

YAPRAKTAN GÜBRELEME



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



Azerbaycan Devlet Petrol ve Sanayi Üniversitesi, Bakü, Azerbaycan

OrganoPlantis MMC, Bakü, Azerbaycan



rahila.islamzade@organoplantis.com

Telif Hakkı © 2025 — Kızılkaya, R., İslamzade, R., Tüm hakları saklıdır.

ISBN: 9 7 8 - 9 9 5 2 - 3 9 - 4 7 0 – 2

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.

Kızılkaya, R., İslamzade, R., Yapraktan Gübreleme. – Bakü, 2025.- 35 s.- ISBN 978-9952-39-470-2,

OrganoPlantis web sitesini ziyaret edebilirsiniz.



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



www.organoplantis.com



info@organoplantis.com

ÖNSÖZ

Bitki beslemede yapraktan uygulama, yalnızca eksikliklerin giderilmesi değil; aynı zamanda fizyolojik verimliliğin ve kaynak kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik stratejik bir araçtır.

Bu el kitabı, yaprak gübrelemesini yalnızca bir “uygulama tekniği” olarak değil, bitki fizyolojisi, kimyasal formülasyon ve çevresel yönetim arasındaki etkileşimin bilimsel bir sonucu olarak ele almaktadır.

Tarımda artan çevresel stresler — özellikle kuraklık, sıcaklık artışı, toprak pH dengesizlikleri ve organik madde kaybı — kök üzerinden besin alımını dönemsel olarak sınırlandırmaktadır. Bu noktada yapraktan besleme, bitkiye doğrudan ve hızlı besin arzı sağlayarak, stres koşullarında dahi üretimin devamlılığını güvence altına almaktadır.

Elinizdeki Yapraktan Gübreleme El Kitabı, sahadan laboratuvara uzanan bilimsel birikimin ve uygulama deneyiminin birleşimidir. İçerikte yer alan bilgiler, klasik literatürün ötesinde, fenolojik zamanlama, formülasyon seçimi, fitotoksosite yönetimi ve saha uygulama optimizasyonu gibi güncel konulara odaklanmaktadır.

Bu bağlamda, OrganoPlantis sıvı organomineral ürün serisi, yaprak gübrelemesinde yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu formülasyonlar; yüksek organik madde, aminoasit, alginik ve argillik asit içerikleriyle hem bitki metabolizmasını desteklemekte, hem de fitotoksosite riskini minimize etmektedir. Böylece kimyasal etkinlik ile biyolojik güvenlik arasında ideal denge kurulmaktadır.

Bu çalışma, bilimsel temellere dayalı fakat saha gerçekleriyle uyumlu bir rehber olarak hazırlanmıştır.

Hedefimiz, sürdürülebilir tarım ilkeleri çerçevesinde yaprak gübrelemesini daha ölçülebilir, izlenebilir ve çevre dostu bir uygulama haline getirmektir.

Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Dr.Rahila İSLAMZADE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No.</u>
1. GİRİŞ VE KAPSAM	1
2. BİTKİYE PENETRASYON MEKANİZMALARI	3
2.1. BİTKİ MORFOLOJİSİ VE YAPISININ ROLÜ	3
2.2. PENETRASYON YOLLARI VE MEKANİZMALARI	7
2.3. SONUÇLAR	8
3. PÜSKÜRTME ÇÖZELTİLERİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE PENETRASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	9
3.1. TEMEL KİMYASAL PARAMETRELER	9
3.2. FORMÜLASYON TEKNOLOJİSİ VE BESİN KAYNAĞININ SEÇİMİ	11
3.3. ÇEVRESEL KOŞULLARIN ETKİSİ	12
3.4. SONUÇLAR VE UYGULAMA İPUÇLARI	13
4. ÇEVRESEL, FİZYOLOJİK VE BİYOLOJİK FAKTÖRLERİN YAPRAKTAN GÜBRELEMeye OLAN BİTKİ TEPKİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	14
4.1. YAPRAK YAŞI, YÜZEYİ VE KANOPİ GELİŞİMİ	14
4.2. BİTKİ TÜRÜ VE ÇEŞİDİ	15
4.3. ÇEVRENİN ETKİSİ	15
4.4. BESİN MOBİLİTESİ VE TAŞINIMI (TRANSLOKASYON)	16
4.5. UYGULAMA PENCERESİ VE STRATEJİ	16
4.6. SONUÇLAR	16
5. UYGULAMA YILLARI – SAHADAN ÖĞRENME	18
5.1. PÜSKÜRTME UYGULAMA TEKNOLOJİSİ	18
5.2. YAPRAK GÜBRELERİNİN KULLANIMI İÇİN BİYOLOJİK GEREKÇE	19
5.3. HASAT SONRASI VE GEÇ SEZON UYGULAMALARI	20
5.4. BİTKİ BESİN DURUMU VE TEPKİ	20
5.5. BESİN KAYNAĞI VE FORMÜLASYONU (SEÇİM İLKELERİ)	21
5.6. FİTOTOKSİSİTE: RİSKLER VE YÖNETİM	23
5.7. TARLA BİTKİLERİNDE ZAMANLAMA (ÖZET REHBER)	25
5.8. SAHA TANISI: DOĞRU EKSİKLİK - DOĞRU ZAMAN	25
5.9. UYGULAMA ZAMANI KARAR MATRİSİ (SAHA)	25
5.10. SONUÇLAR	26
6. YAPRAK GÜBRELEMESİNE BAKIŞ AÇILARI	27
6.1. MALİYET / FAYDA: KARAR ÇERÇEVESİ	27
6.2. TALEP VE ARZ	27
6.3. RİSK YÖNETİMİ: FİTOTOKSİSİTE VE DRİFT	29
6.4. BİLİMSEL BOŞLUKLAR VE ARAŞTIRMA ALANLARI	29
6.5. FIRSATLAR VE YOL HARİTASI	30
7. SONUÇ	31



1.

GİRİŞ VE KAPSAM

Yapraktan gübreleme (*foliar fertilization*), sürdürülebilir ve verimli tarım yönetimi için son derece önemli bir uygulama aracıdır. Bununla birlikte, yapraktan uygulamaların nihai etkinliğini belirleyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler tam olarak aydınlatılamamıştır.

Bu el kitabı, yaprak yüzeyi üzerinden besin elementlerinin emilimini ve bitki içinde kullanımını yöneten **fizikokimyasal, biyolojik ve çevresel prensiplerin bütünleşik bir analizini** sunmaktadır. Ayrıca, yapraktan gübrelemenin etkinliğini etkileyen faktörleri daha iyi anlamak amacıyla, literatürdeki laboratuvar ve saha çalışmaları kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir.

Bu alandaki ilerleme, yapraktan uygulanan besin maddelerinin bitki bünyesine girişini ve kullanımını yöneten mekanizmaların **disiplinler arası** bir yaklaşımla açıklanmasına bağlıdır.

Bu kitabın temel amaçları şunlardır:

- Bitki organlarına (özellikle yaprak ve meyvelere) uygulanan besin çözeltilerinin alım mekanizmalarını ayrıntılı biçimde açıklamak.
- Emilim süreçlerini etkileyen çevresel ve biyolojik faktörleri, bu faktörler arasındaki etkileşimlerle birlikte tanımlamak.

Yapraktan uygulamalara ilişkin saha deneyimleri ve ampirik bulgular, fiziksel ve biyolojik prensiplerle bütünleştirilerek değerlendirilmiştir. Böylece, yapraktan gübrelemenin **potansiyeli, sınırlamaları ve araştırma gereksinimleri** hakkında kapsamlı bir anlayış geliştirilmesi hedeflenmektedir.

YAPRAKTAN GÜBRELEMENİN KISA TARİHÇESİ

Bitki yapraklarının su ve besin elementlerini doğrudan emebilme yeteneği yaklaşık üç yüzyıl önce fark edilmiştir. Asma gibi kültür bitkilerinde yapraklara besin çözeltilerinin alternatif bir gübreleme yöntemi olarak uygulanması ise ilk kez **19. yüzyılın başlarında rapor edilmiştir**.

Bu dönemin ardından, araştırmalar yaprak kütikülünün kimyasal ve fiziksel yapısına, epidermal hücrelerin fizyolojisine ve yapısal özelliklerine odaklanmıştır. **20. yüzyılın ilk yarısında** floresan ve radyo-etiketleme tekniklerinin gelişmesiyle, yaprak kütikülünden besin geçişi (*penetrasyon*) ve bitki içindeki taşınım (*translokasyon*) süreçleri daha ayrıntılı biçimde incelenebilmiştir.

Stomaların Yapraktan Alımdaki Rolü

Stomaların yapraktan besin alımındaki olası rolü, 20. yüzyılın başından itibaren araştırma konusu olmuştur. 1972'de yapılan çalışmalar, yüzey aktif madde (süfaktan) eklenmedikçe saf suyun stomalar aracılığıyla yaprak içine infiltre olamayacağını göstermiştir (yüzey geriliminin 30 mN m^{-1} 'in altına düşmesi gerekir).

Bu bulgu, sonraki yıllarda birçok çalışmanın **enzimatik olarak izole edilen kütiküler zarlar** üzerinde yapılmasına yol açmıştır. Bu çalışmalar, kütiküllerin hem suya hem iyonlara geçirgen olduğunu, ayrıca **hidrofilik (su seven)** ve **lipofilik (yağ seven)** maddeler için iki farklı difüzyon yolu bulunduğunu göstermiştir.

Güncel Anlayış

1990'ların sonlarından itibaren yapılan yeni çalışmalar, stomaların yapraktan besin alımına katkısının yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuş ve bu katkı deneysel olarak doğrulanmıştır. Ancak, bu yolun **kantitatif önemi** ve lentiseller gibi diğer yüzey yapılarının sürece olan katkısı hâlâ tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır.

Yapraktan Gübrelemenin Kullanım Gerekçeleri

Yapraktan gübreleme, 19. yüzyılın başlarından bu yana pek çok kültür bitkisinde standart bir uygulama haline gelmiştir. Bu yöntemin başlıca kullanım gerekçeleri şunlardır:

1. **Toprak Koşullarının Besin Erişilebilirliğini Sınırlaması**

Kireçli, alkali veya düşük sıcaklıklı topraklarda, topraktan uygulanan besinlerin bitkiye ulaşması güçleşir.

2. **Besin Kayıplarının Yüksek Olması**

Topraktan verilen azot gibi elementler, yıkanma veya gaz formunda kayıplara uğrayabilir.

3. **Büyüme Dönemi ve Besin Talebi Uyumsuzluğu**

Bitkinin kritik gelişme dönemlerinde (örneğin çiçeklenme, meyve tutumu) topraktan besin alımı yetersiz kalabilir.

Bu durumlarda yapraktan gübreleme, hem **besin eksikliğini hızla gidermek** hem de **verim ve kalite kayıplarını azaltmak** için etkili bir strateji sağlar. Ayrıca, bu yöntem çevre açısından daha sürdürülebilir olup, besinlerin hedef dokulara doğrudan iletilmesini sağlar. Bununla birlikte, yapraktan gübrelemenin gerçek etkinliği; bitki türü, çevresel koşullar ve formülasyon özellikleri gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

2. BİTKİYE PENETRASYON MEKANİZMALARI

Giriş: Emilim Süreçleri

Yapraklara uygulanan besin çözeltilerinin bitki tarafından kullanılabilir forma dönüşmesi, birbiriyle bağlantılı bir dizi karmaşık süreci içerir:

1. **Yaprak yüzeyinde tutunma (adsorpsiyon),**
2. **Kütikül tabakasından geçiş (penetrasyon),**
3. **Hücreler arası ve hücre içi bölmelere difüzyon,**
4. **Translokasyon ve biyokimyasal kullanım.**

Pratikte bu aşamaları birbirinden ayırmak güçtür. Çoğu durumda “yapraktan alım” terimi, uygulamanın bitki bütününe olan etkisini doğrudan ölçmeden, doku besin içeriğindeki artışla değerlendirilmektedir. Bu durum, laboratuvar ve saha verilerinin yorumlanmasını zorlaştırmakta ve farklı çalışmalar arasında tutarsız sonuçlara yol açabilmektedir.

Bitkilerin toprak üstü organları (yapraklar, gövde, meyveler, çiçekler), çevresel stres faktörlerine karşı **karmaşık kimyasal ve morfolojik adaptasyonlarla** korunurlar. Bu yapılar; su kaybını azaltma, gaz değişimini düzenleme ve patojen girişini engelleme işlevlerinin yanında, aynı zamanda **yapraktan uygulanan besinlerin giriş yollarını** da belirler. Bu nedenle, yapraktan gübrelemenin etkinliğini artırmak, bitki yüzeyinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ayrıntılı biçimde anlaşılmasına bağlıdır.

2.1. BİTKİ MORFOLOJİSİ VE YAPISININ ROLÜ

Etkili bir yaprak gübrelemenin ön koşulu, aktif bileşenlerin hedef hücrelere ulaşarak **metabolik olarak aktif hale gelebilmesidir.**

Yapraktan uygulanan kimyasallar bitki yüzeyine üç temel yoldan nüfuz edebilir:

1. **Kütikülün kendisi üzerinden (doğrudan difüzyon),**
2. **Kütiküler çatlaklar veya yüzey kusurları boyunca,**
3. **Stomalar, trikomlar veya lentiseller gibi özelleşmiş epidermal yapılar aracılığıyla.**

Kütikül, hem **su kaybına karşı koruyucu** hem de **besin girişine karşı seçici bir bariyer** görevi görür. Bu nedenle yaprak yüzeyinde mikroyapı ve kimyasal bileşim farklılıkları, besin alım hızını belirleyen temel etmenlerdir.



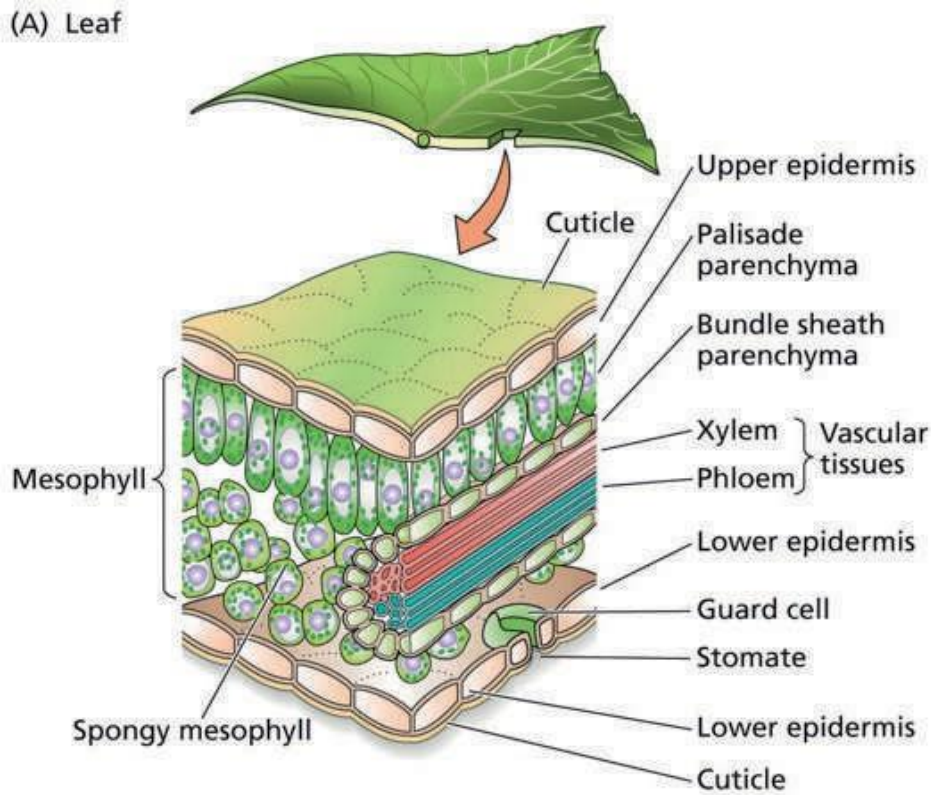
2.1.1. Kütikül ve Özelleşmiş Epidermal Yapılar

Etkili bir yaprak gübrelemenin ön koşulu, aktif bileşenlerin hedef hücrelere ulaşarak metabolik olarak aktif hale gelebilmesidir. Yapraktan uygulanan kimyasallar bitki yüzeyine üç temel yoldan nüfuz edebilir:

1. **Kütikülün kendisi üzerinden (doğrudan difüzyon),**
2. **Kütiküler çatlaklar veya yüzey kusurları boyunca,**
3. **Stomalar, trikomlar veya lentiseller gibi özelleşmiş epidermal yapılar aracılığıyla.**

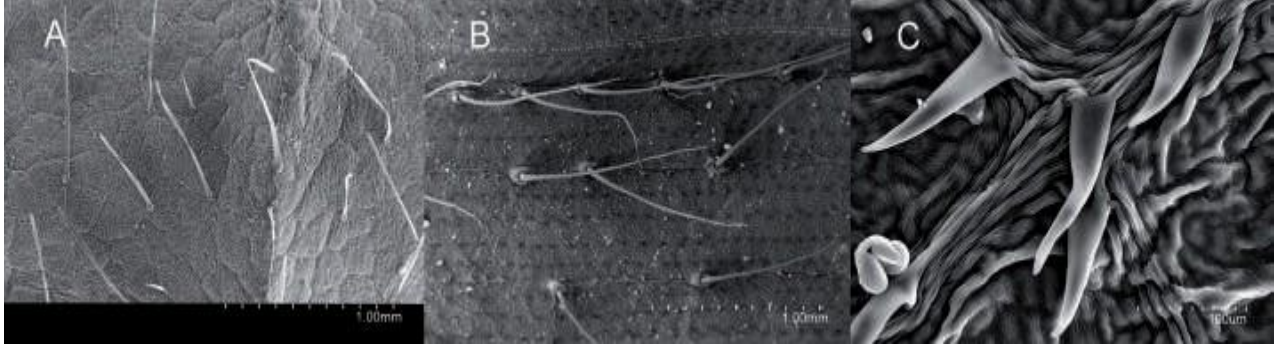
Kütikül, hem su kaybına karşı koruyucu hem de besin girişine karşı seçici bir bariyer görevi görür. Bu nedenle yaprak yüzeyinde mikroyapı ve kimyasal bileşim farklılıkları, besin alım hızını belirleyen temel etmenlerdir. Kütikül, hava ile temas eden bitki dokularını kaplayan biyopolimer esaslı bir dış tabakadır. Ana bileşeni, çapraz bağlı hidroksi **C₁₆–C₁₈ yağ asitlerinden** oluşan biyopolyester **kütindir**. Bazı türlerde, özellikle kuraklığa dayanıklı bitkilerde **kütan** adlı alternatif bir polimer de bulunabilir.

Kütikül içinde veya yüzeyinde bulunan mum tabakaları, yaprak yüzeyine hidrofobik karakter kazandırır. Mum bileşimi; bitki türüne, gelişme aşamasına ve çevresel koşullara göre değişkenlik gösterir. Kütikül aynı zamanda serbest veya bağlı formda **fenolik bileşikler** içerir; bu bileşikler patojen savunmasında ve tozlayıcı çekiminde rol oynar. Yaprak yüzeyleri genellikle **trikomlar (tüyler)** ve **stomalar** gibi yapılarla zenginleşmiştir (**Şekil**).

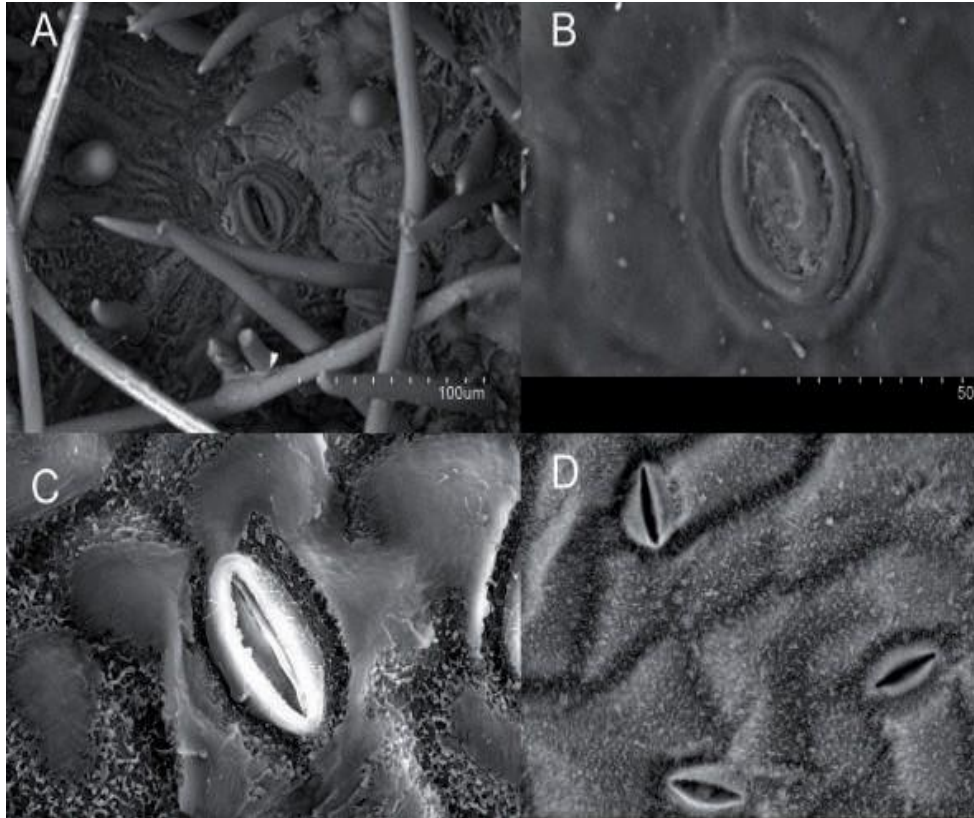


Şekil. Bitki Yaprığının Anatomik Kesiti ve Besin Alım Yolları. Yapraktan uygulanan çözeltilerin epidermis, kütikül, stomalar ve trikomlar üzerinden geçiş mekanizmalarını gösteren kesit diyagramı.

Trikomlar, tek veya çok hücreli uzantılar olup “salgılayan” (*glandular*) ve “salgılamayan” (*non-glandular*) olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Şekil). Stomalar, gaz alışverişi ve su kaybının kontrolünde görev yaparken, belirli koşullarda besin çözeltilerinin geçişine de aracılık edebilir.

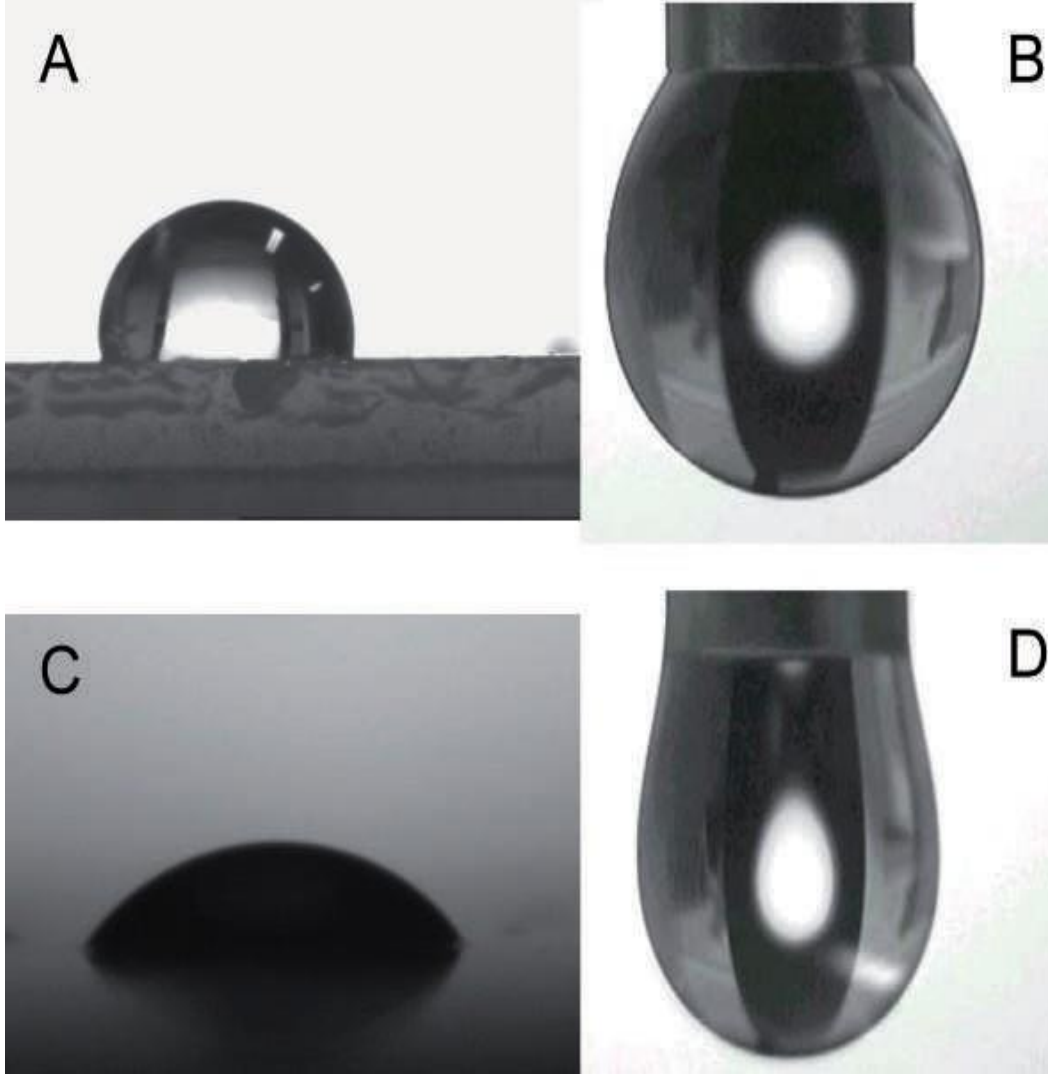


Şekil. Bitki Yaprak Yüzeyinde Trikom Tipleri (SEM Görüntüleri). (A–B) Salgılamayan (*non-glandular*) trikomlar; (C) salgılayan (*glandular*) trikomlar. Trikom morfolojisi, yaprak yüzeyinin mikro-topografyasını ve spreysel çözeltilerinin tutunma kabiliyetini belirleyen önemli yapılarıdır.



Şekil 2.4. Farklı Bitki Türlerinde Stoma Morfolojisi (SEM Görüntüleri). (A–D) Çeşitli türlerde stoma yoğunluğu ve şekil farkları gösterilmektedir. Stomalar, gaz değişimi yanında belirli koşullarda yapraktan uygulanan çözeltilerin geçişinde de rol oynayabilir.

Meyve ve gövde yüzeylerinde ise **lentiseller**, gaz değişimini sağlayan makroskopik yapılardır ve özellikle **kalsiyum çözeltilerinin alımında etkin** olabilir (Şekil).



Şekil. Yaprak Yüzeyinde Sıvı Temas Açısı ve Islanabilirlik Farklılıkları. (A–B) Hidrofobik yaprak yüzeyinde yüksek temas açısı; (C–D) Hidrofilik yüzeyde düşük temas açısı görülmektedir. Yüzeyin epikütiküler mum miktarı ve pürüzlülüğü, damlacık tutunması ve yapraktan besin alımını doğrudan etkiler.

2.1.2. Bitki Yüzeyinin Mikro ve Nano Topografyası

Bitki yüzey topografyası, sprej çözeltilerinin ıslanabilirliği, yayılması ve tutunma kabiliyeti üzerinde belirleyicidir. Epidermal hücre yüzeyinde bulunan mikro ve nano kabartılar ile mum tabakalarının kimyasal bileşimi, yüzeyin **pürüzlülüğünü**, **polaritesini** ve **hidrofobisite derecesini** belirlemektedir.

Örneğin, *Eucalyptus globulus* yapraklarında temas açısı 140° iken, *Ficus elastica*'da 83°'dir; bu fark, yaprak yüzeyinin ıslanabilirlik düzeyini yansıtır (Şekil). Bu parametreler, yaprak gübrelerinin etkinliğini doğrudan etkileyen fiziksel faktörlerdir.

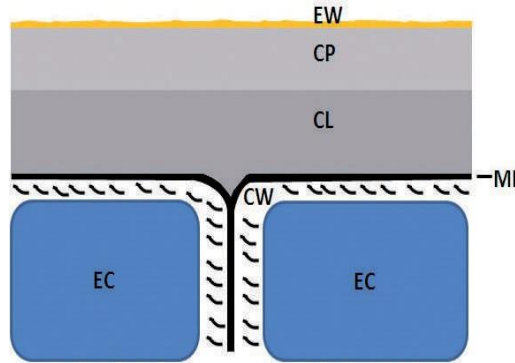


Bitki Türü ve Organ	Saf H ₂ O ile Ortalama Temas Açısı (°)	Görsel
Eucalyptus globulus yaprağının üst (adaksiyal) yüzeyi	140°	(A) – Aşırı hidrofobik yüzey; yüksek temas açısı, düşük ıslanabilirlik.
Ficus elastica yaprağının üst yüzeyi	83°	(B) – Orta düzey hidrofobiklik; kısmen ıslanabilir yüzey.
Şeftali (Prunus persica L. Batsch, 'Calanda') meyve kabuğu	130°	(C) – Hidrofobik yüzey; yüksek mum tabakası içeriği.
Elma (Malus domestica L. Borkh) meyve yüzeyi	84°	(D) – Hidrofilik eğilimli yüzey; daha yüksek yayılma kabiliyeti.

Şekil. Bitki Yüzey Morfolojisine Bağlı Olarak Temas Açısı (ıslanabilirlik) Farklılıkları. Eucalyptus globulus (140°), Ficus elastica (83°), Şeftali (130°) ve Elma (84°) yüzeylerinde saf su damlacıklarının temas açıları gösterilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ve epikütiküler mum içeriği, yaprak gübre çözültülerinin yayılma ve tutunma kabiliyetini belirler.

2.2. PENETRASYON YOLLARI VE MEKANİZMALARI

Yaprak yüzeyinin yapısal ve kimyasal özellikleri, besin maddelerinin bitki içine difüzyon hızını belirlemektedir. Kütikül, üç katmandan oluşur: Bunlar, i) **epikütiküler mum (EW)**, ii) **gerçek kütikül (CP)** ve iii) **kütiküler katman (CL)**'dir. (Şekil). Bu katmanlar boyunca iyonların ve moleküllerin hareketi, çözünme ve difüzyon prensipleriyle gerçekleşmektedir.



Şekil 2.7. Yaprak Kütikül Katmanları ve Besin Penetrasyon Yolları. Epikütiküler mum (EW), kütiküler polimer matrisi (CP), kütiküler tabaka (CL), orta lamel (ML), hücre duvarı (CW) ve epidermis hücreleri (EC) gösterilmektedir. Kütikül boyunca besin difüzyonu, çözünme–difüzyon modeline göre gerçekleşir; lipofilik bileşikler mum fazında, hidrofilik iyonlar ise kütiküler mikrokannallardan taşınır.

Apolar (lipofilik) bileşiklerin geçirgenliği genellikle çözünme–difüzyon modeliyle açıklanmaktadır:

$$J = P \times (C_i - C_o) \quad (1)$$

Burada; J: difüzyon akışı, P: geçirgenlik katsayısını, C_i : iç ve dış konsantrasyonu, C_o : dış konsantrasyonu göstermektedir. Geçirgenlik katsayısı ise şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$P = D \times K \times l^{-1} \quad (2)$$

Burada; D: difüzyon katsayısı, K: bölme katsayısı, l: difüzyon yolu uzunluğu'nu göstermektedir.

Hidrofilik (polar) bileşiklerin geçirgenliği ise genellikle daha sınırlıdır; ancak bazı durumlarda, kütikül içinde bulunan **su dolu mikrogözenekler** aracılığıyla gerçekleşebilir. Bu durum, sulu yaprak gübreleri için kritik önemdedir.

Stomatal ve epidermal yapıların katkısı:

Stomalar açık olduğunda, çözeltinin yüzey gerilimi yeterince düşükse ($<30 \text{ mN m}^{-1}$), difüzyon ve kütle akışı yoluyla sınırlı da olsa penetrasyon gerçekleşebilir. Son çalışmalar, 40–50 nm çapındaki hidrofilik parçacıkların stomalardan yavaş fakat seçici bir şekilde geçtiğini göstermektedir.

2.3. SONUÇLAR

Yaprak yüzeyleri genel olarak **besin çözeltilerine karşı geçirgendir**, ancak bu geçirgenlik hem bitki türüne hem de uygulama koşullarına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterir.

Kanıtlanmış Bulgular

- Bitki yüzeyleri belirli koşullarda iyon ve molekül geçişine izin verir.
- Hidrofobik kütikül, çözeltinin yayılma ve emilimini belirleyen ana engeldir.
- Epidermal mikro/nano topografya ve mum bileşimi, polarite ve hidrofobisiteyi şekillendirir.
- Stomalar ve lentiseller, belirli koşullarda aktif geçiş noktalarıdır.

Bilgi Boşlukları

- Polar, hidrofilik besinlerin penetrasyon yolları tam olarak bilinmemektedir.
- Trikom ve lentisel yapılarının alım sürecindeki kantitatif katkısı bilinmemektedir.
- Sıvı–katı ara yüzey etkileşimlerinin dinamikleri daha fazla bilimsel araştırma yapmak gerekmektedir.

Fırsatlar

- Kütikül geçirgenliğinin kanıtlanmış olması, kök alımını sınırlayan koşullarda önemli bir beslenme alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Bu mekanizmaların daha iyi anlaşılması, **yenilikçi yaprak gübresi formülasyonlarının** geliştirilmesine imkan tanımaktadır.



3.

PÜSKÜRTME ÇÖZELTİLERİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE PENETRASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yapraktan uygulanan bitki besin maddelerinin etkinliği; **formülasyona, damlacığın yaprak yüzeyine taşınmasına, ıslatma–yayılma–tutunma özelliğine, spreycalıntısı oluşumuna**, ardından **kütikülden geçiş (penetrasyon)** ve **doku içi dağılım/translokasyon** adımlarının toplam başarısına bağlıdır. Bu adımların herbirisi bir diğerine bağlıdır; birindeki değişim diğerlerini etkilemekte ve her biri **bitki fenolojisi, çevresel koşullar** ve **uygulama parametreleri** ile birlikte etkileşim halindedir. Basit bir şekilde, yapraklara besin çözeltisi spreyc şeklinde edildiğinde, uygulamanın başlangıcında penetrasyon hızı başlangıçta yüksektir; yaprak yüzeyindeki sulu çözelti **kurudukça penetrasyon hızı azalmaktadır**. Yaprak yüzeyindeki çözeltinin kuruma dinamiğini, hem **hava durumu** hem de besin çözeltisinin **formülasyonu** belirlemektedir.

Yaprak gübrelere uygulama ve uygulama sonrası performanslarını belirleyen ve optimize edilebilen temel **fizikokimyasal** özellikler aşağıda özetlenmiştir.

3.1. TEMEL KİMYASAL PARAMETRELER

Yapraktan gübrelemede başarı, yalnızca yaprak gübresinin içerisindeki besin elementinin miktarına değil; aynı zamanda çözeltinin **kimyasal özelliklerine** bağlıdır. İyon yükü, molekül boyutu, çözünürlük dengesi ve pH gibi faktörler, yaprak yüzeyinde bulunan **kütikül tabakası** boyunca difüzyon hızını belirlemektedir. Bu parametrelerin her birisi, yaprak yüzeyinden besin elementinin geçişinin üç temel aşamasında etkili olmaktadır.

Aşama	Süreç	Tanım
(i)	Penetrasyon (Difüzyon)	Besin çözeltisinin kütikül ve hücre duvarını aşması
(ii)	Adsorpsiyon (Bağlanma)	Molekülün plazma zarına tutunması
(iii)	Alım (Transport)	Besinin enerji gerektiren hücre içi taşınması

Aşağıda, bu süreçleri belirleyen ana kimyasal parametreler ve uygulamaya dönük açıklamaları yer almaktadır.

3.1.1. Elektriksel Yük, Molekül Boyutu ve Çözünürlük

1. Molekül Boyutu

- Kütikül, mikroskobik su kanalları içeren bir **yarı geçirgen ağ** yapısındadır.
- Bu ağ, büyük iyonik kompleksleri yavaşlatırken **küçük moleküllerin** (örneğin üre) hızlı geçişine izin vermektedir.
- Kural:** Molekül boyutu küçüldükçe difüzyon hızı artmaktadır.



2. Elektriksel Yük

- pH > 3 olduğunda, kütikül negatif yüklüdür.
- **Yüksüz veya negatif iyonlar** (örneğin H_3BO_3 , üre) daha kolay penetre olur.
- **Katyonlar (Ca^{2+} , Fe^{2+})** elektrostatik çekim nedeniyle kütikül yüzeyinde tutulabilir.
- Bu nedenle yapraktan gübrelerde genellikle **şelatlı veya nötral kompleksler** tercih edilir.

3. Çözünürlük ve Bölme Katsayısı

Yapraktan geçiş, çözünme–difüzyon modeliyle açıklanır:

$$J = P \times (C_i - C_o) \quad (1)$$

$$P = D \times K \times l^{-1} \quad (2)$$

Burada; **J**: difüzyon akısı, **P**: geçirgenlik katsayısı, **D**: difüzyon katsayısı, **K**: bölme katsayısı (besinin kütikül mum fazında çözünürlüğü), **l**: difüzyon yolu uzunluğu, **C_i–C_o**: iç ve dış konsantrasyonlardır.

Sonuç: Çözelti, hem kütikül içinde çözünür hem de yüzeyde uzun süre ıslak kalabiliyorsa alım maksimumdur.

Pratik Örnekler

Bileşik	Özellik	Yapraktan Alım Hızı
Üre	Küçük, yüksüz, hem hidrofilik hem lipofilik	Çok hızlı
Borik asit (H_3BO_3)	pH < 9.2'de yüksüz formda kalır	Hızlı
Ca^{2+} iyonu	Katyonik, kütikül tarafından tutulur	Yavaş

Uyarı: Konsantrasyon artışı her zaman alımı artırmamakta, yüksek konsantrasyonlar kütikül hidrasyonunu bozarak alımı düşürebilmekte ve **fitotoksisite riski** yaratabilmektedir.

3.1.2. Çözelti pH'ı

Kütikül, **polielektrolit** karakterdedir ve izoelektrik noktası yaklaşık **pH 3** civarındadır. pH yükseldikçe yüzey daha **negatif** hale gelmekte, bu da **katyonların hareketliliğini sınırlamaktadır**. Bu nedenle optimum pH aralığı besin elementine göre değişmektedir.

Besin Maddesi	Önerilen pH Aralığı	Not
Üre	5.4 – 6.6	Nötral pH'ta maksimum alım
Fe (şelat)	≈ 5	Asidik koşullar tercih edilir
Ca ($CaCl_2$)	3.3 – 5.2	Bazı türlerde pH 7'ye kadar tolere edilir

Tuzların kendisi pH'ı doğrudan etkileyebilmektedir:

- Fe(III) tuzları ortamı **asidikleştirir**.
- %1 $CaCl_2$ çözeltisi ortamda **alkali etki** göstermektedir (pH > 9).

Bu nedenle, besin çözeltisi veya yaprak gübresi **karışımı(ları)** hazırlarken **pH ölçümü zorunludur**.

3.1.3. Erime Noktası / POD (Point of Deliquescence)

POD, bir tuz kristalinin ortam **bağıl nemi (RH)** belirli bir eşiğe ulaştığında yeniden çözelti haline geçtiği noktadır. Bu özellik, **yaprak yüzeyinde çözeltinin ne kadar süre ıslak kaldığını** belirlemektedir.

Özellik	Düşük POD	Yüksek POD
Islak kalma süresi	Uzun	Kısa
Uygun iklim	Kurak / Yarı kurak	Nemli
Avantajı	Daha fazla difüzyon süresi	Düşük fitotoksisite riski

Pratik Örnekler

Tuz	POD (% RH)	Değerlendirme
CaCl ₂	33	En iyi seçenek (yeniden çözünür)
Ca(NO ₃) ₂	56	Orta düzeyde uygun
K ₂ SO ₄	92	Sadece çok nemli ortamda çözünür

Uyarı: Uzun süreli ıslaklık, **hipertonik stres** ve **fitotoksisite** riskini artırabilir. Uygulama sırasında **doz ve temas süresi** kontrol edilmelidir.

Özet:

- **Yüksüz, küçük ve suda çözünür moleküller** yaprak yüzeyinden en hızlı geçen türlerdir.
- **pH kontrolü**, özellikle Ca ve Fe uygulamalarında kritik öneme sahiptir.
- **Düşük POD'a sahip tuzlar**, kurak koşullarda gece uygulamaları için en uygun olan besin maddeleridir.
- Tüm uygulamalarda **fitotoksisite sınırları** mutlaka gözetilmelidir.

3.2. FORMÜLASYON TEKNOLOJİSİ VE BESİN KAYNAĞININ SEÇİMİ

Yapraktan uygulanan bir gübrenin başarısı, yalnızca içeriğindeki besin elementlerine değil, aynı zamanda **formülasyon tasarımına** bağlıdır. Bir formülasyon, aktif besin kaynağına ek olarak **şelatlayıcılar**, **kompleks oluşturmalar** ve **adjuvanlar** (yardımcı bileşenler) içermektedir. Bu bileşenlerin doğru seçimi, çözeltinin kararlılığını, bitki yüzeyinde yayılma kabiliyetini ve fitotoksisite riskini belirlemektedir.

3.2.1. Şelat/Kompleks Stratejileri (Mikro Besinler)

- **Stabilite avantajı:** Şelatlama, yüksek pH/sert suda **hidroliz–çökelmeyi** azaltır, uygulama yapılacak olan içerisinde su bulunan tank ile besin maddesi karışımının (**tank karışım uyumunu**) uyumunu artırır.
- **Serbestleşme gereksinimi:** Yapraktan alım için metalin **şelattan ayrışması** gerekmektedir. **Zayıf kompleksler** (amino asit, sitrat, glukohexonat vb.) bazı durumlarda **EDTA/DTPA** gibi sentetik şelatlarla göre **daha hızlı transfer** sağlayabilirler.

3.2.2. Adjuvanlar: Rol ve Seçim

Adjuvan, yaprak gübresinin içerisindeki aktif besin maddesinin(lerinin) etkinliğini artıran yardımcı bileşenlere verilen isimdir. Yaprak yüzeyine spray şeklinde uygulanan besin çözeltisinin (yaprak gübresinin) yaprak yüzeyinde **yayılmasını**, **nüfuzunu** ve **kaliciliğini** düzenlemektedir.



Adjuvan Tipi	Etki Mekanizması	Uygulama Notu
Sürfaktan (Yayıcı)	Yüzey gerilimini düşürerek, temas açısını azaltır ve daha iyi yayılım sağlar	Organosilikon sürfaktanlar <30 mN/m ile stomatal giriş sağlayabilir; yüksek dozda fitotoksisite riski vardır
Humektan (Nemlendirici)	Bağıl nem etkisini artırır, POD'u düşürür ve çözeltinin ıslak kalma süresini uzatır	Kurak/yarı kurak iklimlerde özellikle etkilidir; gliserol ve Ca/Mg tuzları örnektir
Yapıştırıcı (Sticker)	Polimerik film oluşturarak yıkanma ve buharlaşma kaybını azaltır	Yağış veya sulama riski yüksek bölgelerde önerilir

Pratik Rehber

En iyi sonuçlar, düşük yüzey gerilimi (30–35 mN/m) + humektan (nemlendirici, nem tutucu veya higroskopik özellikteki maddeler) kombinasyonlarıyla alınmaktadır. Uygulama tanklarında hazırlanan gübre-su karışımlarında adjuvan seçimi ürün etiketinde önerilen pH aralığına uygun olmalıdır.

3.3. MİNERAL TAŞIYICILAR VE TİPİK KULLANIMLAR

Yapraktan gübrelemede kullanılan besin taşıyıcılar, çözünürlük, pH kararlılığı ve fitotoksisite yönünden dikkatle seçilmelidir. Aşağıdaki tablolar, **yaygın makro ve mikro besin kaynakları** için karşılaştırmalı bir rehber sunmaktadır.

Yapraktan Uygulamalarda Kullanılan Makro Element Taşıyıcıları

Element	Yaygın Bileşikler	Uygulama Notu
N	Üre, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3	Üre en hızlı yaprak alımı gösterir
P	H_3PO_4 , KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, Fosfitler	Fosfitler antifungal etki gösterebilir
K	K_2SO_4 , KCl, KNO_3 , KH_2PO_4	KCl'de tuzluluk ve yanık riski yüksek
Mg	MgSO_4 , MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	MgSO_4 ekonomik ve güvenlidir
S	MgSO_4	S kaynağı olarak pratik ve stabil
Ca	CaCl_2 , Ca-propionat, Ca-asetat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Düşük POD nedeniyle CaCl_2 en etkili olanıdır, ancak doz sınırına dikkat edilmelidir

Yapraktan Uygulamalarda Kullanılan Mikro Element Taşıyıcıları

Element	Bileşik / Form	Uygulama Notu
B	Borik asit, Boraks, B–polyol kompleksleri	Borik asit (pH < 9.2) hızlı emilir
Fe	FeSO_4 , Fe–EDTA, Fe–DTPA	pH ve ışıktaki stabilite kritik
Mn	MnSO_4 , Mn(II)–şelatlar	Uygulama zamanı fitotoksisiteyi etkiler
Zn	ZnSO_4 , Zn–şelatlar, ZnO süspansiyonları	ZnO'da partikül boyutu önemlidir
Cu, Mo	CuSO_4 , Na_2MoO_4	Düşük dozlarda dikkatli kullanılmalıdır

Mikro besin çözeltileri yüksek **ozmotik basınç** oluşturur. Stomatal kapanma veya fotosentez baskılanması riski nedeniyle, doz ve uygulama zamanı çok önemlidir.

3.4. ÇEVRESEL KOŞULLARIN ETKİSİ

Yaprak gübrelemesinin üretimindeki ve uygulanma sonucu başarısı, çevresel koşullara doğrudan bağlıdır. Besin elementlerinin kutikül ve stomalar üzerinden geçişi, sıcaklık, bağıl nem ve ışık koşullarına göre değişmektedir.



Faktör	Etki	Uygulama Notu
Bağıl Nem (RH)	Yüksek RH, kütikül hidrasyonu artırmakta, çözeltinin kuruması yavaşlatmaktadır.	RH > POD olduğunda çözeltinin yeniden çözünmesi mümkündür
Sıcaklık	Yüksek sıcaklık, çözünürlüğü artırmakla beraber buharlaşmayı da hızlandırmaktadır.	Uygulama sabah erken veya akşamüstü yapılmalıdır
Işık / Yağış / Rüzgâr	Güneş, bazı Fe(III)-şelatlarında fotodegradasyon oluşturmakta; yağış, yıkanma kaybını artırmakta; Rüzgâr, hedef dışı alanlara taşınması riski oluşturmaktadır.	Gölgelik koşullar ve düşük rüzgâr hızı tercih edilmelidir

Pratik Uyarı

RH %60–80 ve sıcaklık 18–25 °C aralığı, yapraktan uygulamalar için optimum kabul edilmektedir.

3.5. SONUÇLAR VE UYGULAMA İPUÇLARI**Kanıtlanmış Bulgular**

- Bitki yüzeyleri, çevre koşullarına bağlı olarak farklı derecelerde geçirgenlik göstermektedirler.
- Hidrofobik kütikül, suyun alımını sınırlamaktadır. Bu nedenle **sürfaktan + humektan** içeren çözeltiler veya yaprak gübreleri genelde daha etkili olmaktadır.
- RH ve sıcaklık, yaprak gübrelemesinin **en kritik iki uygulama parametresidir**.

Bilgi Boşlukları

- Polar / hidrofilik türlerin kütikül içindeki geçiş yolları henüz bilimsel olarak tam anlamı ile tanımlanamamıştır.
- Besin–adjuvan etkileşimlerinin optimum oranları, tür, iklim ve fenolojik döneme göre değişmektedir.

Fırsatlar ve Pratik Rehber

Strateji	Açıklama
POD temelli taşıyıcı seçimi	Kurak iklimlerde düşük POD + humektan, uzun süreli penetrasyon sağlamaktadır.
Sürfaktan optimizasyonu	CMC (kritik misel konsantrasyonu) aşılardan maksimum yayılma gerçekleşmektedir.
Fenolojiye göre pH planlaması	Demir ve kalsiyum uygulamalarında pH stabilitesi öncelikli olmalıdır.

Uygulama Önerisi:

Yaprak gübrelemesi, en iyi sonuçları **sabahın erken saatlerinde, rüzgarsız ve %70 RH üzeri** koşullarda vermektedir. Her zaman **etikette yazılı uygulama dozu + tank içerisinde gübre su karışımının pH kontrolü** yapılmalıdır.



4.

ÇEVRESEL, FİZYOLOJİK VE BİYOLOJİK FAKTÖRLERİN YAPRAKTAN GÜBRELEMeye OLAN BİTKİ TEPKİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yapraktan gübrelemeye olan bitkinin tepkisi; **bitkinin türü, fizyolojik durumu, gelişim evresi (fenoloji) ve çevresel koşulların** etkileşimiyle belirlenmektedir. Bu etki iki temel eksenle ortaya çıkmaktadır.

Etki Türü	Açıklama
Nicel (Fiziksel)	Yaprak yüzeyi, stoma dağılımı ve kütikül özellikleri, uygulanan çözeltinin ne kadarının bitki dokusuna ulaşabileceğini belirlemektedir.
Biyolojik (Fizyolojik)	Hücre zarından geçiş, taşınma (translokasyon) ve metabolik kullanım süreçleri, alınan besinin etkinliğini belirlemektedir.

Çevre koşulları, bir yandan yaprak yüzeyine **sprey şeklinde uygulanan yaprak gübresinin davranışını** (ıslanma, kuruma, POD) etkilerken, diğer yandan **bitkinin fizyolojik aktivitesini** (stoma açıklığı, enerji düzeyi, taşıyıcı protein aktivitesi) değiştirerek yaprak gübrelemesinin başarısını doğrudan etkilemektedir.

4.1. YAPRAK YAŞI, YÜZEYİ VE KANOPİ GELİŞİMİ

Yapraktan alınan besin maddesi miktarı, yaprağın **gelişim evresi, yüzey yapısı ve bitki üzerindeki konumu** ile yakından ilişkilidir.

Yaş Faktörü	- Genç yapraklar genellikle daha geçirgen bir özellik göstermektedir. Örneğin, narenciyede 2 aylık yaprakların üre alımı 6 aylık yapraklara göre 1.6–6 kat daha fazladır. - Ancak olgunlaşma sürecinde kütikül kalınlaştıkça alım azalır. - Yaşlı yapraklarda senesens öncesi dönemde geçirgenlik yeniden artabilmektedir.
Kütikül ve Mum Tabakası Dinamiği	- Yaprak büyüdükçe, yüzeydeki mum oranı azalabilir. - Bu durum bazı türlerde ıslanabilirliği artırırken bazı türlerde ise azaltmaktadır. - Dolayısıyla “genç = her zaman daha geçirgen” değildir; bitki türü ve iklim belirleyici olmaktadır.

Yüzey Asimetrisi

Yaprak Yüzeyi	Özellik	Alım Eğilimi
Üst (Adaksiyal)	Daha kalın kütikül, az stoma	Düşük alım
Alt (Abaksiyal)	Daha ince kütikül, çok stoma	Yüksek alım

Kaynak – Havuz Dinamiği

- Olgun yapraklar “**kaynak (source)**” konumundadır ve besinleri diğer dokulara taşır.
- Genç yapraklar “**havuz (sink)**” görevi görür; besin maddelerini depolar ama iletmez.
- Sistemik etki isteniyorsa **olgun yapraklara**, lokal etki isteniyorsa **genç yapraklara** uygulama yapılmalıdır.



4.2. BİTKİ TÜRÜ VE ÇEŞİDİ

Bitki türleri arasında ve hatta aynı türün çeşitleri arasında yapraktan besin maddelerinin alımı büyük değişkenlikler göstermektedir.

Etki Alanı	Tür / Çeşit Farkı	Sonuç
Fiziksel Özellik	Kütikül kalınlığı, trikoma yoğunluğu, stoma dağılımı	Sprey şeklinde uygulama, tutulum ve ilk penetrasyon hızını belirlemektedir.
Mobilizasyon	Floem hareketliliği (örneğin zeytin badem)	Besin maddesinin bitki içinde taşınma hızını belirlemektedir.
Boron Örneği	Poliol taşıyan türlerde (elma, zeytin) Bor mobildir. taşımayanlarda ise (ceviz, fıstık) immobildir.	Bor uygulama stratejisi bitki türüne göre planlanmalıdır.

Pratik Öneri:

Aynı besin elementi farklı bitki türlerinde farklı şekillerde taşınmaktadır. Bu nedenle *yaprak analizleri ile beraber* değerlendirilme yapılmasında fayda vardır.

4.3. ÇEVRENİN ETKİSİ

4.3.1. Bağıl Nem (RH) ve POD İlişkisi

Koşul	Etki	Uygulama Sonucu
Yüksek RH (> %70)	Kütikül hidrasyonu artar ve kuruma yavaşlar	Penetrasyon penceresi uzar
Düşük RH (< %50)	Damlacık kristalleşir, difüzyon durur	Hipertonik stres / yaprak yanığı riski artar
Düşük POD'lu Tuzlar	RH düşük olsa bile yeniden çözünür	Kurak koşullarda avantajlı (ör. CaCl ₂ , RH≈%33)

4.3.2. Sıcaklık

- Sıcaklık arttıkça:** çözünürlük artar, yüzey gerilimi azalır ama buharlaşma hızlanır.
- Yüksek sıcaklık (≥ 28 °C) :** Sıcaklık arttıkça yaprakların ıslak kalma süresi kısalmır.
- Orta sıcaklık (20–25 °C) :** Orta dereceli sıcaklıklarda genellikle yapraklardan optimum alım sağlanır.
- Uzun süreli yüksek sıcaklık, **mum tabakasını bozarak geçirgenliği artırabilir**, ancak aynı zamanda **fitotoksisite riskini** yükseltir.

Metabolik Tepki (Q₁₀ Faktörü)

Element	Q ₁₀ Değeri	Süreç Türü
K⁺	> 2	Aktif taşıma ağırlıklıdır
Zn²⁺	1.2–1.4	Pasif difüzyon ağırlıklıdır

4.3.3. Işık ve Fotobiyoloji

- Işık, **stomaların açılmasını** uyarır ve stomatal yol katkısı artar.
- Yüksek ışık yoğunluğu, enerji üretimini artırarak **K ve P alımını hızlandırır**.
- Ancak bazı **Fe(III) şelatları UV ışığa duyarlıdır**, bu nedenle **Fe(III) şelatları gece veya akşamüstü** uygulanmalıdır.

4.4. BESİN MOBİLİTESİ VE TAŞINIMI (TRANSLOKASYON)

Floem mobilitesi, yapraktan alınan besinlerin bitki içinde **yeniden taşınıp taşınamayacağını** belirler.

Mobilite	Elementler	Özellik / Uygulama
Yüksek (Mobil)	N, P, K, Mg, S, Cl, Ni	Kaynaktan havuza taşınır; sistemik faydası yüksektir
Koşullu (Orta Mobil)	Fe, Zn, Cu, Mo	Translokasyon sınırlıdır ve periyodik uygulama gerekebilir
Düşük (İmmobil)	Ca, Mn, B*	Yalnızca uygulanan bölgede etkilidir; sık uygulama gerekebilir

* Bor (B): Poliol taşıyan türlerde mobildir, taşımayan türlerde ise immobildir.

Pratik Sonuç:

- **Ca:** floemde taşınmaz. Dolayısıyla doğrudan meyveye, tekrarlı uygulama gerekmektedir.
- **Mn ve Zn:** yaprakta bağlanma eğilimi yüksektir. Sezon içinde birkaç uygulama önerilmektedir.

4.5. UYGULAMA PENCERESİ VE STRATEJİ

Uygulama Penceresi Matrisi (Saha Rehberi)

Koşul	RH	Sıcaklık	Işık	Öneri
İdeal	≥ %70	18–25°C	Sabah erken / akşamüstü	Düşük/orta sürfaktan + humektan; düşük POD bileşenleri
Sıcak & Kuru	≤ %50	≥ 28°C	Gündüz	Uygulama ertelenmelidir; zorunluysa humektan + düşük POD, doz kontrolü yapılarak uygulanmalıdır.
Nemli & Serin	≥ %80	10–18°C	Düşük ışık	Kuruma yavaş olacağı için yayıcı-yapıştırıcı kullanılmalıdır ve fitotoksisiteye dikkat edilmelidir.
Yağış Riski	Değişken	Değişken	Değişken	Yayıcı-yapıştırıcı gübre çözeltisine ilave edilmeli veya uygulamayı ertelenmelidir.

Pratik Kutu – Hızlı Karar İpuçları

Ca eksikliği (meyve çürüklüğü): Düşük POD'lu Ca tuzları kullanılmalı, düşük doz tercih edilmeli ve sık tekrarlı uygulama yapılmalıdır.

UV duyarlı Fe(III) şelatları: Gece veya akşamüstü uygulama yapılmalıdır.

Kurak iklim: Humektan kullanımı zorunludur ve organosilikon dikkatli kullanılmalıdır.

Fenoloji: Sistemik etki için olgun yapraklar; lokal etki için genç dokular uygulamada tercih edilmelidir.

4.6. SONUÇLAR

Kanıtlanmış İlkeler

- Bitkisel tür/çeşit farklılıkları, yaprak morfolojisi ve yüzey özellikleri, sprey şeklindeki uygulamalarda besin maddesi tutulumu ve alımı belirlemektedir.
- Çevre koşulları, hem **spreyleme şeklinde uygulamanın fiziksel davranışını** hem de **bitkinin metabolik tepkisini** şekillendirmektedir.
- Bitkinin Fenolojik evresi, kütikül bileşimi ve **kaynak–havuz ilişkisi** üzerinden sonucu doğrudan etkilemektedir.
- **Floem mobilitesi**, yapraktan uygulanan besinlerin sistemik faydasını belirleyen ana faktördür.



Bilgi Boşlukları ve Fırsatlar

- Polar bileşiklerin epidermal geçiş yolları henüz bilimsel olarak tam anlamıyla çözümlenmemiştir.
- Bitki türü, iklim ve fenolojiye göre **optimum adjuvan kombinasyonları** belirlenmelidir.
- Kütikül–depozit etkileşimlerinin daha iyi modellenmesi, uygulamada saha başarısını artıracaktır.



5.

UYGULAMA YILLARI – SAHADAN ÖĞRENME

Saha uygulamalarında elde edilen sonuçlar çoğu zaman birbirinden farklılık gösterebilir. Bu nedenle, gözlemlenen verilerin anlamlı biçimde değerlendirilebilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik ilkelerin birlikte ele alınması gerekir.

Bu bölümde, **uygulama tekniği**, **bitki fenolojisi**, **çevre koşulları** ve **formülasyon özelliklerinin** birbiriyle nasıl etkileşime girdiği açıklanmakta ve bu etkileşimler üzerinden **pratik saha kararları** üretilebilmektedir.

5.1. PÜSKÜRTME UYGULAMA TEKNOLOJİSİ

Yapraktan gübrelemede başarının temeli, yalnızca ürünün içeriğine değil, aynı zamanda **uygulama tekniğinin doğruluğuna** da bağlıdır. Bir püskürtme uygulaması, birbiriyle ilişkili şu aşamalardan oluşur:

Formülasyon → Atomizasyon → İletim → Çarpma → Yayılma/Tutunma → Kalıntı Oluşumu → Penetrasyon

Bu zincirdeki her adım, nihai etkinliği doğrudan etkilemektedir.

5.1.1. Nozul, Damlacık Boyutu ve Drift Yönetimi

Damlacık boyutu, hem kapsama oranını hem de sürüklenme (drift) riskini belirleyen kritik bir faktördür:

- **İnce damlacıklar**, geniş yüzey kapsamı sağlar ancak buharlaşma ve drift riski yüksektir. Bu tür püskürtmeler, **serin ve nemli hava koşullarında** veya **sık yapraklı kanopilerde** tercih edilmektedir.
- **Orta damlacık boyutu**, kapsam ve drift arasında en iyi dengeyi kurar. Bu nedenle yaprak gübreleri için **genel olarak varsayılan standart seçimdir**.
- **Kaba damlacıklar**, drift riskini azaltır ancak kapsama düşer ve damlalar yaprak yüzeyinden sekme eğilimi gösterebilir. Bu form, **rüzgârın yüksek olduğu günlerde** veya **tarla sınır bölgelerinde** avantaj sağlar.

Basınç ayarı da bu dengeyi etkilemektedir. Artan basınç, atomizasyonu artırarak damlacıkları inceltir ve kapsama alanını genişletir; ancak aynı zamanda drift riskini de yükseltir. **Orta basınç aralığı**, güvenli bir uygulama standardıdır.

Yaprak yüzeyinin durumu da püskürtme etkinliğini belirlemektedir. **Çiğ veya yağmurla ıslanmış yapraklar**, tutunmayı düşürmekte; özellikle **dik yapraklı veya yoğun kanopili bitkilerde** hedefe ulaşmak zorlaşmaktadır. **Elektrostatik püskürtme sistemleri**, kapsama oranını artırırsa da üretilen çok ince damlacıklar nedeniyle kurak koşullarda **drift ve buharlaşma riskini** yükseltebilmektedir.

💡 **Saha önerisi:** Kurak veya sıcak koşullarda en güvenli kombinasyon; **orta damlacık boyutu, orta basınç ve humektanlı formülasyon** kullanımıdır.

5.1.2. Formülasyon ve Uygulama Etkileşimi

Uygulama başarısı yalnızca püskürtme tekniğine değil, aynı zamanda kullanılan formülasyonun fiziksel özelliklerine de bağlıdır.

Formülasyonda yer alan **adjuvanlar** (örneğin sürfaktanlar, humektanlar, yayıcı ve yapıştırıcılar) yüzey gerilimini, viskoziteyi ve **kütikül geçiş basıncını (POD)** değiştirerek damlacık davranışını doğrudan etkilemektedir.

Viskozitenin artması, damlacık boyutunu büyütür ve **drift riskini azaltır**, ancak bu durum yaprak yüzeyinde **yayılmayı sınırlayabilir**.

Bu nedenle, özellikle sıcak ve kuru koşullarda **humektan içeren ve orta yayıcılı** adjuvanlar tercih edilmelidir.

Tankta yapılan gübre-su karışımlarında ise dikkatli olunmalıdır. Besin elementleri, adjuvanlar ve bitki koruma ürünleri bir araya geldiğinde etkileşimleri her zaman öngörülebilir değildir. Bu nedenle yeni bir karışım planlandığında mutlaka **kavanoz (jar testi)** yapılmalıdır.

5.2. YAPRAK GÜBRELERİNİN KULLANIMI İÇİN BİYOLOJİK GEREKÇE

Yapraktan gübreleme, bitkinin kısa süreli besin eksikliklerini gidermede ve kök alımının yetersiz kaldığı dönemlerde bitki besin maddesi arzını desteklemede stratejik bir araçtır. Yapraktan besleme özellikle, toprağın alınabilir bitki besin maddesi içeriği ile bitkinin fenolojik dönemi arasında zamanlama uyumsuzluğu olduğunda veya floemde taşınması sınırlı elementlerin (örneğin kalsiyum gibi) hedef dokulara ulaştırılması gerektiğinde büyük avantaj sağlamaktadır. Doğru kullanıldığında, yaprak gübrelemesi yalnızca besin takviyesi değil, aynı zamanda bitki metabolizmasını hızlandıran ve stres koşullarına dayanıklılığı artıran tamamlayıcı bir uygulamadır.

5.2.1. Fenoloji ve Çevre Eşlemesi

Bitkinin büyüme evresi ve çevresel koşullar, yapraktan uygulamanın gerekliliğini ve etkinliğini belirleyen iki temel faktördür. Yapraktan gübreleme, köklerin besin alımını yavaşlattığı ya da durdurduğu dönemlerde **“biyolojik köprü”** işlevi görür. Aşağıdaki durumlar, uygulamanın en yararlı olduğu başlıca örneklerdir:

- **Hızlı meyve büyümesi veya tane dolumu dönemlerinde**, bitkinin besin talebi genellikle köklerin sağladığı arzı aşar. Bu durumda yapraktan besleme, kritik eksikliklerin önüne geçer.
- **Erken ilkbaharda**, özellikle yaprak döken türlerde kök aktivitesi hâlâ sınırlıyken sürgün gelişimi hızla artar. Bu dönemde yapraktan uygulanan bitki besin maddeleri, gelişimin sürekliliğini sağlamaktadır.
- **Soğuk, aşırı nemli veya oksijen yetersiz toprak koşullarında**, kök alımı düşer. Yapraktan uygulama bu “köksüz pencereyi” kapatarak metabolik devamlılığı korumaktadır.
- **Floemde taşınması kısıtlı elementlerde (örneğin Ca)**, hedef organa doğrudan ulaşım ancak yapraktan uygulamayla sağlanabilir. Bu tür elementler için **tekrarlı ve lokal** uygulamalar gerektirmektedir.

5.2.2. Ürün–Besin–Zamanlama Örnekleri (özet)

Farklı bitkilerde bitki besin elementi, uygulama zamanı ve beklenen etki arasındaki ilişki aşağıda özetlenmiştir:

- **Yaprak döken meyve ağaçlarında bor (B)** uygulaması, **geç uyukuluk–erken yapraklanma veya çiçeklenme döneminde** yapılmalıdır. Bu, polen canlılığını ve polen tüpü büyümesini artırarak meyve tutum oranını yükseltir. (Not: B mobilitesi türe göre değişmektedir)

- **Yaprak döken meyve ağaçlarında çinko (Zn)** uygulaması, **erken ilkbaharda vejetatif genişleme** döneminde yapılmalıdır. Bu aşamada genç yaprakların geçirgenliği yüksektir ve Zn'ye olan enzimatik gereksinim artmaktadır.
- **Narenciyede üre (N)** uygulaması, **çiçeklenme öncesi veya çiçeklenme sırasında** yüksek fizyolojik yanıt sağlar, verim ve tutumu artırır.
- **Tahıllarda (örneğin buğdayda)** geç sezon azot uygulaması, **çiçeklenme sonrası dönemde** yapılıp ve tane protein oranını yükselterek kalite primine katkı sağlar.
- **Mısırdaki fosfor (P), V4–V8–VT** gelişim evrelerinde uygulanır. Özellikle VT döneminde yapılan uygulamalar, tane ve yemlik P içeriğini artırabilir.
- **Soya bitkisinde demir (Fe)**, özellikle **kireçli topraklarda erken büyüme döneminde** uygulanır. Klorozu azaltır ve bazı durumlarda orta düzeyde verim artışı sağlar.
- **Kavun ve benzeri meyve bitkilerinde potasyum (K)** uygulaması, **hızlı meyve büyümesi döneminde** en etkilidir. Şeker taşınımını destekleyerek meyve kalitesi ve tat dengesini iyileştirir; ancak komşu yapraklarda geçici K azalmaları görülebilir.

Özetle:

Yapraktan gübreleme, doğru zamanda ve doğru elementle yapıldığında, **bitkinin kritik büyüme evrelerinde kök sisteminin sınırlı kaldığı besin maddesi ihtiyacını telafi eder**. Bu sayede hem fizyolojik süreçler desteklenir hem de ürün kalitesi ile verimde sürdürülebilir artış sağlanır.

5.3. HASAT SONRASI VE GEÇ SEZON UYGULAMALARI

Hasat sonrası dönem, bitkilerin bir sonraki büyüme sezonu için besin rezervlerini yenilediği ve fizyolojik dengeyi yeniden kurduğu kritik bir evredir. Bu dönemde yapraktan gübre uygulamaları, özellikle belirli besin elementleri için oldukça faydalı olabilir. Ancak her element aynı şekilde tepki vermez; bu nedenle hedef besin seçimi dikkatle yapılmalıdır.

Floem-mobil elementler (örneğin **azot (N)**, **potasyum (K)** ve **bor (B)** – eğer tür mobil taşıyıcı sistemine sahipse) bitki içinde kolaylıkla taşınabilir. Bu elementler, **hasat sonrası dönemde yapraktan uygulandığında**, rezerv dokulara (özellikle odunsu dokular ve kök sistemleri) taşınarak gelecek sezonun başlangıcında güçlü bir fizyolojik destek sağlar.

Buna karşılık **floem-hareketsiz elementler** (örneğin **kalsiyum (Ca)**, **demir (Fe)**, **mangan (Mn)** ve **çinko (Zn)**) yalnızca uygulandıkları yaprak veya doku bölgesinde etki gösterirler. Bu nedenle bu elementlerin uygulamaları, **aktif büyüme döneminde ve hedef dokulara yönelmiş şekilde** yapılmalıdır.

Geç sezon azot uygulamalarında **üre formu** öne çıkar. Yüksek konsantrasyonlarda bile (%5–10 seviyesine kadar) yaşlı yapraklar bu uygulamaları genellikle **fitotoksisite riski olmadan tolere edebilir**. Bu özellik, üreyi hasat sonrası dönemde verimli bir azot kaynağı haline getirir.

5.4. BİTKİ BESİN DURUMU VE TEPKİ

Bitkinin mevcut beslenme durumu, yapraktan uygulanan besinlere vereceği tepkiyi büyük ölçüde belirler. Aynı elementin aynı dozda uygulanmasına rağmen, farklı bitkilerde veya farklı beslenme geçmişine sahip alanlarda **farklı düzeyde yanıt alınması** bu durumla ilgilidir.

Eğer **besin eksikliği uzun süreli (kronik)** hale gelmişse, bitkinin yaprak yapısı ve kimyası değişmeye başlar. Örneğin **demir (Fe) klorozunda**, kütikül bütünlüğü zayıflar ve epidermal dokular kalınlaşır. Bu yapısal değişiklikler, yapraktan uygulanan çözeltilerin penetrasyon hızını düşürür ve beklenen etkiyi sınırlar.

Buna karşılık, **kısa süreli eksikliklerde** bitki hücrelerinde besin bağlanma bölgeleri hâlâ aktiftir. Bu nedenle yapraktan uygulanan elementler **daha hızlı ve etkin şekilde alınabilir**.

Ayrıca **Liebig'in Minimum Yasası** bu durumda da geçerlidir: Yaprak uygulaması yapılan element, yalnızca diğer tüm besinler yeterli düzeyde mevcutsa **en yüksek etkiyi** gösterir. Örneğin azot uygulaması, bitkideki metabolizmayı uyarak **çinkonun (Zn)** tane veya meyveye taşınmasını dolaylı olarak artırabilir. Bu tür etkileşimler, yapraktan gübreleme programı planlanırken **besin dengesi bütüncül olarak değerlendirilmelidir**.

5.5. BESİN KAYNAĞI VE FORMÜLASYONU (SEÇİM İLKELERİ)

Yapraktan uygulamalarda besin kaynağının kimyasal formu, hem **alım hızını** hem de **fitotoksisite riskini** belirleyen en kritik faktördür. Molekül boyutu, yük durumu, çözünürlük, higroskopisite ve kütikül etkileşimi, uygulamanın etkinliğini doğrudan şekillendirmektedir. Aşağıda önce temel bilimsel ilkeler, ardından bu prensiplerin **OrganoPlantis organomineral formülasyonlarında** nasıl karşılık bulduğu gösterilmiştir.

Bilimsel Prensipler

1. Kimyasal Form ve Molekül Özelliği:

Üre, küçük ve yüksüz yapısı sayesinde inorganik iyonlara kıyasla kütikül geçişinde 10–20 kat daha etkilidir. Amonyum (NH_4^+) iyonları, yaprak yüzeyindeki negatif yük bölgeleriyle elektrostatik olarak etkileşerek nitratlara (NO_3^-) göre genellikle daha hızlı emilir.

2. Fizikokimyasal Faktörler:

Molekül boyutu, çözünürlük, POD (point of deliquescence) ve higroskopisite, yaprak yüzeyinde besin damlacığının ne kadar süreyle sıvı fazda kalacağını belirler. Örneğin **CaCl_2 (%33 RH)**, **$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (%56 RH)**'ye göre daha higroskopiktir ve bu nedenle daha uzun süre ıslak kalabilir.

3. Eşlik Eden İyon Etkisi:

MgCl_2 gibi tuzlar, MgSO_4 'e göre daha higroskopik davranır; bu da nemli kalma süresini uzatır ve yaprak yüzeyinde besin alımını kolaylaştırır.

4. Şelat ve Kompleksler:

EDTA veya amino asit kompleksleri, metal iyonlarının çözünürlüğünü artırır ve pH dalgalanmalarına karşı stabil kalmasını sağlar. Özellikle Zn, Fe ve Mn gibi mikroelementler için yüksek verimlilik sunar.

5. pH ve Bor Dinamiği:

pH 8.2'nin altında borik asit formuna geçen bor (B), yüksüz hale geldiğinde kütikülden çok daha hızlı geçiş gösterir. Bu nedenle asidik çözeltiler B alımı açısından avantajlıdır.

OrganoPlantis Örneği: Modern Sıvı Organomineral Formülasyonlar

OrganoPlantis serisi (Balance+, NitroMax, PhosPro, KaliForce), bu bilimsel ilkeleri doğrudan sahaya yansıtan **yüksek organik içerikli sıvı organomineral gübreler** ailesidir. Formülasyon yapısı, hem **besin taşınımını kolaylaştırır** hem de **fitotoksikite riskini minimize eder**.

Yapısal Bileşenleri ve İşlevleri:

- **EDTA ile şelatlı mikroelementler (Fe, Zn, Mn, B, Cu):** pH değişimlerine karşı stabil kalır, çökelme riskini azaltır ve yaprak yüzeyinde maksimum biyoyararlanım sağlar.
- **Serbest aminoasitler:** Metal iyonlarını doğal kompleksleyici olarak taşır; hücre zarından geçişi kolaylaştırır ve metabolik aktiviteyi hızlandırır.
- **Yüksek organik madde (%10):** Kütikül yüzeyinde tamponlayıcı etki oluşturur, besinlerin kurumasını geciktirir, ıslak kalma süresini uzatır ve iyon taşınımını optimize eder.
- **SO₃ (%5) ve MgO (%2):** İyon taşınımı ve klorofil sentezinde görev alarak hem yaprak hem meyve kalitesini artırır.
- **Düşük klorür (<%1) ve kontrollü pH (3–6):** Pestisitlerle karışım uyumunu artırır, yaprak yüzeyinde güvenli kullanım aralığı sağlar.

Bu bileşenlerin sinerjisi sayesinde OrganoPlantis formülasyonları, klasik inorganik çözeltilere göre:

- Daha **yüksek biyolojik etkinlik**,
- Daha **uzun süreli yaprak teması**,
- Daha **düşük fitotoksikite riski** sağlar.

Ayrıca, makro ve mikro besinleri **aynı sistemde** birleştirmesi sayesinde (Ca hariç), farklı büyüme evrelerine uygun **tek tank karışımı** kullanım kolaylığı sunmaktadır..

Özetle

OrganoPlantis sıvı organomineral gübreleri, bilimsel formülasyon prensiplerini sahada uygulanabilir hale getirerek **yapraktan beslemede yeni bir standardı temsil etmektedir**. EDTA şelatları, aminoasit taşıyıcıları ve organik madde zemininde geliştirilen bu yapılar, hem **besin alım hızını** hem de **bitki güvenliğini** optimize etmektedir.





5.6. FİTOTOKSİSİTE: RİSKLER VE YÖNETİM

Yapraktan uygulamalarda aşırı konsantrasyon, hızlı buharlaşma veya uygun olmayan çevre koşulları sonucu fitotoksosite oluşabilir. Bu durum sadece “fazla doz” değil; **uygunsuz zamanlama, karışım hatası** veya **formülasyonun yetersiz biyolojik tamponlanması** sonucu da gelişebilir.

Toksisite Tipleri

1. **İzole lekeler:** Kristal kalıntı bölgelerinde lokal yanıklardır.
2. **Kenar veya uç yanıkları:** Elementin damar akışıyla yeniden dağılımı sonucu oluşur.

Temel Mekanizmalar

- **Ozmotik yanık:** Yüksek tuz indeksi (ör. KCl $\approx$ 120) ve hızlı kuruma sonucu hücre duvarı yırtılabilir.
- **Düşük POD tuzları:** Uzun süreli ıslak kalma hipertonic stres yaratabilir.
- **Hacim etkisi:** Düşük püskürtme hacminde damlacık konsantrasyonu artar, yanık riski yükselir.

Risk Azaltma Protokolü

Fiziksel–Kimyasal Önlemler

- **Sıcaklık–nem kuralı:** $T \geq 28^\circ\text{C}$ ve $RH \leq \%50$ ise uygulama yapılmaz.
- **Bölünmüş doz:** Tek yüksek uygulama yerine düşük doz $\times$ çoklu uygulama tercih edilir.
- **Karşı iyon yönetimi:** Klorürlü tuzlar yüksek risk taşır; mümkünse nitrat veya sülfat formları kullanılmalıdır.
- **Adjuvan testi:** Yeni karışımlar mutlaka küçük alanda denenmelidir.
- **Doku yaşı:** Genç yapraklar daha hassastır; yüksek üre uygulamaları yaşlı dokulara yapılmalıdır.

Aminoasit ve Argillik Asit katkılı formülasyonlar, ıslak kalma süresini uzatarak stres toleransını artırır.

Biyolojik Risk Azaltıcılar ve OrganoPlantis Yaklaşımı

Kimyasal risk yönetimi kadar önemli bir diğer strateji, **biyolojik tamponlamadır**. Bitkisel ve hayvansal kökenli amino asitler, organik asitler ve doğal kompleksleyiciler, **fitotoksisiteyi azaltır** ve aynı zamanda **stres altındaki bitkilerin iyileşme kapasitesini artırır**.

Bilimsel Gerekçe:

- **Amino asitler (özellikle glisin, prolin, alanin):** Hücre zarında **ozmotik dengeyi** korur, iyon akışını düzenler ve tuz stresine karşı hücre su potansiyelini dengeler.
- **Argillik asit:** Yapraktan uygulamalarda **iyon tamponu** görevi görür, pH stabilitesini artırır ve yüzey kurumasını geciktirir.
- **Organik karbon kaynakları:** Yüzeyde ince bir film tabakası oluşturarak **ısı ve UV stresi** etkilerini azaltır.

Uygulamalı Sonuç:

Bitki strese girdiğinde (yüksek sıcaklık, yetersiz sulama, ani ışık değişimleri), aminoasit ve organik asit destekli çözeltilerle yapılan yaprak uygulamaları **fitotoksosite riskini düşürür**, aynı zamanda **stres sonrası toparlanmayı hızlandırır**.

OrganoPlantis'in Uygulamadaki Rolü

OrganoPlantis ürünleri, bu biyolojik tamponlama prensibini doğal olarak içinde barındırır. Tüm organomineral formülasyonlar **yüksek organik madde** (%10), **SO₃** (%5), **MgO** (%2), **EDTA-şelatlı mikroelementler** ve **biyolojik taşıyıcılar** içerir. Buna ek olarak;

Ürün	Kaynak	Fonksiyon
UltraAmino	Bitkisel kökenli aminoasit	Hücre içi su dengesini korur, stomatal aktiviteyi destekler.
AminoPower12	Hayvansal kökenli aminoasit	Yüksek serbest aminoasit içeriğiyle stres sonrası hızlı enerji kaynağı sağlar.
SeaVital	Argillik asit + deniz yosunu ekstresi	Hücre zar geçirgenliğini artırır, ısı ve UV stresini tamponlar.

Bu ürünler, tek başına veya OrganoPlantis yaprak gübreleriyle birlikte kullanıldığında:

- **Fitotoksisite riskini azaltır,**
- **Stres toleransını yükseltir,**
- **Besin alım hızını artırır,**
- **Metabolik iyileşmeyi hızlandırır.**

Küresel Ölçekli Stres Faktörleriyle Bağlantı

İklim değişikliği, düzensiz yağış, artan sıcaklık ve su kıtlığı, bitkilerde fizyolojik stresin kalıcı hale gelmesine neden olmaktadır. Bu koşullar altında **yapraktan uygulanan aminoasit ve organomineral çözeltiler**, yalnızca besin kaynağı değil, aynı zamanda **biyolojik bir stres yönetim aracıdır**. Dolayısıyla OrganoPlantis serisi, **fitotoksisite riskini azaltmanın ötesine geçerek**, bitkilerin **kuraklık, ısı ve besin stresi koşullarına dayanıklılığını artıran** yeni nesil bir yaprak besleme stratejisi sunmaktadır.

Sonuç:

Fitotoksisite yönetimi yalnızca “zararı önleme” değil; aynı zamanda “stresle başa çıkma” stratejisidir. Aminoasitler, organik asitler ve argillik bileşiklerle zenginleştirilmiş organomineral gübreler, bu iki işlevi birleştirir: **bitkiyi korur, verimi sürdürür.**



5.7. TARLA BİTKİLERİNDE ZAMANLAMA (ÖZET REHBER)

Yapraktan gübreleme programı; bitkinin **fenolojik evresi**, **hava koşulları** ve **hedeflenen fizyolojik etki** dikkate alınarak planlanmalıdır. Zamanlama, yalnızca besin etkinliğini değil, aynı zamanda fitotoksisite riskini de belirleyen temel unsurdur.

- **Tahıllar (Azot – geç sezon):** Çiçeklenme sonrası yapılan üre uygulamaları, tane protein oranını artırabilir. Ancak bu dönemde yaprak dokusu yaşlandığından, yanık riskine karşı doz ve püskürtme yoğunluğu dikkatle optimize edilmelidir.
- **Soya (R5–R6 evresi):** Bu gelişim döneminde yapılan N–P–K–S uygulamaları bazen faydalı, bazen nötr sonuçlar verebilir. Etkinlik, yaprak alan indeksi (LAI) ve çözelti konsantrasyonunun doğru ayarlanmasına bağlıdır.
- **Mısır (Fosfor):** V4–V8–VT evreleri kritik pencerelerdir. Özellikle VT (tepe püskül) döneminde yapılan fosfor uygulamaları, tane P içeriğini ve verimi artırabilir.

Doğru uygulama zamanı, “aynı formülasyonla iki kat farklı sonuç” doğurabilir; bu nedenle zamanlama, yapraktan gübrelemede asıl başarı faktörüdür.

5.8. SAHA TANISI: DOĞRU EKSİKLİK - DOĞRU ZAMAN

Yapraktan gübreleme, yalnızca eksiklik doğru belirlendiğinde etkili olur. Tek bir belirtiye bakarak karar vermek çoğu zaman yanıltıcıdır; bu nedenle **çoklu tanı yaklaşımı** benimsenmelidir.

Dört Sütun Yaklaşımı

1. **Görsel semptomlar:** İlk işarettir, ancak çoğu zaman kuraklık, hastalık veya UV stresiyle karışabilir.
2. **Toprak testi:** Özellikle hareketsiz besin elementleri (Fe, Zn, B, Mn) için temel referanstır.
3. **Doku analizi:** Tür, yaş ve örnekleme yerine göre alınan sonuçlar en güvenilir beslenme göstergesidir.
4. **Büyüme tepkisi:** Nihai kanıttır; uygulama sonrası yaprak rengi, büyüme veya verim artışı gözlenmelidir.

Gizli açlık durumlarında yaprak görünümü normal olabilir, ancak bitki potansiyel veriminin altındadır. Bu nedenle doku analizi ve küçük ölçekli denemeler, doğru tanının vazgeçilmez parçasıdır.

5.9. UYGULAMA ZAMANI KARAR MATRİSİ (SAHA)

Yapraktan gübrelemede çözelti konsantrasyonu kadar **doğru çevresel zamanlama** da belirleyicidir. Uygulama sırasında hava sıcaklığı, nem, ışık yoğunluğu ve UV seviyesi, sprey damlacıklarının davranışını ve kütikül geçirgenliğini doğrudan etkiler.

Koşul	Bağıl Nem (RH)	Sıcaklık (°C)	Işık Durumu	Uygulama Stratejisi
İdeal	≥ %70	18–25	Sabah erken / akşamüstü	Orta damlacık, humektan, düşük/orta sürfaktan; POD tahmini RH'nin altında seçilmelidir.
Sıcak & Kuru	≤ %50	≥ 28	Gündüz	Mümkünse ertele; zorunluysa düşük POD + humektan; bölünmüş doz uygulanır.
Nemli & Serin	≥ %80	10–18	Düşük ışık / gece	Kuruma yavaş; yıkanma riski varsa sticker (yapışkan ajan) eklenmelidir.
UV-duyarlı formülasyon	Değişken	15–25	Yüksek UV	Geç öğleden sonra veya gece uygulama tercih edilmelidir.

Yapraktan gübreleme “**havanın değil, zamanın sanatı**”dır. Aynı çözeltinin farklı koşullarda gösterdiği performans, doğru pencere seçiminde saklıdır.



5.10. SONUÇLAR

Bu bölüm, saha uygulamalarından ve araştırmalardan çıkarılan temel dersleri özetler. Amaç, “hangi formül etkilidir?” sorusundan çok “hangi koşulda neden etkilidir?” sorusuna yanıt vermektir.

Kesinlikler

- Çevre–ürün–formülasyon etkileşimi, hem etkinliği hem de fitotoksisite riskini birlikte belirlemektedir.
- Floem mobilitesi, yapraktan alınan besinlerin sistemik faydasını sınırlandıran ana faktördür.
- Uygulama tekniği (nozul tipi, damlacık boyutu, uygulama hacmi) saha başarısında kritik bir kaldıraçtır.

Belirsizlikler

- Düşük düzeyde yaprak hasarı her zaman verim kaybı anlamına gelmez; çoğu geçici adaptasyondur.
- Yapraktan alınan besinlerin, kökten alınanlarla aynı metabolik yolları izleyip izlemediği tam aydınlatılamamıştır.
- Adjuvan, humektan ve sticker gibi ko-formülantların uzun vadeli fizyolojik etkileri hâlâ araştırma konusudur.

Fırsatlar

- **Risk değerlendirme modeli:** Fenoloji × Çevre × Formülasyon × Uygulama tekniği değişkenlerinin birlikte analiz edilmesi, doğru reçeteleme olasılığını artırır.
- **Deney + model yaklaşımı:** Depozit–kütikül arayüzü ve penetrasyon kinetiğini modelleyen yeni metrikler geliştirilebilir.
- **Programlama:** Mobilite ve POD yönetimini esas alan, ürün/iklim özel yaprak besleme reçeteleri geliştirilebilir.
- OrganoPlantis serisinin sürdürülebilir formülasyon yapısı, bu hedefe hizmet eden örneklerden biridir.



6.

YAPRAK GÜBRELEMESİNE BAKIŞ AÇILARI

Yapraktan gübreleme, kök alımının sınırlı veya belirsiz olduğu dönemlerde bitkiye **hızlı, hedefe yönelik ve çevre dostu besin sağlama yöntemidir**. Doğru planlandığında yalnızca verim ve kaliteyi artırmakla kalmaz, aynı zamanda **toprak kaynaklı kayıpları azaltarak çevresel ayak izini küçültür**. Etkinlik; **talep (bitki, fenoloji)** ile **arz (formülasyon, çevre, uygulama)** arasındaki dengenin sağlanmasına bağlıdır. Bu dengeyi sürdürülebilir biçimde kurmanın en başarılı örneklerinden biri, **OrganoPlantis sıvı organomineral gübre sistemidir**.

6.1. MALİYET / FAYDA: KARAR ÇERÇEVESİ

Yapraktan uygulamalar genellikle kg başına maliyeti yüksek işlemlerdir; bu nedenle **her uygulama bir olasılık × etki analizine** dayanmalıdır.

Basit ekonomik denklem:

Beklenen Net Fayda (₺/ha) ≈

(Eksiklik olasılığı) × (Önlenebilir verim kaybı, kg/ha) × (Ürün fiyatı, ₺/kg) – (Toplam uygulama maliyeti)

Toplam maliyet = ürün + adjuvan + işçilik + ekipman + yakıt + su + lojistik + “fitotoksisite rezervi”.

Pratik karar (Kavanoz testi):

- Eksiklik olasılığı yüksekse ve bu eksikliğin önlenmesiyle anlamlı bir verim artışı sağlanabileceyse, yapraktan gübre uygulaması yapılmalıdır. Bu durumda düşük riskli formülasyonlar tercih edilmeli ve uygulama bölünmüş dozlar hâlinde planlanmalıdır.
- Eğer hem eksiklik olasılığı hem de beklenen fayda düşükse, uygulamaya gerek yoktur; yalnızca bitki gelişimi ve besin durumu izlenmelidir.
- Bir parametre yüksek, diğeri ise belirsizse, karar vermeden önce küçük bir parselde deneme yapılmalı ve sonuçlar doku veya toprak analizleriyle doğrulanmalıdır.

OrganoPlantis Uygulaması:

OrganoPlantis ürünleri, **yüksek organik madde, aminoasit ve SO₃-MgO sinerjisi** sayesinde daha düşük dozda dahi yüksek biyoyararlanım sağlar. Bu nedenle hektar başına etkin madde maliyeti düşerken, risk rezervi (fitotoksisite potansiyeli) azalır.

6.2. TALEP VE ARZ

Yapraktan gübreleme, bitkinin o anda duyduğu besin ihtiyacı (talep) ile uygulamanın sağlayabileceği besin arzı arasındaki dengeye dayanır. Bu dengenin sağlanması, uygulamanın başarısını doğrudan belirler.

6.2.1. Talep: Yapraktan Gübrelemenin Uygun Olduğu Durumlar

Yapraktan gübreleme, kök sisteminin geçici olarak yetersiz kaldığı veya besin alımının çevresel nedenlerle kısıtlandığı dönemlerde en etkili hale gelir.

Bitkinin besin talebi, köklerin sağlayabileceği arzdan daha yüksek olduğunda, yapraktan uygulama hızlı bir takviye sağlar. Bu durum özellikle düşük sıcaklık, oksijen eksikliği, iyon rekabeti veya uygun olmayan pH koşullarında görülür.

Çiçeklenme, meyve tutumu ve tane dolumu gibi fenolojik olarak enerji ihtiyacının en yüksek olduğu dönemlerde de yapraktan uygulama büyük avantaj sağlar. Bu dönemlerde bitkinin metabolik hızı artar ve kök sistemi genellikle bu talebi karşılayamaz.

Ayrıca, bazı besin elementleri doğaları gereği floemde taşınamaz veya sınırlı mobiliteye sahiptir. Özellikle kalsiyum (Ca) ve bor (B) bu gruptadır. Bu nedenle bu elementlerin etkili olabilmesi için doğrudan yaprak yüzeyinden alınması gerekir.

Tarlaya erişimin zor olduğu veya uygulama için kısa bir zaman aralığı bulunduğu durumlarda da yapraktan gübreleme, hızlı etki sağlayan pratik bir çözüm olarak öne çıkar.

6.2.2. Arz: Etkinliği Belirleyen Faktörler

Yapraktan gübrelemede etkinlik yalnızca bitkinin ihtiyacına değil, kullanılan formülasyonun kimyasal ve fiziksel özelliklerine de bağlıdır.

Molekülün boyutu, elektriksel yükü, çözünürlüğü, higroskopik yapısı ve POD (Point of Delinquency) değeri gibi faktörler, yaprak yüzeyinde çözeltinin davranışını belirler.

Ayrıca, bitki türü ve yaprağın yaşı da önemli rol oynar. Genç yapraklarda kütikül daha incedir ve geçirgenlik genellikle daha yüksektir. Ancak yaşlandıkça kütikül kalınlaşır ve alım yavaşlar.

Uygulama sırasında kullanılan adjuvanlar (örneğin sürfaktan, humektan veya stickerlar) ve teknik parametreler (nozul tipi, basınç, püskürtme hacmi) da etkinliği doğrudan etkiler.

Bunun yanında çevre koşulları — özellikle bağıl nem, sıcaklık, UV ışını, rüzgâr ve yağış — yaprak yüzeyindeki damlacıkların kuruma hızını ve iyon taşınımını belirler.

Etkinliği etkileyen bir diğer faktör de fitotoksisite sınırıdır.

Tuz indeksi yüksek veya hızlı buharlaşan çözeltiler, yüksek sıcaklıkta fitotoksik etki gösterebilir. Bu nedenle uygulama dozu, sıcaklık ve kuruma süresi dikkatle yönetilmelidir.

OrganoPlantis Yaklaşımı

OrganoPlantis serisi (Balance+, NitroMax, PhosPro ve KaliForce), bu fiziksel ve kimyasal kısıtları dengelemek amacıyla özel olarak formüle edilmiştir.

Yüksek **organik madde** ve **aminoasit** içeriği sayesinde yaprak yüzeyinde **doğal bir humektan etkisi** oluşturur. Bu etki, çözeltinin yaprak üzerinde daha uzun süre ıslak kalmasını sağlar ve besinlerin kütikülden geçişini kolaylaştırır. Ayrıca, organik bileşenlerin tamponlayıcı özelliği sayesinde iyon yoğunluğu dengelenir ve fitotoksisite riski önemli ölçüde azalır.

Bu sayede OrganoPlantis formülasyonları, hem **yüksek etkinlik** hem de **yüksek güvenlik** sağlayan modern yaprak besleme çözümleri olarak öne çıkar.



6.3. RİSK YÖNETİMİ: FİTOTOKSİSİTE VE DRİFT

Her başarılı yaprak gübrelmesi, **doğru ürün** kadar **doğru risk kontrolüne** dayanır. Uygulama öncesi, sırası ve sonrası yapılacak denetimler, hem güvenliğini hem etkinliği garanti etmektedir.

Kontrol Listesi

- **Uygulamadan Önce:** Hava koşulları (T, RH, rüzgâr), yağış olasılığı, hedef doku yaşı, küçük parsel testi, tankta yaprak gübresi – su karışımının kontrolü
- **Uygulama Sırasında:** Orta damlacık–orta basınç, run-off takibi (fazla püskürtülen gübre çözeltisinin yaprak yüzeyinden akarak aşağıya dökülmesini kontrol etmek) nozul eş dağılımının kontrolü
- **Uygulamadan Sonra (0–48 saat):** Yağış / sulama takibi, fitotoksisite gözlemi, gerekirse yeniden planlama.

Altın Kurallar

1. $T \geq 28^{\circ}\text{C}$ ve $RH \leq \%50$ ise uygulama durmalı.
2. Bölünmüş doz, tek yüksek dozdan güvenlidir.
3. Klorür bazlı tuzlar yerine nitrat/sülfat formu tercih edilmeli.
4. UV-duyarlı formülasyonlar için geç öğleden sonra / gece uygulaması önerilir.

OrganoPlantis Avantajı:

Ürünlerdeki **aminoasit, argillik asit ve organik karbon bileşenleri**, damlacık kurumasını geciktirir, iyon yoğunluğunu tamponlar ve **fitotoksisite riskini doğal olarak düşürür**. Bu nedenle Kloruz olan OrganoPlantis gübrelere, sıcak ve kurak dönemlerde dahi “**biyolojik güvenlik kalkanı**” işlevi görür.

6.4. BİLİMSEL BOŞLUKLAR VE ARAŞTIRMA ALANLARI

Her ne kadar yapraktan besleme prensipleri olgunlaşmış olsa da, bazı süreçler hâlen araştırma aşamasındadır.

Arz tarafı (formülasyon):

- Polar/hidrofilik bileşiklerin penetrasyon modeli tam çözülememiştir.
- Stoma, trikoma ve lentisel yoluyla alımın türler arası farkı yüksektir.
- Adjuvan–besin–kütikül arayüzey etkileşimi (CMC, POD, kristal morfolojisi) daha fazla bilimsel veri gerektirmektedir.

Talep tarafı (bitki & çevre):

- Geçici bitki besin elementi eksikliklerin verime etkisi iklim ve toprak tipine göre değişmektedir.
- Yapraktan giren besin maddelerinin hücre içi kullanılabilirliği ve re-translokasyon verimi, bilimsel olarak tam anlamı ile açıklanamamıştır.
- Ko-formülantların (iyonlar, organik asitler, aminoasitler) metabolik etkileri daha fazla bilimsel araştırmanın yapılmasını gerektirmektedir.

OrganoPlantis Katkısı

OrganoPlantis’in yüksek organik içerikli yapısı, bu bilimsel boşlukların saha ölçeğinde test edilmesi için **doğal bir model sistem** sağlamaktadır. Bu ürünler, hem kimyasal hem biyolojik kökenli iyon taşınımı arasında “köprü” görevi görmektedir.



6.5. FIRSATLAR VE YOL HARİTASI

Yapraktan gübreleme yalnızca bir **eksiklik giderme aracı** değil, aynı zamanda **iklim uyumlu tarım stratejilerinin** önemli bir bileşenidir.

- **Çevreci entegrasyon:** Toprak gübrelemesiyle birlikte sızıntı ve yıkanma riskini azaltır.
- **Kalite odaklı programlar:** K (şeker/kuruluk), Ca (doku bütünlüğü), N (protein) gibi kalite metrikleri için fenolojiye özel programlar geliştirilebilir.
- **Humektan stratejisi:** Kurak/yarı kurak alanlarda POD yönetimi + humektan kombinasyonu ıslak kalma süresini uzatır.
- **Risk modelleme:** (Fenoloji × Çevre × Formülasyon × Teknik × Mobilite) değişkenlerini birleştiren puanlama araçları saha kararlarını destekler.
- **Karar destek sistemleri:** Doku–toprak analizlerini ekonomik eşiklerle birleştiren tablolar geliştirilebilir.

OrganoPlantis'in Gelecek Vizyonu:

OrganoPlantis, bu yol haritasında yalnızca bir gübre değil, **biyolojik stres yönetim aracıdır**. Bitkisel (UltraAmino), hayvansal (AminoPower12) ve deniz yosunu–argillik asit (SeaVital) kaynaklı katkılarıyla; ısı, kuraklık, tuzluluk ve besin stresi koşullarında **bitki metabolizmasını destekleyen entegre bir yaprak besleme ekosistemi** oluşturmaktadır.

Sonuç

Doğru zaman + doğru formül + doğru koşul birleştiğinde, yapraktan gübreleme yalnızca bir uygulama değil, **OrganoPlantis gibi biyolojik temelli sistemlerle birleştiğinde**, modern tarımın **ekonomik, çevreci ve dayanıklı** bir stratejik aracıdır.



7. SONUÇ

Yapraktan gübreleme, modern tarımın yalnızca tamamlayıcı bir unsuru değil, aynı zamanda **iklim değişikliğine uyum ve sürdürülebilir üretim için kritik bir adaptasyon aracıdır**. Bu yöntemin başarısı, bitki fizyolojisi, formülasyon kimyası, çevre koşulları ve uygulama tekniği arasındaki etkileşimin doğru yönetilmesine bağlıdır.

Saha sonuçları, doğru zamanda ve doğru formülasyonla yapılan uygulamaların;

- verimi,
- ürün kalitesini,
- ve bitkinin stres toleransını

anlamli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Ancak, başarının sürdürülebilir olabilmesi için her uygulamanın “fenolojik pencere – çevresel koşul – formülasyon seçimi” üçlüsüne dayanması gerekmektedir.

Bu bağlamda, **OrganoPlantis ürünleri** yalnızca yapraktan besleme için değil, aynı zamanda **bitki stres yönetimi** için geliştirilmiş yeni nesil sıvı organomineral çözümler sunmaktadır. İçerdikleri **bitkisel ve hayvansal kökenli aminoasitler, alginik ve argillik asitler**, yaprak yüzeyinde doğal tamponlayıcı etki oluşturarak **fitotoksisiteyi azaltır, iyon taşınımını hızlandırır ve metabolik dengeyi korur**.

Geleceğin tarımı, kimyasal etkinliği biyolojik sürdürülebilirlikle birleştiren bu tür entegre çözümlere dayanacaktır. Bu el kitabı, hem bilimsel bilgiye dayalı bir rehber, hem de uygulamada karar vericiler için **stratejik bir referans kaynağı** olarak tasarlanmıştır.

Sonuç olarak,

Doğru formül, doğru zaman ve doğru uygulama tekniği birleştiğinde, yapraktan gübreleme yalnızca bir besleme yöntemi değil, **yüksek belirsizlik koşullarında dahi bitki sağlığını koruyan çevreci bir strateji** haline gelmektedir.

NPK'lı Sıvı Organomineral Gübreler



Kükürt, Magnezyum,
Aminoasit ve
Argillik Asit ile
Zenginleştirilmiş

Düşük Klor (Cl) İçeriği
(<%1)





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

Sıvı Organik Gübreler



Yüksek Organik Madde,
Azot ve Potasyum ile
Zenginleştirilmiş

Düşük Klor (Cl) İçeriği
($< \%1$)





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



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.

