında ise Toprak Bilimi ve Agrokimya Araştırma Enstitüsünde araştırmacı olarak görev yapmıştır. 2025 yılından itibaren Sumgayıt Devlet Üniversitesinde Baş Öğretim Görevlisi olarak uzmanlık alanına ilişkin dersler vermekte; ayrıca Azerbaycan Devlet Petrol ve Sanayi Üniversitesinde öğretim üyesi olarak akademik çalışmalarına devam etmektedir.

Dr. İslamzade'nin 10'u Scopus tarafından taranan dergilerde yayımlanmış olmak üzere 25 bilimsel makalesi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra ulusal ve uluslararası kongre ve sempozyumlarda çok sayıda bildirisi sunulmuş, çeşitli araştırma projelerinde görev almıştır.

Akademik çalışmalarının yanı sıra 2025 yılında faaliyete geçen OrganoPlantis firmasının Direktörü olarak görev yapmakta, organik ve organomineral gübre üretimi konularında araştırma ve uygulama faaliyetlerini sürdürmektedir.

