

GÜBRELER ve GÜBRELEME

GÜBRE: Kültür topraklarının verim gücünü yükseltmek, ürünün nitelik ve niceliğini artırmak amacıyla toprağa verilen maddelere denir.

A. ORGANİK GÜBRELER

Bitki besin kaynağı olarak organik gübreler bitki, hayvan ve insan kaynaklı atık veya artıklardan oluşmaktadır.

BİLEŞİMLERİ DEĞİŞKENDİR

Besin maddesi içerikleri azdır

Toprağa Organik Madde kazandırır

Toprağın Fiziksel Özelliklerini iyileştirir

Mikrobiyolojik faaliyeti hızlandırır

Strüktürü düzenler

Havalandırma ve su tutma kapasitesini artırır

Makroelement takviyesi yapar

P yararlılığını artırır

ÇEŞİTLİ ORGANİK GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Çiftlik gübresi

Tavuk gübresi

Kompost

Yeşil gübre

Sıvı dışkı

Kanalizasyon atıkları

Bitkisel atıklar

Endüstri ve gıda işleme fabrikaları atıkları

Tahıl sap,saman ve kavuzları

Suda yetişen bitkiler ve deniz yosunları

Hayvansal Atıklar

◆ Ortak Özellikler:

Bileşimleri **değişken** (Su kapsamı, hayvanları yetiştirme şekli)

N kaybına **duyarlı** (saklanma şekli)

Koruyucu **maddeler** ilave edilerek değeri artırılır (TSP, JİPS vb)

Kullanımında **özen** gerektirir (homojen dağıtma ve toprağa karıştırma)

Çizelge 11.1. Çiftlik gübresinin besin maddesi kapsamları

Besin maddesi (%)	Kaynak		
	Kirkby ve Mengel, 1987	Kacar, 1968	
		Köylü ahır	Ziraat Fakültesi ahır
Su	76	78.9	82.9
N	0.50	1.17	1.65
P	0.11	0.38	0.59
K	0.54	0.69	1.48
Ca	0.42	0.28	0.19
Mg	0.11	-	-

Çizelge 11.2. Değişik özellikteki tavuk gübrelerinin fizikokimyasal özellikleri

Gübre no	pH	Nem (%)	Kül (%)	OM (%)	EC (dS m ⁻¹)	N (%)	Org. C (%)	C/N
1	6.57	9.52	28.33	41.90	7.70	3.58	24.36	6.80
2	6.81	10.32	25.67	44.66	9.00	4.93	25.97	5.27
3	6.04	9.56	20.67	52.85	12.0	5.22	30.73	5.89
4	7.57	8.20	59.67	29.66	9.50	2.18	17.24	7.91
5	6.42	9.38	20.33	34.44	8.00	4.64	20.02	4.31

Çizelge 11.3. Değişik özellikteki tavuk gübrelerinin besin maddesi içerikleri

Gübre no	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
1	1.45	1.76	0.19	3.62	3.02	864	32	288	540
2	1.33	3.36	0.62	0.26	1.60	1152	42	606	612
3	1.26	3.04	0.19	0.64	1.40	5472	22	382	498
4	1.94	2.56	0.32	12.67	4.21	6368	78	622	574
5	1.42	4.00	0.53	0.41	1.50	2976	56	532	460

Çizelge 11.4. Buğdaydan sonra yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ve N, P, K kapsamına sıvı tavuk gübresi, tütün tozu ve çiftlik gübresinin etkisi

Organik gübre (t da ⁻¹)	Kuru Ağırlık (g saksı ⁻¹)	N (%)	P (%)	K (%)
Kontrol	3.67	1.20	0.240	1.76
Sıvı tavuk gübresi				
1.5	7.86	1.33	0.247	1.88
3.0	17.61	1.57	0.250	2.40
4.5	20.50	1.63	0.243	2.62
6.0	18.18	1.78	0.240	2.78
7.5	18.43	1.90	0.230	2.95
Tütün tozu				
3.0	10.79	1.65	0.270	2.27
4.0	12.05	1.70	0.250	2.38
Çiftlik gübresi				
2.5	4.92	1.45	0.240	1.82
5.0	5.97	1.57	0.230	1.88

•Çizelge 11.5. Bazı bitkisel atıkların kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri (Baran vd., 1995)

Bitkisel atık	Saturasyon ekstraktında		O.M. (%)	Org.C (%)	C/N	KDK**	N (%)	P (%)	K (%)
	pH	EC*							
Üzüm cibresi	6.54	3.6	84.19	47.03	19.51	108.69	2.41	0.22	3.25
Tütün tozu	5.88	11.0	67.87	41.17	19.88	43.47	2.07	0.17	1.90
Mantar kmpst.	7.22	12.5	46.95	44.74	17.54	57.97	2.55	0.40	2.30

*(dS m^{-1}); **($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)

B. İNORGANİK GÜBRELER

Azotlu Gübreler

1. Amonyumlu (NH ₄ ' lu)	2. Nitratlı (NO ₃ ' lı)	3. Amonyumlu ve Nitratlı (NH ₄ ' lu ve NO ₃ ' lı)	4. Amidli (NH ₂ ' li)
<p>1) Kolloitler tutar, yıkanma az 2) Nitrifikasyona uğrar 3) Asidik karakterlidir. Toprağı asitleştirir 4) Genç bitkilere NH₄ olarak yararlıdır</p> <p>Amonyum sülfat, (NH₄)₂SO₄ , AS Amonyum klorür, NH₄Cl</p>	<p>1) Bitkiler N ihtiyaçlarının büyük bir kısmını NO₃ olarak karşılar 2) Kolloitler tutamaz yıkanma fazla 3) Denitrifikasyona uğrar 4) Çeltik gibi suyla doymuş koşullarda yetişen bitkilerde kullanılmaz 5) Alkali karakterlidir. Toprağı alkalileştirir</p> <p>Sodyum nitrat, NaNO₃ Kalsiyum nitrat, Ca(NO₃)₂</p>	<p>1) Amonyumlu ve nitratlı gübrelerin özelliklerini birlikte taşırlar</p> <p>Amonyum nitrat Amonyum sülfat nitrat Kalsiyum amonyum nitrat</p>	<p>1) Hemen alınamayan organik formda (amid, NH₂) azot içerir 2) Toprağa verildikten sonra önce NH₄' a sonra NO₃' a dönüşür 3) Kolay yıkanabilir ve gaz şeklinde kaybolabilir</p> <p>Üre</p>

DEĞİŞİK AZOTLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Amonyum sülfat, $(NH_4)_2SO_4$, AS

- ◆ % 21 N içeren ilk sentetik azotlu gübredir
- ◆ Ekimle birlikte, ekimden sonra ve başlık (üst) gübre olarak kullanılabilir
- ◆ Kükürt noksanlığı olan yerlerde S kaynağı olarak ta kullanılır
- ◆ Toprak kolloidlerince tutularak yıkanması önlediği için sulu tarımda başarı ile kullanılır
- ◆ İndirgen koşulların hakim olduğu asit topraklarda sülfat toksikliği yaratabilir
- ◆ Asit karakterli olduğu için toprağı asitleştirir

Kalsiyum nitrat, $Ca(NO_3)_2$

- ◆ Taneli yapıdadır ve beyaz renklidir
- ◆ Yüksek oranda nem çekme özelliğine sahiptir, alkali karakterlidir ve suda kolay çözünür
- ◆ % 15.5 N içerir, kalsiyum ihtiyacı yüksek olan bir çok sebze ve meyve için en uygun N kaynağıdır

Amonyum Nitrat, NH_4NO_3 , AN

- ◆ Beyaz kristal halinde, taneli ve toz şeklinde olabilir
- ◆ Nem çekicidir, suda kolay çözünür ve % 33-34.5 N içerir
- ◆ Azotu hem NH_4 hem de NO_3 halinde içerdiği için çeltik hariç tüm bitkiler için uygun bir gübredir.
- ◆ Ekimle öncesi, ekimden sonra ve başlık (üst) gübre olarak kullanılabilir

Kalsiyum amonyum nitrat, CAN, KAN

- ◆ Amonyum nitratın olumsuz özelliklerini gidermek için amonyum nitrat gübresine kireç katılarak üretilmektedir.
- ◆ Taneleri gri veya açık kahve renkli olup akıcıdır
- ◆ % 25-28 N içerir
- ◆ İçerdiği azotun yarısı NH_4 yarısı da NO_3 halinde olduğundan amonyum nitrat gübresine benzer özellikler taşır
- ◆ Amonyum nitratın tersine, bu gübrenin toprak pH' sı üzerine etkisi nötr' dür

Üre, $CO(NH_2)_2$

- ◆ Azot kapsamı diğer azotlu gübrelerden daha fazla olduğu için taşıma, depolama ve uygulamada kolaylık sağlar
- ◆ Birim N miktarı diğer gübrelere göre daha ucuzdur
- ◆ Saf N içeriğinin fazla olması nedeniyle dünyada son yıllarda diğer azotlu gübrelere göre kullanım oranı giderek artmaktadır
- ◆ Toz veya taneli, beyaz renkli ve akıcı bir gübredir
- ◆ Nem çekicidir ve % 46 oranında amid formunda N içerir (**BIÜRET !!! !!!!!**)
- ◆ Üre toprağa verildiğinde hızlı bir şekilde amonyum karbonata dönüşür. Toprak tipi, yağış ve sıcaklığa bağlı olmakla birlikte NH_3 gazı şeklinde uçarak atmosfere ulaşmak suretiyle kaybolabilir.

Amonyum karbonat, $(NH_4)_2CO_3$

- ◆ % 17 N içerir, kireçli alkali topraklara verildiğinde bir miktar amonyak şeklinde N kaybı olabilir

Sıvı Azotlu Gübreler

Susuz ve sulu NH₃

N çözeltileri (Basıncılı, Basıncısız)

Azotlu Gübrelerin Etkinliğinin Artırılması

- Azotu yavaş açığa çıkaran kimyasalların kullanılabilir
- Kaplanmış gübreler kullanılabilir
- Gübrelerin tane büyüklüğü düzenlenebilir
- Nitrifikasyonu yavaşlatan kimyasallar kullanılabilir

Yavaş Etkili Azotlu Gübreler

Üreformaldehit

İsobutilendiüre

Kaplı Gübreler

Fosforlu Gübreler

Hammaddesi HAM FOSFAT (=KAYA FOSFAT, APATİT)

Ham fosfatlar doğrudan **gübre olarak ta kullanılabilir**

Asitlerle reaksiyona sokularak fosforlu gübreler üretilir

Fosforlu gübrelerin çözünebilirlikleri dört değişik şekilde ifade edilir.

- **Suda çözünebilir**, bitkiler tarafından kolayca alınabilir kısımdır.
- **Sitrik asitte çözünebilir**, nötr veya alkali amonyum sitrat çözeltisi veya % 2' lik sitrik asitte çözünebilir kısmı temsil eder. Bu çözeltiler kök aktivitesine yakın tepkimeler gösterdiğinden suda çözünebilir P' dan daha fazlasını çözerler.
- **Toplam fosfor**, bitkiye yararlılık açısından önemli değildir
- **% 2' lik formik asitte çözünebilir fosfor**, doğrudan gübre olarak kullanılacak ham fosfatlardaki bitkiler tarafından alınabilir fosforu temsil eder.

Suda Çözünebilir P içeriği yüksek gübreler: gelişme dönemi kısa olan bitkilere kullanılmalıdır, bu gübreler asit topraklar yerine nötr ve alkali topraklarda kullanılmalıdır

Suda çözünebilir P içeriği düşük gübreler: gelişme dönemi uzun ve çok yıllık bitkilere kullanılmalı, bu gübreler asit topraklarda kullanılmalıdır

Fosforlu gübreler taneler halinde ve banda uygulamak suretiyle kök bölgesine verilerek alınamaz forma dönüşmeleri engellenebilir

DEĞİŞİK FOSFORLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Normal süperfosfat, NSP

- Gri, kahverengi renkte ve taneli yapıdadır
- Toz halinde ise depolama sırasında kesekleşir
- Eşit oranlarda monokalsiyum fosfat ve kalsiyum sülfat (jips) içerir
- Kullanılan ham fosfat ve asidin kalitesine göre değişmekle birlikte % 17-20 P_2O_5 içerir
- Bunun % 90' ı suda çözünebilir formdadır ve % 16 civarında da S içerir
- Taneli normal süperfosfatın uygulanması kolaydır
- Bir çok toprak ve bitki için uygun bir gübredir
- Sıra yanına banda uygulanarak gübre ile toprak teması azaltılırsa alınamaz forma dönüşmesi geciktirilmiş olur

Triple süperfosfat, TSP

- % 44-52 P_2O_5 içerir, hemen tamamı suda çözünür formdadır
- Toz olanı kesekleşebilir, taneli olanı akıcı formdadır
- Az miktarda serbest fosforik asit içerebilir
- Kullanımı normal süperfosfata benzer fakat daha konsantredir ve daha az S içerir
- Çok besinli gübrelerin hazırlanmasında kullanılır

Dikalsiyum fosfat

- Gri toz halindedir ve % 35 P_2O_5 içerir, bu fosforun tamamı sitrik asitte çözünebilir formdadır
- Bu nedenle asit topraklarda ve uzun gelişme dönemine sahip bitkilerde kullanılmalıdır

Bazik slaj

- Bazik slaj, çelik endüstrisinin yan ürünüdür, % 8-18 P_2O_5 içerir. Asit topraklarda kullanılırsa aynı zamanda kireçleme materyali de katılmış olur. Çok yıllık bitkilere uygulanmalıdır.

Ham fosfat

- İnce öğütülmelidir
- Nötr karakterli bir materyaldir
- Fosfor içeriği % 29-37, Ca içeriği % 35-38' dir
- Kireçleme değeri yoktur
- Yavaş etkili fosforlu gübredir

Etkisi aşağıdaki koşullara bağlıdır;

- Fiziksel ve kimyasal özellikleri ile flor kapsamına
- Öğütme inceliğine; doğrudan ise kullanılacak % 90' ı < 100 mesh olmalıdır
- Toprak reaksiyonuna; pH' sı < 5.5 (asit topraklar) ile OM' si yüksek topraklarda yararlı
- Bitki çeşidine; en iyi yararlanan bitkiler sırasıyla şalgam, taş yoncası, hardal, çay, kauçuk, kahve bitkileridir. En az yararlananlar ise pamuk, çeltik, buğday, arpa ve patates bitkileridir.
- Uygulama yöntemine; toprakla temasını artırabilmek için serpme olarak ve ekimden önce verilmeli

Potasyumlu Gübreler

Doğal potasyum minerallerinin saflaştırılması yoluyla üretilir

DEĞİŞİK POTASYUMLU GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Potasyum klorür, KCl

- % 60 oranında K_2O içerir, saf KCl beyaz kristal tuzdur
- Suda tamamen çözünür
- K iyonları toprak kolloitleri tarafından tutulduğu için az yıkanır, Nötr karakterdedir, toprakta asitlik ya da alkalilik yaratmaz
- Tütün ve patates gibi Cl sevmeyen bitkiler dışındaki tüm bitkilerde kullanılabilir. Tamamı temel (taban) gübreleme olarak verilebilir. Bol yağış alan yerler ile kumlu topraklar ve çeltik bitkisine bölünerek verilmesi faydalı olur.

Potasyum Sülfat, K_2SO_4

- Beyaz kristal bir tuzdur, % 48-52 K_2O , % 18 S içerir
- Suda çözünebilir ve yıkanma ile kayıp riski azdır
- Tüm bitki ve topraklara uygulanabilecek iyi bir gübredir
- Tütün, patates, meyve ve sebzelerde kullanılabilir
- Klor birikiminin sorun olduğu tuzlu topraklar ile sera toprakları için uygun bir gübredir

Potasyum magnezyum sülfat, $K_2SO_4+MgSO_4$

- Potasyum ve magnezyumu sülfat formunda içeren K' lu bir gübredir
- Bu gübre %22-30 K_2O , % 10-19 MgO ve % 16-23 S içerir
- Asit ve Mg içeriği az olan topraklar ile patates, meyve, sebze ve orman ağaçları gibi Mg ihtiyacı yüksek bitkilere uygulanır

Çok besinli (kompoze) gübreler

Gübre saflığı ya da gübre tenörü: Besin maddelerinden N, P_2O_5 , K_2O ' in bulunması gerekli ve garanti edilen en az yüzde miktarlarını ifade eder. Örneğin: 100 kg 12-6-6 gübresi en az 12 kg N, 6 kg P_2O_5 ve 6 kg K_2O içerir veya içermelidir.

Gübre oranı ya da besin maddesi oranı: besinlerin bulunuş oranlarını ifade eder, Örnek: 12-6-6 gübresinin besin oranı 2-1-1' dir.

Dolgu maddesi: Besin maddesi içermeyen kum ve kireç gibi materyallerdir, gübreyi belirli bir saflık derecesine ulaştırmak için kullanılırlar.

Düzenleyici: Gübrenin fiziksel özelliğini iyileştirmek için katılan materyaldir.

Kaplama: Toz ya da kil ile gübre tanelerinin yüzeylerinin kaplanırsa tanelerin nemden korunup, kesekleşmeleri önlenir.

Ortam: Çok besinli gübre hazırlamak için üretilmiş materyallerdir.

Kompoze Gübrelerin Avantajları

- ◆ Birden çok bitki besinini birarada içerdiğinden alınması, taşınması ve uygulanması kolay ve ucuzdur
- ◆ Uygulamada daha az zaman ve işgücü gerektirir
- ◆ Dengeli gübreleme sağlar, ürün artışı sağlar ve temel toprak verimliliğinin korunmasına yardımcı olur
- ◆ İçlerine mikro element katılarak mikro element gübrelemesi de yapılabilir

DEĞİŞİK KOMPOZE GÜBRELER ve ÖZELLİKLERİ

Monoamonyum fosfat, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, MAP

- % 52-55 P_2O_5 içerir, suda çözünebilir ve % 11-12 N içerir

Diamonyum fosfat, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, DAP

- % 18 N ve % 46 P_2O_5 içerir, suda çözünebilir

NPK kompoze gübreler

- Değişik oranlarda NPK içerir, bitki ve toprağa göre değişik tipte üretilebilir, iyi bir taban gübresidir, Ca, Mg, S içerecek şekilde formüle edilebilirler

Bileşik gübreler

- (karışık gübreler) Bileşik gübreler; tek veya çift besinli gübreler karıştırılarak ve yeniden granül hale getirilerek, iki ayrı gübre karıştırılarak (granül haldeki), toz halindeki gübreler karıştırılarak hazırlanabilirler. Bunlar karıştırıldıkları gübrelerin özelliklerini taşırlar.

Taneli kompoze gübreler

- Fabrikalarda N, P, K gübrelerinden üretilirler, bazen monoamonyum fosfat gibi iki besinli olabilirler.

Toz karışık gübreler

- Toz ve kristal gübrelerin karışımından oluşur.

Basit olarak 8-8-8 bileşiminde bir karışım şu şekilde hazırlanabilir.

Amonyum sülfat % 20.6 N	% 39
Normal süperfosfat % 16.5 P_2O_5	% 48
Potasyum klorür % 60 K_2O	<u>% 13</u>
	% 100

Dökme harmanlama

- Potasyum klorür, kalsiyum amonyum nitrat ve monoamonyum fosfat gibi gübreler ucuz bir şekilde elde edilebiliyorsa bunlar tekrar granül hale getirilmeye gerek kalmadan basit şekilde karıştırılıp, harmanlanarak ta kullanılabilir.

Sıvı karışık gübreler

- Berrak sıvı ve süspansiyon gübreler olarak iki tiptedir. Sıvı olanları suda çözüldüklerinde tortu bırakmayan ve çökelek oluşturmayan amonyum nitrat, üre, amonyum fosfat, fosforik asit ve potasyum klorürden hazırlanır. Süspansiyon gübreler kristalleşebilecek tuzları askıda tutan özel bir kil içerir.

Kükürtlü gübreler

Diğer gübrelerde ve atmosferdeki S durumuna bağlı olarak **Noksanlık Yaygın**

Elementel kükürt: Elementel kükürt mikroorganizmalar tarafından SO_4^{2-} a yükseltgenir.

Elementel kükürdün etkinliği;

tane büyüklüğü, uygulama zamanı ve miktarına bağlı olarak değişir.

S-Bentonit: % 90 elementel S ve % 10 bentonit içerir.

S-Süspansiyonlar: elementel S' e, % 2-3 oranında kil karıştırılarak % 40-60 S içeren süspansiyonların hazırlanmasıdır

Amonyumtiyosülfat (ATS): Amonyumtiyosülfat % 12 N ve % 26 S içerir gübredir. Sıvı gübre endüstrisinde kullanılmır. Nötral veya hafif asit karakterlidir.

Amonyum polifosfat: % 20 N ve % 45 S içerir. Gübre olarak kullanımının yanında yüksek pH' lı toprakları ıslah amaçlı da kullanılmaktadır.

Kalsiyumlu gübreler

- Doğrudan kalsiyum içeren gübreler üretilmemektedir. Kalsiyum,
- Süperfosfatta % 18-21
- Triple süperfosfatta % 12-14
- Kalsiyum nitrat gübresinde % 19 oranında bulunur.
- Yapraktan uygulanabilen Ca-EDTA gibi kleytlerde % 35 Ca içerirler
- Fosfat kayalarında % ~ 35 Ca bulunur
- CaCO_3 ve $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ pH düzenleyici olan Ca kaynaklarıdır.

Magnezyumlu gübreler

- Magnezyum, primer olarak gübrelerin bileşiminde yer alır
- Dolomit, Mg içeriği düşük asit topraklarda kullanılabilir.
- Potasyummagnezyumsülfat % 11 ve
- Magnezyum-sülfat % 9.8 Mg içerir.
- Magnezyumoksit % 55, magnezyumnitrat % 16, magnezyumklorür % 8-9 oranında Mg içerir Sentetik kleytler % 2-4 Mg içeren formülasyonlara sahiptir
- MgSO_4 , MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ve Mg kleytler yapraktan ve sıvı gübre olarak kullanılabilir

Demirli gübreler

Çizelge 11.6. Elverişli demiri düşük olan topraklarda bitkilerin Fe noksanlığına hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Meyveler	Yonca	Patates
Narenciye	Arpa	Ş. Pancarı
Fasulye	Mısır	Buğday
Keten	Pamuk	
Sorgum	Bezelye	
Asma	Baklagiller	
Yerfıstığı	Yulaf	
Soya	Çeltik	
Sebzeler		

Çizelge 11.7. Bazı demirli gübreler

Kaynak	Formül	Yaklaşık Fe, %
Ferrosülfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	19
Ferrisülfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 4H_2O$	23
Ferooksit	FeO	77
Ferrioksit	Fe_2O_3	69
Ferroamonyumfosfat	$Fe(NH_4)PO_4 \cdot H_2O$	29
Ferroamonyumsülfat	$(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$	14
Demiramonyumpolifosfat	$Fe(NH_4)HP_2O_7$	22
Demirkleytler	NaFeEDTA	5-14
	NaFeHEDTA	5-9
	NaFeEDDHA	6
	NaFeDTPA	10

- %2' lik $FeSO_4$ çözeltisi 150-300 L ha⁻¹

- İki hafta aralıkla tekrarlar

Çinkolu gübreler

Çizelge 11.8. Bitkilerin çinkoya hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Meyveler	Yonca	Asparagus
Narenciye	Arpa	Havuç
Fasulye	Üçgüller	Yulaf
Keten	Pamuk	Bezelye
Sorgum	Patates	
Asma	Şeker pancarı	
Yerfıstığı	Buğday	
Soya	Sorgum	
Sebzeler	Domates	
Soğan		
Çeltik		
Şerbetçi otu		

Çizelge 11.9. Değişik Zn kaynakları

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Zn
Çinkosülfat	ZnSO ₄ .H ₂ O	35
Çinkooksit	ZnO	78
Çinkokarbonat	ZnCO ₃	52
Çinkofosfat	Zn ₃ (PO ₄) ₂	51
Çinko kleytler	Na ₂ ZnEDTA	14
	NaZnNTA	13
	NaZnHEDTA	9

Bitkilere uygulanacak Zn miktarı;

- 1) bitkinin çeşidi
- 2) uygulama zamanı ve
- 3) noksanlığın şiddetine bağlı olarak değişse de

(3-10 kg ha⁻¹ inorganik ve 0.5-2.0 kg ha⁻¹ Zn kleyt yeterli düzeyleridir.

- ◆ Killi ve tınlı topraklarda pek çok tarla bitkisi ve sebze için 10 kg ha⁻¹
- ◆ Kumlu topraklarda ise 3-5 kg ha⁻¹ yeterli düzeylerdir.
- ◆ Çinko noksanlığında asmalar için 20 kg ha⁻¹
- ◆ Meyve ağaçları için 100 kg ha⁻¹ önerilir.

Bakırlı gübreler

- İlaçların bünyesinde yer alır
- Topraktan ve yapraktan uygulanabilir (0.5-2.0 kg ha⁻¹)

Çizelge 11.10. Gübre olarak kullanılan bakırlı bileşikler

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Cu
Bakır sülfat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25
Bakırsülfatmonohidrat	$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	35
Bakıramonyumfosfat	$\text{Cu}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	32
Bakır kleytler	Na_2CuEDTA	13
	NaCuHEDTA	9

Manganlı gübreler

Çizelge 11.11. Yaygın olarak kullanılan Manganlı gübreler

Kaynak	Formül	Yaklaşık % Mn
Mangan sülfat	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	26-28
Manganoksit	MnO	41-68
Manganklorür	MnCl_2	17
Mangan kleytler	MnEDTA	5-12

Borlu gübreler

Çizelge 11.12. Bazı bitkilerin B noksanlığına hassasiyetleri

Hassas	Orta hassas	Dayanıklı
Yonca	Elma	Asparagus
Karnabahar	Brokkoli	Arpa
Kereviz	Lahana	Buğday
Şekerpancarı	Havuç	Yulaf
Turp	Ispanak	Hıyar
Şalgam	Domates	Bezelye
Yerfıstığı	Pamuk	Patates
		Soğan

Çizelge 11.13. Borlu gübreler ve bileşimleri

Kaynak	Formül	Yaklaşık % B
Boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11
Borikasit	H_3BO_3	17
Sodyumpentoborat	$\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	18
Sodyumtetraborat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	14-15
Solubor	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	20-21

- ◆ Borlu gübreler için önerilen doz genel olarak 0.5-3 kg ha⁻¹' dir.

Bu düzeyler

- ◆ bitki çeşidi
- toprak özellikleri
- uygulama şekline göre değişir

sebzelerde;

- serperek uygulama için 0.5-3.0 kg ha⁻¹,
- banda 0.5-1.0 kg ha⁻¹ ve
- yapraktan uygulama için 0.1-0.5 kg ha⁻¹ yeterlidir

- ◆ **!!! Toksisitesine dikkat edilmelidir**

Gübre uygulamasına ürün ve kalite olarak bitkinin responsu

- ▶ İklim (kontrolü zor)
- ▶ Teknik bilgi

- ▶ Toprak (kontrolü zor)

Kontrol edilebilir faktörler;

- gübrelerin dengeli • uygun zamanda • uygun yere verilmesi
- sulama • ilaçlama gibi faktörlerdir.

Yaprak Gübrelmesi

Çizelge 11.14. Besin maddesi noksanlıklarında yapraktan uygulamada kullanılan bileşikler.

Besin maddesi	Bileşiği
Azot	Potasyum nitrat, amonyum nitrat, üre
Fosfor	Potasyum dihidrojen fosfat
Potasyum	Potasyum nitrat
Magnezyum	Magnezyum nitrat, magnezyum sülfat
Kalsiyum	Kalsiyum nitrat
Kükürt	Amonyum sülfat, sülfirik asit
Demir	Demir sülfat, demir kleytler
Mangan	Mangan sülfat
Bor	Boraks, borik asit
Bakır	Bakır sülfat
Çinko	Çinko sülfat
Molibden	Sodyum molibdat, amonyum molibdat

Sulama Suyu ile Gübreleme (Fertigasyon)

Fertigasyon gübrelerin sulama suyu ile birlikte verilmesidir.

- örtüaltı yetiştiricilikte ve meyvecilikte yaygın bir şekilde tercih edilir.
- Bu yöntemle gübreleme bitkilerin ihtiyaçlarını kontrollü olarak sağlar
- Bitkiler yeterli ve dengeli beslenirler
- sulama periyodlarına göre haftada bir defa ve hatta günlük uygulanabilir
- N,P,K+ ME uygun oranlarda ve miktarlarda bir arada uygulanabilir

Kullanılacak gübrelerin;

- Çözünürlükleri
- Karışabilirlikleri
- Cl yerine SO₄ içerenleri tercih edilmeli
- Mikro besinlerin **KLEYT** formları tercih edilmeli
- Çözünürlüğü kolay P kaynakları kullanılmalı

•Çizelge 11.15. Fertigasyonda kullanılan gübre kaynaklarının çözünürlükleri

Gübreler	20°C' de ve 100 L' de çözünen miktar (kg)	Çözünme süresi (dak)	Çözünmeden sonra çözeltilinin pH' ı	Çözünmeyen miktar (%)
Üre	105	20 ^(a)	9.5	yok
Amonyum nitrat	195	20 ^(a)	5.62	yok
Amonyum sülfat	43	15	4.5	0.5
Mono amonyum fosfat (MAP)	40	20	4.5	11
Diamonyum fosfat (DAP)	60	20	7.6	15
Potasyum klorür	34	5	7-9	0.5
Potasyum sülfat	11	5	8.5-9.5	0.4-4
Potasyum nitrat	31	3	10.8	0.1

(a) Çözeltilinin sıcaklığı 0°C ye kadar düşer bu da üre ile beraber çözülmeye çalışan diğer gübrelerin çözünürlüğünü azaltır.

•Çizelge 11.16. Gübrelerin birbirleriyle karıştırılabilirlik durumları

Gübre	Üre	AN	AS	KN	MAP	MKP	PN	PS	MS	FA
Üre		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum nitrat (AN)	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Amonyum sülfat (AS)	+	+		-	+	+	-	+	+	+
Kalsiyum nitrat (KN)	+	+	-		X	X	+	-	+	X
Mono amon fosfat (MAP)	+	+	+	X		+	+	+	-	+
Mono pot fosfat (MKP)	+	+	+	X	+		+	+	-	+
Potasyum nitrat (PN)	+	+	-	+	+	+		+	+	+
Potasyum sülfat(PS)	+	+	+	-	+	+	+		+	+
Magnezyum sülfat (MS)	+	+	-	-	-	-	+	+		+
Fosforik asit (FA)	+	+	+	X	+	+	+	+	+	

+ Karışır, - Kısmen karışır, x Karışmaz

Fertigasyon yöntemleri

- ◆ **1. Sürekli uygulama.** Gübre sulama başlangıcından bitişine kadar sabit oranda sulama suyuna karıştırılarak uygulanır (enjekte edilir).
- ◆ **2. Üç aşamalı sulama.** Toprak ıslanana kadar sulama yapılır sonra gübre sulama suyuna karıştırılmaya başlanır ve sulama tamamlanmadan önce gübrenin sulama suyuna enjeksiyonu durdurulur.
- ◆ **3. Oransal uygulama.** Sulama suyunun karıştırılacak gübre miktarı sulama suyunun debisi arasında orantı kurulur (1 L gübre/1000 L su) uygulanması gereken gübre miktarı bitkinin su tüketimine göre ayarlandığından, bitkinin su tüketiminin en fazla olduğu dönemde ihtiyaç duyduğu besin maddesi miktarı da arttığı için bu ihtiyaç gerçek anlamda karşılanmış olmaktadır.
- ◆ **4. Kalitatif uygulama.** Bu uygulamada her bir sulama bloğu için gerekli olan besin çözeltisi miktarı hesaplanır, böylece besin maddesi ihtiyaçları farklı olması muhtemel her bir blok ayrı ayrı gübrelenmiş olur.

Fertigasyonun uygulanması

Fertigasyonun etkinliği sulama sisteminin etkinliğine bağlıdır.

Sulama sisteminde gübre konsantrasyonu 5 g l⁻¹ den fazla olmamalıdır.

Aşağıdaki eşitlikten **maksimum enjeksiyon oranını** belirlemek mümkündür.

Maksimum enjeksiyon oranı= $(5 \times Q \times L)/(F \times 60)$

Burada; Q=Pompadan çıkan suyun debisi (L s⁻¹)

L= Gübre tankının hacmi (L)

F= Gübre tankındaki gübrenin miktarı (g)

Fertigasyondan beklenen faydayı sağlayabilmek için

bitkilerin günlük su tüketimlerini

besin maddesi tüketimlerini

yetiştirildikleri ortamın ozelliklerini dikkate almak gereklidir.

Bitkilerin besin maddesi tüketimleri:

- bitkinin cinsi
- bitki popülasyonu
- iklim faktörlerine büyük olde bağlıdır.
- eşidi
- gelişme dönemi ve
- beklenen rn

Fertigasyonun uygulandığı ortamların;

- Tamponluk ozellikleri (pH ve EC değişimlerine direnç)
- Fiksasyon gleri BBM' nin yarayışlılığı açısından önemlidir

Azot kaynakları ve oranları;

- sulama suyu (pH < 7.5 olmalı)
- toprak (pH x iz element yarayışlılığı!!!!)
- yetişme ortamının pH' sını etkiler

K/NO₃- oranı eşit olursa ortam pH' sında değişimler çok az olur

Fertigasyonda sulama planı:

Sulama için günlük su tüketimi (evapotranspirasyon, ET_{bitki}) mm gün-1

Açık su yüzeyinden buharlaşma ile kaybolan su miktarı ET_0

Evapotranspirasyon katsayısı (K_{bitki}) ile şu formüle göre belirlenir.

$$ET_{bitki} = K_{bitki} \times ET_0$$

•Çizelge 11.18. Bitkilerin değişik gelişim dönemlerinde evapotranspirasyon katsayıları (K_{bitki})

Bitki	Dikim	Vejetatif dönem	Meyve tutumu	Olgunluk	Hasat	Tüm gelişim dönemi
T. Fasulye	0.30-0.40	0.65-0.75	0.95-1.05	0.90-0.95	0.85-0.95	0.85-0.90
Lahana	0.40-0.50	0.70-0.80	0.95-1.10	0.90-0.95	0.80-0.95	0.70-0.80
K. soğan	0.40-0.60	0.70-0.80	0.95-1.10	0.85-0.90	0.75-0.95	0.80-0.90
T. soğan	0.40-0.60	0.60-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.80
Biber	0.40-0.50	0.60-0.75	0.95-1.20	1.00-1.15	0.95-1.10	0.70-0.80
Domates	0.40-0.50	0.70-0.80	1.05-1.25	0.80-0.95	0.60-0.65	0.75-0.90
Karpuz	0.40-0.50	0.70-0.80	0.95-1.05	0.80-0.95	0.65-0.75	0.75-0.85

Fertigasyonda yetiştirme ortamına uygulanan su yer çekimi ile hareket ederken suyun dağılımındaki homojenliğe bağlı olarak gübre de homojen bir şekilde dağılmaktadır. Suyula birlikte verilen gübre çözeltisinin toprakta köklerin yoğun bulunduğu derinliğe ulaşabilmesi (infiltrasyon) için geçen süre toprak tekstürüne bağlı olarak değişiklik gösterir.

İnorganik Gübrelerin Tuz İndeksleri

Çizelge 11.19. Gübrelerin toprak tuzluluğuna etkisi

Gübreler	Besin mad. içeriği	Tuz indeksi*	Toplam besin**	Oransal tuzluluk***
Sodyum nitrat	16.5 N	100	16.5	100
Amonyum nitrat	35 N	104.7	35.0	49.4
Amonyum sülfat	21 N	69.0	21.0	53.7
Amonyak çözeltisi	82 N	47.1	82.0	9.4
Kalsiyum nitrat	11.9 N, 17 Ca	52.5	28.8	30.1
Üre	46 N	75.4	46.0	26.7
Diamonyum fosfat	21 N, 23 P	34.2	44	12.7
Monoamonyum fosfat	12 N, 27 P	29.9	39	12.7
Süperfosfat	7.8 P	7.8	7.8	16.5
Triple süperfosfat	19.6 P	10.1	19.6	8.5
Potasyum klorür	49.8 K	116.3	49.8	38.5
Potasyum nitrat	13 N, 38 K	73.6	51	23.6
Potasyum sülfat	45 K	46.1	45	17.0
Kalsiyum karbonat	40 Ca	4.7	40	1.90
Kalsiyum sülfat	23 Ca	8.1	23	5.80
Magnezyum oksit	60 Mg	1.7	60	0.50
Magnezyum sülfat	16 Mg	44	16	44.5

* Tuz indeksi eşit ağırlıkta gübrenin ozmotik basınçta oluşturduğu artıştan hesap edilmiştir.

** Toplam besin N, P, K, Ca, Mg toplamı olarak verilmiştir. Örneğin monoamonyum fosfatta $12N+27P=39$ olurken, süperfosfat=7.8 olmuştur. Süperfosfattaki Ca bitkiye Ca kaynağı olarak düşünülmez.

*** Oransal tuzluluk birim bitki besininin ozmotik basınçta oluşturduğu artıştan hesap edilmiştir.

İnorganik Gübrelerin Mikroelement İçerikleri

Çizelge 11.20. İnorganik gübrelerin mikroelement içerikleri (mg kg⁻¹)

Gübreler	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Amonyum sülfat	0.2-25	0-20	Eser-80	Eser-0.2	0-100
Amonyum nitrat	0.4-2.0	Eser-1.0	<5	0.1-0.3	1-5
Üre	0-10	0-4	1-10	-	0-50
Kalsiyum nitrat	Eser-90	1-20	1-10	-	<1.0
Sodyum nitrat	50-300	1-25	<1	0.1	1-10
Süperfosfat	3-15	10-60	10-200	Eser-10	70-500
Triple süperfosfat	Eser-200	30-200	0-200	3-20	0-100
Monoamonyum fosfat	10-100	10-100	30-200	2-10	30-200
Fosforik asit	<6	15-100	40-2000	100	1-300
Bazik slaj	20-1000	10-60	1000-50000	Eser-10	3-30
Ham fosfat	<50	1-30	10-200	Eser-20	5-300
Potasyum nitrat	1-2	Eser-30	Eser-8	-	<8
Potasyum sülfat	<30	1-10	Eser-50	0.1-0.3	0-6
Potasyum klorür	0-150	0-10	Eser-8	Eser-0.2	<3
Kalsiyum karbonat	<0.3	0-50	-	-	3-30

Çizelge 11.16. İnorganik gübrelerin çözünürlükleri (g 100 cm⁻³ su)

Gübreler	Soğuk su	Kaynar su
Amonyum nitrat	118.3 (0)	871.0 (100)*
Amonyum sülfat	70.6 (0)	103.8 (100)
Kalsiyum nitrat	102.5 (0)	376.0 (100)
Üre	78.0	173.2 (100)
Monoamonyum fosfat	22.7 (0)	106.0 (70)
Diamonyum fosfat	57.5 (0)	156.0 (100)
Potasyum karbonat	112.0 (20)	56.7 (100)
Potasyum klorür	34.7 (20)	247.0 (100)
Potasyum nitrat	13.3 (0)	24.0 (100)
Potasyum sülfat	12.0 (25)	73.8 (100)
Potasyum ortofosfat	90.0 (20)	14.2 (55)
Monopotasyum fosfat	167 (20)	203.3 (100)
Magnezyum sülfat	26 (0)	111.2 (54)
Sodyum borat (Boraks)	1.6 (10)	48.6 (50)
Bakır sülfat	31.6 (0)	115.5 (100)
Mangan sülfat	105.3 (0)	
Demir sülfat	15.6	
Sodyum molibdat	56.2 (0)	

* Parantez içindeki rakamlar gübrelerin çözüldükleri sıcaklıkları (°C) göstermektedir

Mikrobiyolojik Gübreleme ve Uygulama Yöntemleri

- ◆ Mikrobiyolojik gübreleme, bazı mikroorganizmaların topraklara veya tohumlara aşılınmaları yoluyla dolaylı olarak bitkilerin özellikle azot olmak üzere bazı besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanmasıdır.
- ◆ Pek çok toprakta azot fikse eden nodül bakterilerinin sayısı veya kalitesi yeterli olmamaktadır. Bu koşullarda toprak veya tohumun etkinliği yüksek olan rizobium kültürleriyle aşılması gereklidir.

Kaliteli bir inokülant aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- N fikse etme yeteneği iyi olmalıdır. Tek çeşit rizobium inokülantları daha etkili olmaktadır.
- İnokülantların canlılığı yüksek (>1 milyon tohum/10 000 canlı rizobium) olmalıdır
- Taşıyıcı ortamlar ambalaj paketinde rizobiumları korumalıdır.
- İnokülantlar, rizobiumlar haricindeki bakterileri içermemelidir.
- Ambalajlar rizobiumları canlı tutacak şekilde gaz alışverişini sağlamalı ve kurumayı önlemelidir
- Ambalajda kullanma kılavuzu bulunmalı ve kullanılacağı baklagil belirtilmelidir.
- Ambalajın saklanma şekli ve son kullanma tarihi ile üretici firmanın adı ve adresi belirtilmelidir.

İnokülantlar, tohum ve toprak uygulaması şeklinde iki tip hazırlanırlar.

İnokülasyon ihtiyacının belirlenmesi

Uygulama*	Azot	İnokülasyon
F1	-	-
F2	+	-
F3	-	+
M1	-	-
M2	+	-
M3	-	+

* F; normal verimlilik düzeyi, M; maksimum verimlilik düzeyi

13 F3	14 M1	15 M2	16 F1	17 M3	18 F2		19 M2	20 M1	21 F3	22 F2	23 M3	24 F1
1 F1	2 F3	3 F2	4 M2	5 M3	6 M1		7 F1	8 M3	9 M1	10 F2	11 M2	12 F3

Şekil 11.6. Baklagillerde inokülasyon ihtiyacının belirlenmesine ilişkin bir model deneme planı

Çizelge 11.22. İnokülasyon denemesinin yorumlanması

Sonuç	Açıklama
İnokülasyon yapılmamış uygulama	
1. Nodül yok. Bitkiler sarı .	Doğal rizobiumlar bitkinin azot ihtiyacını karşılayamamış .
2. Kök sisteminde çok sayıda küçük nodül. Bitkiler sarı .	Doğal rizobiumlar N fiksasyonu bakımından etkisiz .
3. Nodül yok. Bitkiler yeşil .	Toprakta yüksek mineral N. Doğal rizobiumlar nodül oluşturamamış .
4. Küçük nodüller. Bitkiler koyu yeşil .	Toprakta yüksek mineral N. Doğal rizobiumlar etkili veya etkisiz .
5. Fazla sayıda iri nodül. Bitkiler koyu yeşil .	Doğal rizobiumlar etkili . İnokülasyona gerek yok .
İnokülasyon yapılmış uygulama	
6. Azot uygulanmış-Nodüller küçük. Bitkiler yeşil .	Rizobiumlar etkili. Azot uygulamasından dolayı nodüller aktif değil .
7. Nodül yok. Bitkiler yeşil .	Uygun olmayan inokülant veya inokülanttaki rizobiumlar cansız .
8. Küçük nodüller ve bitkiler koyu yeşil renkli.	Toprakta yüksek düzeyde azot, nodüller aktif değil .
9. Nodüller iri, içleri kırmızı. Bitkiler koyu yeşil renkli.	Doğal rizobiumlar etkisiz, inokülant oldukça etkili .
10. İnokülasyon+azot uygulaması- Bitkiler sadece inokülasyon uygulamasına göre daha büyük ve yeşil . Nodüller küçük veya çok iri değil.	Rizobium yetersiz, daha etkili aşılama gerekli.
11. İlave P ve K uygulamasında yetiştirilen, gübrenememiş ve inoküle edilmiş bitkilerden daha iyi gelişmiş bitkiler.	Toprakta azot fiksasyonu için P ve K yetersiz .

İnokülasyon yöntemleri

- Tohum aşılama (4-6g/1 kg tohum) (su ve şeker)
- Toprak aşılama (0.28-0.42 kg ha⁻¹)

Çizelge 11.23. Değişik baklagil tohumlarının aşılamalarında kullanılması gereken inokülan ve su miktarı

Baklagil Çeşitleri	1 kg tohum adedi	İnokülan (g 25 kg ⁻¹ tohum)	Su (ml 25 kg ⁻¹ tohum)	İnokülan çözeltisi (ml 25 kg ⁻¹ tohum)
<i>Trifolium repens</i>	2000000	110	625	750
<i>Medicago sativa</i>	500000	110	550	650
<i>Coronilla varia</i>	250000	110	550	650
<i>Vigna radiata</i>	25000	110	500	550
<i>Vigna unguiculata</i>	10000	110	375	437
<i>Glycine max</i>	5000	110	250	287
<i>Cicer arietinum</i>	2000	110	250	287
<i>Vicia faba</i>	1250	110	175	200

- ◆ Rizobiumları asit koşullardan korumak için aşıldandıktan sonra kireç ile kaplanmalıdır.

Toprak aşılanmasının tercih edileceği durumlar;

- toksik özellikte olan ilaçlar ile kaplanmışsa,
- ekim işleminin sıcak ve kurak dönemlerde yapıyorsa
- topraklarda etkin olmayan rizobium populasyonları baskın ise

Rizobiumlara toksik oldukları bilinen fungusitler

- ◆ Captan N-trichloromethylthio-4-cyclohexene-1, 2-dicarboximide
- ◆ Carboxin 5, 6 dihydro-2-methyl-N-phenyl-1,4 oxathiin-3-carboxamide
- ◆ Chloranil 2, 3, 5, 6 tetrachloro-1,4 benzoquinone
- ◆ PCNB pentachloronitrobenzene
- ◆ Thiabendazole “Tecto” 2-(4' thiazolyl)-benzimidazole
- ◆ Thiram tetramethyl-thiuram-disuphide

- ◆ İnsektisitler ve herbisitler doğrudan tohumla uygulanmadıkları için fungusitlere göre olumsuz etkileri genel olarak daha azdır.

YAPRAKLARDAN BESİN MADDELERİNİN ALINMASI

Stomalar ile alım

Stomalar bitki ile atmosfer arasında gaz alışverişi (CO_2 ve O_2) sağlar

- sukulent (KAM) çeşitlerde 20,
- tek yıllık bitkilerde 100-200 ve
- ağaçlarda 800' den fazla **stoma bulunur.**

Stomaların sayısı genel olarak yaprakların **alt yüzeylerinde daha fazladır.**

Hava kirliliğinin temel unsurları olan gazlar (SO₂, NH₃ ve NO₂ gibi) stomalar aracılığıyla kolaylıkla alınarak yapraklarda mobilize olabilmektedir.

? kimi zaman bitki gelişimini **engellemekte**, kimi zaman da **motive** etmektedir.

Çizelge 5.1. Nitrat içeren bir toprakta 33 günlük süreyle yetiştirilen İtalyan çiminin gövde kuru ağırlığı, azot içeriği ve atmosferdeki NH₃-N' dan aldığı N miktarı

Atmosferde NH ₃ konsantrasyonu (µg m ⁻³)	Kuru ağırlık (g saksı ⁻¹)	Toplam-N (% kuru madde)	Atmosferdeki NH ₃ ' tan sağlanan toplam-N (mg saksı ⁻¹)
14	6.4	0.89	8
123	7.8	1.14	42
297	9.0	1.47	121
498	10.2	1.92	230
709	10.7	2.80	341

◆ Stomalardan salınma

Stomaları aracılığı ile atmosfere;

- 📖 çeltik bitkisi 100 günlük bir zaman diliminde 15 kg N ha-1 azot
- 📖 buğday bitkisi ise
 - ◆ →süt olumu döneminde 60-120 ng NH₃-N m-2 s-1
 - ◆ →olgunlaşma döneminde 100-200 ng NH₃-N m-2 s-1'
 - ◆ →toplam 2.8 ile 4.4 kg ha-1 arasında NH₃ salabilmektedir.

◆ Bitkiler uçucu S bileşiklerini de stomalar aracılığıyla atmosfere salabilir.

◆ Stomalar ile Madde Alımı

◆ Kütikula tabakasının yapısı ve fonksiyonu

◆ Yaprak yüzeyinden madde alımını epidermal hücrelerin dış duvarları engeller.

- ◆ **Kutikula tabakasının özellikleri;**
 - Kütikula, kütin ve uzun zincirli yağ asitleri karışımından meydana gelir.
 - • Dış ve iç yüzeylerde kimyasal ve fiziksel özellikleri farklılık gösterir.
 - • Dış yüzeydeki su geçirmez, iç yüzeydeki ise su geçirme özelliğine sahiptir.
 - • Epidermal duvarların kütinleşmiş tabakaları normalde çok daha kalınlaşmıştır.
- ◆ **Kutikula tabakasının görevleri;**
 - ▶ yaprakları transpirasyon ile aşırı su kaybından korumak ve
 - ▶ yapraklardan yağmur suları ile org + inorg maddelerin yıkanmasını engellemek
- ◆ Düşük molekül ağırlıklı maddeler (şeker, mineral maddeler) yaprağın içine kütikuladaki hidrofilik boşluklardan girer.
- ◆ Suyun kütikuladan evaporasyonu da bu boşluklarda gerçekleşir.
- ◆ Kütikulada bulunan boşluklardan;
 - * çapı küçük (0.44 nm) maddelerin (üre gibi) geçişi **kolayken**
 - * sentetik şelatlar (Fe EDTA) gibi moleküllerin geçişi **imkansızdır.**
- ◆ Kütikulanın dışından içine doğru (boşluklarda) **negatif yükler yoğunlaşmaktadır.**
- ◆ Dolayısıyla boşluklardan **kasyonların geçişi anyonlara göre daha kolaydır.**

- ◆ Yaprak gübrelere kütikulanın **YÜZEY BASINCINI** azaltacak maddeler eklendiği takdirde, çözelti boşluklardan içeri girmeye zorlanır.
- ◆ Yapraklara püskürtülen çözeltilerin, **epidermal ve koruyucu hücrelerin kütikulasından absorbe** edildiği söylenebilir.
- ◆ Suda çözünmüş maddelerin kütikula tabakasını geçmesi, **ektodezmata** denilen kanallar yoluyla olur.
- ◆ Yapraktaki stoma sayısı ve dağılımı ile iyon absorpsiyonu arasında **pozitif ilişki vardır.**
- ◆ Geceleri stomalar kapalı, gündüzleri açık olmalarına karşın püskürtme çözeltisinden İyonların absorpsiyonu **geceleri >> gündüz**
- ◆ **Özetle;** kütikulanın **strüktürü ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle, pek kolay olmamakla birlikte yapraklar** üzerlerine püskürtülen çözeltiler içerisindeki bitki besin maddelerini **absorbe etme yeteneğindedirler.**

- ◆ Bu özellik, tarımda yaprak gübrelemesi pratiğinin gelişmesine neden olmuştur.
- ◆ Bitkileri yaprakları yoluyla besleme uygulamalarına başvurulmasının **en önemli nedeni**, bazı koşullarda topraktan besin alınmasında bitkilerin karşılaştıkları **zorluklardır**.
- ◆ **Pratik tarımda bitkileri bütünüyle yaprak yolu ile besleyerek olgunluğa eriştirmek mümkün olmadığı gibi ekonomik te olmaz.**

◆ Yapraktan Besin Maddesi Absorbsiyonunu Etkileyen İç ve Dış Faktörler

Yapraktan besin absorpsiyonu, köklerde olduğu gibi,

- çözeltinin iyon konsantrasyonu,
- iyon değeri,
- sıcaklık gibi birtakım **dış faktörlerle**,
- bitkinin metabolik aktivitesi gibi **iç faktörlerin** etkisi altında cereyan eder.
- yapraklarla iyon absorpsiyonu << köklerle iyon absorpsiyonu olması
- bitkilerin beslenme durumları
- yaprağın yaşı (yaşlı yapraklardan absorpsiyon az !) Neden?
 - ◆ Metabolik aktivitedeki gerileme,
 - ◆ kütikula tabakasının kalınlaşması,
 - ◆ yaprak hücrelerine besin temin eden apoplastlarda besin iyonları miktarının yükselmesi bu nedenlerden bazılarıdır.
- Işık, köklerden absorpsiyonun tersine olarak, yapraklardan besin absorpsiyonunu stimüle etmekle birlikte pratikteki durum farklı olabilir (**fazla ışık=fazla sıcaklık**)
- **Çözünürlüğü ve higroskopisitesi yüksek** tuzlardan ışık altında iyonların absorpsiyonları, **çözünürlüğü ve higroskopisitesi düşük** olan tuzlara göre **daha fazla** olmaktadır.

◆ Yaprak Gübrelenmesinin Pratikteki Önemi

- ◆ Yapraktan besleme oldukça hızlı bir yöntem olduğundan
- ◆ noksanlığın hızlı bir şekilde giderilmesinde, yaprak gübrelenmesi iyi ve tercih edilecek bir yöntem oluşturmaktadır.
- ◆ özellikle demir, çinko gibi mikrobesein maddelerinin topraktan alınmalarını güçleştiren veya olanaksız kılan;
 - yüksek pH,
 - aşırı kireç gibi özelliklere sahip topraklarda yaprak gübrelenmesi yine tercih edilecek bir yöntem oluşturmaktadır.

◆ Yaprak gübrelemesinin etkinliğini azaltan faktörler

- ◆ kütikula tabakasının kalınlığı
 - ◆ yağış nedeniyle gübre çözeltisinin yaprak yüzeyinden yıkanması,
 - ◆ çözeltinin yaprak yüzeyinde hızlı kurumması nedeniyle absorbe edilememesi,
 - ◆ bazı besin maddelerinin (örneğin Ca) diğer organlara taşınmasındaki güçlükler,
 - ◆ yapraklarda oluşacak yanma ve nekroz oluşumu gibi zararlanmalar,
 - ◆ püskürtme çözeltisinin besin konsantrasyonu (%1 genel, üre % 10)
- ◆ Düşük pH' lı yaprak gübrelerinde, püskürtmeden sonra görülebilen zararlanmalar daha az olmaktadır. Silikon esaslı yayıcıların kullanılması da yaprak zararlanmalarını azaltır.

◆ Yaprak gübreleri ve yaprak gübrelemesinin avantajları

- ◆ pH' sı yüksek (kireçli) topraklarda mikroelement beslenme sorunu olan yerlerde
- ◆ Asit topraklarda görülen Mo noksanlığının kontrolünde
- ◆ Su azlığı nedeniyle kök gelişiminin sınırlandığı durumlarda
- ◆ meyve döneminde kök gelişimi sınırlandıncı (çicek dibi çürüklüğü, acı benek)
- ◆ genellikle hastalık ve zararlılara karşı kullanılan ilaçlarla birlikte uygulanabilmesi