

SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÜBRELEME

*Prof. Dr. Habil ÇOLAKOĞLU**

I. BÖLÜM

- *SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILAN GÜBRELER*
- *SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TOPRAK VERİMLİLİĞİ*
 - *SERA BİTKİLERİNİN GÜBRELENMESİ*
 - *AÇIKTA YAPILAN SEBZE ÜRETİMİNDE GÜBRELEME*

II. BÖLÜM

- ❖ **SEBZELERİN ÖZEL GÜBRELENMESİ**
 - *DOMATES*
 - *HIYAR*
 - *BİBER*
 - *MARUL*
 - *KAVUN*
 - *ÇİLEK*
 - *PATLICAN*

*:TOROS TARIM SANAYİ ve TİC. A.Ş
Tarım Danışmanı

SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILACAK GÜBRELER

1.GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi özellikle ülkemizde son yıllarda örtü altında yapılan yetiştiricilik hızla gelişme göstermiş ve örtü altında yapılan yetiştiricilik üç yüz bin dekar alana ulaşmıştır. Sera şartlarında modern tarım tekniklerini kullanarak üretim yapanların ana amacı birim alandan fazla miktarda ve kaliteli ürünü pazar değeri en yüksek olduğu dönemde elde etmektir. Bu amaca ulaşmada yetiştirme tekniklerinin ve bitki koruma uygulamalarının yanında sulama ile birlikte dengeli gübre kullanımının önemi çok büyüktür. Sera bitkilerinin gübrenmesinde özellikle sera ve örtü altında yetiştiriciliği yapılan sebzeler ve bazı süs bitkileri ile çilek ve kavun yetiştiriciliğinde gübrelemenin temel ilkelerine yer verilecektir. Son yıllarda sera şartlarında yapılan muz, üzüm ve diğer meyve ağaç yetiştiriciliğine ayrı bir yayında yer verilecektir. Bu yayında sebzelerin özel gübrenmesi kısmında açıkta yapılan yetiştiricilik ile ilgili bazı gübreleme önerilerine de yer verilmiştir.

1.1.Sera Bitkilerinin Üretiminde Gübrelemenin Önemi

Bölgenin olumsuz ekolojik şartlarının etkisinin azaltmak amacı ile örtü altında (alçak tünel, tünel, sera) yapılan yetiştiricilikte, açıktaki şartlarda yapılan yetiştiricilikte olduğu gibi bitkiler gelişmeleri için gelişme ortamından birçok element alırlar. Bunların sayısı 74 kadardır. (Haliova, 1996). Bu miktar elementin ancak bir kısmı (20 kadar) mutlak gerekli bitki besin elementidir (Mengel ve Kirkby, 1987; Bergman, 1992; Marschner, 1995).

Mutlak gerekli bitki besin elementlerinin bitkide bulunuş miktarları veya bitki bünyesindeki işlevleri dikkate alınarak birçok araştırmacı tarafından “Makro” ve “Mikro” element tanımlaması ile sınıflandırılmaktadır. Bu bitki besin elementlerinden karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot(N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) makro element, demir (Fe) mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), bor (B), molibden (Mo), klor (Cl), kobalt (Co) ve silisyum (Si) mikro element olarak tanımlanmıştır. Bitkiler ihtiyaç duydukları bu makro ve mikro besin elementlerini gelişme ortamından kökleri ile alabildikleri gibi, toprak üstü organları olan yaprak, dal-sürgün ve gövdeleri ile de alabilmektedirler. Bitki besin elementlerinin büyük bir kısmı kökleri vasıtası ile kök gelişme ortamından alınmaktadır. Makro ve mikro besin elementlerinin alınış formları ve yerleri Çizelge 1’de verilmiştir (Mengel ve Kirkby, 1987; Schroeder, 1984).

Çizelge 1: Bitki Besin Elementlerinin Alınış Formları ve Kaynakları (Mengel ve Kirkby, 1987; Schroeder, 1984)

Besin Elementi	Alınış Formu	Kaynakları
<i>Karbon (C)</i>	CO ₂ ,HCO ₃	Atmosfer, Toprak
<i>Oksijen (O)</i>	H ₂ O,O ₂	H ₂ O, Atmosfer
<i>Hidrojen (H)</i>	H ₂ O	H ₂ O
<i>Azot (N)</i>	NO ₃ ⁻ ,NH ₄ ⁺ ,N ₂	Toprak (organik madde), Atmosfer
<i>Kükürt (S)</i>	SO ₂ ⁻ ,SO ₄ ⁻²	Atmosfer, Toprak
<i>Fosfor (P)</i>	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻ , P ₂ O ₇ ⁻⁴ , P ₂ O ₁₀ ⁻⁵	Ca, Al, Fe fosfatlar
<i>Potasyum (K)</i>	K ⁺	Toprakta K feldispatlar, mikalar, illit
<i>Kalsiyum (Ca)</i>	Ca ⁺⁺	Toprakta Ca feldispatlar, CaCO ₃ ,dolamit,CaSO ₄
<i>Magnezyum (Mg)</i>	Mg ⁺⁺	Toprakta dolamit MgCO ₃ ,olivin, biotit, augit, hornblend
<i>Mangan (Mn)</i>	Mn ⁺² ,Mn-kilyet	Toprakta, manganit, silikatlar
<i>Çinko (Zn)</i>	Zn ⁺² , Zn- kilyet	Toprakta, Zn-karbonat, ZnO, Zn-fosfat, Zn(OH) ₂
<i>Bakır (Cu)</i>	Cu ⁺² ,Cu-kilyet	Toprakta, CuSO ₄ , Cu-karbonat
<i>Bor (B)</i>	H ₂ BO ₃ ⁻ ,HBO ₃ ⁻² , B ₄ O ₇ ⁻² ,BO ₃ ⁻³	Borik asit, turmalin
<i>Molibden (Mo)</i>	MoO ₄ ⁻²	Toprakta, Fe-Al oksit ve hidroksil
<i>Silisyum (Si)</i>	Silikat iyonları	Topraktaki silikatlar
<i>Klor (Cl)</i>	Cl ⁻	Topraktaki klorid tuzları
<i>Sodyum (Na)</i>	Na ⁺	Topraktaki Na mineralleri ve tuzları

Örtü altında yetiştirilen bitkilerden alınan ürün miktarının yüksek düzeyde olması ve bu ürünü veren bitkilerin kök ve üst vegetatif kısımları ile topraktan kaldırmış olduğun bitki besin maddesi miktarları açıkta yetiştirilen bitkilere oranla yüksek düzeydedir. Sera

şartlarında yetiştirilen bazı bitkilerin birim ürün miktarına göre ortamdan (topraktan) kaldırdığı bazı makro elementleri Çizelge 2’de verilmiştir

Çizelge 2: Bazı Sebzelerin Bir Ton Topraktan Kaldırdığı Besin Maddeleri (Röber ve Schaller, 1985)

Kg/ton ürün					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Domates	3.2	0.9	6.2	5.3	0.8
Hıyar	1.7	0.9	3.7	2.4	0.4
Biber	3.7	1.0	4.8	3.5	0.6

1.2. Sera Yetiştiriciliğinde Kullanılan Gübreler

Tüm canlılar gibi bitkiler de beslenmek mecburiyetindedirler. Bitkilerin gelişmeleri için ortamdan aldıkları maddelere bitki besini, bitki besini ihtiva eden maddelere gübre ve bunların bitkinin gelişme ortamına verilme işlemine de gübreleme tanımı kullanılmaktadır. Bu basit tanımlama geniş anlamda ifade edildiğinde “Kültür bitkilerinin, tek yıllık bitkilerde tohum ekiminden-fide dikiminden, çok yıllık bitkilerde ise gelişme döneminin başlangıcından (tomurcuk faaliyeti-sürgün faaliyeti) itibaren tüm gelişme dönemleri içinde gelişmelerini tamamlamak, ürün miktarını ve kalitesini artırmak amacı ile ortamdan aldıkları besinleri karşılamak amacı ile verilen maddelere **gübre**, bu işleme de **gübreleme** denir. Gübrelemede amaç sadece bitkinin ihtiyaç duyduğu bitki besin maddelerini ortama verilmesi olmayıp, bitkinin gelişme ortamının verimlilik durumunun korunması ve yükseltilmesi de amaçlanır.

Açıkta yapılan yetiştiricilikte gübreleme bitkisel üretimde % 50’den fazla verim artışı sağlamaktadır (Hare ve White, 1985). Bitkisel üretimde önemli verim artışı sağlayan gübreler, mineral kökenli olduğu gibi organik kökenli de olabilmektedir. Bunu yanında son yıllarda Sürdürülebilir Tarım kapsamı içinde hem organik ve hemde mineral madde ihtiva eden Organo-mineral gübrelerden de söz edilmeye ve hatta kullanılmaya başlanmıştır.

Organik gübrelerin kullanımı çok eski devirlere dayanmasına rağmen mineral gübrelerin kullanımı 20 yüzyılın başlarında başlamış ve günümüzde yoğun bir şekilde devam etmektedir. Ülkemizde sera yetiştiriciliğinde modern tarım tekniklerinin kullanılmaya başlaması ile birlikte sera yetiştiriciliğine özgü gübre kullanımı özellikle son 20 yıl içerisinde yaygınlaşmıştır. Sera bitkilerinin gübrelenmesinde kullanılan organik ve mineral gübreler hakkında bilgiler bundan sonraki bölümlerde geniş bir şekilde verilecektir.

Ülkemizde sera yetiştiriciliği genellikle toprak ortamı kullanılmak sureti yapılmaktadır. Son yıllarda özellikle bazı süs bitkilerinin (karanfil, gerbera gibi) üretiminde ve çok az oranda deneme amaçlı olarak topraksız ortam tekniği olarak tanımlanan bazı özel ortamlarda (özel harç-su kültürü gibi) yetiştiricilik yapılmaktadır. Toprak kullanılarak yapılan yetiştiricilikte kullanılan organik ve mineral gübrelerin niteliği ile topraksız ortam tekniğinde kullanılan organik materyallerin ve mineral gübrelerin özellikleri birbirinden bazı farklılıklar gösterir.

1.3. Organik Gübreler

Bitkisel ve hayvansal kökenli organik materyaller (artık ve atık), belirli bir olgunlaştırma (fermentasyon) sisteminden geçirilmesi sureti ile tarımda kullanılabilir hale getirilir. Bu gübrelere organik gübreler adı verilmektedir. Ancak daha geniş anlam içinde bu organik gübrelere ilave olarak yeşil gübre bitkilerinin toprağa karıştırılması sureti ile yapılan işlem, yeşil gübreleme olarak kabul edilmektedir. Son zamanlarda mikroorganizmaların tarımda kullanılır hale gelmesi ile toprağın verimlilik güçlerinin artırılması uygulamaya geçmiş durumdadır. Bu nedenle organik gübreler ve gübreleme daha geniş bir anlam ifade etmektedir.

1.3.1. Hayvansal Kaynaklı Organik Gübreler

Hayvansal üretimin kaçınılmaz bir sonucu olarak oluşan katı ve sıvı dışkılar, ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada, özellikle seracılık üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır. Hayvansal kaynaklı organik gübrelerin başlıcaları büyük baş ve küçükbaş hayvan gübreleridir. Bunun yanında kümes hayvanları yetiştiriciliği yapılan ülkelerde kümes hayvanı dışkıları da yaygın şekilde organik gübre olarak kullanılmaktadır. Büyük ve küçükbaş hayvanların gübrelerine genellikle ahır gübresi adı verilmektedir. Ahır gübreleri katı kısım (katı dışkı), sıvı kısım (idrar) ve yataklık olmak üzere üç ayrı materyalden meydana gelmiştir. Ahır gübrelerinin niteliği; hayvanın cinsine, yaşına, beslenme durumuna (yediği yemin cinsi ve miktarına, ahır tipine ve gübrelerin olgunlaşma tekniğine bağlı olarak değişmektedir. Kümes hayvanlarından elde edilen gübrelerde kümes hayvanının yumurta veya et üretimine göre yetiştirilmesi gübrenin niteliği üzerine etkili olmaktadır. Bu nedenle sera üretiminde kullanılacak hayvansal kaynaklı gübrelerin satın alınmasında ve kullanılmasında yukarıda belirtilen hususları dikkate almak gerekir.

Ahır gübrelerinin etkinliği sadece toprak verimliliği yönünden (daha sonraki bölümde geniş olarak verilecektir) olmayıp, bünyesinde ihtiva ettiği makro ve mikro besin elementleri nedeni ile de kullanılmaktadır. Özellikle organik tarım (ekolojik tarım) ve sürdürülebilir tarım tekniği şeklinde yapılan örtü altı yetiştiriciliğinde ahır gübrelerinin besin maddesi içeriği göz önünde tutulmalıdır (Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 3: Bazı Hayvan Gübrelerinin Besin Maddesi İçerikleri (Kacar ve Katkat, 1999)

Cinsi	Kuru madde de %		
	N	P	K
Sığır	2.0	1.0	2.0
Koyun	4.0	0.6	2.9
Tavuk	3.9	2.1	1.8

Çizelge 4: Ahır Gübresinin ve Tavuk Gübresinin Mikro element İçerikleri (Simpson,1991 ve İnal vd., 1996)

Besin Elementi	Ahır Gübresi	Tavuk Gübresi ^x	
		Yumurta	Etlik
Demir	- ^{xx}	864	1152
Mangan	50-100	288	606
Çinko	20-40	540	612
Bor	10-15	-	-
Bakır	10-12	32	42
Molibden	0.4-0.7	-	-
Kobalt	0.8-1.2	-	-

X: İnal ve ark,2000

XX: Analiz yapılmadı

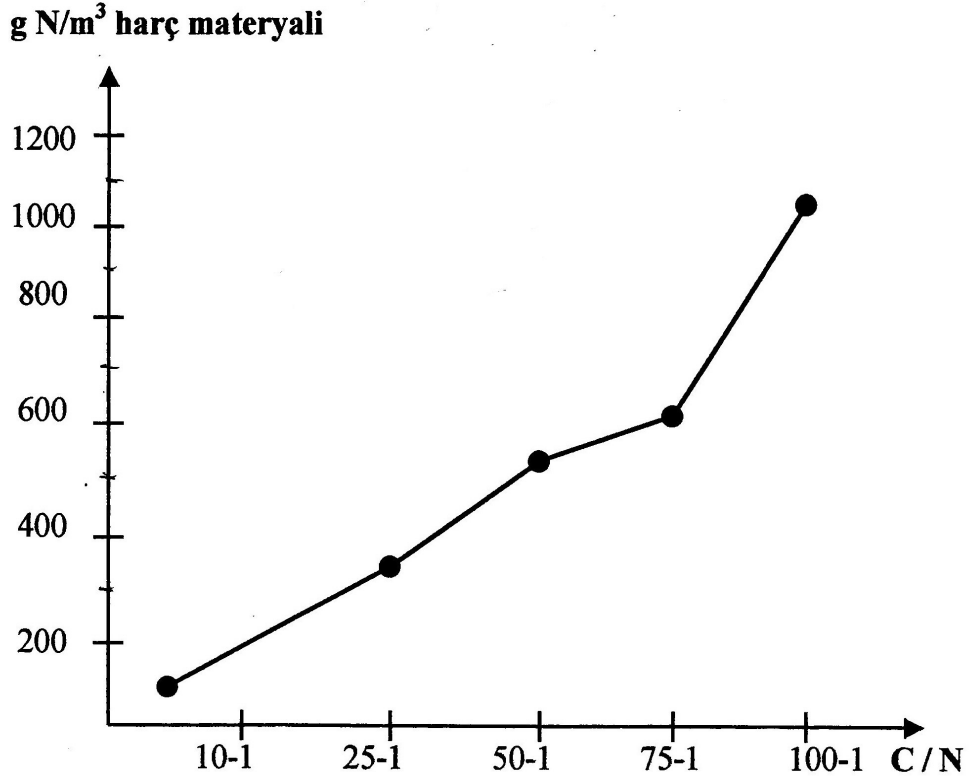
Ahır gübrelere besin maddesi içeriklerinin büyük bir kısmı suda çözünebilir ve bitkiler tarafından kolay alınabilir formda olması nedeni (Çizelge 5), birim alana kullanılan ahır gübresi miktarı dikkate alınarak organik tarımda gübreleme yapılmalıdır.

Çizelge 5: Yataklık İhtiva Eden Bazı Ahır Gübrelere Suda Çözünür Besin Elementi Oranları (Tisdale ve Nelson, 1956)

Cinsi	Organik Madde %	Azot %	Fosfor %	Potasyum %
Sığır	7	50	50	97
Koyun	7	42	58	97

Ahır gübrelere ve diğer organik gübrelere örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılmadan önce bu gübrelere basit bazı testlerden geçirilmesinde fayda vardır. İyi olgunlaşmış bir ahır gübresinde C/N oranı 10-15 civarında olmalıdır. Bu oran ne kadar büyük ise ahır gübrelere tam olgunlaşmadığını, diğer bir ifade ile “iyi yanmamış” bir gübre olduğunu ortaya koymaktadır. C/N oranı yüksek olan bir ahır gübresinin seracılıkta ve özellikle fide üretiminde kullanılması durumunda fide köklerinde kırmızı-kahverengi yanıklık lekeleri meydana gelir. Bu lekeler, hayvan gübresinin olgunlaşması esnasında açığa çıkan NH₃ gazından ileri gelmektedir. Amonyak formunda azotun seralarda diğer bir zararı ise magnezyum eksikliğinin daha şiddetli olarak ortaya çıkmasına neden olur. Bu durum magnezyum ile NH₃ azotu arasında zıt ilişkiden ileri gelmektedir. Ahır gübrelere kontrol edilmesi gereken diğer bir husus ise yabancı ot tohumu ihtiva edip etmediğidir. İyi olgunlaşmış bir hayvan gübresi yabancı ot tohumu ihtiva etmez. Bunu kontrolü için, 1 kısım ahır gübresi 1 kısım perlit ile karıştırılır ve ıslatılarak 5-10 gün oda sıcaklığında tutulur. Perlit+hayvan gübresi karışımında yeşil ot (bitki) çimlenmesi meydana gelmiş ise gübre tam olgunlaşmamış demektir. İyi olgunlaşmayan gübre sadece yabancı ot tohumu ihtiva etmekle kalmayıp bitkilere zarar veren bazı hastalık ve zararlı etmenlerini de taşıyabilir.

Hayvansal kaynaklı gübrelerin iyi olgunlaşmış olup olmadığı sıcaklığından ve kokusundan da anlaşılabilir. İyi olgunlaşmış bir hayvan gübresinin sıcaklığı olmayan, kokusuz ve kolay ufalanabilir nitelikte olması gerekir. Olgunlaşmasını tam tamamlamamış bir ahır gübresinin C/N oranını dengeye getirmek için bünyesine ilave edilmesi gereken azot miktarı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: C/N Oranına Göre Ortama İlave Edilmesi Gereken Azot Miktarı (Röber ve Scholler, 1985)

Organik gübreleri olgunlaştırma nedenleri olarak, hayvan gübreleri içinde bulunan sindirilmemiş ve çimlenme kabiliyetini kaybetmemiş yabancı ot tohumlarının bu kabiliyetlerinin yok edilmesi, bazı hastalık ve zararlı etmenlerinin azaltılması, uzun karbon zincirli organik bileşiklerin daha kısa karbon zincirli bileşikler haline getirilerek humik asit oluşturulması sayılabilir. Sera üreticisi tarafından satın alınmış olan ahır gübresi iyi olgunlaşmamış ise bu gübre sera yakınında uygun bir yere 20 cm kadar kalınlıkta serilir. Üzerine her bir m³ gübre için 1 kg sönmüş kireç tozu veya dolomit, 3-5 kg Triple süper fosfat veya aynı miktar DAP (Diamonyum fosfat) gübresi ve 3-5 kg % 26 N ihtiva eden Kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübresi serpilir. Bu şekilde kireç, fosforlu ve azotlu gübre ilavesi ile olgunlaşma hızlanırken, amonyak şeklinde azot kaybı azalır ve gübre fosfor bakımından zenginleşmiş olur. Rutubet yetersiz ise hafifçe rutubetlendirilir. Aynı işlem gübre yığını 1-1.5 m yüksekliğe gelinceye kadar yapılır. Yığın tamamlandıktan sonra 3-5 gün bu şekilde bırakılır ve sonra sıkıştırılarak, yığının üzeri toprakla kapatılır. Az olgunlaşmış durumda satın alınmış olan ahır gübresi mevsimin sıcaklık durumuna göre birkaç ay içinde olgunlaşmasını tamamlar. Olgunlaşmasının tamamlanıp tamamlanmadığı yığının sıcaklığı kontrol edilerek anlaşılır.

Ahır gübresinin bünyesinde bulunan katı dışkıda hayvanların beslenme durumuna ve otlama durumuna bağlı olarak hayvanlar tarafından tam sindirilmeyen kısımlar ile sindirilmiş maddeler bulunmaktadır. Aynı zamanda kullanılan yataklık materyali de tam olarak ayrışmaya uğramadan gübrenin içinde bulunmaktadır. Olgunlaşma esnasında bu materyallerin bünyesinde bulunan selüloz, hemiselüloz, nişasta, şekerler, lignin gibi karbonhidratlarla azotlu bileşikler (aminoasitler-proteinler), parçalanması güç olan pektin ve yağ-vaks ihtiva eden maddeler bulunmaktadır. Olgunlaşma esnasında organik maddenin ana yapısını meydana getiren CO₂ ve H₂O; ortamın mikrobiyolojik aktivitesine, ortamın sıcaklığına ve ortamın havalanma durumuna bağlı olarak çeşitli şekillerde ortaya çıkar. Karbonlu bileşikler çoğunlukla karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), hidrojen (H), azotlu bileşikler (NH₃-N₂-N₂O), kükürlü bileşikler SO₂, H₂S ve SO₄ şeklinde açığa çıkabilmektedir. Ayrışma esnasında oluşan organik asitlerin (asetik asit gibi) ortamın pH değerini azaltması nedeni ile olgunlaşma esnasında açığa çıkan NH₃ gazının bir kısmının uçup gitmesi önlenir. Bu olay özellikle yığın sıkıştırılması sonucunda meydana gelir. Ahır gübresinin yukarıda belirtilen şekilde olgunlaştırılmaması sonucunda, ahır gübresi yığından CO₂ uzaklaşması nedeni ile organik madde kaybı, amonyak (NH₃) uzaklaşması nedeni ile de azot kaybı meydana gelir. Olgunlaşmasını tamamlamış olan ahır gübresi gerekirse elenir veya bir ekipmanla (rotovator) ufalanarak serada fide üretiminde harç materyali ya da fideliklerde kapaklık materyali olarak kullanılır.

1.3.2.Diğer Hayvansal Kaynaklı Organik Materyaller

Büyük ve küçük baş hayvanlar ile kümes hayvanları üretiminde oluşan gübrelerin yanında özellikle mezbahalarda biriken kemik, boynuz-tırnak ve kan gibi materyaller de tarımda organik madde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Özellikle ekolojik tarım üretiminde, saksı bitkisi yetiştiriciliğinde kemik unu ve kan tozu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu materyaller belirli bir işleme tekniğinden geçirildikten sonra pazarlanabilir hale getirilir. Kemik unu fosfor bakımından zengindir ve % 30 kadar P₂O₅ ihtiva etmektedir, boynuz materyali ve kan tozu ise % 5-14 kadar N ihtiva etmektedir. (Fink, 1982). Hayvansal üretim artışı olan bu materyallerin sahip olduğu fosfor ve azot organik formda olup yavaş parçalanabilen formdadır. Bu özellikleri nedeni ile özellikle saksı bitkisi üretiminde ve doğal materyaller olması nedeni ile de ekolojik tarım üretiminde kullanılır.

1.3.3. Bitkisel Kaynaklı Organik Gübreler

Tarımsal üretim sonucu meydana gelen artık ve atık materyaller, tarım ve orman sanayi sonucunda meydana gelen atık materyaller belirli bir olgunlaştırmadan geçirilerek bitkisel üretimde kompost adı ile anılan organik gübre haline getirilmektedir. Özel olgunlaştırmaya tabi tutulmadan doğal olarak toprağın belirli katmanlarında bulunan Turba (Torf-Peat) ve ham linyit (leonardit) sera üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bunların yanında deniz yosunları belirli fiziksel işlemlerden geçirilerek organik madde kaynağı olarak kullanılabilir.

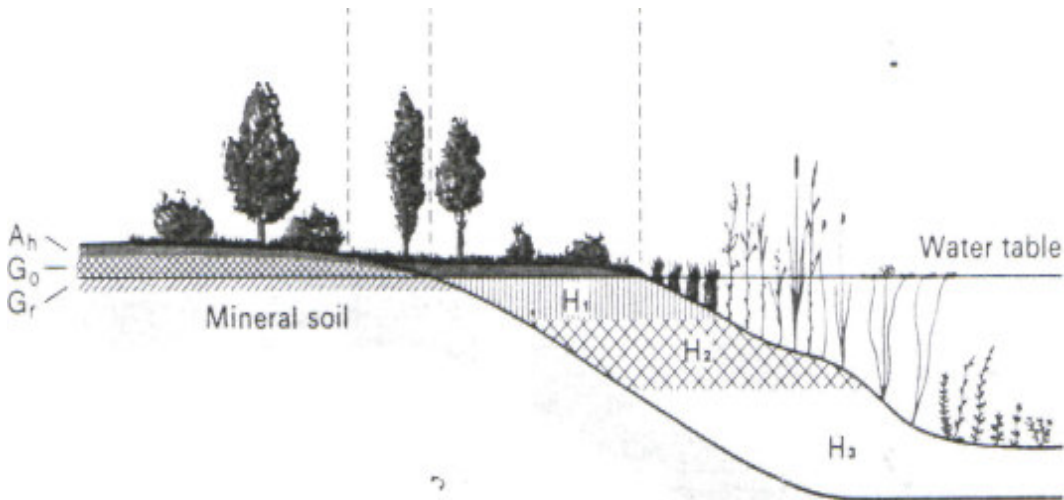
1.3.4. Kompost

Bitkisel üretim artıkları (sap, yaprak, budama artıkları), tarım ürünleri sanayi artıkları (konserve-yağ-tütün), orman ürünleri sanayi artıkları (talaş, ağaç kabuğu, kozalak gibi) 1-2 cm irilikte parçalandıktan sonra yüksekliği 1.5 m kadar olan bir olgunlaştırma yerinde ahır gübresi olgunlaştırmasında olduğu gibi olgunlaştırmaya tabi tutulur. Kompost materyalinin miktarına göre hazırlanan yerin en altında 3-5 cm kalınlıkta sap-saman karışımı veya iyi

olgunlaşmış ahır gübresi veya bahçe toprağı serilir. Bunun üzerine 15-20 cm yükseklikte olacak şekilde parçalanmış kompost materyali yerleştirilir. Bu katmanın üzerine 3-5 cm kalınlıkta bahçe toprağı ve her m³ harç materyali için 1 kg kadar sönmüş kireç veya dolomit + 2 kg Triple süperfosfat veya DAP gübresi + 3 kg % 26 N ihtiva eden Kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübresi serpilerek verilir ve kompost materyali tava gelecek şekilde ıslatılır. Bu işlem diğer katmanlarda da yapılır. Yığının üzeri toprakla kapatılır. Yaz aylarında yığındaki su azalması nedeni ile birkaç kez ıslatma işlemi yapılır. Yığındaki materyalin iyi olgunlaşması için birkaç kez karıştırılarak havalandırma yapılmalıdır. 8-10 ay süre içinde olgunlaşan materyal elenerek kompost materyali elde edilir. Eleğin üzerinde kalan olgunlaşmamış materyaller yeni yığında tekrar olgunlaşmaya tabi tutulur.

1.3.5. Turba:

Turba oluşumunu meydana getiren bitkilerin (yosun, otsu veya odunsu bitki) suyun altında ayrışma derecelerine bağlı olarak çoğu kez lifsi bir yapı kazanırlar ve bu özellikleri nedeni ile bünyelerinde mikro ve makro por (boşluk) olarak tanımlanan küçük boşluklar ve ayrışmanın niteliğine bağlı olarak hümüs adı verilen bir kimyasal yapıya sahip olurlar (Şekil 3).



Şekil 2: Torf (Turba) Oluşumu.(Schroeder,1984)

Oluşum itibari ile yağış veya jeolojik olay nedeni ile suların altında kalan ve zamanla üzeri ince toprak tabakası ile örtülmüş olan bu materyaller seracılıkta çok geniş olarak kullanılabilmesi gibi peyzaj düzenlemeleri ve spor alanlarının (futbol sahası gibi) yapımında da kullanılabilir. Bazı ülkelerde de organik madde miktarı yüksek ve turba gibi niteliklere sahip, ancak tarımda kullanılması sakıncalı olan organik madde birikimleri meydana gelebilmektedir. Bu, özellikle taban suyu yüksek olan, tuzluluk ve alkaliliği yüksek olan suların içinde yaşayan bitkilerin ayrışması sureti ile meydana gelmiş materyaller olması nedeni ile tarımda kullanılma imkânı yoktur. Doğal olarak oluşmuş olan sphagnum torfu (bitki besin maddesi ilave edilmiş hali ile) ile ülkemizde özellikle Yeniçağ yöresinde bulunan otsu nitelikteki Torf materyalinin bazı özellikleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6: Sphagnum Yosununun (Torf) Bazı Özellikleri (Röber ve Schaller, 1985)

	Sphagnum	Yerli Torf
Organik Madde (%)	94–99	84,88
Kül (%)	1–6	15,12
Volüm Ağırlık (gr/l)	50–200	183
Porhacmi (% Hacmi)	88–97	93
Su Tutma Kapasitesi (w/w)	52–85	67
Havalanma Kapasitesi (w/w)	15–42	26,6
PH (CaCl ₂)	2,5–3,5	6,03
EC (µS cm ⁻¹)	50–160	0,48
KDK (me/100 g)	100–170	69,76

Jeolojik devirlerde oluşan kömürün (linyit) bir kısmı tam kömürleşmeye uğramadan büyük bir kısmı hümüs birikimi halinde kalmaktadır. Bu materyal bünyesinde hem kömür ve hemde hümüs ihtiva etmesi nedeni ile yakıt olarak değeri azalır. Bu materyal leonardit olarak adlandırılmaktadır. Bazı fiziksel işlemlerden (temizleme-ufalama) geçirilmek sureti ile organik madde içeriği yüksek (% 90), bünyesinde hümik ve fulvik asitleri içeren leonardit seracılıkta, fide üretiminde ve tarımın diğer alanlarında (tohum kaplama) organomineral (mineral+organik) gübre yapımında, katı ve sıvı hümik asit üretiminde kullanılmaktadır.

Çizelge 7: Leonardit Mineralinin Özellikleri (Zimmerman, 1998; Tretner, 1999)

Organik madde	% 88.2
Kül	% 11.8
Ph	6.9
Azot (N)	%0.89
Fosfor (P₂O₅)	% 0.11
Potasyum (K₂O)	% 0.11
Magnezyum (MgO)	% 0.64
Kalsiyum (CaO)	% 2.99
Hümik Asit	% 81
Fulvik Asit	% 9

1.3.6. Mikrobiyolojik Gübreler

Her ne kadar mineral ve organik gübreler içinde yer almasalar bile son yıllarda bazı mikroorganizmaların tarımda kullanılmaya başlaması ile toprağın verimliliğinde belirgin artışlar sağlanmış ve mineral gübre kullanımında tasarruf sağlanabilmiştir. Bunu en belirgin örneği baklagillerle ortak yaşam içinde olan *rhizobium* bakterileridir. Baklagil toprakları veya tohumları yetiştirilecek bitki türüne uygun *rhizobium* bakterileri ile aşılacak sureti ile bitki köklerinde oluşan nodüllerdeki bakteriler havanın serbest azotundan istifade ederek, baklagil bitkisinin azot ihtiyacının büyük bir kısmını sağladığı gibi hasattan sonra toprağa karışan bitki artıkları (sap-yaprak ve kök) ile toprağın azot seviyesini yükseltirler. Benzer

durum serbest yaşayan azotobakterler tarafından da gerçekleştirilmektedir. Bunların yanında toprağa ilave edilen organik materyallerin kolay ayrışmasını sağlayan bakteri preparatları geliştirilerek tarımda kullanım alanı içine alınmıştır (Fink, 1982). Bünyelerinde bakteri ihtiva eden preparatlar çeşitli ticari isimler altında özellikle ekolojik tarım sistemi içinde yapılan yetiştiricilikte ve baklagil üretiminde geniş çaplı kullanılmaktadır.

1.4. Mineral Gübreler

Mineral gübreler çeşitli araştırmacılar tarafından kimyasal gübreler veya inorganik gübreler olarak adlandırılmışlardır. Bu gübreler kimya sanayine ait fabrikalarda katı, sıvı veya gaz şeklinde üretilmekte olup tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde en çok katı formda olan gübreler üretilmekte ve kullanılmaktadır. Dünyada her yıl 90-95 milyon ton N, 30-35 milyon ton P_2O_5 ve 25-26 milyon ton K_2O eşdeğeri gübre tüketilmektedir. Ülkemizde ise ortalama olarak yılda tüketilen $N+P_2O_5+K_2O$ miktarı 2-2.1 milyon tondur. Ülkemizde üretilen ve çoğunlukla sera ve bahçe tarımında kullanılan sıvı gübreler, sıvı gübre üretim tekniğine aykırı olarak katı gübrelerin asit-su karışımında eritilmesi ile üretilen ve daha sonra farklı renklerde piyasaya sürülen mineral gübre eriyikleridir. Gaz halinde gübre (NH_3 gazı) ülkemizde üretilmesine rağmen uygulama ekipmanlarının olmayışı ve uygulama teknikleri konusunda üreticilerimizin yeterli bilgiye sahip olmamaları nedeni ile ülkemizde kullanımı yoktur.

Sera bitkilerinin gübrenenmesinde klasik mineral gübreler (TSE ve EC normlarına uygun) kullanılabilir gibi, seralarda damla sulama sistemine uygun, suda çözünme oranları yüksek, katkı dolgu maddesi ihtiva etmeyen ve klasik gübrelere oranla etkili madde oranları daha yüksek damla sulama sistemi gübreleri geniş çapta kullanılmaktadır. Sera yetiştiriciliğinde topraktan ve damla sulama yöntemi ile kullanılan gübrelerin bazı özelliklerini tanımlamak yararlıdır. Bu tanımların başında, etkili madde oranı, iki veya çok besinli gübrelerde gübre oranı, katkı ve dolgu maddesi, suda ve asitte (Limon asidi) çözünme durumu, tuzluluk indeksi, dane iriliği (kristal-piril) ve % rutubet gibi özelliklerin bilinmesi, gübrelerin kullanım teknikleri bakımından önemlidir.

Etkili Madde Oranı: Bir gübredeki toplam besin maddesi miktarının % olarak ifadesidir. Makro besin elementi ihtiva eden gübrelerdeki etkili madde oranları azotlu gübreler için % N, fosforlu gübreler için % P_2O_5 , potasyumlu gübrelerde % K_2O , kalsiyumlu gübrelerde % CaO veya % Ca, magnezyumlu gübrelerde % MgO veya % Mg ve kükürtlü gübrelerde % S veya % SO_4-SO_3 şeklinde belirtilmektedir. Gübre ambalajları üzerinde belirtilen bu simgeler, gübrelerdeki besin elementinin formunu veya bitkilerin alabileceği formu belirtmezler. Ambalaj üzerindeki form değil sadece bir simgedir. Bu şekilde belirtilmelerinin nedeni dünya gübre standartlarının bu şekilde düzenlenmiş olmasındandır. Örnek olarak potasyum sülfat (K_2SO_4) gübresinde ortalama olarak % 50 K_2O oranında suda erir potasyum ve % 18.5 oranında kükürt bulunur. Ancak potasyum ne (K_2O) şeklinde ne de kükürt (S) formundadır. Potasyum sülfat gübresi suda çözüldüğü zaman $2 K^+$ ve SO_4^- halinde olur.

Gübre Oranı: İki veya çok besinli kompoze gübrelerde gübrelerdeki etkili maddenin % miktarları, azotun %'si (1) kabul edilerek diğerlerinin buna göre oranlarını ifade eder. Örnek olarak ülkemizde en çok kullanılan 3 besinli kompoze gübrelerden 15:15:15 gübresinde birinci rakam % N miktarını, ikinci rakam % P_2O_5 miktarını ve üçüncü rakam ise % K_2O miktarını ifade eder. Bu gübrenin gübre oranı 1:1:1'dir. Aynı şekilde sera üreticileri için üretilmiş olan 10:20:20 kompoze gübresinde gübre oranı 1:2:2 şeklindedir.

Katkı Dolgu Maddesi: Özellikle azotu nitrat (NO₃) halinde ihtiva eden gübrelerin patlama-yanma özelliğini azaltmak amacı ile E.C. ve TSE standartlarına uygun olarak patlamayı önleyici engelleyici, fakat toprağın özelliklerini bozmayan bazı maddelerin ilave edilmesi mecburiyeti vardır. Bu maddelerin başında kireç CaCO₃, dolomit kireci (CaCO₃ + MgCO₃) ve bazı kil mineralleri (bentonit) gelir. Ülkemizde ve dünyada üretilen % 26 N amonyum nitrat gübresinde % 26 oranında kireç veya dolomit kireci ve kaplama maddesi, rutubet almayı önleyici antikek maddesi bulunmaktadır. % 33 N ihtiva eden amonyum nitrat gübresinde ise bu maddeler % 6 oranında bulunmaktadır. Tüm dünyada üretilen % 26 N ve % 33 N ihtiva eden amonyum nitrat gübrelerinde bu patlamayı engelleyici maddelerin bulunması mecburiyeti vardır.

Kompoze gübrelerde granülasyonu sağlamak, gübrenin nem çekmesini önlemek (antikek) ve düzgün bir granül yapıya sahip olabilmesi için bazı katkı ve kaplama maddeleri de granül gübrelerde bulunabilir. Bu maddeler toprak verimliliği açısından bir sorun oluşturmazlar.

Suda ve asitte çözünür besin maddesi miktarları daha çok fosforlu gübreler için kullanılır. Fosforlu gübrelerdeki fosforun bir kısmı suda çözünür formda, bir kısmı limon asidinde çözünür formda ve çok az bir kısmı (çoğu zaman yok) hem suda ve hem de asitle

Tuzluluk İndeksi: Toprağa verilen mineral gübreler toprak suyunda çözünerek, toprak çözeltisinde tuz konsantrasyonunun yükselmesine neden olurlar. Kimyasal olarak tüm gübreler bir tuz yapısındadır. Mineral gübrelerin tuz indeksi sodyum nitrat (NaNO₃) gübresinin tuz indeksi (100) ile karşılaştırmak sureti ile belirlenir. Bunun için belirli ağırlıktaki mineral gübrenin toprak çözeltisinde oluşturduğu ozmotik basınç, aynı ağırlıktaki sodyum nitratın oluşturduğu ozmotik basınca olan % olarak oransal değeri ile karşılaştırılarak hesaplanır.

$$\text{Tuz indeksi} = \frac{\text{Gübrenin ozmotik basıncı} \times 100}{\text{Sodyum nitratın ozmotik basıncı}}$$

Bazı gübrelerin tuz indeksleri Çizelge 8’de verilmiştir (Kacar ve Katkat, 1999). Seracılıkta ve özellikle damla sulamada kullanılan gübreleri tuz indeksleri mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır.

Çizelge 8: Bazı Gübre Maddelerinin Tuzluluk İndeksi

<i>Bazı Gübre Maddelerinin Tuzluluk İndeksi</i>					
İsmi	Formülü	Etkili Madde %	Tuz İndeksi	Toplam Besin %	Nisbi Tuzluluk
Sodyum Nitrat	NaNO₃	16.5 N	100	16.5	100
Amonyum Nitrat	NH₄NO₃	35 N	104.7	35	49.4
Amonyum Sülfat	(NH₄)₂SO₄	21 N	69.0	21	53.7
Kalsiyum Nitrat	Ca (NO₃)₂	15.5N+19 Ca	52.5	34.5	25.1
Üre	(NH₂)₂CO	46 N	-	-	-
Üre*	(NH₂)₂CO	46 N	75.4	46	26.7
MAP	NH₄H₂PO₄	12 N+27 P	29.9	39	12.7
Potasyum Nitrat	KNO₃	13 N+38 K	73.6	51	23.6
Potasyum Sülfat	K₂SO₄	45K	46.1	45	17
Magnezyum Sülfat	MgSO₄.7H₂O	10 Mg	44	10	73

*:NO₃ ve NO₄ azotu haline geldikten sonra

Mineral Gübrelerin Sınıflandırılması

Makro bitki besin elementi ihtiva eden mineral gübreler ihtiva ettikleri besin elementine göre ve kullanım şekline göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Azotlu gübreler
- Fosforlu gübreler
- Potasyumlu gübreler
- Kompoze gübreler
- Kalsiyumlu gübreler
- Magnezyumlu gübreler
- Kükürtlü gübreler
- Mikro element gübreleri

Yukarıda sınıflandırılması verilen gübreler kullanım şekli olarak topraktan, damla sulama ve yağmurlama olmak üzere çeşitli şekillerde uygulanabilir.

1.4.1. Azotlu Gübreler

Azotlu gübreler bünyelerindeki azotun formuna bağlı olarak amonyumlu (NH_4), nitratlı-amonyumlu ($\text{NO}_3\text{-NH}_4$), nitratlı (NO_3) ve amidli (-NH_2) olmak üzere dört ayrı gruba ayrılır.

Amonyumlu gübreler: Bünyelerinde azotu amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) halinde ihtiva eden gübrelerdir. Bu gübrelerden ülkemizde en çok kullanılan gübre amonyum sülfat (NH_4)₂ SO_4 gübresidir. Bünyesinde ortalama olarak % 21 oranında azot ihtiva eder. Beyaz şeker kristali şeklinde bir yapıya sahip olduğundan üreticiler tarafından şeker gübre olarak adlandırılmaktadır. Rutubet çekme özelliği az fakat tuzluluk indeksi diğer mineral gübrelere oranla en yüksek gübredir. Bu nedenle damla sulamada kullanılması fazla önerilmez. Amonyum sülfat gübresinin bünyesinde azota ilave olarak sülfat (SO_4) formunda ortalama olarak % 24 oranında kükürt (S) ihtiva eder. Ülkemizde TS 856 normlarına uygun olarak üretilen gübre fizyolojik yönden asit karakterli (daha sonraki bölümde açıklanacaktır) olup daha çok topraktan ilk gübrelemede (toprak altı, taban veya temel gübreleme) ve çoğunlukla açıkta yapılan yetiştiricilikte üst gübrelemede kullanılmaktadır. Azotu amonyum formunda ihtiva eden amonyum klorür (NH_4Cl) gübresinin tuzluluk indeksi yüksek olması ve bünyesinde klor ihtiva etmesi nedeni ile ülkemizde üretilmez ve üreticiler tarafından kullanılmamaktadır. Amonyum klorür gübresinin bünyesinde % 26 N ve % 66 Cl bulunmaktadır. Basınç altında sıvılaştırılmış veya kullanım kolaylığı bakımından su ile karşılaştırılarak sıvı hale getirilmiş amonyak gazı toprağa veya sulama suyuna uygulandığında azotu amonyum formuna dönüşmekte ve bu gübrenin gaz halinde olanında % 82 oranında azot (N), sulu olan tipinde ise ortalama % 20 oranında azot (N) vardır. Gerek sıvılaştırılmış ve gerekse basınç altındaki sıvı amonyak ülkemizde kullanılmamaktadır.

Nitratlı gübreler: Bünyesinde azotu nitrat (NO_3) formunda ihtiva eden gübre sodyum nitrat (NaNO_3) gübresidir. Bu gübre ülkemizde üretilmediği gibi ithal yolu ile de getirilmemektedir. Ülkemizin toprak şartları için uygun olmayan bu gübre bünyesinde % 16 N oranında azot ve % 26 oranında sodyum ihtiva eder. Tuzluluk ve alkalilik oranı en yüksek olan bir gübredir. Bu gübre bünyesindeki yüksek sodyum nedeni ile bahçe tarımı ve seracılıkta katıyetle kullanılmaz. Azotu sadece nitrat formunda ihtiva eden kalsiyum nitrat, potasyum nitrat ve magnezyum nitrat gübreleri de mevcuttur. Bu gübreler potasyumlu, kalsiyumlu ve magnezyumlu gübre olarak tanımlandıklarından kendi kısımları içinde verilecektir. Sera üretiminde gerek sulama suyunun pH değerinin azaltılmasında ve gerekse damla sulama sisteminde meydana gelen tıkanmaların açılmasıyla kullanılan konsantre nitrik asit bünyesinde hacimce % 17 oranında azot (N) ihtiva etmektedir.

Amonyum ve nitratlı gübreler: Bünyesinde azotu hem amonyum (NH_4) ve hemde nitrat (NO_3) formunda ihtiva eden gübrelerdir. Üretim tekniğine ve kullanım alanlarına bağlı olarak bünyelerindeki azot miktarı % 15 N ile % 34.5 N arasında değişmektedir. Ülkemizde TSE 836 normlarına göre % 26 N ve % 33 N ihtiva eden amonyum nitrat gübresi üretilmektedir. Amonyum nitrat (NH_4NO_3) gübresinin % 26 N ve % 33 N tipleri tarımda daha çok üst gübrelemede (ara çapalamada, sulamada, hububatta toprak üstüne) kullanılır. % 33 N veya % 34.2 N ihtiva eden tipleri daha çok damla sulama ve yağmurlama ile bitkilere verilebilmektedir. Amonyum nitrat gübresi doğal olarak fizyolojik yönden nötr karakterli bir gübre olmasına rağmen amonyum iyonunun nitrata dönüşmesi ve NH_4 alımı nedeni ile çok az

asidik karakter gösterebilir. Amonyum nitrat gübresinin patlama özelliğinin azaltılması için bünyesine katkı maddesi ilave edilmiştir. Granül (piril) yapıya sahip olan amonyum nitrat gübresinin diğer bir tipi ise di amonyum nitrat sülfat (amonyum nitrat-sülfat) gübresidir. Bu gübre ülkemizde üretilmemektedir. Bünyesindeki azot hem amonyum nitrat ve hemde amonyum sülfat formundadır ($\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Üretim tekniğine bağlı olarak % 25-30 oranında azot (N) ve % 5-7 oranında kükürt (S) ihtiva eden, granül yapıya sahip ve üst gübrelemede kullanılan bir gübredir. % 33 N AN gübresinde katkı dolgu maddesi olduğundan damla sulamada kullanılacağı zaman ayrı bir yerde eritilip, süzülükten sonra kullanılmalıdır.

Amidli Gübreler: Azotu amid formunda ihtiva eden gübre üre $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ gübresidir. Bünyesindeki azot bitkiler tarafından hemen alınamayan formdaki üre gübresindeki azotun bitkiler tarafından alınabilir hale gelmesi için topraktaki üre bakterilerinin üreaz enzimi salgılayarak üre gübresini ayrıştırması gerekmektedir.



Bu nedenle üre gübresi yavaş etkili bir gübre olarak kabul edilir. Bünyesinde % 46 oranında azot (N) bulunur. Beyaz renkli, granül (piril) yapıya sahip, suda kolay ve çok eriyebilen bir gübre olup, katkı-dolgu maddesi ihtiva etmez. Damla sulama ve yağmurlama sulama ile kullanılabilir. Topraksız ortam tekniğinde (besleyici film) kullanılmaz. Üre gübresinin bünyesinde üretim tekniğine bağlı olarak % 0.5-1 oranında değişen ve bitkilere toksik etki yapabilen bi üre ($\text{NH}_2\text{CONHCONH}_2$) miktarı TS 1986 normlarına göre düşük olarak (% 1.5'ten küçük) belirlenmiştir. Ülkemizde üretilen üre gübresi topraktan uygulamada çimlenmeyi olumsuz etkilemez, yapraktan uygulamada da yaprak yanıklığına neden olmaz.

Üre gübresinden türelenen diğer üre formunda gübreler de mevcuttur. Bu gübrelerden üre form % 38 N ihtiva eden tipidir. Suda çözünen azot miktarı çok az olduğu için üre gübresine oranla daha uzun ve yavaş etkili bir gübredir. Diğer bir gübre ise thioüre ($\text{NH}_2\text{-CS-NH}_2$) gübresidir. Bünyesindeki azotun tamamı suda çözünmez. Ürede olduğu gibi her iki gübredeki azotun yarayışlı hale gelmesi için mikroorganizma faaliyetine ihtiyaç vardır.

Kükürtle Kaplanmış Üre: Üre gübresinden üretilen gübreler içerisinde tarımda en geniş kullanım alanı bulabilecek olan kükürtle kaplanmış üre gübresidir. Bünyesinde % 35 N, % 19 S ihtiva eder. PH değeri 7.5 ve üzerinde olan topraklarda toprağın pH değerini azaltması bakımından etkisi olur.

Üre fosfat: Suda çözünmesi kolay ve çok asit karakterli, hem azot ve hemde fosfor ihtiva eden bir gübredir. Bünyesinde % 17 oranında azot (N) ve % 45 kadar fosfor (P_2O_5) ihtiva eder.

Kalsiyum sivanamid (CaCN₂): Ülkemizde üretimi olmayan ancak bitki koruma amacı ile kullanılan bir azotlu gübredir. Kimya sanayi tarafından dünyada ilk kez üretilen bir azotlu gübredir. Bünyesinde % 20 N, % 38 Ca ve % 11 oranında karbon ihtiva eder. Bitki koruma alanında bazı yabancı otların ve toprak patojenlerinin mücadelesinde kullanılır. Toprakta yeterli oranda nemin bulunmaması durumunda bitki köklerine toksik etki yapan disiyanamidin (H_2CH_2)₂ oluşması nedeni ile tarımda çok geniş kullanım alanı bulamamıştır.

1.4.2. Fosforlu Gübreler

Fosforlu gübrelerin bünyelerindeki fosfor suda çözünebilir, sitratta çözünebilir ve her ikisinde çözünmeyen fosfor ihtiva eden gübreler şeklinde sınıflandırılabilir. Suda ve sitratta

çözünen fosforlar bitki tarafından alınabilir fosfor, üçünün toplamı ise toplam fosfor (P_2O_5) miktarını ifade eder. Fosforlu gübre ambalajlarında bu durumun belirtilmesi gerekmektedir. ,

Süper fosfat: Bu gübre normal süper fosfat olarak adlandırılabilir. Bünyesinde % 16-18 oranında P_2O_5 ihtiva eden bir gübredir. İhtiva ettiği fosforun büyük bir kısmı (% 90) suda çözünür formdadır. Süperfosfat gübresi bünyesinde fosforu $H_2PO_4^-$ formunda ihtiva eder. Yapısında $3 CaH_4(PO_4)_2H_2O + 7CaSO_4$ aynı zamanda jips ve su bulunur. Bu nedenle ihtiva ettiği etkili madde (P_2O_5) oranı düşüktür. Granül yapı haline getirilen süper fosfat gübresi son yıllarda ülkemizdeki fabrikalarda üretilmemektedir. Bunun nedeni ambalaja ve nakliye masraflarının triple süper fosfata oranla daha yüksek olması ve bünyesinde jips (alçı) ihtiva etmesi ile pH değeri yüksek kireçli topraklarda yararışlılık oranının daha az olmasındandır. Bu gübre asidik karakterli (Doğu Karadeniz) toprakları için uygun bir gübredir. Bu gübrenin normal süper fosfatın kısaltılmışı olan NSP şeklinde simgelenmesi nedeni ile simgede bulunan N harfi azot değil normal (N) kelimesi içindir. Bu nedenle bazı üreticiler NSP gübresinde N harfinden dolayı azot (N) bulunduğunu zannederek kullanmaktadırlar. Bu ise doğru değildir. NSP gübresi hiç azot ihtiva etmez.

Triple süper fosfat ($CaH_4(PO_4)_2.H_2O$): Süper fosfata oranla daha konsantre olarak üretilmiş olan bu gübrede etkili madde oranı % 44-52 arasında değişmekle birlikte ülkemizde % 42-44 P_2O_5 ihtiva eden tipi üretilmektedir. İhtiva ettiği fosfor suda çözünür ve bitki tarafından alınabilir (H_2PO_4) formundadır. Granül yapıya sahip olan bu gübre, bünyesinde jips ihtiva etmez ve kükürt bulunmaz. Süper fosfat gübresinde kükürt (S) bulunması, üretim aşamasında kullanılan fosforik asidin bazı durumlarda kükürt ihtiva etmesinden kaynaklanmaktadır.

Ham fosfat: Fosforlu gübre üretiminde kullanılan bir hammadde olmasına rağmen bünyesindeki etkili madde oranı (% 30-35 P_2O_5) olanlar ve düşük oranda flor ihtiva eden tipleri, çok ince öğütülerek PH değeri 5.5'ten az olanlar topraklarda ve ekolojik tarım sisteminde fosfor kaynağı olarak kullanılabilir.

Bünyesindeki fosforu asit toprak şartlarında yararışlı hale geçen Bazig slag (Thomas) fosfat) ve Rhenania fosfat gübrelere ülkemizde üretilmediği gibi, ülkemiz toprak şartları nedeni ile ithal de edilmemektedir. Bünyesindeki fosforun sitrik asitte çözünebilir fosfor olması ve üretim maliyetinin yüksek olması nedeni ile dikalsiyum fosfat gübresi de ülkemizde üretilmez ve ithal edilmemektedir.

Mono amonyum fosfat (MAP): Damla sulama sistemi ile yapılan gübrelemede (Fertigation) ve yaprak gübrelere üretiminde kullanılan mono amonyum fosfat gübresi ($NH_4.H_2PO_4$) % 61 P_2O_5 ve % 12 N ihtiva eder. Bu gübrenin topraktan uygulana tipi ise % 11 N ve % 52 P_2O_5 ihtiva eder. MAP gübresi beyaz kristal yapıya sahip, katkı-dolgu maddesi ihtiva etmeyen, suda çözünme oranı % 20 kadar olan, fizyolojik yönden asit karakterli ve sera yetiştiriciliğinde fosfor kaynağı olarak en çok kullanılan gübredir. Bu gübrenin fosforu $H_2PO_4^-$ formunda olması nedeni ile hafif asit şartlarda alımı daha kolaydır. Tuzluluk indeksi en düşük olan gübrelere biridir. Seracılıkta kullanılan gübrelere içinde etkili madde miktarı yüksek (% 12 N + % 61 P_2O_5 = % 73) olan bir gübredir.

Mono potasyum fosfat (MKP): MAP gübresi gibi damla sulama ile ve yapraktan gübrelemede kullanılır. MKP gübresi (KH_2PO_4) bünyesinde % 52 P_2O_5 ve % 34 K_2O ihtiva eder. Suda çözünme oranı yüksek, katkı dolgu maddesi ihtiva etmez, beyaz kristal yapıya sahip, fizyolojik asit karakterli ve tuzluluk indeksi çok düşük olan bir gübredir. Suda çözüldüğünde bünyesindeki fosfor $H_2PO_4^-$ formunda olması nedeni ile hafif asit sera

şartlarında bitki kökleri tarafından kolay alınabilir. Bitki besin maddesi miktarı bakımından tüm gübreler içerisinde en fazla etkili maddeye (% 52 P₂O₅ + % 34 K₂O = % 86) sahip olan bir gübredir.

1.4.3. Potasyumlu Gübreler

Bitki besini olarak potasyum ihtiva eden materyaller yer kabuğunun yapısında bulunan kayaların ve minerallerin yapısında yer alır. Potasyumlu gübrelerden en çok kullanılanı potasyum klorür (KCl), potasyum sülfat (K₂SO₄) ve potasyum nitrat (KNO₃) gübrelere dir. Bu gübrelere ilave olarak daha önce belirtildiği gibi mono potasyum fosfat (MKP), potasyum magnezyum sülfat (K₂SO₄ + 2 MgSO₄), gübrelere de mevcuttur.

Potasyum klorür (KCl): Potasyum klorür gübresinin iki tipi mevcuttur. % 50 K₂O ve % 60 K₂O ihtiva eden tipleri topraktan uygulamada ve kompoze gübre üretiminde kullanılmaktadır. % 50 K₂O ihtiva eden tipinde % 2-4 oranında sodyum (Na) bulunur. Tütün, patates ve klora hassas sebzelerin ve meyvelerin gübrenmesinde kullanılmaz. Şeker kristali yapısına sahip olması nedeni ile amonyum sülfat gübresi ile karıştırılabilir. Bu nedenle çoğu zaman renklendirilmek sureti ile pazarlanmaktadır. Suda erime oranı yüksek ve tuzluluk indeksi yüksek olan bir gübredir. Açıkta yapılan yetiştiricilikte klor topraktan yağışlarla ve sulama ile kolay yıkandığı için bir sorun meydana getirmez. Seracılıkta yıkanma olmaması ve damla sulama ile verilmesinde bitkilerde klor zararı görüldüğü için sera yetiştiriciliğinde kullanılmaz.

Potasyum sülfat (K₂SO₄): Bünyesinde hem potasyum (% 50 K₂O) ve hem de sülfat (% 18 S) bulunması nedeni ile bağ-bahçe tarımında ve seracılıkta topraktan ve damla sulama ile kullanılabilir. Damla sulama ile kullanılan tipinin suda çözünme oranı % 10 kadar olmasına rağmen topraktan uygulanan potasyum sülfat (kristal veya pellet) suda 1-2 oranında erir. Toprakta uygulamada uzun zaman periyodu içinde potasyumun tamamı suda erir formdadır. Kirlili beyaz renkli olup kristal (toz) veya makinalı kullanım için pellet şeklinde potasyum sülfat bünyesinde klor ihtiva etmediği için bağ-bahçe tarımında ve seracılıkta geniş çapta kullanılmaktadır. Ülkemizde bazı kompoze gübreler potasyum sülfat bazlı olarak üretilmektedir. Potasyum sülfat bazlı üretilen kompoze gübreler özel isimlerle (Gold 15-15-15 ve süpergold 10-20-20-6S+Zn) satılmaktadır.

Potasyum Nitrat (KNO₃): Potasyumlu gübreler içinde suda erime oranı yüksek (% 20 kadar) olan, tuzluluk indeksi düşük fizyolojik alkalik karakterli, kristal veya prillik yapıda (toprak uygulaması için), beyaz renkli, bünyesinde % 13 oranında nitrat (NO₃) formunda azot ve % 46 oranında K₂O'ya eşdeğer potasyum ihtiva eden bir gübredir. Damla sulama ve yaprakta uygulamada geniş çaplı olarak kullanılan bu gübrenin son yıllarda fizyolojik asit karakterli olanı "düşük pH'lı KNO₃" gübresi üretilmiş olup, bitkilerin damla sulama ile gübrenmesinde daha emniyetli bir şekilde kullanılması sağlanmıştır. Potasyum Nitrat gübresinin Çinko ve Bor ihtiva eden tipleri de mevcuttur.

Potasyum magnezyum sülfat (K₂SO₄ + 2 MgSO₄): Kumlu yapıya sahip magnezyum bakımından fakir olan topraklarda kullanılan bir gübredir. Bünyesinde % 22 K₂O, % 11 MgO ve % 22 oranında kükürt (S) ihtiva eden bir gübredir. Potasyum ve magnezyum yetersizliği olan topraklar için uygundur.

1.4.4. Kompoze (karışım) Gübreler

Bitkilerin beslenmesi için mutlak gerekli iki veya üç ana besin maddesini ihtiva eden gübrelerdir. Uygulama kolaylığı ve birim etkili madde bakımından diğer mineral gübrelere oranla daha ucuzdur. Toprağın verimlilik durumu hakkında bilgisi olmayan üreticiler dengeli gübre kullanımı için kompoze gübre kullanımını tercih ederler. Genellikle granül halinde üretilen kompoze gübrelerin diğer mineral gübrelere olduğu gibi bir kimyasal formülünün yazılması mümkün değildir. Bunun nedeni ise karışımı meydana getiren azot, fosfor ve potasyumun hangi mineral gübrelerden geldiği çoğu zaman bilinmez. Bu nedenle kompoze gübreler genellikle % etkili madde miktarları ile (20-20-0 ve 15-15-15 gibi) anılırlar. Ülkemizde üretilen kompoze gübrelerin bazıları şunlardır. 20-20-0, 20-32-0 + Zn + % 4 S, 15-15-15, 8-24-8, 20-10-10, 10-20-20 + Zn + % 6 S, 18-24-12 + Zn, 15-25-15 + % 2 Zn ve 25-5-10 şeklinde etkili madde ihtiva eden gübrelerdir. Kompoze gübrelere birinci rakam % N, ikinci rakam % P₂O₅ ve üçüncü rakam % K₂O miktarını belirtir. Bu kompoze gübrelere gerektiğinde diğer makro besin ve mikro besin elementi ihtiva eden gübreler ilave edilebilir. Nitekim, ülkemizde yapılan geniş çaplı bir araştırma sonucunda topraklarımızın büyük çoğunluğunun çinko bakımından yetersiz olduğu ve bunun en kolay giderilme yolunun kompoze gübrelere çinkolu bileşikler (ZnSO₄.7H₂O veya ZnO) ilave edilmesi yolu ile giderilebileceği belirtilmiş ve bu nedenle çinko katkılı kompoze gübreler üretilmiştir. Sera ve bahçe bitkilerinin tuzluluğa ve özellikle kloro hassas olmaları nedeni ile son yıllarda üç besinli kompoze gübrelerin bazıları potasyum sülfat bazlı (SOP) olarak üretilmektedir. Bu gübrelerden en yaygın olan gold15:15:15 ve süpergold 10-20-20 + % 6 S + Zn olan tipleridir. Bu gübreler seralarda fide dikim öncesi topraktan emniyetle uygulanabilir.

Kompoze gübrelerin üretiminde iki veya 3-4 farklı yapıya sahip olan gübrelerin bir granül yapıda bulunabilmesi ve granül hale getirilebilmesi için granül yapının çekirdeğini oluşturmak amacı ile kuvarz kumu veya yıkanmış dere kumu kullanılması mecburiyeti vardır. Bunun yanında kaplama maddesi, rutubet önleyici antikek maddeleri ve üreten firmanın belirlediği renk maddesi bulunmaktadır. Bu gübreler ülkemizde TSE normlarına göre üretilmektedir. Kompoze gübrelerin yapımında katkı ve dolgu maddeleri kullanılması nedeni ile suda çözünme oranları düşük ve suda eridiklerinde suda kolay erimeyen maddeler bırakmaları nedeni ile damla sulama ile birlikte uygulanmaz. Damla sisteminde kullanılmaları durumunda tıkanma meydana gelebileceği gibi etkinlikleri de çok az görülür.

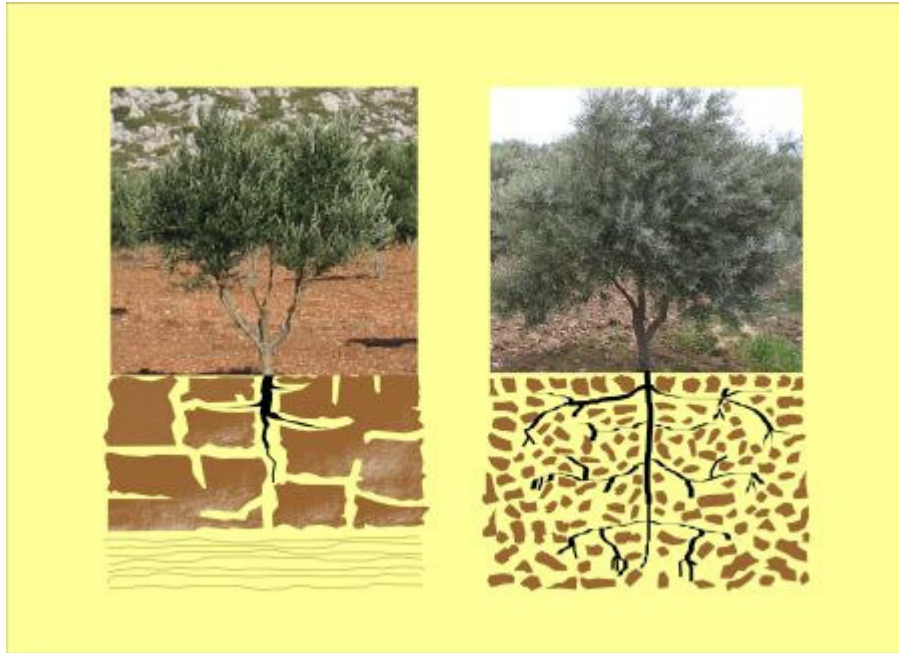
1.4.5. Kalsiyumlu Gübreler

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinden biri olan kalsiyum aynı zamanda toprakta asitliğin nötralize edilmesi amacı ile de kullanılır. Toprak asitliğinin giderilmesi için kireçtaşı “kalsiyum karbonat” (CaCO₃, yanmış kireç “kalsiyum oksit” (CaO), kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂) ve bir çift tuz olan dolomit (CaCO₃ + MgCO₃) kullanılır. Hem toprağın nötralizasyonu bakımından ve hemde bazı gübrelere katkı-dolgu maddesi olması bakımından çeşitli kalsiyumlu bileşikler gübrelere bulunur. Kacar ve Katkat (1999)’ın bildirdiğine göre Mehring (1948 bazı gübrelerin kalsiyum miktarlarını Çizelge 9’da verdiği gibi belirtmiştir. Kalsiyum ihtiva eden bu materyallerden jips ve kalsiyum siyanamid gübre olarak değerlendirilmemektedir.

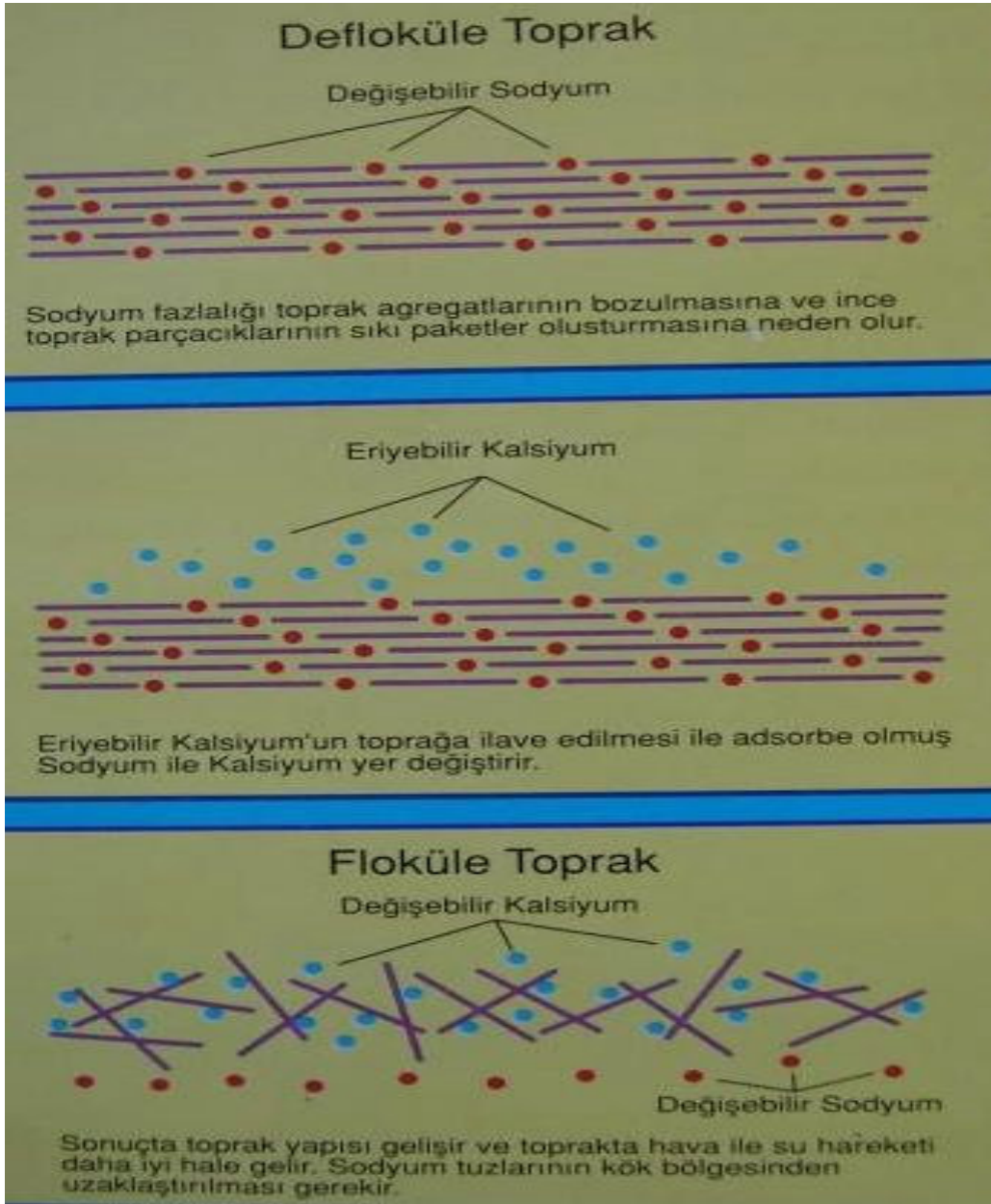
Çizelge 9: Bazı Materyallerin Kalsiyum İçerikleri

Gübreler	% Ca
Kalsiyum nitrat	19.4
Kireçli amonyum nitrat	8.2
Kalsiyum siyanamid Jips	38.5
Jips	22.3
Ham fosfat	33.1
Normal süper fosfat	19.6
Triple süper fosfat	14.3
% 33 N Amonyum nitrat	2.0

Kalsiyum nitrat: Bünyesinde hem azot (%15.5) ve hemde kalsiyum (% 19) ihtiva etmesi nedeni ile iki besinli gübredir. Bünyesindeki % 15.5 oranındaki azotun % 14'ü $\text{NO}_3\text{-N}$ ve % 1.5'i NH_4NO_3 halindedir. Suda erime oranı yüksek, granül yapıya sahip bir gübredir. Toprakdan uygulanan tipinde rutubet önleyici madde ihtiva etmesi nedeni ile damla sulama ile ve yapraktan uygulama ile kullanılmaz. Kalsiyum Nitrat gübresi sadece verim ve kalite üzerine etkili olmayıp sekil -2 ve -3 'den görülebileceği gibi toprağın fiziksel yapısını düzeltmektedir.



ŞEKİL 2 Sıkı (Killi) topraklarda Kalsiyum suyun hareketini ve havalanmayı sağlar.



ŞEKİL 3. Suda erir Kalsiyum ile Alkali topraklarda toprak yapısının iyileştirilmesi

Ülkemizde genellikle damla sulamaya uygun tipi seracılıkta damla sulama ile ve kalsiyum noksanlığı görülen bitkilerde (elma, domates, biber gibi) yapraktan uygulanır. Damla sulama ile yapraktan kalsiyum uygulamada kalsiyumlu gübreler fosforlu ve sülfatlı gübrelerle birlikte uygulanmamalıdır. Uygulanması durumunda damla sisteminde tıkanmalar meydana gelir. Son zamanlarda yapraktan kalsiyum uygulaması için CaEDTA gibi kleytli bileşikler de kullanılmaya başlanmıştır.

1.4.6. Magnezyumlu Gübreler

Özellikle kumsal bünyeli ve magnezyum bakımından noksan olan topraklarda kullanılması tavsiye edilen gübrelerdir. Bu gübrelerin başında magnezyum sülfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $MgSO_4 \cdot 2H_2O$ ve $MgSO_4 \cdot H_2O$) Bunun yanında $Mg(NO_3)_2 \cdot 5H_2O$ gübresi de özellikle damla sulama ile kullanılmaya başlanmıştır. En çok kullanılan $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 'nun

bünyesinde ortalama % 10 Mg bulunur. Magnezyum nitratın bünyesinde % 10 Mg ve % 10.5 NO₃-N'u bulunur. Bu gübrelere ilave olarak K₂SO₄ + MgSO₄ özellikle Avrupa ülkeleri, çay ve çeltik tarımı yapılan yörelerde kullanılmaktadır. Bu gübrenin bünyesinde % 22 K₂O + % 11 MgO ve % 22 S bulunmaktadır. Ülkemizde özellikle asit toprakların nötralize edilmesinde kullanılan dolomit(CaCO₃ + MgCO₃) bünyesinde magnezyum ihtiva etmesi nedeniyle özellikle Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak "tarım kireci" veya beyaz gübre adı ile kullanılmaktadır. Kirece oranla pH yükseltmede daha etkindir.

1.4.7.Kükürtlü Gübreler

Kültür bitkilerinin kükürt (S) ihtiyacı, bitkilerin fosfora duyduğu ihtiyaca yakındır. Bazı bitkilerde (karnabahar, lahana, soğan, sarımsak ve kolza gibi) bitkinin topraktan kaldırdığı kükürt miktarı fosfordan fazladır. Bitkiler kükürdü topraktan SO₄ halinde alırlar. Azotlu, fosforlu, potasyumlu, kalsiyumlu ve magnezyumlu makro element gübrelere birçoğunda kükürt SO₄ halinde bulunur. Daha sonra göreceğimiz mikro element gübrelere de bünyelerinde SO₄ halinde kükürt bulunmaktadır.

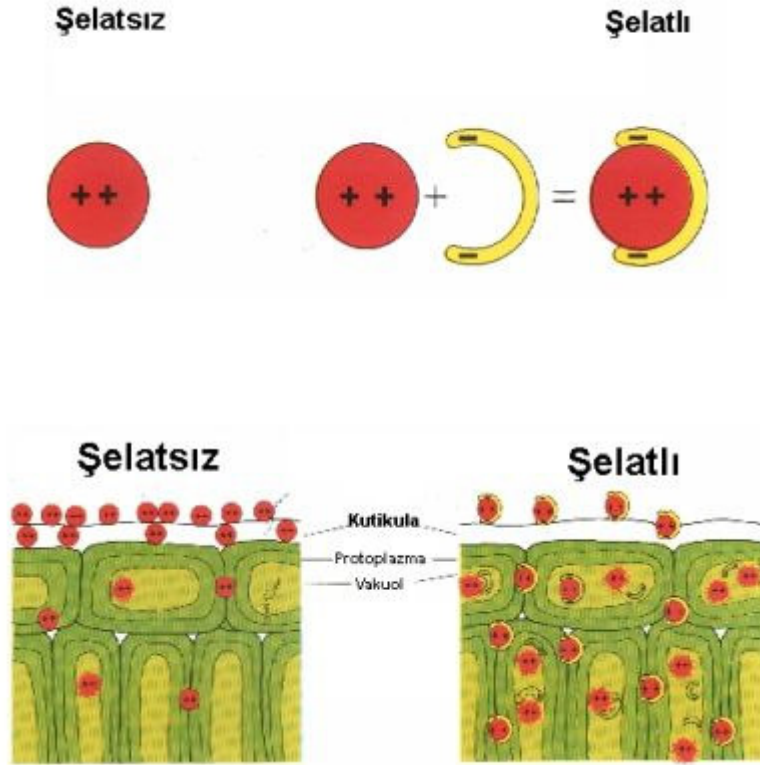
Elementel kükürt: Toprağa doğrudan uygulanması durumunda toprağın pH değerini azaltmasının yanında, kükürdün mikrobiyal oksidasyonu sonucunda oluşan SO₄ bitkilerin alabileceği kükürt formudur. Elementel kükürt küçük kristal yapıya sahip, sarı renkli toz görünümlü, suda kolay erimeyen bir yapıya sahiptir. Toprak verimliliği açısından kükürdün suda erime oranı ne kadar yüksek ise ve özel olarak mikronize (0.16-0.40 mm) edilmiş ise etkinliği o kadar çoktur. Bu konuda açıklayıcı bilgiler toprak reaksiyonu konusu ile birlikte verilecektir. Kükürt içeren diğer gübreler ise potasyum tio sülfat (KTS), amonyum tio sülfat (ATS) ve bentonit kil mineraline karıştırılmış bentonitli kükürt materyalidir. KTS gübresi bünyesinde % 25 K₂O ve % 17 S, ATS gübresi ise bünyesinde % 16 N ve % 34 S ve bentonitli kükürtte ise % 10-15 bentonit (kil minerali) ve % 85-90 elementel S bulunur. KTS ve ATS gübrelere yaprakтан uygulamalarında hava sıcaklığı çok önemlidir. Çok sıcak havalarda (30 °C) uygulanmamalıdır.

1.5. Mikro Element Gübreleri

Bitkilerin gelişip ürün vermeleri için gelişme ortamlarından mutlaka mikro besin elementlerini (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) almak mecburiyetindedirler. Bu bitki besin elementlerinin topraktan bitkiler tarafından alınmasını engelleyen birçok faktör bulunması nedeni ile noksanlık belirtileri çok sık görülmektedir. Üreticilerin çoğu bu bitki besin elementlerini genellikle yaprakтан uygulama şeklinde verdikleri için hatalı olarak bu bitki besin elementlerini ihtiva eden gübreye yaprak gübresi adını vermiştir. Kullanım miktarının çok az olması nedeni ile birçok üretici mikro element gübrelere tanımamaktadır. Güneş vd., (2000) bildirdiğine göre mikro besin elementlerinin bitkilerin gelişmesi için gereken ortalama oransal miktarı azotun % 0.1-0.01'i (Fe, Mn, Zn, Cu, B) kadardır. Seracılıkta veya açıkta yapılan yetiştiricilikte damla sulama ile kullanılan çok besinli kompoze gübrelere mikro besin elementi ihtiva eden bileşikler ilave edilerek üreticilerin bu gübrelere kullanmalarını sağlanmaktadır.

Mikro element gübrelere mineral tuz formunda (örneğin FeSO₄.H₂O gibi) uygulanabileceği gibi, özellikle toprağa uygulanmalarında topraktaki olumsuz şartlar nedeni ile bu mineral tuzlar kısa sürede bitkiler tarafından alınmaz forma (örnek olarak Fe(OH)₃) dönüşür. Bu nedenle mikro besin elementlerinden Bor ve Molibden hariç diğerleri topraktan ve yaprakтан alınımlarının ve süresinin artırılması amacı ile kleyt (kilyet) veya şelat

olarak tanımlanan bileşikler halinde üretilir. Şekil 12’ de mikro besin elementlerinin basit bir şekilde kleytleme işlemi ve topraktan alınım durumu gösterilmiştir.



Şekil-4 Mineral elementlerin şelatlanması

Kleyt materyalleri olarak EDTA, EDDHA, DTPA, Amino asitler ve Humik asitler gibi organik bileşikler kullanılır. Bu, organik bileşiklere kimyasal olarak bağlanmış olan mikro besin elementlerinin alınabilirlik oranını yüksektir. Ancak maliyetinin yüksek olması nedeni ile kullanımı pahalı olmaktadır.

Ülkemizde en çok kullanılan mineral tuz formunda olan mikro element gübreleri Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 10: Bazı Mikro Element Gübreleri

<i>Besin elementi</i>	<i>Kaynağı</i>	<i>Formülü</i>	<i>Ortalama % etkili madde</i>
Demir	Demir sülfat	FeSO₄.7H₂O	19 Fe
Çinko	Çinko sülfat	ZnSO₄. 7H₂O	23 Zn
Mangan	Mangan sülfat	MnSO₄7H₂O	26 Mn
Bakır	Bakır sülfat	CuSO₄.5H₂O	25 Cu
Bor	Borik asit	H₃BO₄	17 B
Molibden	Sodyum molibdat	Na₂MoO₄2H₂O	40 Mo

Kleyt (şelat) Formunda olanlar

Demir	EDTA	Fe-EDTA*	13 Fe
Demir	EDDHA	Fe-EDDHA	6 Fe
Demir	DTPA	Fe-DTPA	10 Fe
Demir	HEDTA	Fe-HEDTA	6 Fe
Çinko	EDTA	Zn-EDTA	14 Zn
Mangan	EDTA	Mn-EDTA	13 Mn
Bakır	EDTA	Cu-EDTA	13 Cu

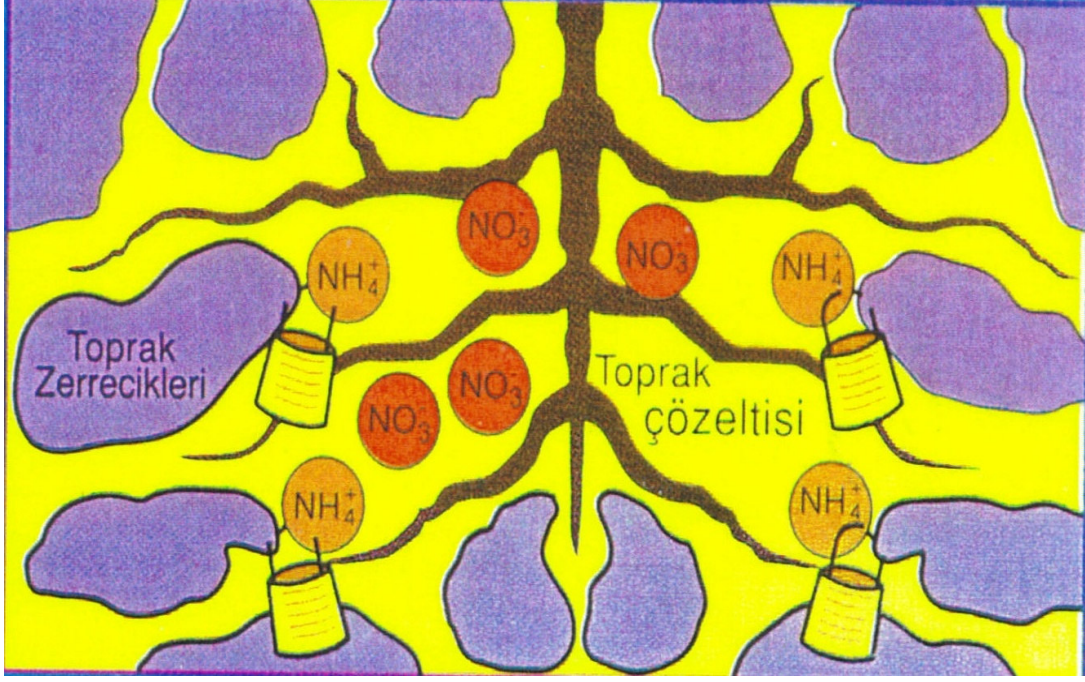
Demir kleyt formundaki gübrelerin değişik formulasyonlarda üretilmesinin başlıca nedeni topraktan uygulamada toprak pH değerinin demirin alınması üzerine olumsuz etkilerindedir. Asit karakterli topraklarda Fe-EDTA formülü etkili olurken, değişik pH değerlerinde ve özellikle alkalın pH şartlarında Fe-EDDHA (demir-etilen daimin dihidroksi fenil asetat=sequestrin) demir noksanlığını gidermede daha etkindir.

1.6. Mineral Gübrelerin Toprakta Etkinlikleri

1.6.1. Azotlu gübrelerin toprakta tepkimeleri

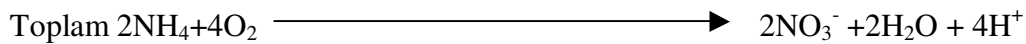
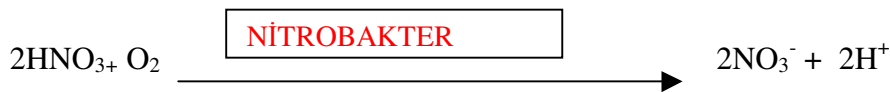
Bitkiler gelişme ortamlarından azotu NH_4^+ ve NO_3^- iyonları halinde alırlar. Bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde tercih ettikleri azot formu NH_4^+ şeklindedir. Gelişme döneminin ilerlemesi ile aldıkları azot formu ise NO_3^- halindedir. Sera yetiştiriciliğinde topraksız ortam tekniğinde (özel harç materyali) kullanılacak toplam azotun % 80 kadarı $\text{NO}_3\text{-N}$, % 20 kadarı ise $\text{NH}_4\text{-N}$ olmalıdır. Su kültürü ile yapılan yetiştiricilikte ise $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarı % 90 ve $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarı % 10 olmalıdır. Toprakta yapılan yetiştiricilikte ise $\text{NH}_4 / \text{NO}_3$ oranı $\frac{1}{4}$ oranında olması uygundur. Damla sulama ile veya doğrudan toprağa uygulanan azotlu gübrelerin, toprak özelliklerine ve mikrobiyolojik aktiviteye bağlı olarak tepkimeleri farklı olmaktadır.

- Toprağın kolloid yapısı (kil ve hümüs) negatif (-) yüklü olması sebebi ile (-) elektrik yüküne sahip olan NO_3^- iyonları yağışlar ve sulama suyu ile özellikle kumlu topraklarda kolaylıkla yıkanıp toprağın derinliklerine taşınır. Buna karşılık NH_4^+ formundaki azotun yıkanma oranı çok az olur. Sera şartlarında ve açıkta yapılan yetiştiricilikte damla sulama sisteminin kullanılması ile yapılan gübrelemede NO_3^- azotu yıkanması fazla olmaz. Ancak nematod mücadelesi amacı ile bazı seralarda yapılan göllendirme şeklinde su verme ile bir miktar nitrat yıkanması olabilir. Toprakta $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NH}_4\text{-H}$ azot formlarının elverişliliği şematik olarak şekil – 4’de gösterilmiştir.



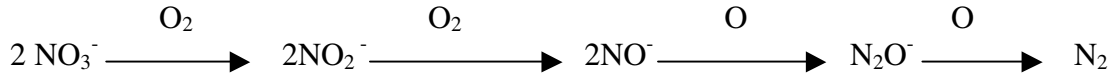
ŞEKİL-4. Nitrat ve Amonyum azotu elverişliliğinin şematik olarak görünümü

- Bazı kil minerallerinin (illit) tabakaları arasındaki boşlukların çapı NH_4^+ iyonunun çapına uygun olması nedeni ile bu gibi kil minerallerinde tabakalar arasında amonyum fiksasyonu olur. Bu fiksasyon olayı sonucunda daha önce kil tabakaları arasında fiske olmuş katyonlar (özellikle potasyum) serbest kalır.
- Amonyum formundaki azotun bazı kil mineralleri tarafından az veya çok fiske olmasına NH_4^+ 'un yanında bulunan anyonlara bağlıdır. Yapılan araştırmalarda fiksasyon oranı ve hızının $\text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$ gibi taşıyıcıların toprakta farklı miktarlarda amonyum fiksasyonuna neden olduğu belirlenmiştir. Bu taşıyıcılar gübre şeklinde ifade edildiğinde $\text{MAP} > \text{Amonyum nitrat} > \text{Amonyum sülfat}$ şeklinde sıralamak mümkündür.
- Toprakta mevcut olan mikroorganizmalar toprağa ilave edilen tüm olgunlaşmamış (parçalanmamış) organik materyalin ayrıştırılması esnasında toprakta bulunan NH_4^+ formundaki azottan yararlanırlar. Bunun sonucu olarak oluşan humik asitler de NH_4^+ formundaki azotu fiske edebilirler.
- Amonyum formundaki azotlu gübre kullanımında toprakta mevcut bakteriler toprak şartlarına (toprağın pH değeri, toprak rutubeti, toprağın havalanması ve toprak sıcaklığı) bağlı olarak NH_4^+ 'u NO_3^- 'a dönüştürürler. Bu olaya nitrifikasyon denir.



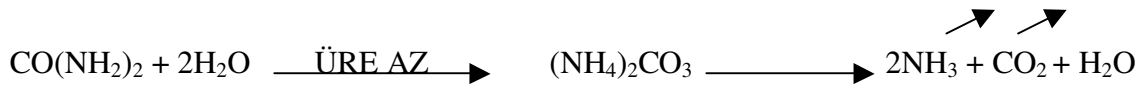
Yukarıdaki formülden de görüleceği gibi nötr ve hafif asit şartlarda, toprakta yeterli rutubetin az ve iyi havalanabilen topraklarda ortam sıcaklığının + (10–30) ° C aralarında olması durumunda nitrifikasyon olayı hızla cereyan eder. Burada bir azot kaybı olmayıp, azotun form değiştirme olayı meydana gelir ve ortamda H⁺ iyonu oluşarak az da olsa toprağın pH değerinin düşmesine neden olur. Soğuk, kuru ve iyi havalanmayan topraklarda amonyumun nitrata dönüşmesi olmaz.

- Toprağa nitrat (NO₃) formunda uygulanan azotlu gübrelerden veya amonyumun nitrata dönüşmesi sonucu oluşan nitrat azotu topraktaki bazı şartlara (toprağın fazla su tutması iyi havalanmayan topraklar, toprak sıcaklığının yüksek olması, organik maddenin yüksek olması, ve toprağın pH değerinin nötr olması) bağlı olarak nitrat azotundan atmosfere gaz halinde (NO₂, N₂O ve N₂) azot kaybı meydana gelir. Toprakta mikroorganizmaların enzimatik reaksiyonları sonucunda nitrattan atmosfere azot kaybı olur. Bu olaya denitrifikasyon adı verilir. Bu biyokimyasal olay aşağıda basit bir şekilde formülüne edilmiştir.



Açıkta yapılan yetiştiricilikte olduğu gibi sera topraklarının yoğun yağış altında olmaması, aşırı sulama yapılmaması (nematod için göllendirme sulama hariç) seralarda denitrifikasyon yolu ile fazla miktarda azot kaybı olmaz.

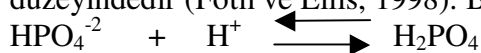
- Toprak özelliklerine, bitki örtüsüne ve atmosfer sıcaklığına bağlı olarak amonyum formunda veya üre formunda toprak yüzeyine uygulanıp toprağa karıştırılmayan azotlu gübrelerden gaz halinde amonyak (NH₃) şeklinde azot kaybına sebep olur. Bu olay hafif bünyeli kumsal topraklarda daha belirgin olarak görülür. Atmosfer sıcaklığının yüksek olması durumunda toprağa uygulanan üre hidrolize olarak amonyum oluşur ve sıcaklık nedeni ile toprak yüzeyindeki nem de buharlaşarak, toprak nemi ile birlikte amonyak kaybı meydana gelir.



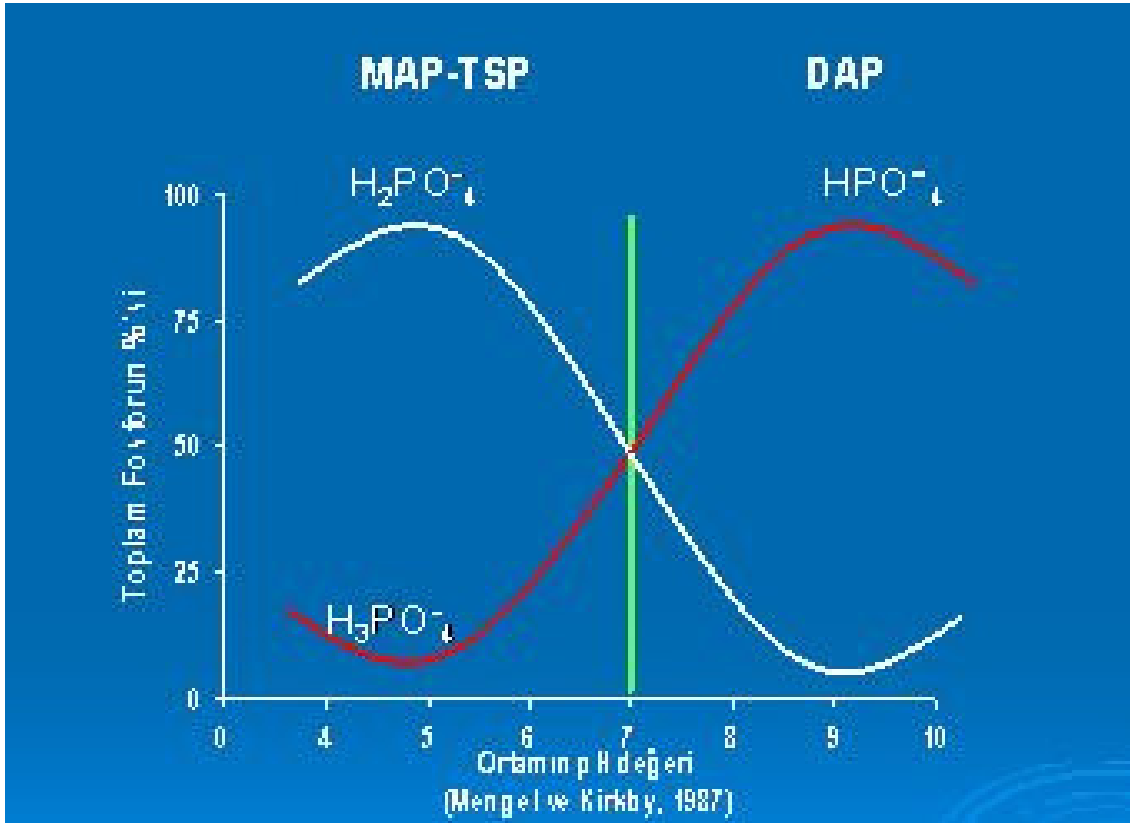
Toprağın pH değerinin nötr ve hafif aside doğru olması, toprağın kation değişim kapasitesinin yüksek olması, toprak sıcaklığının az olması ve toprak yüzeyine serpilerek verilen gübrelerin toprağa karıştırılması bu yolla azot kaybını azaltır. Mineral gübrelerden bu yolla azot kaybı en fazla olan üre ve amonyum sülfat gübreleridir. % 26 N ihtiva eden amonyum nitratın, % 33 N ihtiva eden amonyum nitrata oranla bu yolla azot kaybı daha azdır.

1.6.2. Fosforlu gübrelerin toprak tepkimeleri

Bitkiler gelişme ortamlarından fosforu H₂PO₄⁻ (primer) ve HPO₄⁻² (sekonder) iyonları halinde alırlar. Bu iyonların bitkiler tarafından alınım oranları (H₂PO₄⁻ / HPO₄⁻²) 10/1 düzeyindedir (Foth ve Ellis, 1998). Bu iki iyonun toprak çözeltisinde değişimi



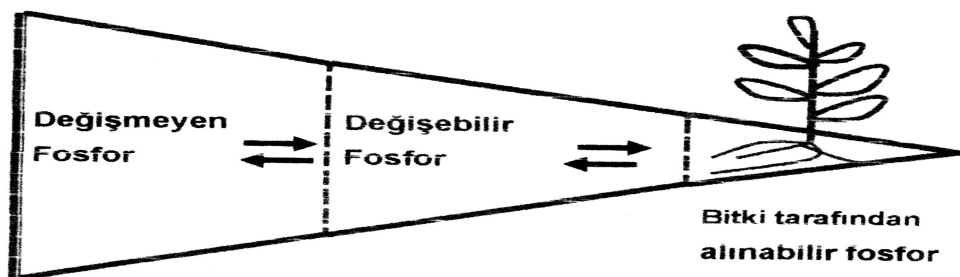
şeklinde olup toprağın pH değerine bağlıdır (Mengel ve Kirkby).



ŞEKİL 5. Fosforlu gübre formlarının toprağın pH değerine göre elverişliliği

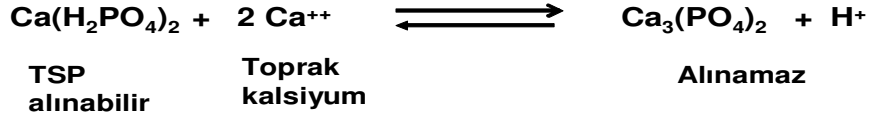
Toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin alınabilirliği üzerine toprağın pH değeri, toprağın CaCO₃ miktarı, toprağın değişebilir Ca⁺⁺ miktarı, toprakta kilin cinsi ve miktarı, toprağın organik madde düzeyi, uygulanan fosforlu gübrelerin cins, uygulama şekli ve toprak sıcaklığı gibi etmenler etki etmektedir. Bu etmenlerin toprağa uygulanan fosforlu gübrelerle etkileşimleri sonucu fosforun elverişliliği azalır ve fosfor toprak solusyonunda hareketliliğini kaybederek daha az yararlı (fiske) hale gelir. Bu nedenle NO₃⁻ iyonunda olduğu gibi fosfor iyonu negatif yüklü olmasına rağmen topraktan fosfor yikanması olmaz.

Toprakta yararlılık oranı azalmış olan fosfor bitkiler tarafından tamamen alınamaz formda olmayıp bitkilerin gelişme dönemi içinde az yararlı (değişebilir) veya yararlısız (değişmeyen) hale geçmiş olan fosfor bitkiler tarafından alınabilir.

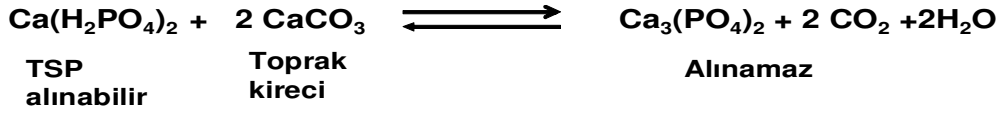


ŞEKİL 6. Fosforun topraktan bitki tarafından alınımı

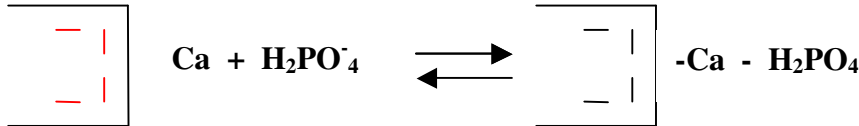
Toprağın pH değerinin 7.5'in üzerinde olduğu ve toprağın CaCO₃ miktarının yüksek olduğu topraklarda fosforlu gübrelerin yararlılığı azalır ve uygulanan fosforun büyük bir kısmı yararlısız hale geçer. Bu fiksasyon olayı aşağıda görüldüğü gibi değişik şekillerde oluşur. Uygulanan gübrenin triple süper fosfat gübresi olduğunu varsayalım.



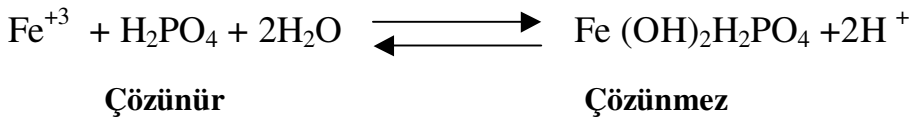
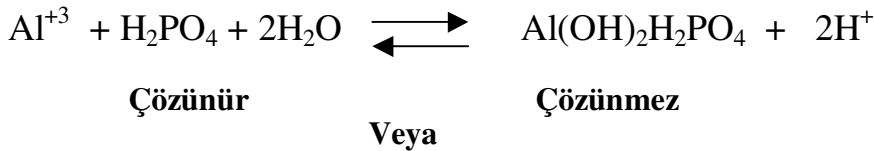
Toprakta mevcut CaCO₃ ile fosfor kimyasal reaksiyona girerek alınamaz hale dönüşebilir.



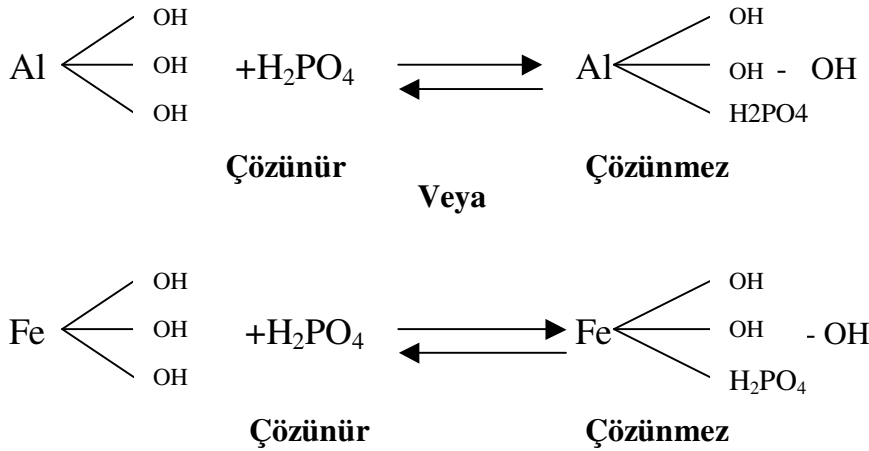
Toprağın pH değerinin nötr olduğu şartlarda (6.7-7.3) toprağın kil cinsine (tek tabakalı, kaolen) bağlı olarak toprağın kil minerallerinin yüzeyinde de fosfor anyonu tutulabilir. Kil minerali tarafından iyonik olarak tutulmuş kalsiyum, bir değeri ile fosfat anyonunun (H₂PO₄⁻) fikse edilebilir.



Alkalin ve kireçli toprak şartlarında oluşan fosfor fiksasyonuna karşılık asit ve kireçsiz toprak şartlarında da fosforun elverişliliği azalmaktadır. Asit toprak şartlarında demir (Fe⁺³), alüminyum (Al⁺³) ve mangan (Mn⁺²) konsantrasyonu artar. Asit şartlarda toprağa uygulanan fosforun büyük bir kısmı toprakta yüksek konsantrasyonda bulunan demir ve alüminyumla birleşerek alınamaz hale geçebilir.



Toprak asitliliğinin artışına paralel olarak toprakta oluşan alüminyum hidroksit ve demir hidroksitler de koloidal bir özellik göstererek fosforu adsorbe edebilirler.



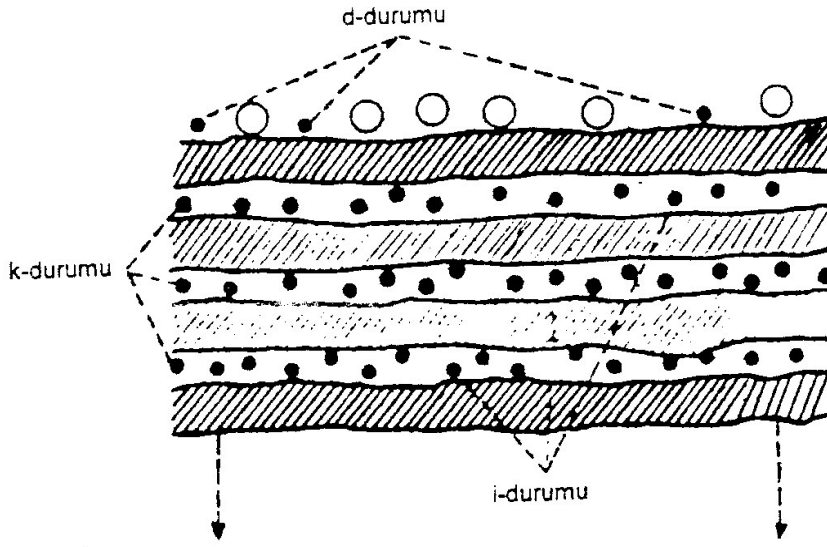
Yukarıda formülize edilmiş mekanizmaya benzer şekilde toprak asitliğine bağlı olarak silikatlarda (kil minerallerinde) mevcut (OH) hidroksil iyonları ile fosfat (H_2PO_4) iyonları yer değiştirmek sureti ile fosfor adsorpsiyonu meydana gelebilmektedir.

1.6.3. Potasyumlu Gübrelerin Etkinliği

Toprağa doğrudan katı formda uygulanan potasyumlu gübrelerin elverişliliği üzerine topraktaki kil minerallerinin cinsi ve % miktarı, toprak rutubeti (toprağın kuruması ve ıslanması), toprağın organik madde miktarı, uygulanan azotlu gübrenin formu ($\text{NH}_4\text{-N}$), toprak sıcaklığı (toprağın donması ve çözünmesi) ve toprağın pH değeri etkili olmaktadır.

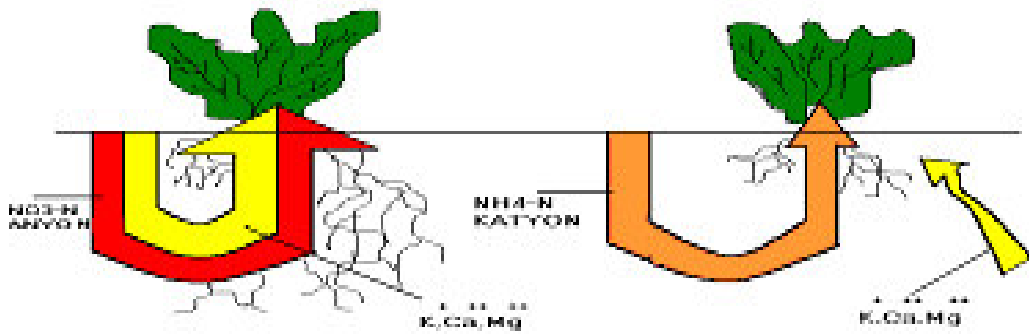
Bitki tarafından, bitkinin kök gelişme ortamından potasyum iyonu (K^+) halinde alınır. Gübre olarak verilen potasyumun veya daha önce toprak kolloidleri (kil-organik madde) tarafından tutulmuş olan potasyumun alınımlar oranı, toprak solusyonunda iyon (K^+) haline geçmiş olan potasyumun kil minerallerinde tutulma yerine göre (kil tipine bağlı olarak) değişir. Bitkiler toprak çözeltisindeki potasyumu almak sureti ile toprak çözeltisinde azalan potasyumun yerine kil mineralleri tarafından tutulmuş değişebilir potasyum tekrar toprak solusyonuna geçerek bitkiler için yararlı hale gelir.

Topraklarda potasyum Şekil 7’de gösterildiği gibi farklı konumlarda tutulur (Mengel ve Header, 1973). Farklı konumlarda tutulan potasyumun serbest bırakılması (toprak solusyonuna geçmesi), potasyumun kil mineralleri tarafından tutulma yerlerine bağlı olarak değişir. Bitkiler tarafından en kolay bir şekilde yararlanılabilir halde olan potasyum kil minerallerinin yüzeyinde tutulan potasyum iyonudur. İkinci derecede ise kil mineralleri köşelerinde tutulan potasyum yararlı hale geçer. Kil minerallerinin kristal tabaka aralarındaki boşluklara giren K^+ iyonu kil minerallerindeki suyun kaybolması nedeni ile potasyum sıkı bir şekilde tutulur (fiske olur). Bu potasyumdan bitkinin yararlanması az olur.



ŞEKİL 7: Potasyumun Toprakta Kil Minerallerine Farklı Konumda Bağlanması

Yağış veya sulama suyu ile topraktan potasyumun yıkanıp uzaklaşması az olmaktadır. Ancak tek tabakalı kil minerali olan kaolen'in hakim olduğu ve çok kumlu topraklarda potasyumun tutulma oranı diğer kil minerallerine oranla daha az olması nedeni ile az da olsa potasyum yıkanması olur. Bu gibi durumlarda potasyumun bölünerek birkaç kısım halinde verilmesi yararlı olur. Ancak sera şartlarında kullanılan damla sulama yöntemi ile böyle bir yıkanma olayı olmaz. Potasyumlu gübre formlarının (K_2SO_4 , KCl , KNO_3 ve KH_2PO_4 gibi) bitkilerin gelişmesi, verimi ve bazı kalite özelliklerine etkileri farklı olmaktadır. Tuzluluğa hassas olan sera bitkilerinde klor ihtiva etmeyen gübreler kullanılmalıdır. Nitekim damla sulama sisteminde kullanılan gübrelerin klor ihtiva etmemesi arzu edilir. Potasyumun yanında bulunan anyonun bazı elementlerin alınmasını arttırdığı yapılan araştırmalardan bilinmektedir. Toprağa uygulanan potasyumun nitrat formunda uygulanması, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin alınmasını arttırmaktadır (Şekil 8).



ŞEKİL 8: Nitrat ve amonyum formundaki azotun, + elektrik yüklü element alınımına etkisi

1.6.4. Gübreleme Yöntemleri

Kültür bitkilerinin beslenmesinde kullanılan gübrenin miktar ve formunun yanında gübre uygulama şeklinin de önemi vardır. Gübreleme yönteminin belirlenmesinde toprağın verimlilik durumunun yanında bitki üretim sistemi ve sulama yöntemi önem taşımaktadır. Ülkemizde uygulanan başlıca gübreleme yöntemleri aşağıdaki gibidir.

Serpme usulü gübreleme: Küçük alanlarda elle, geniş alanlarda makine ile tüm toprak alanına gübre serpilerek yapılan bir işlemdir. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedenleri aşağıdaki gibidir.

- Toprağın verimliliği homojen ise,
- Sık bitki ekim-dikimi yapılıyorsa,
- Bitkinin kılcal kök sistemi toprağın tüm alanına yayılmış ise,
- Toprakta fosfor ve potasyum fiksasyon oranı az ise,
- Kısa zamanda geniş bir alanda gübreleme yapılacaksa,
- Birim alana verilecek gübre miktarı fazla ise,
- Gübre fiyatı ucuz ise,

Serpme usulü gübreler, toprağın yüzeyine uygulanır. Toprağın bünyesi ve yetiştirilen bitkinin kılcal kök derinliği ve gübrelerin toprakta hareketi dikkate alınarak serpilerek gübreler toprağa karıştırılır. Sera yetiştiriciliğinde serada bitki yok iken veya yeni sera kurulmuş ise toprağın verimliliğini arttırmak amacı ile bu yöntemle gübre uygulanabilir.

Bant (çizi) usulü gübreleme: Serpme yönteminin tercihinde belirtilen nedenlerin tersi olan şartlar mevcut ise bant usulü gübreleme uygulamak gerekmektedir. Özellikle sıra arası mesafesi fazla olan bitki yetiştirme tekniklerinde gübreler bitki yetiştirme sırasının sağına ve soluna ve bazı durumlarda hem sağ ve hemde sol kısmına bant halinde gübre toprağın belirli derinliğine uygulanır. Seracılıkta karık usulü sulamada bu yöntemle gübre uygulaması yaygın olarak yapılmaktadır. Gübreler fide köklerinin 5-6 cm sağına-soluna ve 5-6 cm aşağısına gelecek şekilde uygulanmalıdır.

Ocak-küme usulü gübreleme: Özellikle çok yıllık meyve ağaçlarının ve zaman zaman seralarda karık usulü sulamada gül yetiştiriciliğinde uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemle gübreler, bitkinin taç izdüşümüne ve sulama tavası içine açılan çepeçevre banda uygulanır ve gübrelerin üzeri toprakla kapatılır. Bu yöntemle dikkat edilmesi gereken husus gübrelerin doğrudan bitkinin kılcal kökü ile temas etmemesidir. Açılan bandın genişliği ve derinliği bitkinin kılcal kök sistemi ve derinliğine göre değişmektedir.

Yağmurlama sistemi ile gübreleme: Daha çok açıkta tarla-bahçe tarımında sulamanın yağmurlama şeklinde yapılması durumunda kullanılan bir yöntemdir. Özellikle ikinci ve üçüncü kısım halinde uygulanan gübreler bazı üreticiler tarafından yağmurlama sistemine monte edilen bir gübreleme ünitesi ile yağmurlama sulama ile uygulanmaktadır. Bu yöntemle uygulanacak gübrelerin suda erime oranlarının yüksek ve tuzluluk indeksinin az olması gerekir. Bu şekilde gübrenin bir kısmı bitkilerin yaprakları tarafından da alınabilmektedir. Bu yöntemle gübreler günün sıcak saatlerinde uygulanmamalıdır.

Yapraktan gübreleme: Bitkilerin bazı hallerde ve özellikle mikro element noksanlıklarının kısa sürede giderilmesi amacı ile yapraktan gübreleme yapılmaktadır. Bitkilerin besin ihtiyaçlarının tamamı hiçbir zaman yapraktan karşılanamaz. Yapraktan gübrelemeyi gerektiren nedenler olarak;

- Eksikliği görülen elementin noksanlığının giderilmesi topraktan uygulama ile giderilemiyorsa,
- Toprakta uygulama, uygulanan element çok kısa sürede toprak özelliklerinin etkisi ile alınmaz hale dönüşüyorsa,
- Toprakta uygulamadan sonra sulama yapılamayacak ise,
- Gelişme dönemi olarak topraktan uygulama zamanı geçmiş ise,
- Birim alana veya ağaç başına uygulanacak gübre miktarı çok az ise,
- Toprakta uygulama yüksek maliyet getiriyorsa, eksikliği görülen element veya elementler yaprakta uygulanır.

Yaprak gübresi uygulanırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

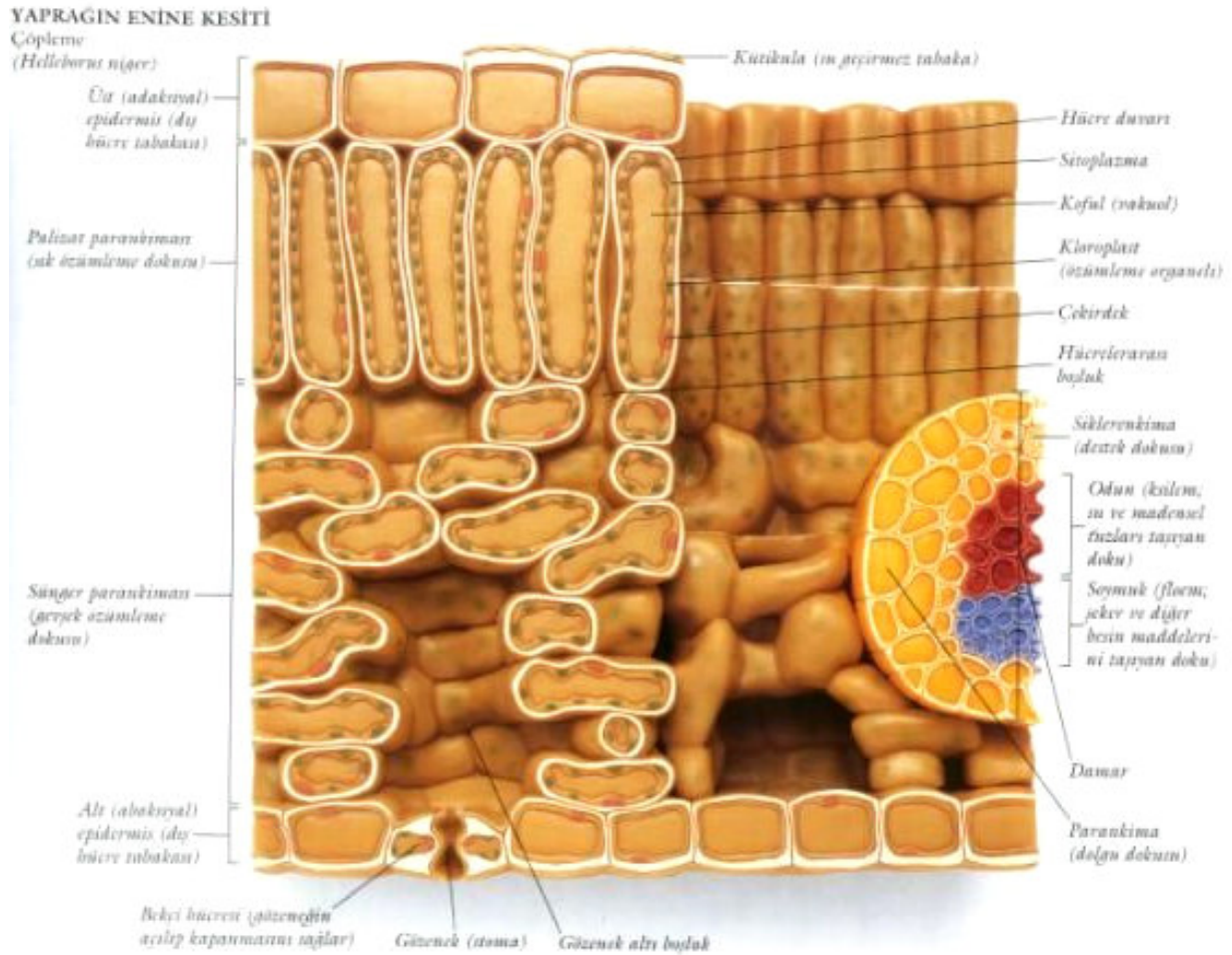
- Sabah erken, akşamüzeri veya gece uygulama yapılmalı (stomaların kapalı olduğu saatler),
- Gün ortasında, havanın çok sıcak ve kurak olduğu dönemde uygulama yapılmamalı,
- Rüzgârlı havalarda uygulama yapılmamalı,
- Yapraktan uygulama sulamalardan birkaç gün sonra uygulanmalı,
- Zirai ilaçlarla birlikte uygulama yapılacaksa (kalsiyumlu gübreler hariç) önce mineral gübreler eritilmeli sonra zirai ilaç ilave edilmelidir,
- Sıvı hale getirilmiş bazı yaprak gübreleri mineral gübrelerin asitte eritilmesi ile üretilmiş olabilir. Bu durumda uygulanabilir eriyik haline getirilmiş sıvının pH değeri 6'dan daha düşük olmamalıdır,
- Uygulama belirli aralıklarla (10-15 gün) 2-3 kez yapılmalıdır,
- Uygulama ekipmanları uygulamaya başlamadan ve uygulamadan sonra iyice yıkanmalıdır,
- Uygulama ekipmanının meme çapları çok küçük (pülverize yapacak şekilde) olmalı, iri çaplı eriyik danecikleri yaprak yüzeyinden kısa sürede akıp gidebilir. İri eriyik daneleri gündüzleri güneş ışığı ile mercek vazifesi görerek yapraklarda yanıklık meydana getirebilir.(bu nedenle gece uygulaması daha iyidir).
- Makro elementlerde element konsantrasyonu uygulama eriyiğinde % 1-2'yi, mikro elementlerde % 0.1-0.2'yi geçmemelidir.
- Yaprak gübresi yayıcı-yapıştırıcı ihtiva etmiyorsa (zirai ilaçla birlikte uygulamalar hariç) uygulama anında mutlaka yaprak gübresine ilave edilmelidir.

Çizelge 11: Yapraktan Uygulanan Besin Elementlerinin Yapraktan Alınım Hızları (Kacar ve Katkat, 1999)

Yapraktan Alınım Hızları ^x			
Çok Hızlı	Hızlı	Yavaş	Çok Yavaş
Azot	Fosfor	Çinko	Bor
Potasyum	Klor	Bakır	Magnezyum
Sodyum	Kükürt	Demir	Kalsiyum
		Molibden	

X: her grupta alınım hızı aşağıya doğru azalır

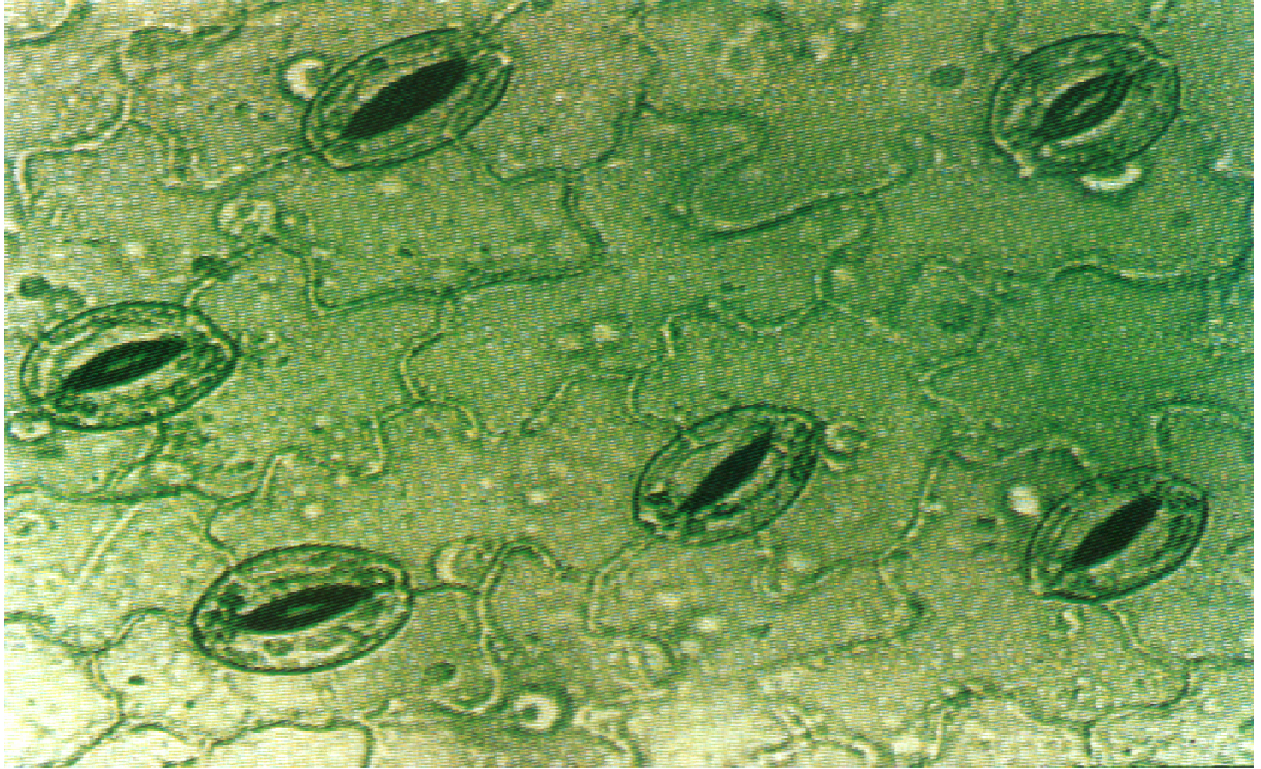
Bitkilerin yapraktan gübrenmesinde bitkinin tek veya çok yıllık oluşunun yanında, yaprağın üst ve alt yüzeylerinde bulunan kütikula tabakasının kalınlığı, bitkinin gelişme dönemi ve yaprağın yaşı önem taşımaktadır. Bitkilerin yapraklarının üst ve alt yüzeylerinde gaz alışverişi sağlayan gözenekler (stoma) bulunur (Şekil 9). Bitkilerde stoma adedi tek yıllık bitkilerde 1 mm²'de 180-200 adet iken çok yıllık bitkilerin yapraklarındaki stoma adedi tek yıllık bitkilere oranla 5-10 kat daha fazla olup 1 mm²'de 200-800 adet stoma bulunmaktadır. Stomaların açık veya kapalı olma durumu, stomaların açılıp kapanmasını sağlayan kapatma (bekçi hücreleri) hücreleri ile sağlanmaktadır. (Resim 1).



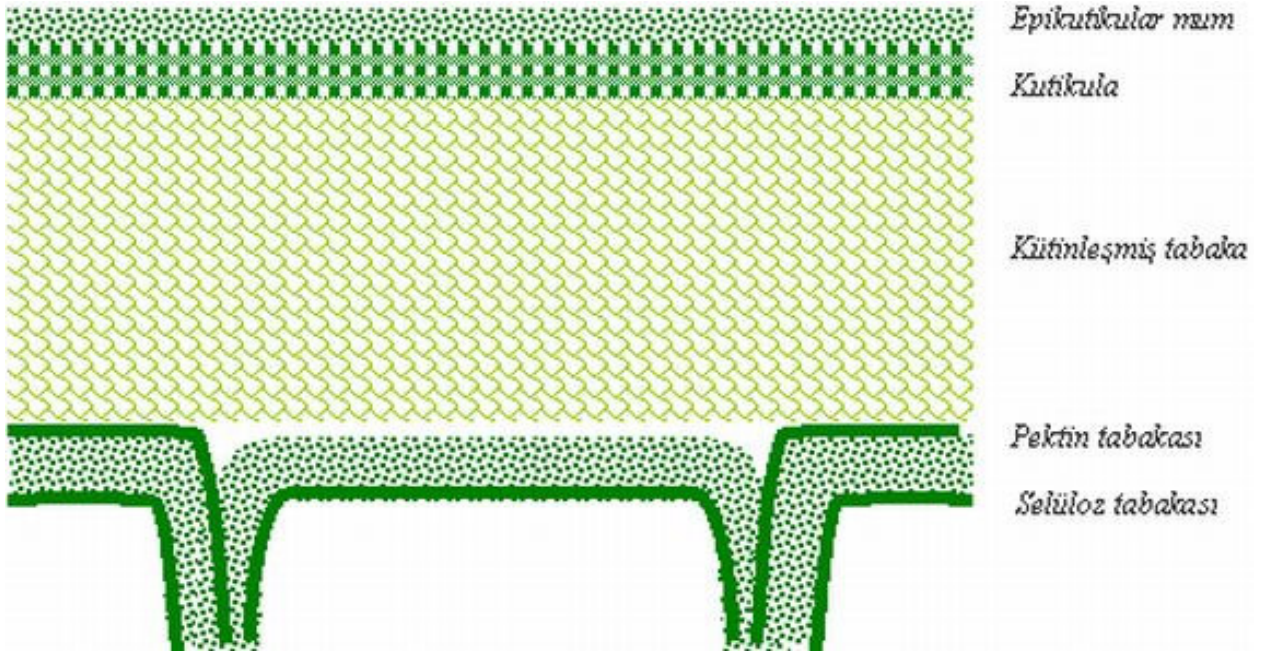
ŞEKİL 9: Bitki Yapracağının Kesiti

Stomaların açılıp kapanmasını sağlayan bekçi hücrelerinin turgor veya plazmoliz hale gelişi açılıp kapanmayı sağlar. Bu açılıp kapanma olayı enerji metabolizması (ATP) olayı ile meydana gelmekte ve bu mekanizmada potasyumun rolü önemlidir. Stomaların açık pozisyonunda kapatma hücrelerindeki potasyum iyonu (K⁺) civar hücrelere geçmekte ve böylece potasyum konsantrasyonu düşük hücrelerden potasyum ile birlikte su civardaki diğer hücrelere geçerek stomaların açılmasını sağlamaktadır. Bunu tersi durumunda civar hücrelerden kapatma hücrelerine potasyum ile birlikte su ozmoz yolu ile geçerek kapatma hücrelerinin turgor haline gelmesini sağlayarak stomaların kapanmasını sağlar. Bu mekanizma yolu ile yapraktan besin maddesi alınımı pek fazla olmaz, ancak stomaların açık

veya kapalı konumda oluşu yapraktaki su miktarını etkilemesi nedeni ile yaprak yüzeyine uygulanan gübrelerin yaprak yüzeyinden yaprak içine geçmesine etki edebilir.



ŞEKİL 10: Stomaların Yaprak Yüzeyinde Görünümü



ŞEKİL 11: Kütikula'nın Şematik Yapısı

Şekil 11'dan da görülebileceği gibi yaprak yüzeyinde bulunan kütikula tabakası aslında geçirgen olmayan tabakadır. Bu tabaka içinde çapı genellikle 1 mm'den küçük ve çok sayıda hidrofilik boşluklar bulunmaktadır. Yaprak yüzeyine uygulanan besin elementlerinden çapı küçük olanlar bu boşluklardan kolaylıkla yaprağın diğer kısımlarına geçebilir. Örnek olarak üre molekülünün çapı bu boşlukların çapından küçük olduğu için ve iyonsal güce sahip olmadığından kolaylıkla bitkiler tarafından yapraktan alınırken diğer mineral elementlerin ve özellikle kleyt tipinde olanların alınması daha uzun süre almaktadır. Katyonların yapraktan alınımı anyonlara oranla biraz daha hızlı olmaktadır. Bunun başlıca nedeni bu hidrofilik karakterli boşluklarda (kanallar) negatif (-) elektrik yükünün bulunmasındandır. Böylece katyonların geçişi anyonlara oranla daha düzenli bir şekilde olur.

Damla sulama ile gübreleme (Fertigasyon): Açıkta ve sera şartlarında yetiştirilen kültür bitkilerinin en doğru bir şekilde sulanmasında kullanılan damla sulama sistemi ile gübreleme "Fertigasyon" adı verilmektedir (Çolakoğlu, 1990). Bitkiler gelişme dönemi boyunca kökleri vasıtası ile ortamdan su ve su içinde çözülmüş bulunan bitki besin maddelerini iyon formunda (+ -) alırlar. Damla sulama ile birlikte suda kolay çözünür mineral gübrelerin verilmesi bitkinin su tüketim ve sulama programına bağlıdır. Bu nedenle bitkinin gelişme dönemleri dikkate alınarak damla sulama ile gübreleme programları yapılmalıdır. Modern tarım tekniklerinin uygulandığı seracılık işletmelerinde, meyve bahçelerinde ve açıkta yapılan sebze üretiminde sulama programına bağlı olarak gübreleme programları geliştirilmiştir. Bazı işletmelerde bilgisayar destekli sulama-gübreleme "Fertigasyon" programları kullanılarak üretim yapılmaktadır. Damla sulama ile gübreleme programlarının yapılmasında aşağıda belirtilen hususların göz önünde tutulmasında yarar vardır.

- Sulama suyunun kalitesi
- Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri
- Birim alandan alınacak ürün miktarı
- Pazarlamaya uygun hasad dönemleri
- Bitkinin gelişme dönemlerine göre besin maddesi ihtiyaçları
- İklim özellikleri(özellikle açıkta yetiştiricilikte)
- Damla sulamada kullanılacak mineral gübrelerin nitelikleri
- Organik gübreleme yapılıp yapılmadığı
- Gübre maliyeti yönünden ve yetiştirme tekniği özelliği olarak temel gübreleme (toprak altı gübreleme) yapılıp yapılmadığı
- Bitki yetiştirme teknikleri ve kültürel uygulamalar
- Damla sulamanın homojen bir şekilde yapılıp yapılmadığı

Damla sulama ile gübrelemede sulama suyunun kalite özelliklerinin öncelikle bilinmesinde yarar vardır. Sera veya örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan sulama sularında Çizelge 12'de verilen su kalitesi analizleri ve hesaplamaları yapılmalıdır.

Çizelge 12: Sulama Suyunda Yapılması Gereken Analizler

pH
EC

Katyonlar

Ca⁺⁺
Mg⁺⁺
Na⁺
K⁺
NH₄⁺
Mikro elementler
Ağır metaller

Anyonlar

Cl⁻
NO₃⁻
HCO₃⁻
CO₃⁻²
B⁻
SO₄⁻²

Hesaplamalar

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} \quad \text{me/l}$$

SAR: Sodyum Adsorbsiyon oranı

$$\text{SSP} = \frac{\text{Na}}{\text{Katyon Top.}} \times 100 \quad \text{me/l}$$

SSP= Eriyebilir sodyum %'si

$$\text{RSC} = (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{CO}_3^{-} + \text{HCO}_3^{-}) \quad \text{me/l}$$

RSC= Bakiye sodyum karbonat miktarı

Özellikle sera şartlarında açıkta yetiştiricilikte olduğu gibi yağış ve sulama ile yıkanma olayı olmadığı için ve damla sulama ile suyun toprağın belirli bir bölgesine (derinliğine) verilmesi nedeni ile sulama suyunun kalitesi büyük önem taşır. Sulama suyu kalitesinde tuz değeri (E.C) 1-1.5 mS'den büyük olması durumunda damla sulamada tuzluluk yönünden büyük problemle karşılaşılır. Bunun nedeni ise damla sulama sisteminde kullanılan mineral gübrelerin tuzluluk indeksleri her ne kadar diğer klasik (toprakta uygulanan) gübrelere oranla daha az olsa bile suda çözünme oranlarının yüksek olması nedeni ile sulama suyunun elektriği geçirgenlik (E.C) değerini yükseltir. Sulama suyu kalite belirlenmesinde E.C, Bor, Cl ve % Na miktarı çok önemlidir. Bu ölçümlere ait sınıflandırma Çizelge 'de verilmiştir.

Çizelge 13: Sulama Suyunun Önemli Kalite Özellikleri

Su kalitesi kriterleri					
Su kalitesi sınıfı	Elektriki geçirgenlik (mmho cm ⁻¹ 25° C)	Top. Çözünür tuz (ppm)	% Na (top. Çöz. tuz)	Bor (ppm)	Klor (me/l)
Çok iyi	<0.25	<175	<20	<0.33	<0.5
İyi	0.25-0.75	175-525	20-40	0.33-0.67	0.5-1.25
Orta	0.75-2.0	525-1400	40-60	0.67-1.00	1.25-2.5
Kötü	2.0-3.0	1400-2100	60-80	1.00-1.25	2.5-5.0
Çok kötü	>3.0	>2100	>80	>1.25	>5.0

Sulama suyunun kalite özelliklerinden pH değerinin de yüksek olmaması arzu edilir. Damla sulamada kullanılan gübrelerin bir kısmı sulama suyunun pH değerini azaltma özelliğine sahip iken, bir kısım gübreler ise suyun pH değerini yükseltirler. Bu konularda açıklayıcı bilgiler daha sonra verilecektir.

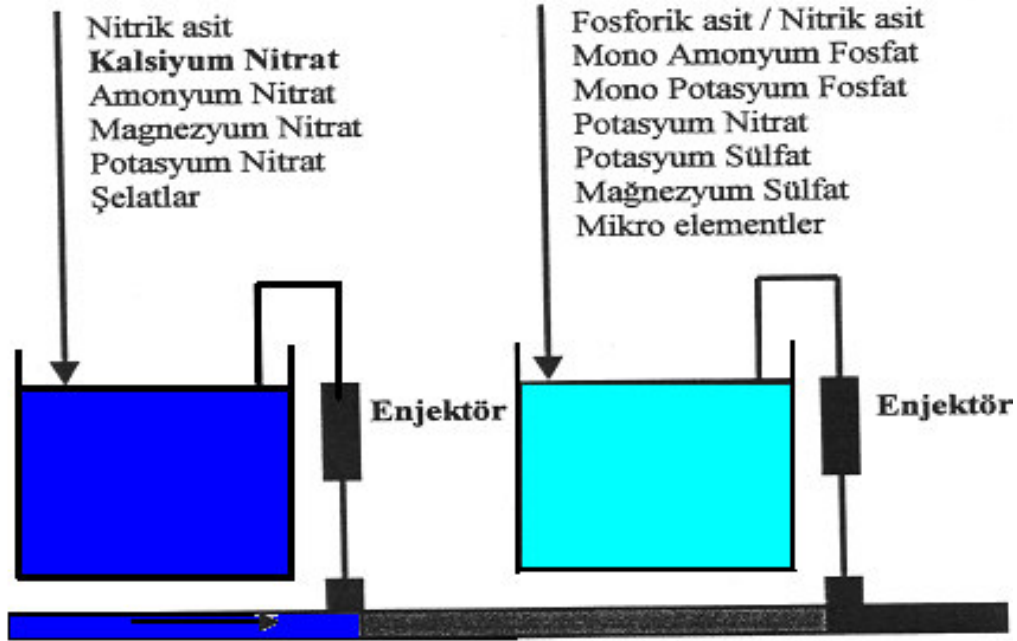
Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, birim alana uygulanacak gübre miktarına etki edebildiği gibi özellikle toprağın bünye özelliği ve su tutma kapasitesi, sulama aralığına ve dolayısı ile uygulanacak gübre cinsine ve miktarına etkili olabilmektedir. Birim alandan alınan ürün miktarı ve pazarlama değeri bakımından hasat dönemleri gübreleme programlarının yapılmasında dikkate alınmalıdır. Sera yetiştiriciliğinde ısıtma yapıp yapılmadığı, sera örtüsünün cam veya polyetilen oluşu özellikle azotlu gübre bakımından önem taşımaktadır. Isıtılmayan seralarda soğuk mevsimlerde azotlu gübre kullanımında

dikkatli olmak gerekir. Dengesiz bir şekilde azotlu gübre uygulaması bitkilerin soğuktan zarar görmesine neden olabilir.

Sera yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde organik gübre kullanımı yapılmaktadır. Kullanılan organik gübrelerin miktar ve çeşidine göre belirli bir zaman süreci içinde toprağa yayarışlı formda bitki besin elementlerini verebilmektedir. Toprak analizlerine dayalı olarak yapılan gübre tavsiyelerinde kullanılan organik gübre miktarı ve niteliği dikkate alınmalıdır. Özellikle açıkta yapılan yetiştiricilikte tohum ekimi veya fide dikim öncesi (çok yıllık bitkilerde çiçeklenme öncesi), bitkinin ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve potasyumun bir kısmı klasik gübreler halinde temel gübre (toprak altı gübresi) olarak kullanılması gerekmektedir. Klasik gübrelerin birim etkili madde miktarı, damla sulama ile kullanılan gübrelere oranla daha ucuz olması nedeni ile gübreleme maliyetine etkili olabilmektedir. Bu durum özellikle yeni tesis edilmiş olan (2-3 yıl) seralarda dikkate alınmalıdır.

Damla sulama ile birlikte kullanılan gübrelerin sadece etkili madde miktarı bakımından fertigasyona uygunluğu yeterli değildir. Damla sulamada kullanılacak gübrelerin suda çözünme (erime) oranları, katkı-dolgu maddesi, kaplama maddesi ihtiva edip etmemesi, suda çözüldüğü zaman sulama suyunun pH ve EC değerlerine etkisi ve diğer gübrelerle karışabilme özelliği gibi özellikleri göz önünde bulundurmak gerekir. Çizelge 14'te damla sulamada kullanılan gübrelerin suda çözünme oranları ve Çizelge 15'te ise gübrelerin birbirleri ile karışabilme özellikleri nedeni ile damla sulama sisteminde özellikle fosforlu gübrelere ile kalsiyumlu ve sülfatlı gübreler bir arada eritilmezler. Bu nedenle damla sulama sisteminde en az iki gübre deposu bulunmalıdır.

Kalsiyum Nitratın Diğer Eriyebilir Gübrelere Karışma durumu



* Kalsiyum nitrat fosfor ve sülfat içeren gübrelere karışamaz

ŞEKİL 12.

Çizelge 14: Damla Sulamada Kullanılan Klor İhtiva Etmeyen Gübrelere Farklı Sıcaklıklarda Çözünme (Erime) Oranı

Gübreler							Çözünürlük g/litre Su		
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O		10°C	20°C	30°C
Üre	46		0		0		450	510	570
Amonyum Nitrat	33.5		0		0		610	660	710
Amonyum Sülfat	20		0		0		420	430	440
Kalsiyum Nitrat	15.5		0		0	26.5 CaO	950	1200	1500
Mono Amonyum Fosfat	12	26.6	61		0		290	370	460
Mono Potasyum Fosfat	0	26.6	52	28	34		180	230	290
Multi-K (Potasyum Nitrat)	13		0	38	46		210	310	450
Multi-K + Mg	12		0	35.6	43	2 MgO	230	320	460
Multi-NPK	12		2	36.5	44		210	330	480
Magnisal (Mg- Nitrat)	10.8		0		0	15.8 MgO	2200	2400	2700
Magnezyum Sülfat	0		0		0	16 MgO	620	710	810
Potasyum Sülfat	0		0	41.5	50		80	100	110

Çizelge 15: Klor İhtiva Etmeyen Gübrelere Çözünürlük Durumunda Karışabilirliği

Klor ihtiva etmeyen gübrelere çözünürlük durumunda karışabilirliği										
Eriyebilir gübreler	Üre	AN	CN	PA	MAP	MKP	PN	N+Mg	MgS	SOP
Üre (ure)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Amonyum nitrat (AN)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Kalsiyum nitrat (CN)	C	C	X	X	X	X	C	C	C	L
Fosforik asit (PA)	C	C	X	C	C	C	C	X	X	C
Mono amonyum fosfat (MAP)	C	C	X	C	C	C	C	X	X	C
Mono potasyum fosfat (MKP)	C	C	X	C	C	C	C	X	X	C
Potasyum nitrat (PN)	C	C	C	C	C	C	C	C	L	C
Magnisal (N+Mg)	C	C	C	X	X	X	C	C	C	C
Magnezyum sülfat (MgS)	C	C	C	X	X	X	L	C	C	C
Potasyum sülfat (SOP)	C	C	L	C	C	C	C	C	C	C

C- Karışabilir L- Sınırlı karışabilir X- Karıştırmamaz

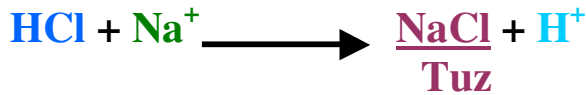
Damla sulama sisteminde çeşitli nedenlerle tıkanmalar meydana gelebilir ve damla sistemi borularının randımanı azalır ve bazı damlatıcılar tıkanarak homojen bir sulama ve gübreleme yapılamaz. Tıkanma nedenlerinin başında sulama suyunun yüksek oranda ince kil parçalarını ihtiva etmesi, özellikle sulama suyu havuzlarında alg-yosun bulunması, katkı-dolgu maddesi ihtiva eden gübrelerin kullanılması, sulama sularının yüksek oranda kalsiyum ihtiva etmesi gibi nedenler sayılabilir. Tıkanmanın meydana gelebildiği bu gibi durumlarda gerek tıkanmaları açmak gerekse tıkanmaları engellemek ve mevsim sonunda damla borularını temizlemek için asit kullanmak gerekmektedir. Hangi asidin kullanılması gerektiği aşağıdaki kimyasal eşitliklerde gösterilmiştir.

Damla sulama sisteminde meydana gelen tıkanmaları açmak veya sulama sularının pH değerini azaltmak amacı ile hidroklorik asit (HCl), sülfürik asit (H₂SO₄), fosforik asit (H₃PO₄), nitrik asit (HNO₃) kullanılabilir. Ancak, sulama suyunun kalitesi (suda bulunan kalsiyum ve bikarbonat miktarı), toprağın özellikle değişebilir sodyum miktarı ve yetiştirilen bitkinin pH isteği dikkate alınarak hangi asidin ne miktarda kullanılması gerektiği dikkate alınmalıdır.

Damla Sulama Sistemlerinde Tıkanlıkların Açılması

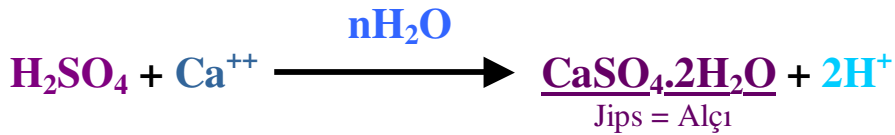
Damla Sulama Sisteminde Tıkanmaları Açmak İçin Kullanılacak Asitlerin Belirlenmesi

1- Hidroklorik Asit (Tuz Asidi)



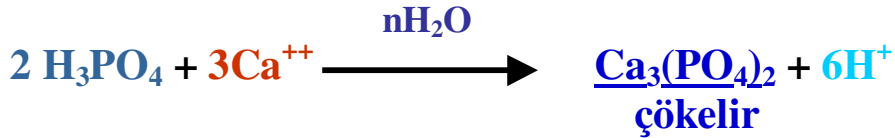
Tuzluluk meydana getirir.

2- Sülfürik Asit



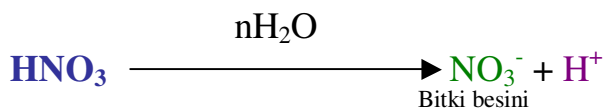
Tıkanma meydana getirir.

3- Fosforik Asit



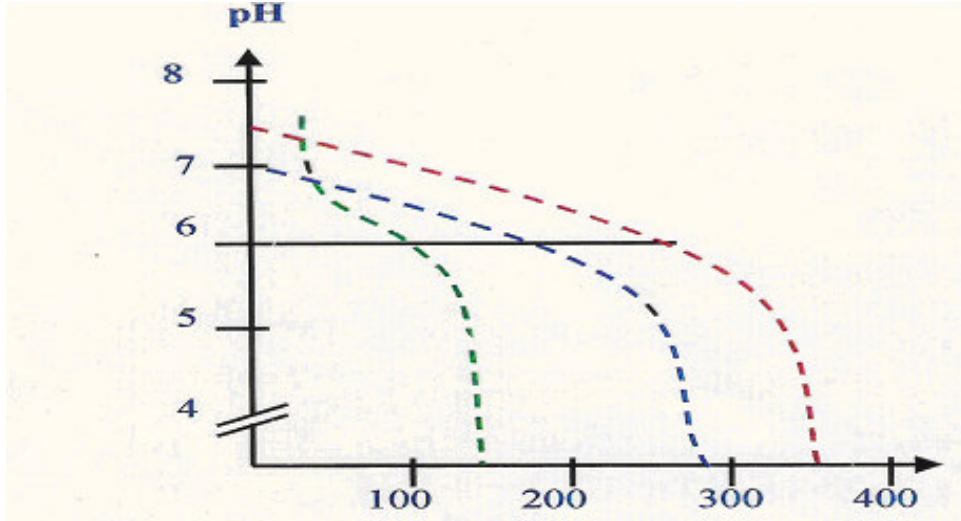
Tıkanma meydana getirebilir.

4. Nitrik asit



Tıkanma meydana gelmez.

Yukarıda verilen kimyasal eşitliklerden hidroklorik asit ve sülfürik asidin ülkemiz toprak şartlarında kullanılmaması gerektiği görülmektedir. Fosforik asit ve nitrik asit damla sulama sisteminde hem sulama suyunun pH değerinin azaltılmasında ve hemde damla borularında meydana gelen tıkanmaların açılmasında kullanılabilir. Bu iki asitten birinin tercihinde sulama suyunun kalitesi ve verilecek bitki besin elementlerinin bitkinin gelişme dönemine göre verilme durumu etkili olmaktadır. Aşağıda verilen şekilde pH değerleri birbirine yakın üç farklı sulama suyunun (kalsiyum ve bikarbonat miktarları farklı) pH değerinin azaltılmasında kullanılması gereken nitrik asit miktarı titrasyon yapmak sureti ile bulunmuştur (Şekil 11).



cm³ % 60 HNO₃ /1000 lt su

ŞEKİL 13: Farklı Miktarlarda Kalsiyum Eşdeğeri Karbonat ve Bikarbonat İhtiva Eden (151 mg/l, 286 mg/l, 396 mg/l) sulama sularının pH değerlerinin azaltılması için kullanılacak konsantre nitrik asit miktarları verilmiştir.

Şekil 13'de gösterilen işlemi yapmak için bir litre sulama suyu alınır, daha önce hazırlanan 0.1 N HNO₃ ile pH değeri ölçülmüş olan sulama suyunun pH değeri istenilen pH değerine getirilir. Bir litre su için sarfedilen 0.1 N HNO₃ miktarı bir ton (M³) su için konsantre nitrik asit (veya fosforik asit) olarak hesaplanır. Damla sulama sisteminin debisi (damla kapasitesi) ve sulama müddeti (saat) dikkate alınarak bir sulama gününde kullanılması gereken nitrik asit miktarı belirlenir. Benzer işlem fosforik asit ile de yapılabilir. Fosforik asidin kullanılıp kullanılmaması veya ekonomik olup olmaması aşağıda verilen Çizelge 16'dan da görülebilir. Çizelge 16'de verilen miktarlar 100 ton sulama suyu kullanımında verilecek asit miktarlarıdır.

Çizelge 16: Sulama Suyunun pH Değerinin Azaltılmasında Kullanılacak Nitrik Asit ve Fosforik Asit Miktarları (Bir ton stok solüsyon, 1/100 oranında sulandırılarak kullanılır)

Sulama suyunda bikarbonat miktarı (ppm)	Nötralize edilecek bikarbonat (ppm)	% 62 HNO ₃ litre	%83 Fosforik asit litre
50	-	-	-
100	50	6.8	7.6
150	100	13.6	15.2
200	150	20.4	22.8
250	200	27.2	30.4
300	250	34.0	38.0

Sulama suyunun pH değerinin azaltılmasında sadece ekonomik nedenler etkili olmayıp, bitkinin gelişme dönemi itibarı ile ihtiyaç duyduğu azot ve fosfor miktarı da önemlidir. Aşağıdaki Çizelgeden de görülebileceği gibi damla sulama sisteminde en çok kullanılan iki asidin ihtiva ettiği besin maddesi miktarları etkili madde (N ve P₂O₅) olarak verilmiştir. Kullanılan asit miktarları dikkate alınarak yapılacak gübrelemede asit ile verilen besin maddesi miktarları dikkate alınmalıdır. PH azaltılmasında nitrik asidin genellikle tercih edilmesinin nedeni, sulama suyunda bulunan katyonlarla bir bileşik meydana getirmemesi ve aynı zamanda kuvvetli bir organik madde parçalayıcısı olması nedeni ile alg-yosun gibi organik materyallerin parçalanmasını sağlamasıdır.

Çizelge 17: Fertigation, NFT ve Topraksız Ortamda Kullanılan Asitlerin (gübrelerin) Özellikleri

Sıvı Gübreler	N:P:K	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	Yoğunluğu kg/litre	Etkili madde g/lkg	1 litre / kg
Fosforik asit %100	0-32-0	0-72-0			
Fosforik asit %85	0-27-0	0-61-0	1.68	360 g P ₂ O ₅	1.02 kg P ₂ O ₅
Fosforik asit %75	0-20-0	0-54-0	1.57	340 g P ₂ O ₅	0.84 kg P ₂ O ₅
Nitrikasit %100	22-0-0	22-0-0			
Nitrikasit %60	13-0-0	13-0-0	1.36	95 g N	0.17 kg N

Asitlerden ileri gelen besin maddesi miktarlarını hesaplamak için aşağıda verilen eşitlik kullanılır.

$$\text{Kullanılan asit hacmi (ml)} \times \text{yoğunluğu} \times \frac{\text{asidin \% si}}{100} \times \text{faktör}$$

Bu formülü iki asit için örnek hesaplama yaparak verelim.

Örnek 1: 100 ml % 70'lik nitrik sit / 1 ton su için kullanalım.

$$\text{Yoğunluk} = 1.381 \text{ g/ml}$$

$$\text{Yüzdesi} = \% 70$$

$$\text{Faktör} = 0.222, \text{ bu veriler eşitlikte yerine koyulunca;}$$

$$100 \times 1.381 \times \frac{70}{100} \times 0.222 = 21.46 \text{ gr N (63,1 gr \% 34 N amonyum nitrat gübresi).}$$

Seramıza bugün 10 ton su verdiğimizde % 34'lük amonyum nitrat gübresini 631 gr kadar az kullanmamız gerekir.

Benzer hesaplamayı % 75'lik fosforik asit ile hesaplayalım.

$$\text{Kullanılan asit miktarı} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{Yoğunluk} = 1.579 \text{ g/ml}$$

$$\text{Yüzdesi} = \% 70$$

$$\text{Faktör} = 0.316,$$

Bu veriler yukarıda verilen eşitlikte yerine koyulduğunda, bir ton su ile 37.42 gr P (86 gr P₂O₅) verilmiş olur. Bu miktar fosfor gübre olarak en çok kullanılan MAP gübresi olarak hesaplandığında 141 gr MAP gübresine eşdeğerdir. Bir günde 10 ton su verilmiş ise kullanılacak MAP gübresini 1.410 kg azaltmak gerekir.

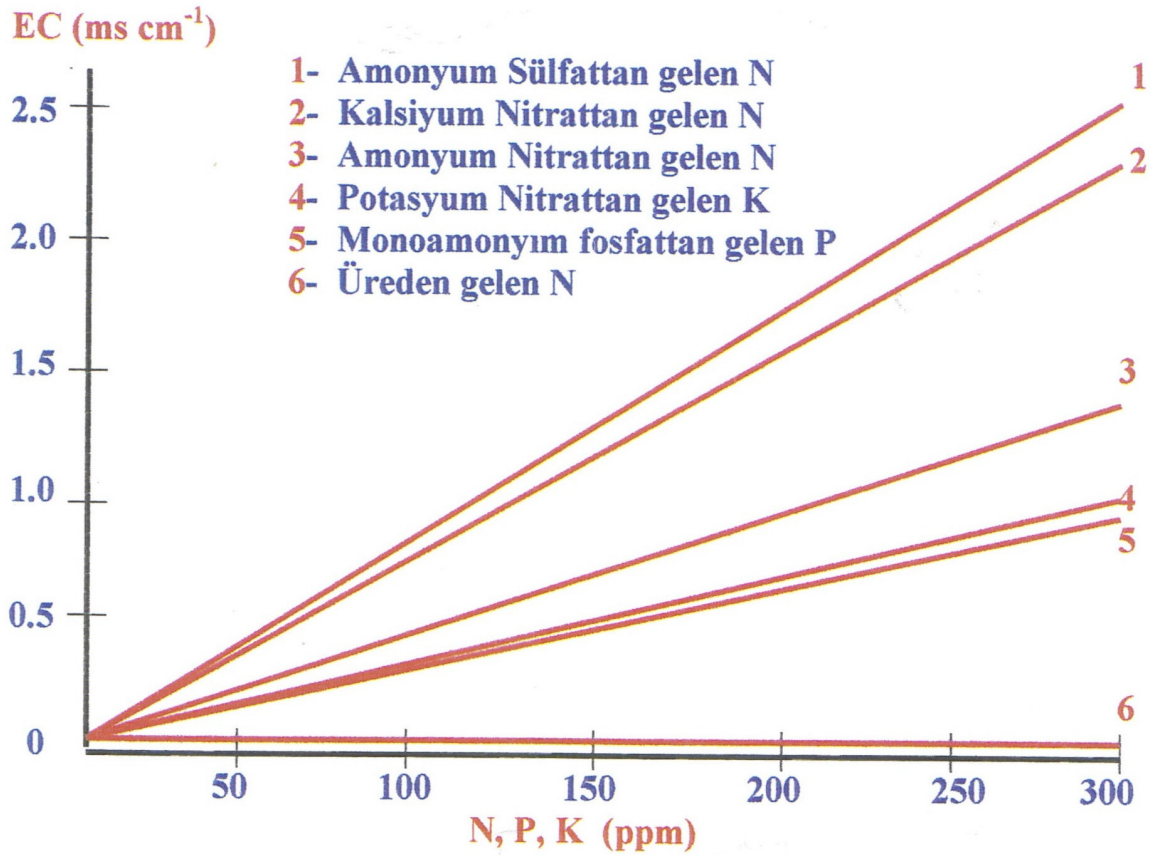
Tarımda kullanılan mineral gübreler kimyasal yönden bir tuz yapısındadır. Damla sulamada kullanılan suda kolay eriyebilir gübrelerde aynı yapıya sahiptirler. Bazı gübrelerin tuzluluk indeksleri ve damla sulamada kullanılan gübrelerin tuzluluk değerleri (EC) daha önce çizelge halinde verilmiştir. Serada toprakta yapılan yetiştiricilikte toprakta tuzluluğu meydana getiren elementlerin su ile yıkanma yolu ile toprağın derinliklerine doğru (bitkinin kök derinliğinden daha derine) yıkanma imkanı olmadığı için tuzluluk indeksi düşük olan gübrelerin tercih edilmesi gerekir. Bu durum fide dikiminden önce uygulanan gübrelerde olduğu gibi damla sulama ile verilenler içinde geçerlidir. Bunu yanında seralarda yetiştirilen bitkilerin genellikle tuzluluğa hassas olmaları, damla sulama ile su ve gübrelerin belirli toprak derinliğine ve belirli toprak hacmi ile temas etmeleri nedeni ile, damla halinde verilen gübreli suyun EC değerlerinin zaman zaman ölçülmesi gerekmektedir. Ölçüm değerleri olarak 1000 mikromhos/cm 25 °C = 1 EC değeri olarak pratikte kullanılmaktadır. Damla sulama sisteminde kullanılan bazı gübrelerin pH ve EC değerleri Çizelge 18'de verilmiştir. Çizelge 18'de verilen gübrelerden bazılarının farklı konsantrasyonlarda EC değerleri Şekil 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 18: Damla Sulama Sisteminde Kullanılan Gübrelerin PH ve EC Değerleri (gram gübre/litre)

Gübre ismi	PH	E.C (ms/cm)
Monoamonyum fosfat (MAP)	4.71	0.86
Monopotasyum fosfat (MKP)	4.82	0.72
Potasyum nitrat	8.70	1.30
Potasyum nitrat ^x	5.5	1.30
Potasyum sülfat	7.32	2.05
Mağnezyum sülfat	7.10	2.70
Amonyum nitrat (%34 N)	7.05	1.45
Amonyum Sülfat	7.15	2.90
Kalsiyum nitrat	6.0 ^{xx}	1.2

X: Düşük pH'lı KNO₃

XX:%10'luk



ŞEKİL 14: Bazı Gübrelerin Farklı Miktarlarda Uygulanmasına Tuzluluk (EC) Üzerine Etkisi (Bunt, 1988)

Aşağıda örnek olarak verilen hesaplamada bir dekarlık alana verilen gübre miktarları, kullanılan su miktarının bilinmesi ve sulama suyunun EC değerinin bilinmesi durumunda gübreli sulama suyunun EC değeri teorik olarak hesaplanmıştır. Her bitkinin gelişme dönemine göre verilecek gübre miktarı değişebileceği gibi toprak yapısına bağlı olarak ta

verilecek su miktarı değişmektedir. Bu nedenle gübrelemeye başlamadan önce damla sulama ile verilen gübreli sulama suyunun EC değerinin önceden teorik olarak bilinmesinde yarar vardır.

Damla sulama ile gübre kullanımında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise, fide dikiminde verilen can suyunda fazla azot veya hiç azot bulunmamalıdır. Bunun yerine bitkinin kök sistemini geliştirici fosfor, potasyum ve çinkonun bulunması yararlıdır. Bazı ülkelerde can suyu yerine bu besinleri ihtiva eden başlangıç solüsyonu (starter solution) fide dikiminde kullanılmaktadır. Bunun için en iyi gübre MKP (monopotasyum fosfat + çinko sülfat) gübresidir.

Sulamanın yapıldığı her gün gübre verilmelidir. Bunun iki istisnası vardır. Fide dikiminden sonra veya hasattan önce yapılan 2-3 sulamada gübre vermeden sulama yapılabilir, diğer sulama günlerinin hepsinde gübre kullanmak gerekir. Bunun yapılmaması durumunda 3-4 sulamada bir gübre vermek gerekir ki, bu durum tuzluluk bakımından sakıncalıdır. Bunun yanında damla boruların ömrü bakımından sulama müddeti başında ve sonunda damla borularından sadece sulama suyu geçmeli orta dönem içinde ise gübreli su geçmelidir. Örnek olarak bir saatlik bir sulama müddetinin ilk ve son 10 dakikalarında sulama suyu ve orta kısmında kalan 40 dakikalık kısımda ise gübreli su verilmesi daha doğrudur.

2.SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TOPRAK VERİMLİLİĞİ

2. Gübrelemeye Etki Eden Etmenler

Modern tarım tekniklerinin uygulandığı örtü altı yetiştiriciliğinde üretici, birim alandan alınan ürün miktarının ve kalitesinin yüksek olması, ürünü zamanında pazara sunması durumunda kendini başarılı saymaktadır. Üreticinin başarısı yetiştirdiği bitkinin özelliklerini bilmekle (genetik faktörler) ve bitkinin yetişme ortamı ile ilgili faktörleri (dış faktörler, çevresel faktörler) iyi değerlendirmekle yüksek net gelir elde eder. Bu bölümde açıkta yapılan yetiştiricilikte de geçerli olan tüm faktörler ele alınmış ise de örtü altı yetiştiriciliği içinde bu faktörlerin büyük çoğunluğu geçerlidir. Bu nedenle gübrelemeye etki eden etmenleri bitki faktörü (genetik faktörler) ve dış etmenler (çevre faktörleri) olmak üzere iki kısımda incelemek mümkündür.

2.1. Bitki Faktörü (Genetik)

- Yetiştirilen bitkinin tek-çok yıllık olması
- Yetiştirilen bitkinin tüketilen kısmı (yaprağı, meyvesi, çiçek tablası, yumru gibi)
- Yetiştirilen bitkinin kısa-orta-uzun gelişme dönemli olması
- Yetiştirilen bitkinin kullanım şekli (taze, konserve gibi)
- Yetiştirilen bitkinin kök sistemi (aşılı fide) ve katyon değişim kapasitesi

Örtü altı yetiştiriciliğinde yetiştirilen bitkilerin büyük çoğunluğu çeşitli şartlara göre (hastalık-zararlılara, sıcaklara-soğuklara, kuraklığa, tuzluluk ve alkaliliğe ve son yıllarda bazı besin elementi noksanlıklarına) dayanıklılık kazandırmak sureti ile ıslah edilmiş hibrit çeşitlerdir. Bazı durumlarda ise özellikle toprak zararlıları ve hastalıklara karşı genetik dayanıklılığı bulunan bazı sebze cinsleri üzerine kültür formu sebzelerin aşılınması sureti ile yetiştiricilik te yapılmaktadır. Buraya kadar belirtilen özelliklerden bitkinin hangi özelliklere sahip olduğunun bilinmesi gübrelemenin başarısını arttıran en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Yetiştirilen bitkinin özellikle kılcal kök sisteminin iyi bilinmesi toprak-bitki ilişkileri bakımından sulamada ve gübrelemede başarıyı sağlar. Bitkilerin kılcal kök

sisteminin katyon değişim kapasitesi ne kadar yüksek ise besin ve su alma kapasiteleri de o derecede yüksek olur. Genellikle tek çenetli bitkilerin kök katyon değişim kapasiteleri çift çenetlilere oranla daha azdır (örnek olarak domatesin KDK si 50-52 me/100 gr kök).

2.2. Dış Etmenler

Bitkinin gelişme ortamı ile ilgili dış etmenleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

- İklim Faktörleri
- Toprak Faktörleri
- Kültürel Uygulamalar
- Ekonomik Faktörler

2.2.1. İklim Faktörleri

Örtüaltı yetiştiriciliğinde her ne kadar iklim faktörlerinin bazılarının olumsuz etkileri biraz azaltılmış olsa bile sera dışı iklim faktörlerinin sera içi iklim faktörlerine önemli derecede etkisi vardır. Bu faktörlerin etki değeri sera materyalinin cam veya plastik oluşuna göre değişmektedir. İklim faktörlerini aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

- Sıcaklık faktörü
- Yağış faktörü (sulama)
- Işık intensitesi
- Atmosfer bileşimi (CO₂ konsantrasyonu)

2.2.1.1. Sıcaklık Faktörü

Sera şartlarında sera içi havanın ve bazı özel yetiştirme ortamlarında (topraksız ortam) bitkinin kök bölgesinin sıcaklığının belirli oranda kontrol altında tutulmasına rağmen, sera dışı atmosfer sıcaklığının gübrelemeye önemli derecede etkisi vardır. Kültür bitkileri genellikle +15 ve 40 ° C arasında en iyi gelişme göstermelerine rağmen bu gelişme sıcaklıklarının dışında da yetiştirilebilmekte fakat verim ve kalitede azalmalar görülebilmektedir. Sıcaklık, bitkide fotosentez oranına, solunuma, enzimatik reaksiyonlara uygulanan gübrelerin suda çözünme oranına ve fizyolojik olaylara etki etmek sureti ile üretimi etkilemektedir. Her bitkinin optimum sıcaklık isteği mevcuttur. İslah çalışmalarında bitkinin sıcağa ve soğuğa karşı direnci üzerine dayanıklılık çalışmaları yapmak sureti ile yeni çeşitler elde edilmeye çalışılmaktadır. Sıcaklığın çok azalması veya yükselmesi bitkilerde enzim aktivitelerinin azalmasına ve dolayısı ile bitki gelişmesi ve ürün oluşumu üzerine olumsuz yönde etki etmektedir. Ekstrem sıcaklıklarda fotosentez oranı ve CO₂ 'in net asimilasyon oranı (NAR) azalacağından ürün miktarında azalma olur. Ürün azalmasının yanında sıcaklık olgunlaşmayı (renk dönümünü) geciktirirken yüksek sıcaklıklar çiçeklenme üzerine olumsuz etki yaparak çiçek dökümüne (ürün oluşumuna engel) neden olur.

Sıcaklığın solunum üzerine de etkisi mevcuttur. Sıcaklık artınca solunum artar ve bitkinin su tüketimi de artar. Hatalı azotlu gübreleme ile bitkinin vegetatif kısmı fazla geliştirilirse, yaprak alanı ve sayısı artar, yapraklar kaba ve gevşek yapılı olur ve bitkinin su tüketimi teşvik edilmiş olur. Sıcaklığın düşük olduğu soğuk mevsimlerde dengesiz fazla azotlu gübre kullanımı, bitkilerin soğuklardan zarar görmesine olur. Bu nedenle bitki besin elementlerinin bitkinin morfolojik ve biyokimyasal yapısında meydana getirebileceği değişiklikleri dikkate alarak gübreleme yapılmalıdır. Azotun aksine olarak toprak alkali elementleri (Ca, Mg, K ve Na) ve özellikle potasyum bitkide kuru madde artışını sağlayarak

bitkinin sıcak ve soğuklardan zarar görmesini azaltmaktadır. Bitkinin meyve yapraklarında kuru madde miktarının artması bitkinin soğuklardan zararını azaltır.

Bitkilerde su kullanımı sıcaklık ile sıkı ilişki içindedir. Bitkilerde su kullanımının artması sadece genotip özellik ve fotosentez alanının genişliği (yaprak alanı) ile ilgili olmayıp bitkilerin yapraklarının alt ve üst yüzeylerinde bulunan stomaların açık kalma müddeti ile de ilişkilidir. Stomaların açılıp kapanmasını sağlayan kardeş (bekçi) hücrelerinin turgor veya plazmoliz hale gelmesi bu hücrelerin aktivitesi ile olmaktadır. Kardeş hücrelerinde bulunan suyun iç yüzeylerine doğru taşınması stomaların kapanmasını veya tersi ise stomaların açılmasını sağlamaktadır. Bu enzimatik reaksiyon potasyum iyonunun aktivitesi ile olmaktadır. Dengeli ve yeterli potasyum ile beslenen bitkilerde stomaların gündüz saatlerinde kapalı kalma süresi uzayacağı için bitkinin su tüketimi azalmakta ve su kullanım randımanı (SKR) artmaktadır.

Sıcaklık faktörü topraktaki mikroorganizma aktivitesi üzerine de etkilidir. Toprakta mevcut mikroorganizmaların belirli sıcaklık derecelerinde aktiviteleri artmaktadır. Mikroorganizma faaliyetinin artması ile toprakta bulunan ayrışmamış organik materyalin ayrışma oranı ve düzeyi arttığı gibi toprakta özellikle azotlu bileşiklerin form değişikliği meydana gelir. Mikroorganizma faaliyeti sonucu toprak havasının bileşimi değişerek CO₂ konsantrasyonu ve bunun sonucu olarak zayıf asit niteliğinde olan H₂CO₃-HCO₃⁻¹ asitleri meydana gelir. Benzer durumda azotlu bileşiklerden HNO₃, kükürtlü bileşiklerden ise H₂SO₄ meydana gelir. Bu meydana gelen asitler toprakta bulunan minerallerin ayrışmasına neden olarak bitki besinlerinin yararlı hale gelmesine de yarar.

Genellikle soğuk kış aylarında toprak sıcaklığının azalması ile mikroorganizma faaliyeti yavaşlar ve toprağın pH değerinde biraz yükselme görülür. Yaz aylarında ise toprak sıcaklığının artması ile birlikte mikroorganizma faaliyeti artarak toprağın pH değerinde biraz düşme görülür. PH değerindeki bu küçük değişimler geçici değişimlerdir. Ancak, Bitki besin elementlerinin alınımı üzerine etkili olurlar. Toprak sıcaklığının besin elementi alınması üzerine etkili olurlar. Toprak sıcaklığının besin elementi alınması üzerine yapılan çalışmalarda (Aydemir ve İnce'nin bildirimine göre), toprak sıcaklığının artması ile bitkinin kök kısmındaki fosfor miktarının arttığı, toprak sıcaklığının azalması ile ise kökteki fosfor miktarının azaldığı bildirilmektedir. Bu durumun tersi olarak toprak sıcaklığının artması bitkinin kök kısmındaki potasyum miktarı çok azalmaktadır. Bu durumun nedeni bitkinin kök bölgesinde ve kök boğazındaki hücre zarlarının geçirgenliği ile ilgili olabilir.

Toprak sıcaklığının artması toprak suyunun ısınmasına neden olur. Toprakta çeşitli konumlarda bulunan bitki besin elementleri veya toprağa ilave edilen mineral gübreler, biraz ısınmış olan toprak suyunda daha kolay çözünerek bitkilerin alabileceği forma dönüşürler, böylece toprak solusyonunda kış aylarına oranla yaz aylarında besin elementi konsantrasyonu daha yüksek görülür. Örtü altı yetiştiriciliğinde ve özellikle fide üretiminde bitkinin kök bölgesi ortamının sıcaklığının bitkinin kök gelişmesini arttırıcı yönde tutulması bitki beslenmesi bakımından önemlidir.

2.2.1.2. Yağış (Nem)

Açık tarla şartlarında yıllık yağış miktarı, dağılımı ve şekli gübreleme bakımından önemlidir. Bu durum gübreleme zamanına ve gübre uygulama şekline de etki etmektedir. Sera üretiminde ise gelişme dönemi içinde uygulanan toplam su miktarı, sulama aralığı ve sulama yöntemi gübrelemeye etki etmektedir. İster yağış ile ve isterse sulama ile verilmiş olsun su bitki beslenmesi yönünden aynı zamanda bir gübredir. Bitkinin organik yapısında bulunan hidrojen (H) ve oksijen (O), bitki kökleri tarafından topraktan alınan suyun bitki bünyesinde ayrışmasından gelmektedir. Bitkide bulunan besin elementlerini ihtiva eden maddelere gübre denildiğine göre, su (H₂O) bir gübredir.

Suyun azlığı veya çokluğu, kalitesi toprağın verimliliğini etkilediği gibi gübrenin de etkinliği üzerine olumlu veya olumsuz etkileri vardır. Toprak suyunun azlığı veya fazlalığı topraktaki mikroorganizmaların aktivitesi üzerine etkilidir. Toprakta çok az veya çok fazla suyun bulunması mikroorganizma aktivitesini azaltır ve bunun neticesi olarak toprakta bitkiye yararlı azot düzeyi düşer. Toprakta fazla suyun bulunması ve taban suyunun yükselmesi toprak havasının azalmasına ve toprakta oksijen yetersizliğine neden olur. Böylece bitki köklerinin oksijen ihtiyacı karşılanamaz ve besin elementlerinin alınımı azalır, tarımda bu olaya asfeksi adı verilmektedir. Özellikle topraksız ortam tekniğinde kullanılan besin eriyiği suyunun düzenli bir şekilde havalandırılarak (oksijen kazandırılarak) uygulanması gerekmektedir. Toprak suyunun azlığında ise su moleküllerinin + (H) ve - (OH) yük göstermesi nedeni ile suyun toprak kolloidleri tarafından tutulma gücü artar ve bitkinin suyu bu kolloidlerden alması güçleşir. Bu olay toprakta bulunan kil minerallerinin miktar ve cinsine bağlı olduğu gibi topraktaki organik madde (hümüs) miktarına da bağlıdır. Su kalitesi ile gübreleme arasındaki ilişkiler daha önce verilmiştir.

2.2.1.3. Işık İntensitesi

Işık enerjisi olmadan ve ışığın belirli dalga boyundaki miktarı yeterli düzeyde bulunmadan fotosentez olayı tam olarak gerçekleşmez. Işıklanmanın süresi, intensitesi ve niteliği fotosentez için çok önemlidir. Açıkta yapılan yetiştiricilikte bu atmosfer olayına doğrudan müdahale edilememesine rağmen, tek yıllık bitkilerde sıra arası ve sıra üzeri mesafe, ekim dikim yönü, çok yıllık bitkilerde ise budama ve şekil verme ile bir yönden ışıktan fazla yararlanma sağlanabilmektedir. Gübreleme ile ilişkisi bakımından artan düzeyde ışık enerjisinin bazı besin elementlerinin (N-P-S ve K) alınımının artmasına neden olduğu belirtilmiştir. Işığı yetersiz düzeyde olan sera şartlarında veya devamlı bulutlu geçen dönemlerde dengesiz azotlu gübreleme, bitkinin ışıktan daha az yararlanmasına neden olabilir. Sera içindeki bitkilerin kenar veya içte olması ışıktan farklı yararlanmayı ve besin elementi alınımını etkiler. Özellikle iç sıralardaki bitkilerde lüks tüketim görülür, (Çizelge-19) Winson ve Adams, 1987.

Çizelge -19: Sera şartlarında Domates Bitkisinin konumuna göre mineral besin elementi alınımı

Bitki Konumu	Besin Alınımı g/ bitki			Yaprağın K.M %	Yaprağın K.M 'de %		
	N	P	K		N	P	K
Dış Sıralar	17.0	1.42	28.3	11.42	4.64	0.24	4.46
İç Sıralar	13.3	1.38	22.8	9.34	5.25	0.32	5.20

Sera örtü malzemelerinin ışığı yeterli düzeyde geçirmemesi nedeni ile çoğu kez seralarda bitkinin boğum aralarının uzadığı ve bitki boyunun arttığı gözlenmektedir. Fazla ışığın bulunduğu yörelerde ise, ortam sıcaklığının artması ile birlikte sera örtü malzemelerinin gölgelenmesi gerekmektedir. Bu durum özellikle tüm yıl üretim yapılan seralarda daha çok gözlenmektedir. Işık azlığında bitkinin yapraklarında küçülme, bitkinin sap ve gövde kısmı ince oluşur, alt yapraklar erken dökülür.

2.2.1.4. Atmosfer Bileşimi (CO₂ Konsantrasyonu)

Açıkta yapılan yetiştiriciliğe oranla sera şartlarında havada bulunan CO₂ konsantrasyonu nisbeten daha fazladır. Bunun bir nedeni sera havalanması ile ilgili olduğu kadar sera toprak şartlarında kullanılan yoğun hayvan gübresinin ayrışmasından açığa çıkan CO₂ miktarı da etkilidir. Örtü altında yapılan yetiştiricilikte ortamın CO₂ konsantrasyonunun arttırılması durumunda bitkilerin ışık ihtiyacı artmaktadır. Bitkinin yüksek CO₂ konsantrasyonunda fazla fotosentez yapması sonucu ürün miktarında belirgin artış olur. Seralarda CO₂ konsantrasyonu yükseltirken ışık ve sıcaklığın da ayarlanması gerekmektedir. Bu konu özellikle topraksız ortam tekniğinde uygulanan CO₂ gübrelemesi kapsamında geniş bir şekilde verilmiştir.

Sera şartlarında toprağın üst kısmındaki havanın bileşiminin yanında toprağın gaz fazının miktarı ve bileşiminin de bitki gelişmesi üzerine etkisi vardır. Özellikle iyi yanmamış hayvan gübresi kullanımında organik maddenin ayrışması sonucu toprak havasının CO₂ konsantrasyonu arttığı gibi mikroorganizma faaliyetinin yönüne göre istenmeyen NH₃ ve CH₄ gibi gazlar da oluşabilir. Bunun yanında açıktaki şartlar gibi sera şartlarında toprak havalanmasını sağlayan toprak işleme işlemlerinin yapılmayışı toprak havasının oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır. Bazı seraların odun veya kömür sobaları ile ısıtılmaya çalışılması ve bazı baca gazlarının sera havasına karışması, sera havasındaki CO₂, CO ve SO₂ miktarını arttırabilmekte ve bitkilerin zarar görmesine neden olabilmektedir.

2.3. Toprak Faktörleri

Gübrelemeyi etkileyen faktörlerin başında toprak özellikleri gelmektedir. Üretim yapılan toprağın veya toprak yerine kullanılan materyallerin (organik-inorganik) özelliklerinin bilinmesi, birim alana verilmesi gereken besin elementi miktarına olduğu kadar, bu besin elementini ihtiva eden gübrelerin hangi formda olması gerektiği, uygulama şekli ve zamanı hakkında da karar vermeye yarar. Toprağın bazı özelliklerinin sera bitkilerinin isteğine uygun olmaması durumunda bu özelliklerin bitkinin isteğine göre düzeltilmesi için gerekli bilgiler toprak analizleri yolu ile elde edilmektedir. Topraksız ortam tekniğinde de kullanılacak materyallerin ve su kültüründe kullanılacak sulama suyunun özelliklerinin analiz yapılarak belirlenmesi gerekmektedir. Sera yetiştiriciliğinde ister toprak ve isterse topraksız ortam tekniğinde kullanılan materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile gübreleme arasında sıkı ilişkiler mevcuttur. Bu faktörlere genel anlamda toprak faktörleri adı verilir ve bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Bu toprak özellikleri geniş bir şekilde ayrı ayrı incelenerek gübreleme ile ilişkileri verilecektir.

- Toprak Reaksiyonu (pH)
- Toprak Tuzluluğu (EC)
- Toprak Bünyesi (Kum-Mil-Silt ve Kil %'si)
- Toprak Kireci (CaCO₃)
- Toprak Organik Maddesi (% OM)
- Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)
- Toprağın Besin Maddeleri
- Toprakta Besin Maddeleri Arasındaki İlişkiler (Antagonistik-Sinergitik)

2.3.1. Toprak Reaksiyonu

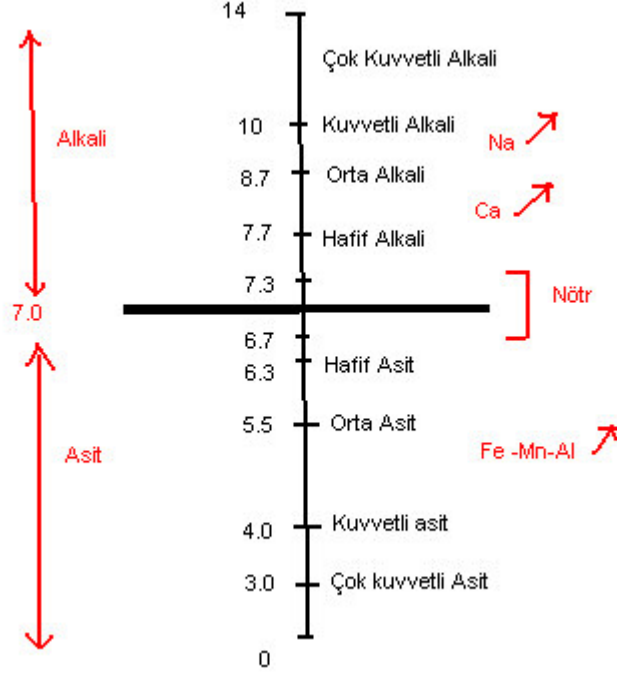
Toprağın verimliliğine ve bitkisel üretimin başarılı olup olmamasını belirleyen en önemli faktör toprağın pH değeridir. Topraktaki hidrojen iyonu (H)⁺ konsantrasyonu pH

olarak ifade edilir ve genellikle topraklarda hidrojen iyonu konsantrasyonu düşüktür. Toprağın pH değeri topraktaki (H)⁺ iyonlarının negatif (-) logaritması olarak ifade edilir. Toprak çözeltisindeki (H)⁺ iyonları konsantrasyonunun ölçülmesi aktif pH değeri olarak ifade edilirken, toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilmiş (H)⁺ iyonları konsantrasyonu da potansiyel pH olarak tanımlanmaktadır. Topraklarda genellikle aktif pH değeri ölçülmekte ve genellikle su ile doyurulmuş toprak çamurunda ölçüm yapılmaktadır. Bazı laboratuvarlarda su yerine çözgen olarak KCl çözgeni kullanılarak pH ölçümü yapılmaktadır. Aynı toprakta su veya KCl ile yapılan ölçümler arasında biraz fark vardır, bu nedenle raporlarda analiz yönteminin belirtilmesinde yarar vardır. KCl çözgeni kullanılarak yapılan ölçümler su ile yapılan ölçümlere oranla biraz daha düşük (küçük) pH değeri verirler. Bunun nedeni, çözgünde bulunan potasyum (K)⁺ iyonunun toprak kolloidleri tarafından tutulmuş hidrojen iyonu ile yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum toprağın tamponlama kapasitesi ile ilişkilidir.

Bir çözeltide veya toprak solusyonunda pH değeri Şekil 14’te gösterildiği gibi 0-14 değerleri arasında değişmektedir. Toprağın pH değerlerinin 7’nin altında olanlar asit ve 7’nin üzerinde olanlar ise alkalın olarak tanımlanmaktadır. pH 7 değeri ise nötr olarak isimlendirilmektedir. Gerek asit ve gerekse alkalın pH değerleri kendi aralarında pH değerine bağlı olarak ayrıca gruplandırılmıştır. Toprağın veya yetiştirme ortamının pH değerine ve özellikle toprak asitliğine karşı bitkilerin toleransları farklı olmaktadır. Çizelge 20’te bazı sebzelerin toprak asitliğine karşı toleransları verilmiştir.

Çizelge 20: Bazı Sebzelerin Toprak Asitliğine Karşı Toleransları

Çok az toleranslı 6.8–6.0	Orta toleranslı 6.8-5.5	Çok toleranslı 6.8-5.0
Kuşkonmaz	Fasulye	Rezene
Brokoli	Bürüksel lahanası	Karpuz
Karnabahar	Havuç	Taze soğan
Kereviz	Hıyar	
Pırasa	Patlıcan	
Marul	Sarımsak	
Kavun	Maydanoz	
Ispanak	Biber	
	Kabak	
	Domates	



ŞEKİL 15 : Toprakların PH Sınıflandırılması

Sera yetiştiriciliğinde üretimi yapılan bitkilerin büyük çoğunluğu hafif asit ve nötr şartlar arasında iyi gelişme gösterirler. Bazı süs bitkileri (gerbera-karanfil) biraz daha asidik şartları severler bazıları da (gül) nötr ve hafif alkalın şartlarda daha iyi gelişme göstermektedirler. Topraklarda asitliğin veya alkaliliğin oluşmasını meydana getiren ögeler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

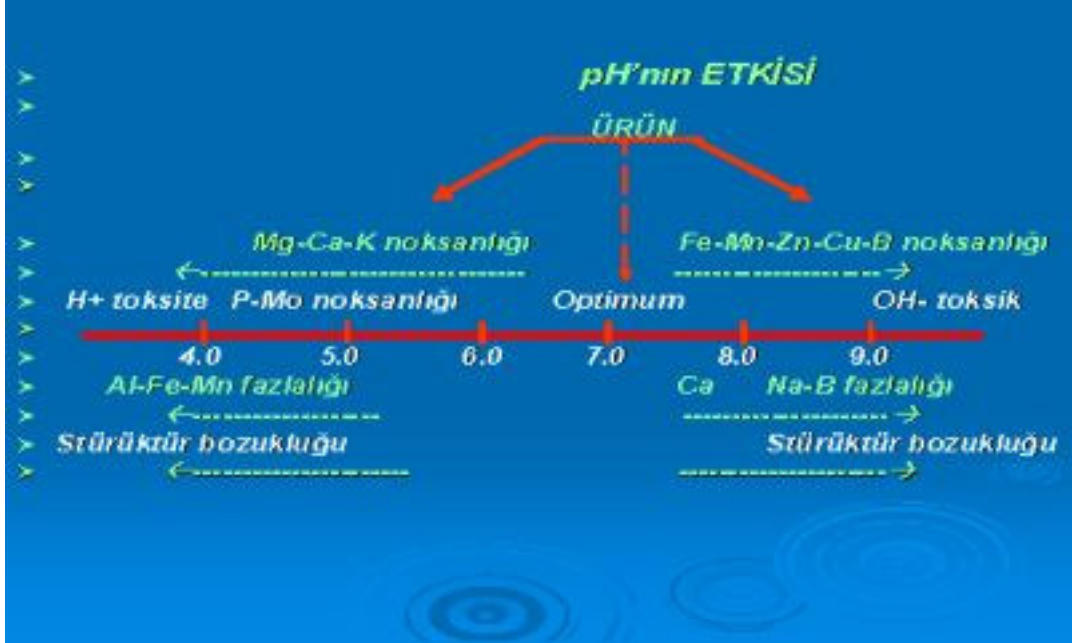
- Toprağın kil mineralleri (Alimino-Silikatlar)
- Toprağın organik maddesi (Humus)
- Topraktaki Demir-Aliminyumhidroksioksitler
- Toprakta değişebilir demir (Fe) ve Aliminyum (Al)
- Toprak havasının CO₂ konsantrasyonu
- Yağış
- Toprakta çözünebilir baz elementleri
- Bitki
- Mineral ve organik gübreleme

Yukarıda belirtilen özelliklerle oluşan toprağın pH değeri, toprak verimliliği ve gübreleme üzerine üç yönden etkili olmaktadır.

- Toprağın fiziksel özelliklerine etkisi
- Toprağın kimyasal özelliklerine etkisi
- Toprağın mikrobiyolojik aktivitesi üzerine etkisi

Toprağın pH değerinin çok düşük veya yüksek olması toprak bünyesinin bozulmasına ve agregat oluşumuna etki eder. Bu durum özellikle toprağın su tutma kapasitesine ve bitkinin kök gelişmesine olumsuz yönde etki eder. Çok asit şartlarda kil minerallerinde parçalanmayı

teşvik eder. Toprağın pH değeri toprağa verilen veya toprakta bulunan besin elementlerinin bitki tarafından alınabilme durumu üzerine etki eder. Toprak pH değerinin düşük olması durumunda toprakta mikro elementlerden Fe, Al ve Mn miktarının yükselmesine ve toksik olmasına, pH değerinin yüksek olması ise toprakta Ca ve çok yüksek pH değerlerinde Na miktarının artmasına neden olur (Şekil 16).



ŞEKİL 16: Toprak PH Değerinin Besin Elementlerinin Elverişliliği Üzerine Etkisi

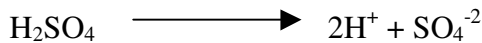
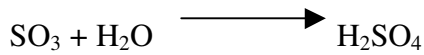
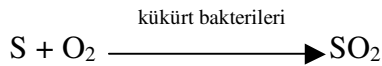
Toprağın pH değeri toprakta faaliyet gösteren toprak canlılarının (bakteri-mantar gibi) aktiviteleri üzerine etki ederek toprağa ilave edilen organik materyallerin ayrışması üzerine etkili olur. Nötr ve hafif alkalin şartlarda organik maddenin ayrışması hızlı olurken asidik şartlarda organik maddenin ayrışması yavaş ve az olur. Toprakta pH nedeni ile mikroorganizma faaliyetinin azalması yarayırsız formda olan besin elementlerinin yarayırsız hale geçmesini de etkiler. Örtü altı yetiştiriciliğinde bitki yetiştirme ortamının pH değeri ile bitkinin istediği pH değerleri bir uyum içinde olmalıdır. Mineral ve organik gübre uygulamalarında toprağın pH değerine uygun gübreleme yapmak gerekir.

Toprağın pH değerinin bitkinin istediği pH değerine getirilmesi, toprağın pH değerine bağlı olduğu gibi yetiştirilecek bitkinin kılcal kök derinliğine de bağlıdır. Toprağın pH değerini azaltmak için mineral toz kükürt ve bünyesinde kükürt bulunan bileşikler kullanılırken toprağın pH değerini yükseltmek için bünyesinde kalsiyum bulunan kireçleme materyalleri kullanılmaktadır. Topraksız ortam ve su kültüründe pH ayarlamaları kendi bölümleri içinde verilmiştir. Çizelge 21'de toprağın pH değerini azaltmada kullanılan materyaller verilmiştir.

Çizelge 21: Toprağın PH Değerini Azaltmada Kullanılan Materyaller ve % Kükürt Miktarları (Bunt, 1988)

İsmi	Formülü	%S
Element kükürt	S	100
Sülfürik asit	H ₂ S	30.4
Amonyum sülfat	(NH ₄)SO ₄	24.2
Demir sülfat	FeSO ₄ .7H ₂ O	11.5
Alüminyum sülfat	Al(SO ₄)18H ₂ O	14.4

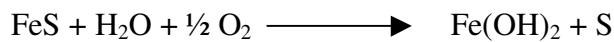
Toprağın pH değerini azaltan materyaller için en etkili ve ekonomik olanı elementel kükürttür (S). Toprağa ilave edilen kükürt, toprakta kükürdü okside eden kükürt bakterileri (thiobasillus) tarafından enzimatik reaksiyonlar sonucunda toprakta sülfürik asit (H₂SO₄) oluşarak pH düşmesini sağlar. Bu biyokimyasal olayın optimumunda olabilmesi toprakta havalanma ve rutubetin dengede olması ile, toprak sıcaklığının kükürt bakterilerinin aktivite göstereceği sıcaklıkta (+10 ile + 30 ° C) olması, toprakta kükürt bakterilerinin konsantrasyonuna ve uygulanan kükürdün ıslanabilir (veya mikronize 40-60 mesh) olmasına bağlıdır. Toprakta bu faktörlere bağlı olarak 1-3 ay içinde pH değerinde beklenen azalma görülür. Biyokimyasal olay sonucunda toprakta oluşan sülfürik asit toprak suyunda çözünerek sülfat (SO₄) ve hidrojen (H) iyonuna dönüşür. Sülfat bir bitki besin elementi olan kükürdün topraktan alınış formu olduğu için bitkiler tarafından alınır, bir kısmı toprak kolloidleri tarafından tutulur bir kısmı da yıkanarak bitkinin kök bölgesinden uzaklaşır. Hidrojen iyonu ise bitki tarafından alınmayıp toprak solusyonunda kalır veya toprak kolloidlerine bağlı besin elementleri ile yer değiştirerek topraktaki hidrojen iyonu konsantrasyonunu artırarak toprağın pH değerinin düşmesini sağlar. Bu mikrobiyolojik faaliyet aşağıda basitleştirilmiş şekilde kimyasal formüllerle gösterilmiştir.



Çizelge 22: Bazı Mineral Gübrelere Toprağın PH Değerine Etkisi

Gübreler	Etkili madde oranı %
<i>Asitleştirme etkisi olanlar</i>	
<i>Amonyum nitrat</i>	% 33.5
<i>Monoamonyum fosfat</i>	% 11 N
<i>Amonyum sülfat</i>	% 21 N
<i>DAP</i>	% 18 N
<i>Fosforik asit</i>	% 52 (P ₂ O ₅)
<i>Üre</i>	% 46 N
<i>Alkalilik etkisi olanlar</i>	
<i>Kalsiyum nitrat</i>	% 15.5 N
<i>Potasyum nitrat</i>	% 13 N
<i>Nötral etkisi olanlar</i>	
<i>Kireçli amonyum nitrat</i>	
<i>Jips</i>	
<i>Potasyum klorür</i>	
<i>Potasyum sülfat</i>	
<i>Süper fosfat</i>	

Elementel kükürde benzer şekilde bünyesinde kükürt ihtiva eden kimyasallarda toprağın pH değerini düşürmede kullanılabilir. Bu maddelerin etki değerleri hiçbir zaman elementel kükürt kadar etkili değildir. Çizelge 22'de verilen bazı mineral gübrelere toprağın pH değerini azaltma, yükseltme ve nötr durumları verilmiştir. Bünyesinde azot ihtiva eden gübrelere amonyum formundaki azotun nitrifikasyon yolu ile ortama hidrojen iyonu vermesi ile ortamda geçici pH azalması meydana gelir. Bu materyallere örnek olarak bünyesinde kükürt bulunan pirit (FeS) minerali bakteriyel faaliyet sonucunda ortama kükürt verebilir. Ancak kullanılan pirit materyalinin safiyeti çok önemlidir. Bu mineral bünyesinde Bazı toksik mineralleri bünyesinde bulundurması nedeni ile toprak ortamında toksik element miktarını arttırabilir. Pirit'in bakteriyel faaliyet sonucunda kükürt oluşumu aşağıdaki formülde gösterilmiştir (Schoen ve Rye, 1971).



Yetiştirilecek bitkinin kılcal kök derinliği dikkate alınarak pH değeri azaltılacak toprak tabakası kalınlığına, kükürdün uygulama yöntemine (serpme-bant) ve toprağın bünyesine bağlı olarak bir dekara verilebilecek kükürt miktarı Çizelge 22'de verilmiştir. Toprağa genellikle serpme olarak verilen kükürt toprağa iyice karıştırılmalı ve toprakta yeterli rutubet (tav) bulunmalıdır. Sera şartlarında uygulama son hasattan sonra yapılmalıdır. Sera örtü malzemesi naylon ise seranın yan tarafları açılarak havalandırılmalıdır. Elementel kükürdün okside olmadan kalan kısmı bitkiye hiçbir zaman zararlı değildir.

Çizelge 23: 0-20 cm Kalınlığında 1000 m²'lik Bir Alanda Toprağın PH Değerini Azaltmak İçin Gerekli Kükürt Miktarı (Jones,)

Kükürt tavsiyesi (Jones, 1981)							
20 cm derinlikte bir dekara Toprağın pH değerini Azaltmak için gerekli kükürt miktarı (kg S/da)							
Başlangıç pH	İstenilen pH	Serpme Yöntemi			Bant Yöntemi		
		Kumlu	Tin	Killi	Kumlu	Tin	Killi
8.5	7.5	40	50	60	20	25	30
8.5	7.0	60	75	90	30	40	50
8.5	6.5	80	100	120	40	50	60

İri öğütülmüş veya granül hale getirilmiş elementel kükürdün toprağın pH değerinin azaltılmasında etkisi pek fazla görülmez. Bu konuda yapılmış olan çalışmanın sonuçları Çizelge 24' de verilmiştir.

Çizelge 24: Elementel Kükürdün Granül veya Mikronize Halinde Toprağa Uygulanmasının Toprağın PH ve EC Değerlerindeki Değişime Etkisi (Slaton, 2001)

Elementel Kükürdün Toprağın pH ve E.C Değerine Etkisi										
Gün	Kontrol		Granül S-50 kg/da		Granül S-100 kg/da		W.S -Kükürt			
	pH	EC ohs	pH	EC ohs	pH	EC ohs	50 kg/da		100 kg/da	
							pH	EC ohs	pH	EC ohs
0	8,3	211	8,3	211	8,3	211	8,3	211	8,3	211
10	8,3	211	8,3	205	8,2	222	7,5	651	7,0	900
20	8,3	216	8,4	202	8,3	214	7,6	738	6,7	762
35	8,2	292	8,2	200	8,2	298	7,5	788	6,5	795
60	8,1	308	8,2	331	8,1	305	7,6	735	6,6	789

Çizelgede belirtildiği gibi granül kükürdün sonra dekara 50 veya 100 kg uygulanması toprağın pH ve EC değerlerinde bir değişme göstermemiştir. Mikronize edilerek ıslanabilir hale getirilmiş kükürdün ise gerek 50 kg/da ve gerekse 100 kg/da uygulamalarında toprağın

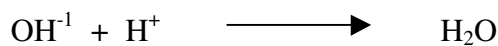
pH değerinde belirgin olarak bir azalma meydana getirdiği ve bunun sonucu olarak toprağın EC değerinde bir artış olduğu görülmektedir. Benzer sonuç Çolakoğlu ve Yener tarafından Gediz Ovası bağ ve pamuk alanlarında da belirlenmiştir. Toprağın pH değerinde azalmaya zıt olarak EC değerindeki yükselme, toprakta meydana gelen asitleşme nedeni ile daha önce bitki tarafından alınamaz formda olan besin elementlerinin yarayışlı hale geçmesi nedeni toprağın EC değerini arttırmaktadır. Bu artış özellikle toprağın fosfor, demir ve çinko miktarlarında belirgin olarak görülebilir. Çolakoğlu ve Yener'in yaptığı çalışmada pamuk ve asma bitkisinin yapraklarında kükürt uygulanmayan parsellere oranla kükürt verilen parsellerdeki bitkilerin yapraklarında bu besin elementleri miktarının çok fazla artış gösterdiği ve ürün miktarında % 20'nin üzerinde bir artış olduğu kaydedilmektedir.

Sera topraklarında çok rastlanmasa bile bazı durumlarda toprağın pH değerinin 6 veya 6'nın altında olması durumunda toprağa kireçleme materyalleri vermek sureti ile toprağın pH değeri yükseltilmelidir. Çok düşük pH değerine sahip topraklarda toprağın pH değerinin yükseltilmesi ile birlikte çok düşük pH değerlerinde yüksek konsantrasyonda bulunan demir ve alüminyum elementlerinin toksik etkisi de azaltılmış olur. Toprağa ilave edilen kireçleme materyallerinin ayrışması sonucu toprağa geçen kalsiyum iyonu toprakta asitliği meydana getiren hidrojen iyonları ile (kil mineralleri üzerine bağlı) yer değiştirerek toprak asitliğinin giderilmesini (pH değerinin yükselmesini) sağlar. Toprak pH değerinin yükseltilmesi için kullanılan bazı kireçleme materyalleri ve nötrleştirme yüzdeleri Çizelge 25' de verilmiştir.

Çizelge 25: Kireçleme Materyalleri ve Nötrleştirme Değerleri (Güzel, 1982).

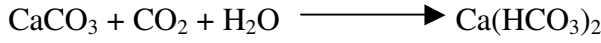
İsmi	Kimyasal formülü	Nötrleştirme değeri %	Suda çözünme oranı
Kireç	CaCO ₃	100	15
Kalsiyum oksit	CaO	179	-
Kalsiyum hidroksit	Ca(OH) ₂	136	1600
Dolomit	CaMg(CO ₃) ₂	109	8

Etki değerleri bakımından birbirinden farklı olan kireçleme materyallerinin etkinliği suda çözünme oranlarına, öğütülme iriliğine (çapına) ve safiyetine bağlıdır. En çok kullanılan kireçleme materyallerinden kirecin (CaCO₃) suda çözünme (Ca+HCO₃) oranı bir litre suda 10-15 mg kalsiyum (Ca) miktarındadır (Mengel ve Kirkby,) (Ziemer, 1968). Kireçleme materyallerinin en uygun uygulama zamanı tohum ekimi veya fide dikiminden en az bir ay kadar önce toprağa uygulanmalıdır. Toprak ile karıştırılan kireçleme materyallerinin topraktaki hidrojen iyonlarını nötrleştirmede gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar aşağıda örnekler halinde verilmiştir.

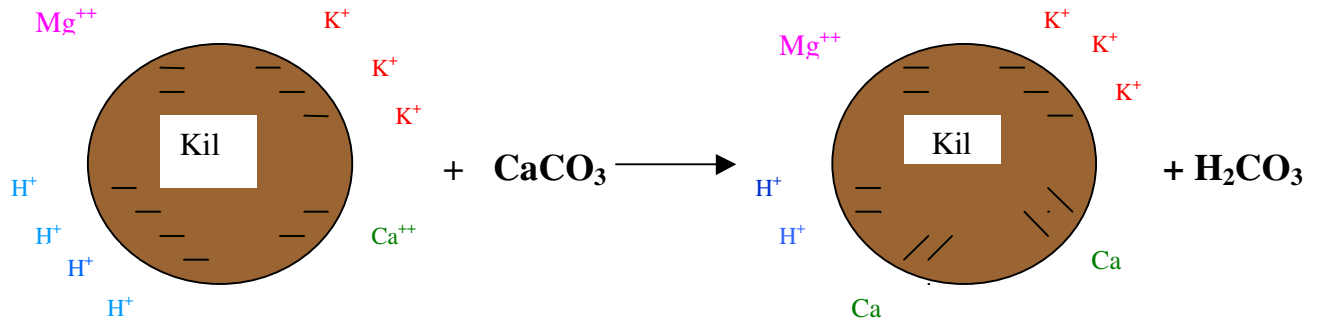


Yukarıdaki kimyasal reaksiyondan görülebileceği gibi toprak çözeltisinde bulunan ve topraktaki kolloidlere bağlı olarak bulunan hidrojen iyonları nötralize edilerek toprağın pH değeri dengeye gelir. Ancak, toprak havasında bulunan CO₂ ve organik maddenin parçalanması sonucu oluşan HCO₃ toprağa ilave edilen kireçleme materyallerinin hızlı çözünmesini sağlayarak toprakta kalsiyum bikarbonat Ca(HCO₃)₂ meydana getirebilir.

Kalsiyum bikarbonatın suda kolay çözünmesi nedeni ile topraklarda kalsiyum yıkanması meydana gelebilir. Bu kimyasal reaksiyon aşağıda belirtildiği gibi cereyan eder.



Kireçleme materyallerinin toprakta hidrojen iyonlarını nötralize etmeleri şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 17. Kireçlemenin toprağın pH değerini düzeltmesi

Kireç yerine yanmış kireç (CaO) kullanılması durumunda ise aşağıda belirtilen reaksiyon gerçekleşir.

2.3.2 TOPRAK TUZLULUĞU

Bitkisel Üretimde bitki yetiştiriciliğini engelleyen faktörlerin başında bitkinin kök bölgesi derinliğindeki toprak tabakasının tuzluluk durumu gelmektedir. Toprakta tuzluluk, toprakta çok fazla miktarda sodyum, klor, sülfat, magnezyum ve bikarbonat iyonlarının bulunmasından ileri gelmektedir. Topraktaki tuzluluğun etkisi topraktaki anyon çeşidine (klor veya sülfat) oluşuna göre değişmektedir. Klor tuzluluğun etkisi sülfat ve diğer anyonların meydana getirdiği tuzluluktan daha etkindir. Toprağın klor miktarına göre sınıflandırılması Tablo- de verilmiştir. Bu anyonların yanında toprakta borat anyonlarının da bulunuşu tuzluluğun zarar etkisini daha fazla artırır. Tuzluluğun etkisi iki yönden görülür. Birincisi tuzluluğu meydana getiren elementler toprakta suyun daha kuvvetli bir şekilde tutulmasını sağlayarak bitkinin topraktan su alımını engeller ve bitki gelişmesi engellenir. Diğer ise, özellikle bor ve sodyum gibi elementlerin bitki tarafından yüksek konsantrasyonlarda alınması sonucu bitkide toksik etki yapar. Bu toksik etki özellikle azot metabolizması üzerine olumsuz yönde etki yapar. Azotun protein haline dönüşmesi tam gerçekleşmez. Bitkilerde tuzluluğun zararlı etkileri zayıf bitki gelişmesi şeklinde kendini gösterirken ilk belirtiler yapraklarda gayri muntazam yanıklıklar(ölü dokular), erken çiçeklenme ve çiçek dökümleri meyvelerde deformasyonlar şeklinde ortaya çıkar. Toprak tuzluluğunun en önemli sonucu verimde büyük azalma ve kalitede büyük düşüşler olmasıdır. Toprak tuzluluğunun tam etkileri ise toprağın genellikle rutubetli olması sonucu toprağın ısınması gecikir ve toprak

soğuk olur. Bu ise tohumun çimlenmesini geciktirir. Toprağın rutubetli olması toprak havasının azalmasına da neden olur. Tuzlu topraklarda mikroorganizma faaliyetlerinin azalması nedeni ile organik maddenin ayrışma derecesi ve oranı azalır. Toprakta tuzluluğun yanında toprağın pH değeri de yüksek ise tuzlu ve alkalın şartlar meydana gelir ki böyle böyle toprakların ıslah edilmesi gerekir.

Örtü altında yapılan yetiştiricilikte yıl içinde yağın yağışlarla topraktan yıkanma ile tuz elementlerinin toprağın alt katmanlarına doğru yıkanması olayı olmadığı için yapılan kültürel uygulamalarda toprağın tuzluluğunu arttırıcı uygulamalardan kaçınmak gerekir. Örtü altı yetiştiriciliğinde tuzluluğun oluşması toprağın kendisinden kaynaklandığı gibi (toprak minerallerinden ve taban suyunun yüksek olması nedeni ile), uygulanan organik gübrelemeden ve sulama suyunun kalitesinden(tuzlu) ileri gelmektedir. Bunların yanında tüm mineral gübreler kimyasal yönden bir tuz karakterinden olması nedeni ile tuzluluk indeksleri yüksek mineral gübre kullanımından kaçınılmalıdır. Bu konudaki bilgiler daha önceki bölümlerde verilmiştir.

Toprakta tuzluluk, su ile doyurulmuş toprakta veya belirli çözgenler le topraktan elde edilmiş süzükte elektriksel iletkenlik olarak ölçülür ve mmhos/cm 25 °C olarak ifade edilir, kısa ifade şekli ise (EC) şeklindedir. Ülkemiz de olduğu gibi bazı ülkelerde EC değeri mikro ohms olarak ifade edilebilmektedir. (EC değerinin 1/1000) Ayrıca ,EC değeri ölçülen toprağın tuzluluğu % eriyebilir toplam tuz olarak ta ifade edilebilmektedir. Bu iki ifade şekline göre toprakların tuzluluk bakımından sınıflandırılmaları yapılmıştır. Çizelge 26'da toprağın EC değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir.(Bernstein,1970)

Çizelge 26: Toprakta ölçülen EC değerine göre toprakların tuzluluk durumu.

Tuzluluk Değeri (EC) Mmhos/cm 25°C	Sınıflandırılması
0-2	Tuzluluk etkisi önemli değil
2-4	Tuzluluğa hassas bitkiler etkilenir.
4-8	Drenaj uygulaması yapılmalıdır.
8-16	Tuzluluğa çok dayanıklı bitki yetiştirilir.
>16	Drenaj ve arazi ıslahı yapıldıktan sonra bitkisel üretim yapılabilir.

Çizelge 27' de ise toprakta ölçümü yapılan EC değerinin toprak bünyesine göre hesaplanan toplam eriyebilir % tuz miktarı verilmiştir. Her iki tablodaki sınıflandırmalar geniş çapta kullanılmaktadır.

Çizelge 27. Toprağın eriyebilir toplam % tuz miktarına göre sınıflandırması

Sınıfı	% Toplam eriyebilir tuz
Tuzsuz	0-0.15
Az tuzlu	0.15-0.35
Orta tuzlu	0.35-0.65
Yüksek Tuzlu	>0.65

Hangi tip sınıflandırma olursa olsun toprakta EC değerinin bilinmesinin yanında toprakta SAR değerinin (Sodyum Adsorbsiyon oranı) ve eriyebilir sodyum % sinin de hesaplanması gerekir. Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra

Toprağın tuzluluğu konusunda tam karara varılır. Toprak tuzluluğuna karşılık olarak bitkilerin de tuzluluğa karşı dirençleri(dayanıklılığı) farklı olmaktadır. Toprakta EC değerinin yükselmesi ile ürün miktarında önemli derecede kayıplar meydana gelmektedir.

Çizelge 28-Bazı sebzelerin Toprak tuzluluğuna göre ürün kaybı (Soil and Fertilizers)

Bitki İsmi	<u>Toprağın EC değeri mmhos/cm 25°C</u>		
	<u>Ürün Kaybı</u>		
	%10	%25	%50
Ispanak	5.5	7	9
Domates	4.0	6	8
Brokoli	4.0	6	8
Lahana	3.0	4	7
Hıyar	3.0	4	6
Kavun	3.0	4	6
Marul	2.0	3	5
Biber	2.0	3	5
Havuç	2.0	3	4
Soğan	2.0	3	4

Toprak tuzluluğu bitkinin transpirasyon oranının azalmasına neden olabileceği gibi özellikle kök bölgesinden su alımını azaltması bakımından önemlidir. Sera şartlarında yaz aylarında tuzlu toprak şartlarında yapılan yetiştiricilikte yüksek solar radyasyon, yüksek sıcaklık ve düşük rutubet bitki gelişmesine olumsuz etki yaparken kışlık üretimde tuzluluğun bu yönde etkisi daha az olur.

Toprak tuzluluğunu gidermek için toprak analiz sonuçlarına ve bu konuda hazırlanacak drenaj ve arazi ıslahı projesine göre uygulama yapmak gerekir. Ancak, tuzluluğun her yıl yapılan uygulamalarla fazla artmaması için seranın boş olduğu 2-3 aylık dönemlerde serada hızlı büyüeyebilen (mısır) bitki yetiştirmek sureti ile serada fide dikim dönemine kadar yetiştiricilik yapılmalı ve bitkiler sökülüp seranın dışına çıkarılmalıdır. Böylece hiç mineral ve organik gübre vermeksizin yapılan kısa dönem yetiştiricilik ile bir kısım tuzlar topraktan uzaklaştırılmış olur. Bunun yanında hafif tuzlanma görülen topraklarda potasyum ile sodyumun zıt etkileri dikkate alınarak potasyumlu gübreleme yapmak gerekir. Potasyumlu gübreler tuzluluğun etkisini maskeleyerek ve sodyum alımını azaltmak sureti ile ürün kaybındaki azalmayı azaltır. Ayrıca, özellikle tuzluluk değeri yüksek organik gübrelemeden kaçınmakta da yarar vardır.

Çizelge 29 - Toprakta klor toksitesi indeksi

m.e/l	ppm	
2	70	zararsız
2-4	70-140	az zararlı
4-10	140-350	problemlı
10	350	çok zararlı

Çizelge 30. Bazı Bitkilerin Bor'a karşı Toleransı

Toprakta bor Miktarı ppm	Sınıfı	Bitki ismi
0.5	çok hassas	limon-Ahududu
0.5-0.75	hassas	grapefruit, portakal, kayısı, şeftali Kiraz, erik, incir, asma, soğan
0.75-1.0	az hassas	sarımsak, buğday, ayçiçeği, fasulye Çilek, enginar, yerbıstığı
1.0-2.0	orta hassas	biber, bezelye, havuç, turp Patates, hıyar
2-4	orta dayanıklı	marul, kabak, kereviz, mısır kavun
4-6	dayanıklı	domates, şekerpancarı
6	çok dayanıklı	pamuk, kuşkonmaz

2.3.3 TOPRAK BÜNYESİ

Toprağın 2mm çapındaki irilikten daha fazla olan kısmında küçük çakıl, iri çakıl ve taş bulunabilmektedir. Bu kısımlar ayıklandıktan sonra geriye kalan kısımda toprağın yapısını meydana getiren kum mil (silt) ve kil miktarlarının farklı oranlarda bulunuşu toprağın farklı bünyelerde olmasına neden olur. Bitkisel üretimle uğraşanlar basit bir tanımla toprakları hafif, orta ve ağır bünyeli olarak tanımlamışlardır. Toprağın hafif bünyeli olması demek toprakta kum miktarının yüksek düzeyde olduğunu, ağır bünyelide ise kil miktarının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Toprağı oluşturan kum+mil+kil yüzdelere göre toprağın su tutma ve havalanma kapasiteleri değişmektedir. Bu durum gübreleme yönünden çok önemlidir. Toprağın bünyesi, gübre uygulama şekline(bant-serpme) gübre miktarına ve kullanılan gübrenin formuna etki etmektedir. Bunun nedeni ise bitkinin toprakta oluşturduğu kılcal kök derinliği ve toprağa verilen besin maddelerinin fiksasyona uğrayıp alınıp alınmama durumu

veya bazı besinlerin topraktan su ile yıkanarak bitkinin kök bölgesi derinliğinden aşağılara doğru yıkanma durumudur.

Örtü altı yetiştiriciliğinde fide dikim öncesi uygulanan taban gübrelemede toprağın bünyesi dikkate alınarak fosfor ve potasyumun fiske olma özelliği dikkate alınmalıdır. Örtü altı yetiştiricilikte yaygın olarak uygulanan damla sulama sistemine göre gübreleme programı yapılırken sulama programına göre gübreleme programına hazırlamak gerekir. Sulama programı da toprağın bünyesine göre hazırlanmalıdır. Bunun yanında yetiştirilen bitkinin gelişme dönemi (İlkbahar üretimi, Sonbahar üretimi veya tek ürün üretimi) dikkate alınmalıdır.

Toprağın sadece % kil miktarının bilinmesi bazı durumlarda yeterli gelmemektedir. Toprakta kil minerallerinin tek tabakalı (Si-Al), iki tabakalı (Si-Al-Si-Al) veya çok tabakalı oluşu hem gübre miktarına ve hem de gübrenin etkinliği üzerine etkili olmaktadır. (Kaolen grubu killer) fosforlu gübrenin bir kısmı toprak pH değerine bağlı olarak yüzeysel olarak yüzeysel olarak absorbe olurken, iki tabakalı kil minerallerinde (illit kilminerali) potasyumlu gübrenin bir kısmı fiske olabilmektedir. Bu nedenle damla sulama sisteminde doğru bir gübreleme programında buna dikkat etmek gerekir. Toprağın bu fiziksel yapısı toprağa uygulanan suyun az veya çok tutulmasına etki ettiği gibi toprağa ilave edilen besin maddelerinin de tutulmasına etki etmektedir. Bu durum toprakta bulunan kil minerallerinin miktar ve cinsine bağlı olarak değişmektedir. Toprakta ayrıca organik maddenin varlığı veya ilave edilmesi toprağın sadece su tutma ve havalanması üzerine etkili olmayıp toprağın besin maddesi tutma özelliğine de etki etmektedir. Bu konuda geniş bilgiler toprağın organik maddesi kısmında ayrıca verilecektir. Toprağın besin maddesi tutma gücü (kapasitesi) toprağın % kil miktarına ve cinsine bağlı olarak değişmektedir. Damla sulama sisteminde damlacıkların toprakta ıslatabildiği toprak hacmi bilinmek sureti ile bu ıslanan bölgedeki toprak miktarı hesaplanarak toprağın tutabileceği besin miktarı bilinmelidir. Özellikle kumsal yapıya sahip sera topraklarında organik madde miktarı da yetersiz ise damla su ile verilen gübredeki besin maddelerinin bir kısmı su ile birlikte uygulanan gübrelemeden beklenen yararın tam gerçekleşemediğini ortaya koyar.

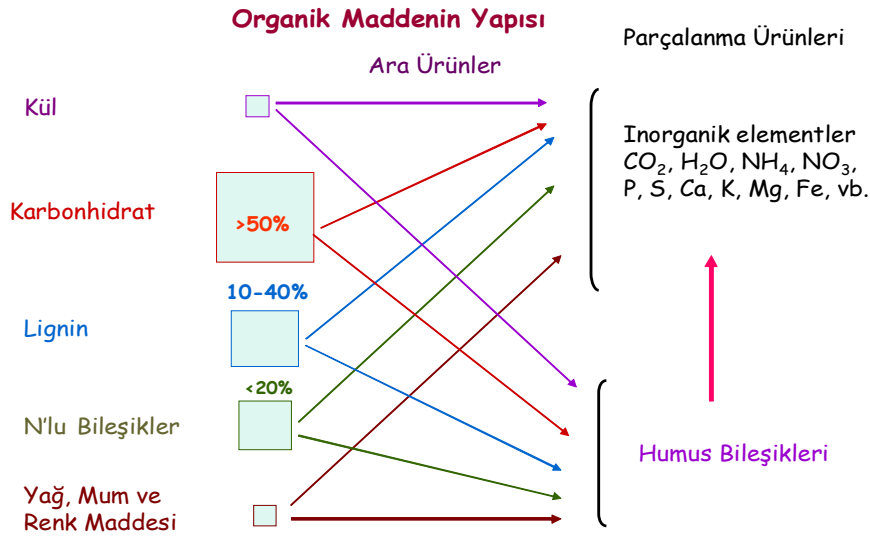
2.3.4 TOPRAK KİRECİ (Ca CO₃ % si)

Toprağın % kireç miktarı doğrudan gübrelemeye kireç olarak (CaCO₃) etkili değildir. Kirecin suda çözünerek toprağa geçen kalsiyum iyonu(Ca), karbonat (CO₃) ve bikarbonat(HCO₃) anyonu ve bunların sonucu meydana gelen toprak pH değişimi gübreleme ile ilişkilidir. Toprakta kirecin varlığı o toprağın pH değerinin mutlaka 7 ve 7' nin üzerinde olacağını göstermektedir. Toprak eriğinde bikarbonat anyonunun bulunuşu özellikle demir ve çinko alınımının güçleşeceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle toprakta kireç analizinin yapılması gerekmektedir. Toprağın kireç miktarını bilmekle özellikle fosforlu gübre formunun belirlenmesi konusunda bize yol gösterir. Bu konuda açıklayıcı bilgiler toprağın pH kısmının açıklanmasında verilmişti. Meyve gibi çok yıllık bitki yetiştiriciliğinde ise toprağın kirecine göre anaç tespiti yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

2.3.5 ORGANİK MADDE (Hümüs)

Toprağa ilave edilen bitkisel ve hayvansal kökenli organik materyaller toprak mikroorganizmalarının enzimatik reaksiyonları sonucu ayrışmaya (fermantasyon) uğrarlar ve bunun sonucu olarak toprakta artık ayrışamayacak olan hümüs meydana gelir. Şekil-den de görülebileceği gibi organik maddenin başlıca bileşeni olan karbon(C), hidrojen(H) ve oksijen (O) büyük bir kısmı CO₂ gazı ve su (H₂O) halinde açığa çıkar. Bu arada organik maddenin

yapısında bulunan azot(N) ve kükürt (S) ün bir kısmı da yine azot gazları veya SO2 halinde atmosfere karışabilir. Organik maddenin yapısında bulunan diğer besin elementleri(potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, bakır, çinko, mangan, bor v.b) ise toprak ortamına geçer. Bu besin elementleri bitkiler tarafından alınabilir formdadır. Bu duruma göre hümüs meydana getiren organik maddenin iki özelliği var demektir. Birincisi son ayrışma ürünü olan toprak verimliliği üzerine olumlu etkisi bulunan ve devamlılık gösteren hümüs, diğeri ise bir kısmı parçalanma(olgunlaşma-fermantasyon) esnasında kaybolursa bile bitkiyi besleyen hümüsü kısmıdır. Topraklara organik gübre ilavesi genellikle besleme amacı ile verilmekle birlikte kullanılan organik maddenin cins ve miktarına bağlı olarak organik gübreleme ile önemli miktarda besin elementi toprağa verilmektedir. Organik gübrelerin özellikleri kısmında bu konu verilmişti. Organik maddenin toprak verimliliği ve gübreleme üzerine etkisini başlıca üç kısım halinde incelemek mümkündür.



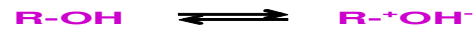
ŞEKİL 18. Organik Maddenin yapısı

İSMİ

Karboksil



Hidroksil



Metoksil



Karbonil



Amino



Bağlantı Tipleri

- O -

- NH -

- N <

-CH₂ -

C=C

ŞEKİL 19.Hümüsün kimyasal bağları

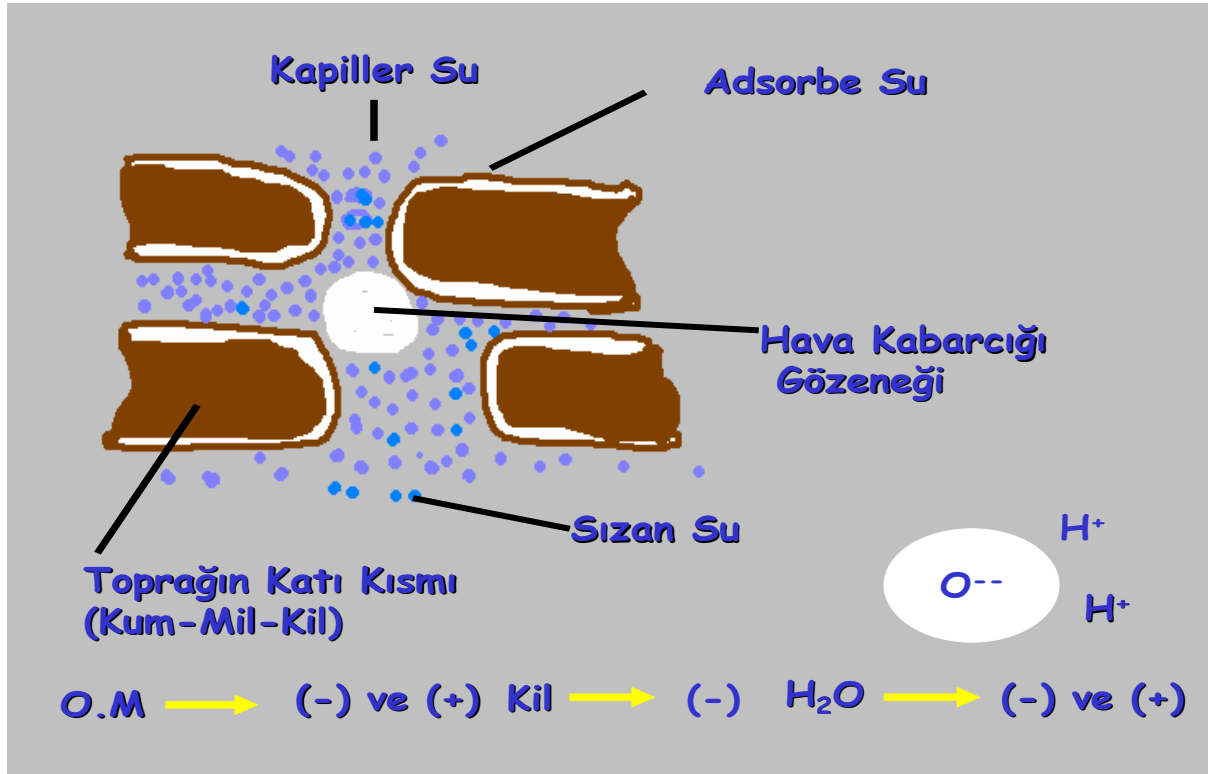
ORGANİK MADDENİN ETKİLERİ

1. Toprağın Fiziksel Özelliklerini düzeltir.
2. Toprağın Kimyasal Özelliklerini düzeltir.
3. Toprakta Mikrobiyolojik aktiviteyi artırır.

1-Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

- ❖ Toprakta su tutma kapasitesini dengeler
- ❖ Toprakta havalanma kapasitesini dengeler
- ❖ Toprakta sıcaklığı artırır.
- ❖ Toprakta kaymak tabakası oluşumunu azaltır.
- ❖ Toprak erozyonunu önler

Organik materyalleri toprağa verdikten sonra Şekil-de verilen ayrışma ürünlerinin oluşması ile birlikte mikrobiyolojik aktivite sonucunda toprakta organik kökenli karbonik asitler ile nitrik, fosforik ve sülfürik asitler oluşarak toprağın oluşumuna ve yarayıssız formada besin elementlerinin yarayışlı hale gelmesine neden olur. Diğer yandan ise toprakta devamlılık gösteren hümüs maddesinin bünyesinde bulunan hümik asit, fulvik asit ve ulmik asit gibi bileşikler yolu ile de yukarıda belirtilen toprağın üç ana özelliğine etki etmektedir. Bu etkiler şekil-20'de gösterilen kimyasal yapı ile meydana gelmektedir. Bu kimyasal yapı elektriksel yüke sahip olması nedeni ile(- veya + yük) toprak verimliliği üzerine ve mineral gübrelerin etkinliği üzerine etkili olurlar.



ŞEKİL 20. Organik maddenin toprağın fiziksel özelliği üzerine etkisi

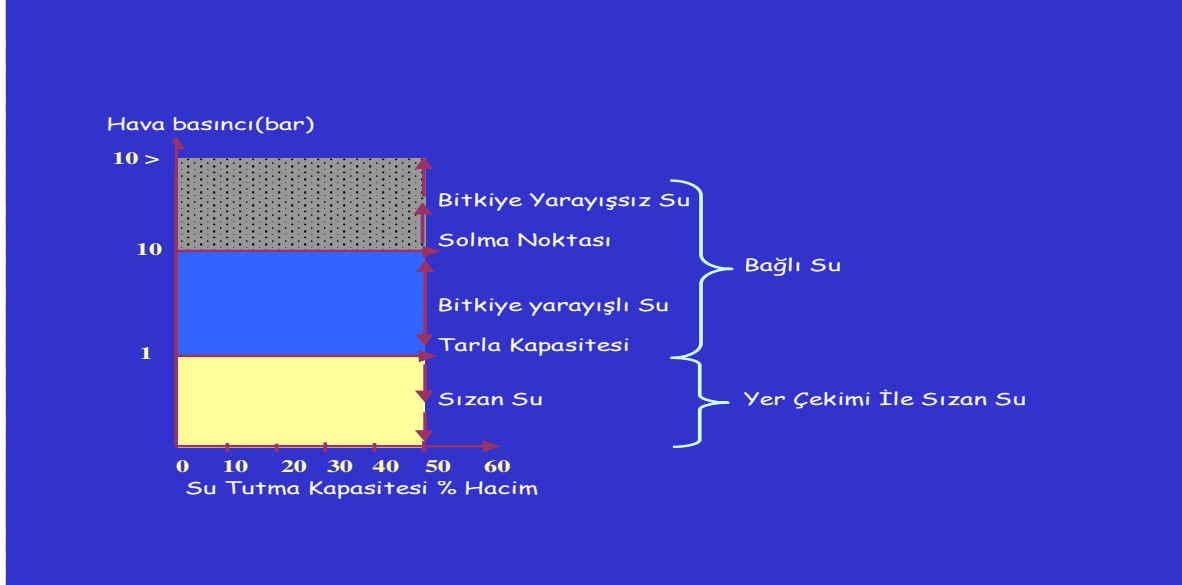
Organik Maddenin Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

-Toprağın su tutma ve havalanma kapasitesini dengeler Toprak sıcaklığını artırır.

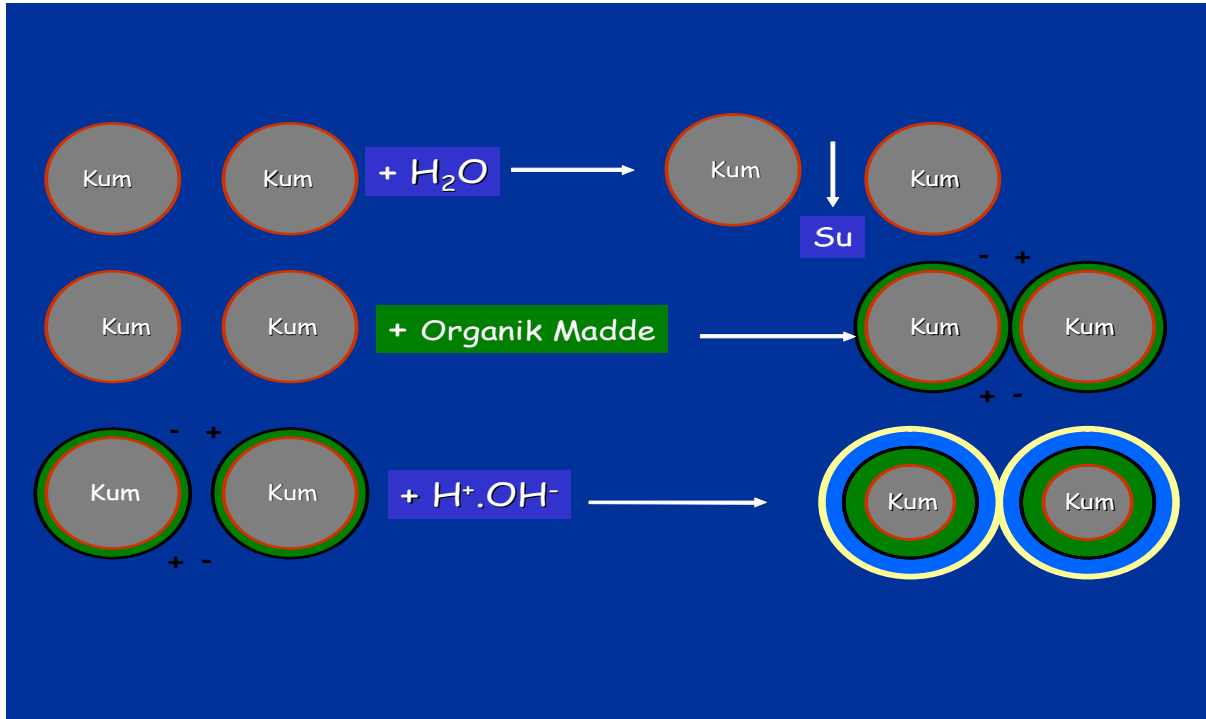
-Toprakta Agregat oluşumunu sağlar, kaymak tabakası oluşumu azalır ve erozyon ile toprak kaybı önlenir.

Şekil te organik gübre ile iyi bir şekilde gübrelenmiş toprakta şematik olarak suyun tutulması ve havalanması gösterilmiştir. Elektriksel yük bakımından (-) yüke sahip kil mineralleri ile (-) ve (+) elektriksel yüke sahip olabilen organik madde toprağın su tutması ve havalanması üzerine suyun da elektriksel yüke (+ ve -) yüke sahip olması nedeni ile toprakta su ve hava kapasitesi dengeye gelmiş olur. Bu durumu su tutma özelliği az olan buna karşılık havalanması fazla olan kumlu ve milli bir toprağa organik madde verilmesi ile toprağın su tutma ve havalanma kapasitelerinin dengeye gelişi şekilde gösterilmiştir.

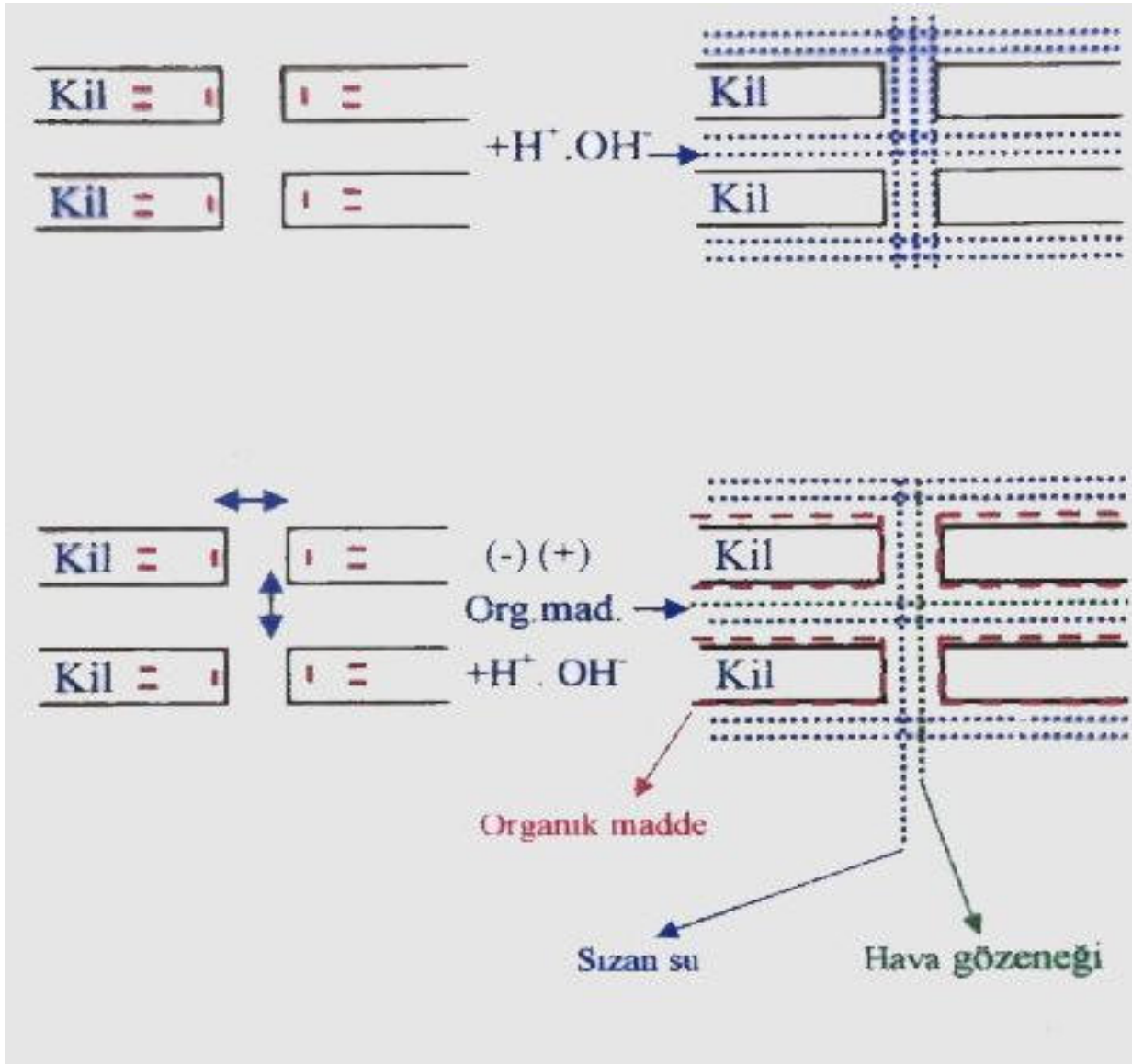
Kumlu Bünyeye Sahip Toprakta Organik Maddenin Toprağın Su Tutma Kapasitesini Artırması



ŞEKİL 21.



Şekil 22.Organik maddenin kumlu toprağın su tutma kapasitesine etkisi



ŞEKİL 23. Killi toprakta organik maddenin toprak havalanmasına etkisi

Su tutma kapasiteleri

Humat > Hümin > Fulvat

Montmorillonit > Vermükulit > Geçit kil mineralleri

Hafif bünyeli topraklara oranla kil miktarı yüksek ağır bünyeli olan toprakların fazla su tuttuğu ve kötü havalanma kapasitesi olduğu bilinmektedir. Killi bünyeye sahip topraklarda organik gübre uygulanması ile topraklarda sıkışık yapı açılarak gevşek bir yapı kazanır, fazla su yerçekimi ile drene olarak suyun bir kısmının yerine hava girer ve böylece kötü havalanmış toprak iyi havalanır hale gelmiş olur.

Organik materyallerin genellikle koyu renkli oluşu dolayısı ile güneş ışınlarını daha fazla adsorbe etmesi sonucu topraklar daha kısa sürede ısınabilmekte, tohum çimlenmesi ve bitki köklerinin kök gelişmesi daha hızlı olmaktadır. Ayrıca tam olgunlaşmamış şekilde toprağa uygulanan hayvansal kaynaklı gübrelerin ayrışma esnasında ortaya çıkardıkları ısı da toprağın ısınmasına etkili olabilmektedir. Toprağın ısınmasına dengeye gelen toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi de toprak sıcaklığına etkili olmaktadır. Organik materyaller bozuk bünyeli topraklarda agregat oluşumunu sağladıkları için toprak işlemesi daha iyi bir

şekilde yapılarak gübrelerin toprak içinde daha iyi bir şekilde dağılımını sağlar ve bitki kök gelişmesi daha iyi olur.

2.Organik maddenin toprağın kimyasal özellikleri üzerine etkisi:

Topraktaki mikroorganizmaların biyolojik aktiviteleri sonucu oluşan humus maddesi daha önce izah edildiği gibi sahip olduğu aktif grupları ile toprağın aşağıda verilen kimyasal özellikleri üzerine etkili olmaktadır.

—Toprakta yarayışsız formda olan besin maddelerinin yarayışlı hale gelmesini sağlar

—Toprağın pH değerini dengede tutar.

—Toprağın besin maddesi tutma kapasitesini artırır.

—Toprakta tamponlama yaparak besin elementi toksitesini önler.

—Toprakta tuzluluğun etkisinin az görülmesini sağlar.

—Toprakta bitki köklerinin gelişmesini teşvik eder.

—Bitki besin maddesi kaynağıdır.

Organik maddenin ayrışması sonucu toprakta oluşan organik asitler toprak minerallerinin ve özellikle sekonder minerallerinin ayrışmasını sağlayarak yarayışsız formda olan besinlerin yarayışlı hale gelmesini sağlar. Bu organik asitlerin başında ayrışma ürünü olarak meydana gelen CO_2 in H_2O ile birleşimi sonucunda meydana gelen karbonik asittir (H_2CO_3)

Organik materyaller genellikle hafif asit ile hafif alkalın karakter gösterir. Ayrışma ürünü olarak meydana gelen hümik asit ve türevlerinin sahip olduğu aktif gruplardaki hidrojen(H) hidroksil(OH) ve diğer aktif gruplar ortama bu aktif gruplarından atom veya atom gruplarını vererek elektriksel yük kazanırlar. Ortama geçiş olan +yükler genellikle hidrojen iyonları olup toprağın pH değerinin azalması yönünde, (-) yükler ise toprak reaksiyonu azalmış ise toprağın pH değerinin yükselmesini sağlarlar. Bu şekilde elektriksel yüke sahip olan hümik asitleri toprakta besin maddelerinin tutulmasına da etki ederek topraktan yıkanma ile besin maddesi kaybını önledikleri gibi toprağın besin maddesi tutma kapasitesini de arttırmış olurlar. Hümik asitlerin besin maddesi tutma kapasiteleri topraktaki kil minerallerine oranla 5-10 kat daha fazladır. Yüksek oranda besin maddesi tutma kapasitesine sahip olması nedeni ile hatalı bir şekilde yapılan gübre uygulamalarında görülebilecek tuzluluk veya toksite etkisi bu organik maddenin sahip olduğu aktif grupları sayesinde önlenmiş olur. Örnek olarak toprağa fazla miktarda çinkolu veya demirli gübre uygulanmış olsun toprakta yeteri kadar organik madde var ise demir ve çinkoların bir kısmı organik maddenin aktif gruplarındaki hidrojen ile yer değiştirmek sureti ile toksite etkileri azalmış olur. Aynı durum toprakta herhangi bir nedenle meydana gelen tuzlanma durumunda tuzluluğu meydana getiren sodyum elementinin bir kısmının organik madde tarafından tutulması sonucu tuzluluğun etkisi daha az görülür. Hafif tuzlanmanın meydana geldiği topraklarda organik gübreleme ile tuzluluğun hem etkisi biraz azaltılmış ve hemde kil minerallerinden yıkanması zor olan sodyum, organik madde tarafından tutulmak sureti ile yıkanarak topraktan uzaklaşması sağlanmış olur.

Bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübreler toprak mikroorganizmaları tarafından ayrıştırılırken bünyelerindeki besin elementlerini ayrıştırdıkları ortama verirler. Bu, bitkiler için önemli bir besin maddesi kaynağıdır. Bu elementlerin miktarları organik gübreler kısmında verilmişti. Genellikle topraklara vermediğimiz mikro besin elementleri bu yolla toprağa kazandırılmış olur. Ayrıca, organik bileşikler bitkinin kök gelişmesini teşvik etmek suretiyle bitkilerde daha hızlı bir gelişme de sağlanmaktadır. Toprağın bünye durumuna göre toprakta bulunan organik madde miktarı toprağın verimliliği üzerine etkili olmaktadır. Çizelgede farklı bünyeye sahip toprakların % organik madde miktarına göre toprakların verimlilikleri yönünde sınıflandırılması verilmiştir.

Çizelge 31.Toprakların organik madde miktarının sınıflandırılması

Verimlilik Oranı	Toprak Bünyesi % O.M			Killi
	Kumlu Tın	Kumlu Tın	Tın	
Fakir	<0.8	<1.2	<1.5	<2.0
Orta	0.8-1.5	1.2-2.0	1.5-2.5	2.0-3.0
İyi	>1.5	>2.0	>2.5	>3.0

3.Organik madde toprakta mikrobiyolojik aktiviteyi artırır.

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki eden organik materyaller topraktaki bir çok mikroorganizmanın gelişmesi üzerine olumlu yönde etki etmektedir. Organik gübreler her şeyin başında toprak canlılarının bir çoğu için bir enerji kaynağıdır. Mikroorganizmalar besin maddelerinin bir çoğunu organik maddeden ve ayrışma ürünlerinden temin ederler. Toprakta yeterli düzeyde organik materyallerinin bulunuşu toprakta mikroorganizma konsantrasyonunu artırır. Toprakta mikroorganizma canlılığının artması toprak verimliliği ve bitki besin elementlerinin elverişliliği üzerine olumlu yönde yapmaktadır.

2.3.6 Toprağın Katyon Değişimi Kapasitesi

Sera yetiştiriciliğinde topraksız ortam tekniği hariç toprakta yapılan yetiştiricilikte daha önceden belirtildiği gibi toprağın besin maddesi tutma kapasitesi önem taşımaktadır. Özellikle açıkta yapılan sebze yetiştiriciliğinde ve karık usulü sulamalarda bu daha önemlidir. Toprakta besin maddelerinin tutulmasına başta toprağın % kil miktarı ve kil cinsi gelmektedir. Kil cinslerinin tek veya çok tabaklı oluşuna 100 gram kilin tutabildiği besin maddesi miktarı 10-150 m.e/100 gram toprak arasında değişmektedir. Özellikle tek tabakalı kil minerallerine oranla iki tabakalı kil mineralleri daha fazla miktarda besin maddesi tutma özelliğine sahiptir. Kil minerallerinden daha fazla miktarı besin maddesini topraktaki hümüs (hüyük asitler) maddesi tutmaktadır. Toprağın organik maddesinin besin maddesi tutma özelliği 100-300 m.e/100 gram arasında değişmektedir. Toprağa verilen mineral gübreler toprak suyunda çözünerek elektriksel yük (+) veya (-) yük kazanırlar, bu yükleri sayesinde elektriksel yüke sahip olan kil ve hümüs maddeleri tarafından tutularak sulama suyu ile toprağın derinliklerine doğru yıkanmaları önerilir. Bir toprağın katyon tutma kapasitesi ne kadar yüksek ise o toprağa verebileceğimiz gübre miktarı da artar. Özellikle kumsal yapıya sahip topraklarda katyon değişim kapasitesinin az olması nedeni ile gübrelemenin tek bir defada yapılmayıp birkaç defa yapılması gerekmektedir. Katyon değişim kapasitesi düşük toprakların bu özelliğinin artırılması organik maddenin toprağa verilmesi ile mümkündür. Damla sulama ile yapılan gübrelemede besin maddesi tutulması sorunu olmaz.

2.3.7.Toprakta Besin Maddeleri ve Besin Maddeleri Arasında İlişkiler

Bitkilerin gereksinim duydukları besin maddelerinin nerede ise tamamı toprak kökenlidir. Topraktaki besin maddesi miktarlarının mutlaka analiz edilerek belirlenmesinde gübreleme bakımından büyük yarar vardır. Toprak analiz sonuçları ile o bölgede yapılan

gübreleme sonuçları birlikte değerlendirilerek doğru gübre kullanmak gerekmektedir. Toprakta bitkiler tarafından alınabilecek formda olan bitki besin maddelerinin miktarının yanında bu besin maddeleri arasındaki denge çok önemlidir. Gübrelemede en önemli husus besin elementleri arasındaki zıt (antagonistik) etkilerdir. Bu zıt etkilerin yanında bazı elementlerle olumlu (sinergitik) etkilerde mevcuttur. Ancak, bitkinin gelişme ortamındaki zıt etkiler alınacak ürün miktarı ve kalitesi üzerine çok fazla etkili olmaktadır. Bitkilerde element noksanlıklarının veya dengesizliklerinin ortaya çıkmasının bir nedeni de bu zıt ilişkilerdir. Bu zıt veya olumlu ilişkiler besin maddesi alımında görev yapan hücrelerin çeperlerinde ve vakuollerinde elektriki potansiyel değişiminden kaynaklanmaktadır. Özellikle hücre hücrelerin plazma çeperlerinde meydana gelen elektriksel potansiyel değişim katyon alımında belirgin olarak ortaya çıkar. Zıt ilişkilere örnek olarak $PxCa$, $PxFe$, $PxZn$, $KxMg$, NH_4xMg , $CaxFe$, $KxNa$ gibi ilişkiler gösterilebilir. Bu ilişkilerin varlığı sadece besin maddesi alımını bakımından olmayıp, bitki bünyesinde besinlerin taşınması ve fonksiyonlarını yerine getirmesi bakımından da önemlidir.

Pratikte bu ilişkilerden yararlanılarak uygulamalar yapılmaktadır. Örnek olarak hafif tuzlu topraklarda potasyumlu gübre kullanmak sureti ile tuzluluğun zarar derecesi azaltılabilmektedir. Bir başka örnek ise, domateste, biberde, patlıcanda görülen çiçek burnu çürüklüğünün (kalsiyum eksikliği) ve elmada görülen acı benek (kahverengi leke) giderilmesinde NH_4 formunda azotlu gübre kullanımı yerine NO_3 formunda azotlu gübre kullanmak daha yararlıdır. Gübre kullanımında sadece topraktaki besin elementlerinin konsantrasyonu yeterli olmayıp ortamın diğer şartlarının yanında besin maddeleri arasındaki oranda çok önemlidir. Özellikle meyve kalitesi ile çok ilgili olan toprak alkali elementleri (Ca-Mg-K.Na) arasındaki oranlar toprak verimliliği üzerine etkili olmaktadır.

2.3.8. Kültürel Uygulamalar

Bitki yetiştirme sistemleri(dikim mesafeleri, askıya veya sırığa alma, malçlama, toprak işleme, sulama yöntemleri) açıkta ve örtü altında yetiştiricilik (alçak-yüksek tunel) gibi uygulamalar gübrelemenin etkinliği üzerine etkili olabilmektedir. Bitki koruma alanında yapılan uygulamalar ve bitki beslenmesi ile hastalık ve zararlılar arasında ki ilişkilerde dikkate alınarak gübre uygulamaları yapılmaktadır. Özellikle bitki sağlığı ile gübre kullanımı arasındaki ilişkiler gübrelemenin etkisini göstermesi bakımından çok etkilidir.

2.3.9. Gübre Fiyatı Ürün İlişkisi

Bitkilerin gübrelenmesinde en etkili faktörler gübreye verilecek para miktarı ile elde edilecek ürün miktar ve fiyatı arasındaki ilişkilerdir. Gübre kullanımı ekonomik olduğu sürece dengeli gübre kullanmak mümkün olacaktır. Gübre kullanımında artışın ekonomik olmadığı noktada ürün miktarlarında bir artış meydana gelebiliyorsa gübrenin belirli bir şekilde parasal yönden desteklenmesi gerekecektir. Desteklenmemesi durumunda üründe beklenen artış olmayacağı için elde edilecek ürün miktarında bir azalma görülebilir. Bu nedenle özellikle hayati ürünlerde bu fiyat dengesini iyi hesaplamak gerekmektedir.

II. BÖLÜM **SEBZELERİN GÜBRELENMESİ**

1. Domates Yetiştiriciliğinde Gübreleme

Ülkemiz taze olarak tüketilen sebzelerin başında domates gelmektedir. Taze olarak tüketildiği gibi salça ve konserve (kurutulmuş veya soyulmuş) olarakta kullanılmaktadır. İnsan sağlığı ve beslenmesi bakımından askorbik asit (vitamin-C) muhtevası ve karatoinit (renk maddesi) bakımından büyük önem taşımaktadır. İnsanların dengeli beslenmesi bakımından bir yıl içinde tükettiği taze sebzelerin başında gelen domatesin 100 gramında ortalama olarak 6 gr kuru madde, 25 mg Vitamin-C, 0.08 mg B₁, 0.4 mg B₂, 1600 IE A Vitamini, 0.4 mg Karotin, 0.3 mg Niacin, 0.7 gr kaba seluloz bulunmaktadır.(Günay,1992). Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde domates bitkisi tam olgunlaşmadan toplanmak sureti ile turşu yapılmaktadır. Turşu halinde domatesin fazla miktarda tüketilmesi olmamaktadır.

Domates bitkisi açık tarla şartlarında oturak (bodur) ve sırik (askıya alınmış), örtü altında sera veya yüksek tünel şeklinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. İklim şartlarına bağlı olarak çeşitli yörelerde senenin her mevsiminde örtü altında, ilkbahar başlangıcı ile sonbahar arasında ise açık tarla şartlarında yetiştiriciliği yapılan domates bitkisi genellikle toprakta yetiştirilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda topraksız ortam tekniği (özel harç materyalleri ve su kültürü) ile de çok sınırlı yetiştiricilik yapılmaktadır.

Açıkta yapılan yetiştiricilikte genellikle fide dikimi yolu ile yetiştiriciliğin yanında doğrudan toprağa tohum ekimi yapılarak ta yetiştiricilik yapılabilmektedir. Örtü altı yetiştiricilikte ise fide dikimi yolu ile yetiştiricilik yapılmaktadır. Bölgelere ve yörelere göre çok farklı çeşitleri olan domates bitkisinde hibrit çeşitler gelişme ortamından aldıkları bitki besin maddelerini standart çeşitlere oranla daha iyi değerlendirerek birim alandan daha yüksek ürün alınmasını sağlarlar. Su isteği fazla olan domates bitkisinde karık usulü sulamaya oranla damla sulama sistemi ile yapılan sulama ile daha yüksek verim alınmaktadır. Mineral gübrelemenin de sulama yöntemine göre yapılması gerekmektedir. Fide döneminde geç ilkbahar donları açıkta yapılan yetiştiricilikte gelişmeye durdurmakta ve çok zarar vermektedir. Domates bitkisinin tam gelişmesini sağlayabilmesi için en azından 4 ay süre ile don olayı ve düşük sıcaklık görmemesi gerekir. Aşırı sıcaklardan ve özellikle + 35 °C nin üzerinde sıcaklıklarda bitki zarar görür, meyve irileşmesi tam olmaz, rüzgâr çiçek ve meyve dökümüne sebep olur, fazla güneş ise meyvelerde güneş yanıklığına neden olmaktadır.

Toprak isteği:

Domates bitkisi hafif bünyeli kumsal yapılı topraklardan ağır bünyeli killi topraklara kadar çok çeşitli topraklarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hafif bünyeli topraklarda kök gelişmesi daha fazla olduğu için ve kumsal toprakların daha erken ısınması nedeni ile killi topraklara oranla gelişme sezonu daha uzun olur ve dekardan alınan ürün miktarı daha yüksek olur. Hafif bünyeli topraklar killi topraklara oranla biraz daha erken hasadın yapılmasını sağlarlar. En iyi toprak bünyesi milli, milli tın, tın ve killi tın yapısına sahip topraklardır.

Tarla şartlarında yapılan domates yetiştiriciliğinde toprakta organik madde miktarının %2 nin üzerinde ve örtü altı yetiştiriciliğinde ise %4 ün üzerinde olması gerekmektedir. Domates bitkisi topraktan fazla miktarda kalsiyum kaldırmasına rağmen fazla kireçli yüksek pH değerli toprakları sevmez ve yüksek pH değerli topraklarda element dengesizlikleri ve noksanlıkları ile karşılaşılır. Domates bitkisinin en iyi yetişme pH değeri 6.0-6.5 değerleri arasındadır. Bu isteğine rağmen toprak pH değerinin 7 ve biraz üzerinde olması durumunda

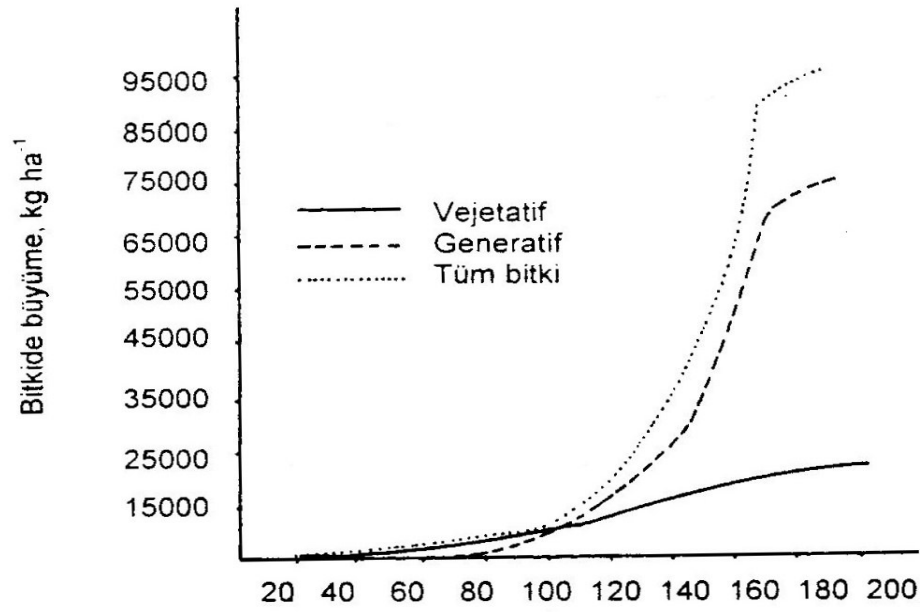
da iyi gelişme göstermektedir. Domates bitkisi sulama suyunun ve toprağın tuzluluğunu sevmez, yüksek tuzluluktan zarar görür. Sulama suyu da bor miktarının da yüksek olmaması gerekir. Kılcal kök sistemi ile çok geniş bir yapıya sahip olan domates bitkisinin köklerinin katyon değişim kapasitesi (besin alma kapasitesi) 56-60 m.e./100 g kök düzeyinde olup birçok bitkinin besin alma kapasitesinin nerede ise iki katı kadardır. Toprağın bünyesine bağlı olarak kazık kök derinliği 1 m kadar olmakla beraber kılcal kökler toprağın 15-50 cm derinliği arasında en yoğun olarak bulunmaktadır. Gübre ve sulama uygulamalarında kılcal kök derinliği dikkate alınarak uygulama yapılmalıdır. Toprak sıcaklığının +15 °C nin altında olması durumunda gelişme yavaşlar ve vegetasyon dönemi uzayarak hasat gecikir.

Besin Maddesi Alınımı ve Dağılımı

Domates fidelerinin toprağa dikiminden beşinci altıncı haftaya kadar domates fideleri yavaş bir gelişme gösterir daha sonra hızlı bir büyüme başlar. Hızlı büyüme dikimden 3.5 ay kadar sonra çok hızlı bir şekilde artarak 6. ayın sonuna kadar devam eder. Sanayi domatesi ile yapılan tarla çalışmalarında domates bitkisinin gelişmesi 20 şer gün ara ile alınan bitki örnekleri ile belirlenmiş ve şekil-24 de gösterilen domates bitkisinin büyüme kurvesi elde edilmiştir.(Çolakoğlu,1985) Şekil-24 den görülebileceği gibi domates bitkisinde fide dikiminden itibaren 80-90 cı günlerde generatif faaliyet başlamış ve domates bitkisinin en hızlı gelişmeye başladığı dönem tam ürün bağlama döneminde gerçekleşmiştir. Domates bitkisinin vegetatif (kök+gövde+sap+meyve salkımı +yaprak) ve generatif (meyve) kısmı ile topraktan kaldırdığı besin maddesi miktarları tablo- de verilmiştir.

Çizelge -32: Sanayi domatesinin vegetatif organları ve domates ürünü ile topraktan kaldırılan bitki besin elementleri (Çolakoğlu 1985)

Element	Vejetatif organlar, Kg ha⁻¹	Domates ürünü, Kg ton⁻¹
Azot(N)	35-50	1.5-2.5
Fosfor(P₂O₅)	10-13	0.6-1.0
Potasyum(K₂O)	60-85	3.5-5.0
Kalsiyum (CaO)	75-90	0.20-0.25
Magnezyum (MgO)	22-30	0.25-0.40



ŞEKİL -24 : Fidelerin tarlaya şaşırtılmasından sonra geçen sürede domates bitkisinde büyüme durumu (Çolakoğlu 1985)

Serada domates yetiştiriciliğinde yapılan bir çalışmada domates bitkisinin farklı kısımları ile topraktan kaldırdığı besin maddesi miktarları % olarak çizelge- de verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği gibi tüm bitki ağırlığının (yaş ağırlık) %74,3 ü meyve ağırlığını geriye kalan %25,7 sini ise yaprak+gövde+meyve salkımı +kök (vegetatif kısım) teşkil etmektedir. Bitkinin farklı kısımlarına göre toplam bitkinin kaldırdığı azotun (N) %51,1 i, fosforun (P) %53,04 ve potasyumun ise %60,9 u meyve ile kaldırılmaktadır. Domates meyvesi ile kaldırılan kalsiyum miktarı ancak %3,1 düzeyinde olup magnezyum miktarı ise %23,4 oranındadır. Kalsiyum ve magnezyum diğer besinlerin aksine bitkinin vegetatif kısmı ile ve en çok yaprakları ile topraktan kaldırılmaktadır.

Çizelge-33: Serada Domates Bitkisinin Bitki Kısımlarına Göre Besin Maddesi Değerleri

Besin elementi	Yaprak %	Gövde %	Meyve salkımı %	Meyve %	Kök %
N	27.0	12.0	9.0	51.1	0.9
P	18.2	16.2	11.7	50.0	0.9
K	17.5	15.2	5.8	60.9	0.6
Ca	76.6	16.2	2.7	3.1	1.4
Mg	44.2	27.1	4.6	23.4	0.7
Taze ağırlık	12.3	8.8	3.7	74.3	0.9

Çizelge 34. Domates bitkisinin topraktan kaldırdığı makro ve mikro besin element miktarları (Antalya Kumluca)

Besin elementi	kg /ton Ürün	Besin Elementi	gr/ton Ürün
Azot (N)	2.73	Demir (Fe)	34+12
Fosfor (P ₂ O ₅)	0.90	Mangan (Mn)	23+8
Potasyum (K)	5.85	Çinko (Zn)	19+10
Kalsiyum (Ca)	3.74	Bakır (Cu)	24+10
Magnezyum (Mg)	0.50	Sodyum (Na)	136+5

Antalya Kumluca' da sera şartlarında yapılan araştırmada, ton ürün ve bitkinin vegetatif kısmı ile kaldırılan besin maddeleri çizelgede verilmiştir.

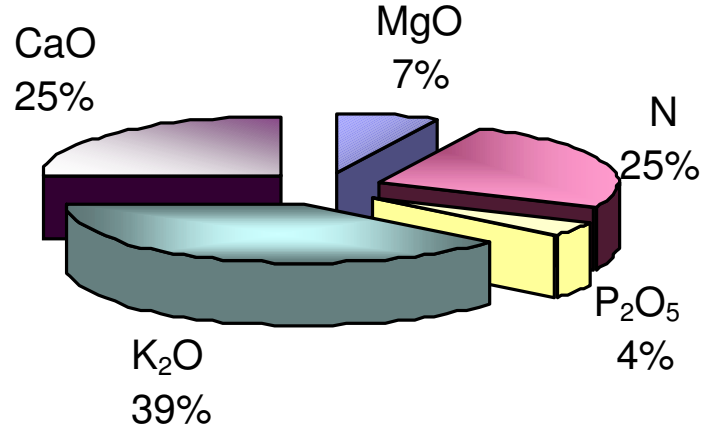
Bir dekardan sera şartlarında alınan farklı ürün miktarlarına göre domates bitkisini topraktan kaldırdığı besin maddesi miktarları ise Çizelge 35'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi domates bitkisi ile topraktan en çok potasyum elementi kaldırılmaktadır.

Çizelge-35 : Farklı Ürün Miktarlarına Göre Serada Domates Bitkisinin Kaldırdığı Besin Maddesi Miktarları

Satılabilir Ürün kg/da	Ürün +Bitki kg/da	Besin Elementi				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
10	15.9	32	9.4	62	38	5.2
15	23.9	49	13.3	97	55	6.9
20	31.9	66	17.2	132	72	8.6
25	40	83	22	169	89	10.5

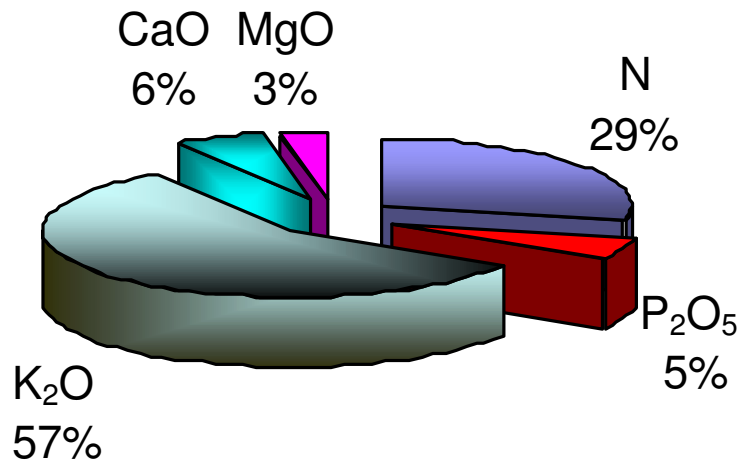
Domates bitkisinde besin maddesi dağılım şekil- den daha açık bir şekilde izlenebilmektedir. Şekilden görülebileceği gibi gerek tüm bitkide ve gerekse domates meyvesinde en fazla bulunan, diğer bir ifade ile domates bitkisinin topraktan en fazla kaldırdığı bitki besin elementi potasyumdur. Tüm bitki (Vegetatif kısım(kök+gövde-yaprak+meyve sapı) ve meyve dikkate alındığında topraktan kaldırılan beş ana bitki besin elementi(azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum) toplamının %39 u potasyumdur. Domates meyvesi dikkate alındığında ise bu beş elementin toplamının %57 kadarını potasyum teşkil etmektedir. Bunun anlamı diğer tüm sebzelerde olduğu gibi meyve ile kaldırılan bitki besin elementlerinin başında potasyum gelmektedir.

DOMATES BİTKİSİNDE ELEMENT KOMPOZİSYONU



ŞEKİL-25: (Huett, 1985)

DOMATES MEYVESİNDE ELEMENT KOMPOZİSYONU



ŞEKİL 26.

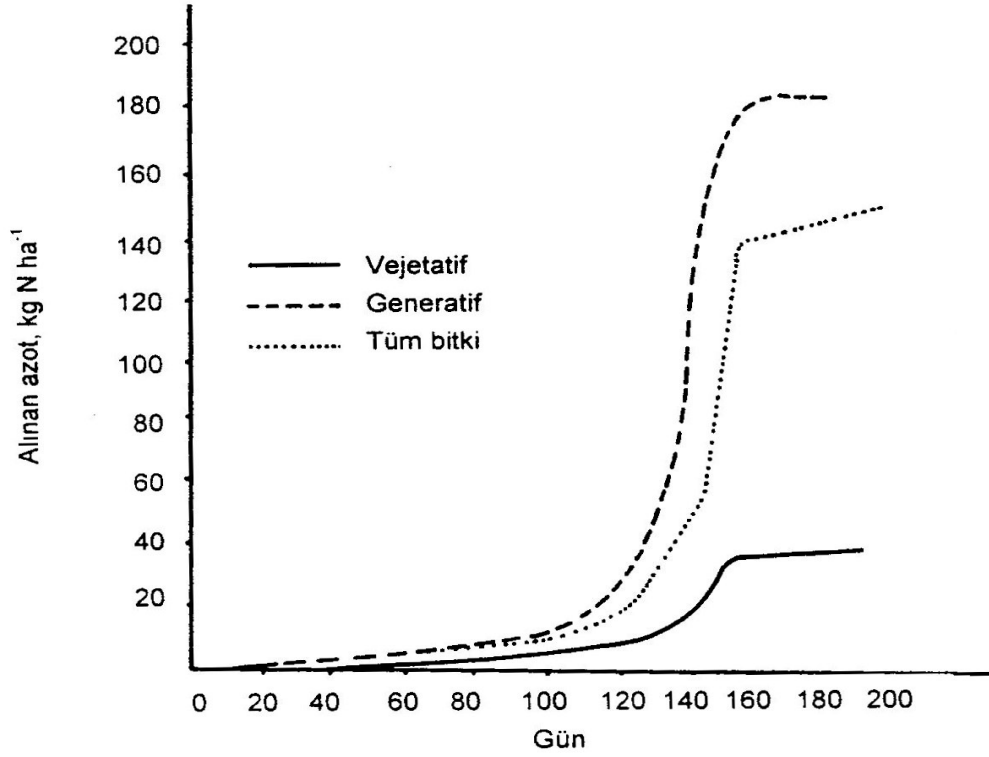
Domates bitkisinin topraktan kaldırmış olduğu kalsiyum miktarı çizelge, den izlendiğinde azottan daha fazla olduğu izlenimini yaratmaktadır., benzer durum magnezyum elementi için de geçerlidir. Bu iki elementin bitkide bulunuş yerleri ve meyve ile kaldırılan miktarları dikkate alındığında meyve ile kaldırılan miktarlarının çok daha az olduğu görülecektir. Özellikle topraksız ortam tekniği ile yapılan yetiştiricilikte kalsiyum ve magnezyumun meyve (ürün) ile kaldırılan miktarların dikkate alınması gerekir.

Tüm bitkilerde olduğu gibi ürün miktarı üzerine en etkili besin elementi azottur. Domates bitkisinin gelişme dönemi içinde alınan bitki (vegetatif) ve meyve (generatif) örneklerinde yapılan analizler sonucunda topraktan kaldırdığı azot miktarları Çizelge – te verilmiştir.

Çizelge -36: Gelişme evrelerine göre tarlada domates bitkisi tarafından alınan azot (Çolakoğlu 1985)*

Gelişme evreleri	Domates bitkisinin gelişme evrelerinde aldığı azot, kg N ha ⁻¹	Toplam alınan azotun bitki organlarındaki dağılımı %		Azot alım hızı, g N/gün
		Vejetatif organlar	Generatif organlar	
Şaşırtma	2.0	100	-	2.8
Çiçeklenme başlangıcı	3.5	100	-	10.6
İlk salkım	25.5	58	42	110.6
1.Hasat	47.5	45	55	215.4
2.Hasat	88.5	23	77	890.0
3.Hasat	19.0	18	82	83.0
TOPLAM	186.0			

Dekardan 7.6 ton domates ürünü ve bitkinin vegetatif kısmı ile kaldırılan azot miktarları Gediz ovasında yapılan çalışmalarda dekara ortalama olarak 18.6 Kg N olarak belirlenmiştir. Çiçeklenme başlangıcından ilk salkım meyve tutumuna kadar geçen sürede bitkinin vegetatif kısmındaki azotun meyvelere doğru taşındığı ve bu dönemde bitkinin bünyesindeki toplam azotun %58 nin vegetatif kısımda %42 sinin ise generatif kısımda biriktiği belirlenmiştir. Domates bitkisinin meyvelerinde biriken azot miktarı birinci el hasat ta %55 e ,ikinci el hasatta %77 ye ve üçüncü el hasatta ise %82 ye ulaşmıştır. Bu durum gelişme döneminde domates bitkisinin gün ve gün azot alım seyri şeklinde gösterilmiştir.(Şekil -) . Tüm bitkilerde olduğu gibi domates bitkisinde besin maddesi alım oranlarının bilinmesi üst gübrelemelerinin ne zaman yapılması gerektiği konusunda, damla sulama ile sulanan bitkilerde ise gelişme döneminin hızlanmasına paralel olarak gübre konsantrasyonlarının ayarlanması bakımından önem taşımaktadır. Bitkilerin gelişme dönemlerine göre besin maddesi alımını patirik yönden doğru gübreleme programlarının hazırlanmasını sağlamaktadır.



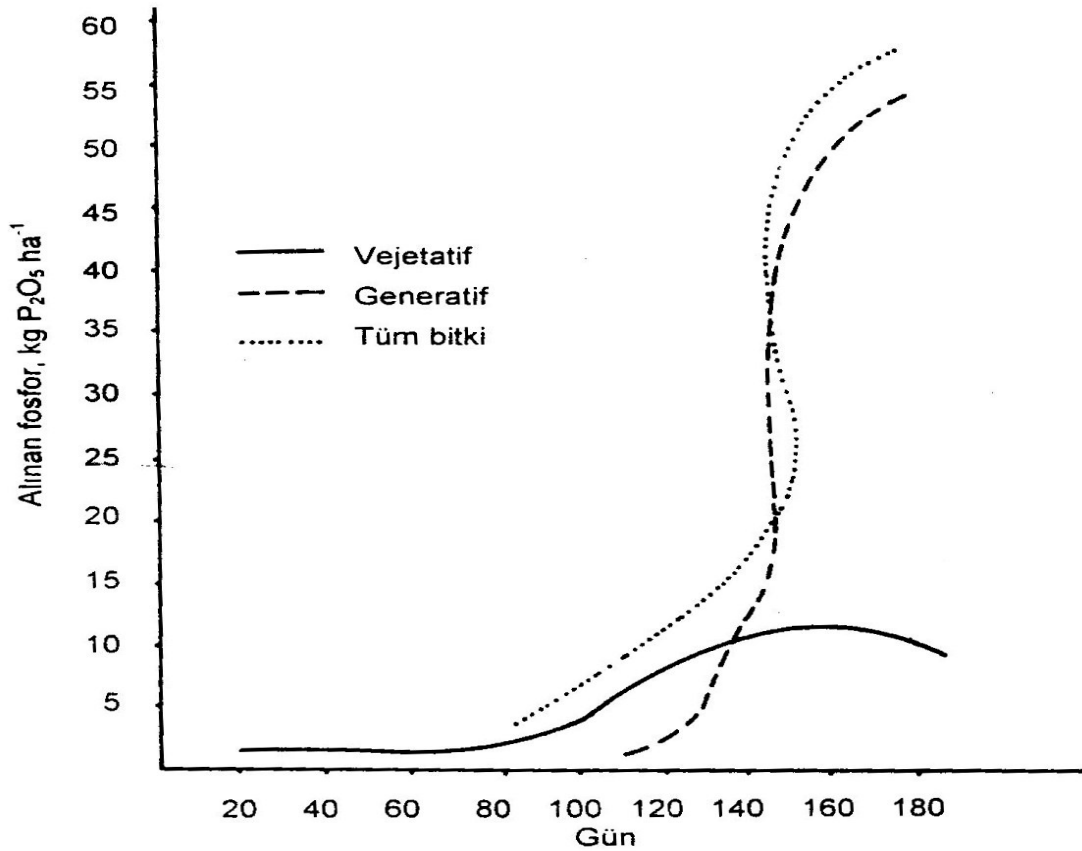
ŞEKİL 27. Domates bitkisinde gelişme süresince alınan azot

Domates bitkisinin meyve ve yeşil kısımları ile topraktan kaldırdığı fosfor miktarı azota oranla 3-4 kat ve potasyuma göre 5-6 kat daha azdır. Domates bitkisinin topraktan kaldırdığı fosfor miktarı az olmasına rağmen gelişme döneminin başlangıcında bitkinin yeşil kısımlarındaki fosfor miktarı diğer dönemlere oranla çok fazladır. Bu nedenle fosforlu gübrelerin büyük bir kısmının domates fidesi dikiminden önce uygulanması gerekmektedir. Bunun yanında fosforun elverişliliği üzerine olumsuz yönde etki eden birçok toprak faktörünün de bulunuşu, domatesin topraktan kaldırdığı fosfor miktarının çok üstünde fosfor uygulamasının yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Sanayi domatesinde yapılan çalışmalarda domates bitkisinin gelişme dönemi içinde farklı bitki kısımları ile topraktan kaldırdığı fosfor miktarları Çizelge-37' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde dekardan alınan her bir ton ürün için bitkinin vegetatif ve meyve kısmı ile kaldırdığı fosfor miktarı yaklaşık 0.9 Kg P₂O₅ düzeyindedir. Çizelgede gösterildiği gibi topraktan kaldırılan fosforun büyük bir kısmı domates meyvesi ile topraktan uzaklaştırılmaktadır. Bu nedenle alınan ürün miktarına göre gübre kullanmak gerekmektedir.

Çizelge -37: Gelişme evrelerine göre domates bitkisi tarafından alınan fosfor (Çolakoğlu 1985)*

Gelişme evreleri	Domates bitkisinin gelişme evrelerinde aldığı fosfor, kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Toplam alınan fosforun bitki organlarındaki dağılımı %		Fosfor alımı , g P ₂ O ₅ /gün
		Vejetatif organlar	Generatif organlar	
Şaşırtma	1.4	100	-	2.8
Çiçeklenme başlangıcı	1.5	100	-	4.6
İlk salkım	10.5	62	38	45.6
1.Hasat	12.1	39	71	55.0
2.Hasat	27.9	16	84	186.0
3.Hasat	5.1	12	88	22.0
TOPLAM	58.5			

Domates bitkisinin tarla şartlarında fosfor alım miktarları gelişme dönemlerine göre incelendiğinde en yüksek alım hızının ikinci el hasat döneminde olduğu ve bunun günlük olarak dekara 186 gr P₂O₅ (yaklaşık 400 gr TSP veya DAP) olduğu görülür. Bu durum Şekil – 28 de gösterilmiştir.



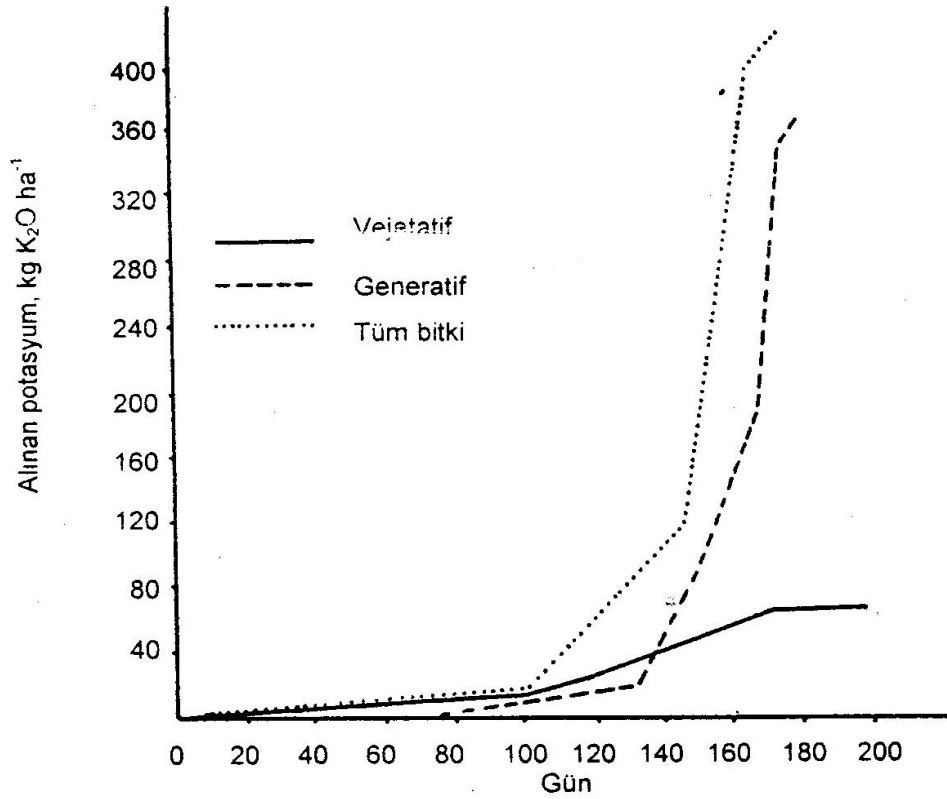
ŞEKİL 28. : Domates bitkisinde gelişme süresince alınan fosfor

Domates bitkisi dahil sebzelerin büyük çoğunluğunda topraktan kaldırılan besin maddelerinin başında potasyum elementi gelmektedir. Domates bitkisinin vejetatif (yeşil)

kısmında kaldırılan potasyum miktarı sabit düzeyde kalsa bile alınan ürün miktarı arttıkça topraktan uzaklaştırılan potasyum miktarı da artmaktadır. Açık tarla şartlarında sanayi domatesi ile yapılan çalışmada bitkinin farklı kısımları ile topraktan uzaklaştırdığı potasyum miktarları gösterilmiştir. Dekardan ortalama 7.6 ton ürün ve bitkinin yeşil kısmı ile topraktan aldığı potasyum miktarı 36.2 Kg K₂O kadardır. En yüksek düzeyde potasyumun alındığı dönem ikinci el hasat öncesi dönem olup günlük alınım miktarı dekara 1273 gr K₂O olup gübre olarak bu dönemde yaklaşık 2.5 Kg potasyum sülfat gübresi etmektedir.

Çizelge 38..Domates bitkisinin farklı gelişme dönemlerine göre topraktan kaldırdığı potasyum miktarı

Gelişme evreleri	Domates bitkisinin gelişme evrelerinde aldığı potasyum, kg K ₂ O ha ⁻¹	Toplam alınan fosforun bitki organlarındaki dağılımı %		Potasyum alımı g K ₂ O /gün
		Vejetatif organlar	Generatif organlar	
Şaşırtma	3.8	100	-	5
Çiçeklenme başlangıcı	6.7	100	-	20
İlk salkım	38.5	65	35	124
1.Hasat	86.0	38	62	-
2.Hasat	191.0	23	77	1273
3.Hasat	36.0	20	80	16
TOPLAM	362.0			



Şekil 29. Domates bitkisinde gelişme süresince alınan potasyum

Domates Yetiştiriciliğinde Gübreleme Programlarının Hazırlanması

Domates Yetiştiriciliğinde gübreleme programı hazırlanırken aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir.

- Açık tarla yetiştiriciliği ve örtü altı yetiştiriciliği
- Açık tarla yetiştiriciliğinde ve ya sırik domatesi yetiştiriciliği
- standart veya hibrit çeşit
- Aşılı fide kullanıp kullanılmadığı
- Çeşit (Sofralık, Sanayi, kurutmalık gibi)
- Gelişme dönemi (İlkbahar, sonbahar, tüm sezan)
- Sulama sistemi (karık-damla) ve sulama programı
- Sulama suyu kalitesi
- Toprak Analizi
- Organik gübreleme yapılıp yapılmayacağı
- Dekardan alınması beklenen ürün ton/ dekar
- Topraksız ortam tekniği için yetiştirme ortamı

Yukarıda belirtilen özellikler dikkate alınarak domates bitkisinin gelişme dönemleri dikkate alınarak gübreleme programı yapmak gerekir. Domatesin gübrenmesi konusunda bölgede yapılmış araştırma sonuçları, toprak ve varsa bitki analiz sonuçları dikkate alınarak doğruya yakın gübre tavsiyesi ve gübreleme programı yapmak mümkündür. Gübreleme programları domates bitkisinin fizyolojik gelişme dönemlerine göre yapılabileceği gibi tüm gelişme dönemi aylara bölünerek te yapılabilmektedir.

Domates yetiştiriciliği genellikle fide dikim yolu ile yapılmaktadır. Doğrudan toprağa tohum ekimi ile yapılan yetiştiricilikte toprağın iyi hazırlanmaması, toprak ve iklim şartlarının iyi olmaması ve domates tohumunun çok küçük olması ve çıkışta toprağın yağışlar nedeni ile kaymak tabakası oluşturması ve domates fidelerinin bazı hastalık ve zararlı etmenlerle fide döneminde karşı karşıya gelmesi gibi nedenlerle doğrudan tohum ekimi ile yetiştiricilik az yapılmaktadır. Büyük kuruluşlar tarafından hazırlanan fideler yerine bazı üreticiler fidelerini kendileri yetiştirmek suretiyle yetiştiricilik yapmaktadırlar.

Domates tohumu ekimi yapılacak fide yastıklarının (tavaların) su tutma ve havalanma kapasitelerinin dengede olabilmesi için toprağın bünyesine göre toprağa dere kumu veya mili ilave etmek gerekebilir. Bunun yanında iyi yanmış hayvan gübresi kullanılması gerekir. İyi olgunlaşmamış hayvan gübresi kullanımında fide köklerinde yanıklıklar ve fidelerde mağnezyum noksanlığı ortaya çıkabilmektedir. Fide yastığı toprağının pH değeri hafif asit karakterde olmalıdır. Bunun için fide yastığının toprak alanı ve hacmi dikkate alınarak kükürt uygulaması (yüksek pH lı topraklarda) veya düşük pH değerli topraklarda ise kireçleme yapılmalıdır. Fidelikler genellikle hafif bünyeli topraklarda kurulması nedeni ile toprakta mağnezyum miktarı düşük olabilir. NPK lı gübrelere ilave olarak mağnezyum ihtiva eden gübrelerin kullanılmasında yarar vardır. Örnek olarak 25M² lik bir fidelik alanı için aşağıda önerilen gübreleme uygulanabilir.

- 1- 1.25 Kg Potasyum Nitrat
- 2- 1.25 Kg MAP
- 0.2-0.4 Kg Mağnezyum Nulfat veya Mağnezyum Nitrat
- 50-100 gram Çinko Sulfat

Bu gübrelerin temin edilmesi durumunda potasyum sulfat bazlı 10-20-20 süpergold kompoze gübresinden 2.5-3 Kg verilmelidir. Önerilen gübreler toprak yüzeyine serpildikten

sonra toprağın 5-6 cm kadar derinliğine kararlaştırılır ve toprak hafifçe bastırılarak sıkıştırılır ve tohum ekimi yapılır. Toprak tavında değil ise sulama yapılır ve tohumun üzeri kapak materyale ile kapatılır. Çıkiştan 3 hafta kadar sonra %0.5 lik potasyum nitrat ile iki kez yapraktan gübreleme yapmak piştin fide elde edilmesini sağlar. Domates tohumlarının doğrudan fide torbasına veya fide kahasına ekim yolu ile fide yetiştiriciliği yapılacak ise fide harcında aştığıda belirtilen miktarlarda bitki besinlerinin bulunması gerekir. Fide harcı için dere kumu, elenmişt bahçe toprağı,perlit,torf,zeolit, vermikulit, iyi yanmişt elenmişt hayvan gübresi ve volkan tüfü ile ponza materyallerinden bir kısmı belirli oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. Bu materyallerden hayvansal kaynaklı gübreler hariç diğerleri hemen hemen hiç bitki besin maddesi ihtiva etmezler. Bu nedenle bu karışım harcın öncelikle pH değerinin 6.5 dolayında olması ve bitki besini olarak 1 M3 de aştığıdaki besin maddelerini ihtiva etmeleri gerekir.

<u>Element</u>	<u>miktarı(g)</u>	<u>Kaynağı</u>
Azot (N)	120-160	%34 N NH ₄ NO ₃
Fosfor(P ₂ O ₅)	80-100	MAP-MKP
Potasyum(K ₂ O)	300-400	KNO ₃ –K ₂ SO ₄
Kalsiyum(CaO)	80-100x	Ca(NO ₃) ₂ H ₂ O
Mağnezyum(MgO)	40-50	MgSO ₄ 7H ₂ O-Mg(NO ₃) ₂ 5H ₂ O
Demir (Fe)	5-10	FeEDDHA
Mangan (Mn)	4-6	MnSO ₄ 4H ₂ O
Çinko (Zn)	2-3	ZnSO ₄ 4H ₂ O
Bakır (Cu)	1-1.5	CuSO ₄ 5H ₂ O
Bor (B)	1-1.5	H ₃ BO ₃
Mobilden	0.1	(NH ₄) ₆ MO ₇ O ₂₄ 4H ₂ O

Sulama suyundaki kalsiyum miktarı dikkate alınmalı

Domates fidelerinin dikiminden sonra toprağın rutubet durumuna göre can suyu verilmektedir. Can suyunun içinde fosfor, potasyum ve çinko elementlerinin bulunuşu fidelerin adaptasyon kabiliyetini arttırdığı gibi daha kuvvetli bir gelişmeyi de sağlar. Birçok ülkede sadece su yerine başlangıç solusyonu (starter solution) adını verdikleri besin eriyikleri ile bitkilerinin ilk sulamaları yapmaktadırlar. Ülkemizde de bu usulün yaygınlaşması fidelerin gelişmesi bakımından önemlidir. Bir tonluk bir başlangıç eriği için 0.5 Kg MKP gübresi+100 gram çinko sulfat yeterlidir. Bu eriğin konsantre olanını yapmak için 100 litre suda 5kg MKP eritilir ve bu eriyikte aynı zamanda 1 kg çinko sulfat eritilerek konsantre başlangıç solusyonu hazırlanabilir. Bu konsantre eriyikten 10 litre alınıp bir ton suda eriterek sulama yapılırsa başlangıç solusyonu verilmişt olur. Gerekirse daha konsantre başlangıç stok solusyonu da hazırlanabilir.

Karık usulü Sulama ile Gübre Uygulaması

Tohum ekimi veya fide dikiminden önce son toprak işleme yapılmadan tavsiye edilen gübreler taban gübresi olarak serpmeye olarak uygulanır. Gübre uygulama derinliği toprak bünyesine göre 15-20 cm arasında değişmektedir. Uygulanan gübreler belirlenen toprak derinliğine karıştırılır. Bant usulü uygulamada ise fide dikim sıralarının sağına veya soluna gelecek şekilde fide dikimi ile birlikte uygulanmalıdır. Bu durumda gübreler fide köklerinin 5-6 cm aştığına ve 8-10 cm sağına veya soluna gelecek şekilde verilmelidir. Fosforlu gübrenin toprakta hareket kabiliyeti dikkate alınarak tavsiye edilen fosforun tamamı bu dönemde, topraktaki potasyum miktarına bağlı olarak potasyumun tamamı veya %60-70

kadarı fosforlu gübre ile birlikte ve azotun ise %40-50 si bu dönemde uygulanmalıdır. Gelişme döneminin uzunluğuna bağlı olarak azotlu gübrenin geriye kalanı 2-4 kısım halinde verilmektedir. İlk uygulama domates bitkisinde kök boğazı doldurma işlemi yapılırken geriye kalmış olan potasyumlu gübre ile birlikte, verilmelidir. Bu dönemde potasyumlu gübre olarak potasyum sulfat veya bünyesinde azot bulunması nedeni ile potasyum nitrat halinde (potasyum ihtiyacı var ise) verilebilir. Domates bitkisinde kalsiyum noksanlığı belirtisi olan çiçek burnu çürüklüğü görülüyorsa azotlu gübre olarak kalsiyum nitrat gübresi bu dönemde uygulanmalıdır. Sadece azotlu gübre verme durumunda ise %26 N CAN gübresi tercih edilmelidir. Azotlu gübrenin geriye kalan kısmı ise meyve tutumu başlayınca sulama öncesi, ikinci kısım ise ilk hasat sonrası ve son olarak ikinci el hasadı sonrası (sanayi domatesi için) yapılmalıdır. Azotlu gübre formu olarak %26 N CAN veya %33 N amonyum nitrat gübreleri tercih edilmelidir. Özellikle son azotlu gübre uygulamalarında üre formunda azotlu gübre uygulaması yapılmalıdır. Sıra aralarına uygulanan gübreler toprağa karıştırıldıktan sonra sulama yapılmalıdır. Gübrelerin yaz güneşinde toprak yüzeyinde uzun süre ile kalması özellikle kireçli topraklarda azot kaybına neden olabilir.

Karık usulü yapılan ir domates tarlasında örnek olarak gübreleme programı aşağıda verilmiştir. Bu sadece bir örnek olup en doğru gübre tavsiyesi toprak ve yaprak analizi yapılarak hazırlanan gübre programıdır.

Bitki: Domates: (salçalık9 hibrit çeşit

Beklenen Ürün: 8 ton/dekar

Fide dikim tarihi: Nisan son hafta

Toprak analizine göre tavsiye edilen besin maddesi miktarı, 22kg N /da 12 kg P₂O₅/da ve 19kg K₂O/da dır. Örnek olarak verilen bu tarlanın bir dekarına verilmesi gereken gübre miktarları ve gübreleme zamanları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 39: Karık usulü sulanan oturak tarla domatesinde gübreleme programı

<u>Gübreleme dönemi</u>	<u>Birinci öneri</u>	<u>Kg gübre/dekar</u>
Fide dikimi öncesi	10-20-20+6 S+1 Zn Süpergold kompoze	60
Ara çapada (boğaz doldurma)	Potasyum Nitrat	15
Meyve tutumu başlangıcı	Amonyum Sulfat	10
İlk hasat sonrası	%26 N CAN	15
İkinci el hasat sonrası	%33 N AN	12
	%33 N AN	12
	<u>İkinci Öneri</u>	
Fide dikim öncesi	Çinkolu 15-15-15	
Ara çapada (boğaz doldurma)	potasyum nitrat	15
Meyve tutum başlangıcı	%26 N CAN	10
İkinci hasat sonrası	%33 N AN	10
İkinci el hasat sonrası	%33 N AN	8

Domates tarlalarında kalsiyum eksikliğinden ileri gelen çiçek burnu çürüklüğü mevcut ise diğer azotlu gübreleri biraz azaltmak sureti ile ara çapa döneminde dekara 10-15 kg kalsiyum Nitrat gübresi verilmelidir. Bu yapılmaz ise yapraktan 3-5 defa meyve tutumu

öncesinden başlayarak %0.5-1 lik kalsiyum nitrat uygulaması yapılmalıdır. Kalsiyum Nitrat gübreleri zirai ilaç ve fosforlu-sulfatlı gübrelere karıştırılmamalıdır.

Damla sulama sistemi ile sulanan bir domates tarlasında örnek olarak gübreleme programı aşağıda verilmiştir.

Bitki: Domates (salçalık) hibrit

Beklenen Ürün: 12 ton/dekar

Fide dikim tarihi nisan son hafta

Toprak analiz sonuçlarına göre tavsiye edilen besin maddesi miktarları, 26 kg azot (N) /dekar fosfor 16 kg P₂O₅/dekar ve potasyum 22kg K₂O dekar etkili madde olarak verilmiştir. Daha önceki bölümlerde damla sulama sistemi ile gübrelemenin temel ilkeleri dikkate alınarak ve damla sulamaya uygun gübreler kullanılarak aşağıda tabloda verildiği gibi gübreleme programı uygulanabilir. Fide dikiminden önce gübrelere bir kısım topraktan uygulanması sureti ile gübre maliyetinin ucuzlatılması gerekmektedir. Damlama sulama ile gübrelemeye fide dikiminden 10-15 gün sonra başlayıp son hasattan 10-15 gün önce damla sulama ile gübrelemeye son vermek gerekir. Damla sulama ile gübrelemede tuzluluk indeksinin diğer gübrelere oranla nispeten daha fazla olması nedeni ile amonyum sulfat gübresi tavsiyesinden kaçınılmalıdır. Bölgede kalsiyum noksanlığından dolayı meyvelerde çiçekburnu çürüklüğü görülüyorsa damla sulama ile kalsiyum nitrat verilebilir. Ancak kalsiyum nitrat gübresi fosforlu ve sulfatlı gübrelere birlikte uygulanmamalıdır. Damla sulama ile gübreleme programı Çizelge 40'da verilen sulama programına göre günlük olarak yapılabileceği gibi bitkinin fizyolojik gelişme dönemleri dikkate alınarak dönemler itibarı ile de yapılabilir .

Çizelge 40-: Fizyolojik gelişme dönemlerine göre damla sulama ile domates bitkisinde gübreleme programı

Gelişme dönemi	<u>Kg gübre /dekar</u>		dönem
	<u>%33N AN</u>	<u>M A P</u>	
Fide dikim-çiçeklenme	5	3	4
Çiçeklenme-meyve tutumu	10	4	6
Meyve tutum-İlk hasat	25	3	12
İlkhasat-hasat sonu	10	-	4

Bir sulama günü için verilecek gübre miktarı, o dönem için tavsiye edilen gübre miktarının o dönemde yapılacak sulama adedine bölünerek uygulanması gerekir. Örnek olarak çiçeklenme- meyve tutum arasındaki dönemde 10 kez sulama yapıldığını varsayalım bu dönemde bir sulamada 1kg %33 N AN+0.4 kg MAP + 0.6 kg potasyum nitrat kullanılmalıdır.

Damla sulama ile gübrelemeye başlamadan önce fide dikim öncesi dekar 50kg süpergold 10-20-20-6 S+1Zn kompoze gübresi toprağa verilmelidir. Bu gübrenin yerine çinkolu 15-15-15 kompoze gübresinden dekara 68 kg uygulanabilir. Bu durumda tavsiye edilen %33 N AN (amonyum Nitrat) gübresi dekara 15 kg azaltılarak uygulanmalıdır. Çiçekburnu çürüklüğü için kalsiyum nitrat gübresi kullanılacak ise 10 kg kalsiyum nitrat için 5 kg %33 N amonyum nitrat az kullanılmalıdır.

Çizelge 41. Tarla domatesinde sulama programı

Sulama Tarihi	Sulama No	Günlük Su / ton da
1 3 MAYIS	1 SULAMA	2TON/GÜN/DK X3=6
3 6 MAYIS	2 SULAMA	2TON/GÜN/DK X3=6
6 9 MAYIS	3 SULAMA	2TON/GÜN/DK X3=6
9 12 MAYIS	4 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
12 15MAYIS	5 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
15 18 MAYIS	6 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
18 21 MAYIS	7 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
21 24 MAYIS	8 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
24 27 MAYIS	9 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
27 30 MAYIS	10 SULAMA	3TON/GÜN/DK X3=6
		TOPLAM 81 TON/DK
30 2 HAZİRAN	11 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
2 5 HAZİRAN	12 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
5 8 HAZİRAN	13 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
8 11 HAZİRAN	14 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
11 14 HAZİRAN	15 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
14 17 HAZİRAN	16 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
17 20 HAZİRAN	17 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
20 23 HAZİRAN	18 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
23 27 HAZİRAN	19 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
27 30 HAZİRAN	20 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3=12
		TOPLAM 120 TON/DK
30 3 TEMMUZ	21 SULAMA	8TON/GÜN/DK X3= 24
3 6 TEMMUZ	22 SULAMA	8TON/GÜN/DK X3= 24
6 9 TEMMUZ	23 SULAMA	10TON/GÜN/DK X3=30
9 12 TEMMUZ	24 SULAMA	10TON/GÜN/DK X3=30
12 15 TEMMUZ	25 SULAMA	10TON/GÜN/DK X3=30
15 18 TEMMUZ	26 SULAMA	10TON/GÜN/DK X3=30
18 21 TEMMUZ	27 SULAMA	8TON/GÜN/DK X3= 24
21 24 TEMMUZ	28 SULAMA	7TON/GÜN/DK X3= 21
24 27 TEMMUZ	29 SULAMA	7TON/GÜN/DK X3= 21
27 30 TEMMUZ	30 SULAMA	6TON/GÜN/DK X3= 18
		TOPLAM 252 TON/DK
30 3 AĞUSTOS	31 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3= 12
3 6 AĞUSTOS	32 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3= 12
6 9 AĞUSTOS	33 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3= 12
9 12 AĞUSTOS	34 SULAMA	4TON/GÜN/DK X3= 12
		TOPLAM 48 TON/DK

Açıkta askıya alınarak (sırık) yapılan yetiştiricilikte genellikle damla sulama sistemi ile gübreleme yapılmaktadır. Buradaki gübreleme programı oturak domates yetiştiriciliğinde verilen örnekteki gibidir. Ancak, alınacak ürün miktarı 12 ton dekardan fazla ise kullanılacak taban gübre ve damla gübre miktarlarını arttırmak gerekir. Örtü altında yapılan yetiştiricilikte ise yetiştirme mevsimine bağlı olarak, güzlük, ilkbahar ve tek ürün yetiştiriciliğine göre gübreleme programı yapmak gerekir. Sera yetiştiriciliğinde açıkta yapılan yetiştiriciliğe oranla daha fazla ürün alınması ve mevsimlere göre ışıklanmanın açık şartlara oranla daha az olması nedeni ile birim alana verilecek gübre miktarı açık şartlara oranla daima daha fazladır. Gübreleme programlarının hazırlanmasında özellikle sonbahar üretiminde ve tek ürün yetiştiriciliğinde soğuk aylar dikkate alınarak aşırı azotlu gübre kullanımından kaçınmak gerekir. Sera şartlarında domates yetiştiriciliğinde açık şartlara oranla daha fazla miktarda hayvansal kaynaklı organik gübre kullanılması nedeni ile kullanılan hayvan gübresinin niteliği ve miktarına göre mineral gübre tavsiyesini yapmak gerekir. Bunun yanında hayvansal kaynaklı gübreler kanalı ile toprakta oluşabilecek tuzluluğu da dikkate almak gerekmektedir.

Sera şartlarında uzun yıllar bitki yetiştiriciliği yapılması ve yağışlara kapalı olması nedeni ile de topraktan yağmur veya sulama ile besin maddesi yıkanması meydana gelmediği için fide dikim öncesi gübreleme yapmaya gerek olmayabilir. Ancak, yeni kurulan seralarda veya toprak analizine göre eksik çıkan besinlerin (özellikle fosfor ve potasyumun) bir kısmının sera toprağında besin maddesi dengesini sağlamak ve gübre maliyetini azaltmak için fide dikim öncesi gübre kullanılmalıdır. Serada hayvan gübresi kullanılacak ise organik gübreler kısmında geniş bir şekilde açıklandığı gibi iyi olgunlaşmış gübre kullanmak gerekir. Organik gübreler son hasattan sonra toprağa verilmeli ve toprağa karıştırılmalıdır. Sera şartlarında en doğru gübreleme programı uzmanlar tarafından verilen sulama programına göre yapılan gübreleme programıdır.

Sera güzlük (sonbahar) domates üretiminde gübreleme:

Fide dikimi: Ağustos son haftası

Beklenen Ürün: 15-18 ton/dekar

Toprak analizine göre gübre tavsiyesi:

Azot:	224 Kg N/dekar
Fosfor:	14 Kg P ₂ O ₅ /dekar
Potasyum:	32 Kg K ₂ O/dekar
Kalsiyum:	5 Kg CaO/dekar

Yukarıda analiz sonuçlarına göre etkili madde olarak tavsiye edilen besin maddesi miktarlarını güzlük domates için damla sulama ile gübreleme programı aşağıdaki gibi oluşturulur. Gübreleme maliyetinin biraz azaltılması ve topraktaki besin maddesi dengesinin sağlanması bakımından tavsiye edilen potasyumun bir kısmını fide dikim öncesi taban gübre olarak topraktan vermek gerekir. Bitki besini olarak azot'un kullanılacak diğer gübrelerde de bulunması nedeni ile önce fosfor, potasyum ve kalsiyum ihtiyacını karşılayacak şekilde gübre hesabını yapmak ve daha sonra bu gübrelerden gelen azot miktarı, uygulaması gereken azot miktarından düşülerek verilecek azotlu gübre hesaplaması yapmak gerekir.

Gübre tavsiyesi

Taban Gübre: 30 Kg potasyum sulfat (topraktan uygulanacak)

Damla gübreleri:

14 Kg P₂O₅/dekar = 23Kg MAP (bu gübre ile 2.76 Kg N/da verilir.)

(potasyum nitrat ile 4.81 Kg N/da verilir.)

5 Kg CaO/dekar = 19Kg kalsiyum Nitrat/dekar (bu gübre ile 2.95 Kg N dekara verilir.)

22 Kg N /dekar = 22- (2.76+81+ 2.95) =11.5 Kg N %33-34 N Amonyum nitrat gübresi ile verilecektir. Bunun için 35 Kg amonyum nitrat verilmelidir. Hesaplanması yapılan bu gübrenin bitkinin gelişme dönemine göre dağılımları aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

Damla Gübre Programı

Gelişme Dönemi	Kg gübre/dekar /dönem			
	AN	MAP	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂
Dikim çiçek	5	4	4	7
Çiçeklenme-meyve tutum	8	6	7	12
Meyve tutum-renk dönümü	8	8	10	-
Renk dönümü-hasat sonu	14	5	16	-

Bir gelişme dönemi için tavsiye edilen gübre miktarları o dönemde uygulanacak sulama adedine bölünmek sureti ile bir sulama günü uygulanması gereken gübre miktarı bulunur. Kullanılması gereken kalsiyum nitrat gübresi fosforlu ve sulfatlı gübrelerle birlikte uygulanmamalıdır. Yukarıda örnek olarak verilmiş olan gübreleme programı bitkinin gelişme dönemlerine göre hesaplanabileceği gibigelişme dönemindeki aylar esas alınarak ta yapılabilir. Bu durumda fide dikim tarihi önem taşır. İlkbahar üretiminde de gübreleme programı benzer durumdadır. Tek ürün domates yetiştiriciliğinde ise seranın ısıtılıp ısıtılmaması, özellikle yörelere göre değişmekle birlikte Aralık 15-şubat sonu arası düşük sıcaklıklar dikkate alınarak azotlu gübre kullanımında dikkatli olmak gerekir. Çok soğuk dönemlerde azotlu gübre miktarını azaltmak buna karşılık fosfor ve potasyum gübre miktarını arttırmak gerekir. Aşağıda uzun dönem tek ürün domates yetiştiriciliği için örnek gübreleme programı aylara göre verilmiştir. Bu sadece bir örnek olup toprak analizine göre tavsiye edilen gübreleme programı uygulanmalıdır.

Fide dikim tarihi: Ekim 15
Beklenen Ürün: 30 ton/dekar
Toprak analizine göre gübre tavsiyesi:

Azot: 32 Kg N/dekar
Fosfor: 20 Kg P₂ O₅/dekar
Potasyum: 50 Kg K₂ O/dekar
Kalsiyum: 8 Kg Ca O/dekar
Mağnezyum: 5 Kg MgO/dekar

Güzlük domates üretiminde örnek olarak verildiği gibi potasyum kalsiyum ve mağnezyumun bir kısmını topraktan uygulamak yararlıdır. Bunun için taban gübrelemede

dekar 40 Kg potasyum Sulfat (20 Kg K₂O/dekar) 5Kg CaO (19 Kg kalsiyum nitrat/dekar) ve 20 Kg mağnezyum sulfat (3.2 Kg MgO/dekar) uygulanabilir. Taban gübrelemede uygulanan etkili besin maddesi miktarları toplam olarak önerilenlerden çıkarılarak damla sistemi ile uygulanacak besin maddeleri bulunur. Daha önce güz dönemi domates yetiştiriciliği için yapılan hesaplama şeklinde hesaplama yapılarak damla sistemi ile verilecek gübre miktarları hesaplanır. Yapılan hesaplamada damla sistemi ile 33 Kg MAP, 65 Kg potasyum Nitrat, 10 Kg kalsiyum Nitrat, 11 Kg mağnezyum nitrat veya mağnezyum sulfat ve 50 Kg %33-34 N amonyum nitrat kullanılma gerektiği bulunmuştur. Bu gübrelerin damla sistemine göre gelişme dönemi içinde aylara göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Çizelge -42: Tek ürün domates yetiştiriciliğinde örnek gübreleme programı

Gelişme dönemi	Kg gübre / dekar / ay				
	%33 N AN	MAP	KNO ₃	Kalsiyum Nitrat	Mağnezyum Nitrat
Ekim	2	1	2	--	--
Kasım	4	4	4	2	2
Aralık	6	4	6	3	3
Ocak	4	4	8	3	3
Şubat	4	4	8	2	3
Mart	8	6	10	--	--
Nisan	10	6	10	--	--
Mayıs	8	4	10	--	--
Haziran	4	-	7	--	--
Toplam	50	33	65	10	11

X: Sadece bir örnektir. Toprak analizine göre her sera için ayrı düzenlenmelidir.

XX: aylık gübre miktarları o ay içinde yapılacak sulama adedine bölünerek uygulanmalıdır.

Örnek olarak, Nisan ayında 20 kez sulama yapılmış olsun bir sulama gününde 500gr %33 N AN+300gr MAP ve 500gr KNO₃, kullanmak gerekir. Damla sulama sistemi ile gübre uygulamalarında bitkinin gelişme dönemlerine göre veya aylık olarak gübre kullanımı yerine her sulamada eşit oranda besin maddesi vermek sureti ile de gübreleme yapılabilmektedir. Bu tip uygulamada bitkinin ilk gelişme dönemlerinde çok kaldırdığı besin maddeleri yerine daha az ve ya tersi şeklinde besin maddesi verilebilmektedir. Bu nedenle bitkinin besin maddesi alınım hızına paralel olarak gübre uygulaması yapmak daha doğrudur. Ayrıca, bazı durumlarda her sulama yerine birkaç sulamada bir gübre uygulaması da yapılmaktadır. Bu ise çok daha hatalı bir uygulamadır. Damla sulama da dikkat edilecek husus bir ton suda 1kg etkili madde (N+P₂O₅+ K₂O+CaOMgO+Mikro element) miktarını geçmemek gerekir. Bu ise gübre olarak 1 ton suda 2-4 Kg gübre arasında değişmektedir. Daha yoğun gübre kullanımında gübrelerin tuz etkisi ortaya çıkabilir. Özellikle sulama müddeti içinde 5-10 dakika gibi kısa bir sürede gübrenin verilmesi sakıncalıdır. En doğru gübreleme hem damla sisteminin ömre ve hem de bitkilerin dengeli beslenmesi için sulama müddetinin başında borulardan 5-10 dakika sadece su geçmeli orta kısımda gübreli besin erği geçmeli ve en son

5-10 dakika da da tekrar sadece su verilmelidir. :u şekilde daha doğru gübreleme yapılmış olur.

Domates yetiştiriciliğinde besin elementi noksanlığı ve fazlalıkları

Ülkemizde çok farklı mikro klima alanlarında değişik çeşitlerle yapılan domates yetiştiriciliğinde açık tarla ve örtü altı şartlarında besin elementi dengesizliklerine sık sık rastlanmaktadır. Bitkilerde besin elementi noksanlık veya fazlalıklarının ortaya çıkmasına neden olan etmenler daha önce gübrelemeye etki eden etmenler başlığı altında detaylı bir şekilde verilmiştir. Tüm bitkilerde genellikle besin elementi noksanlık ve fazlalık belirtileri ilkönce bitkinin yapraklarında ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında bitkinin boyunda bodurlaşma, dallanmada azalma, bitkide genel zayıf gelişme veya yapraklarda daralma ve küçülme gibi şekil bozuklukları ortaya çıkabilmektedir. Meyvelerde renk bozukluğu, şekil bozukluğu, küçük meyve teşekkülü, meyvelerde çatlama gibi bozulmalarda element dengesizliklerinden ileri gelebilmektedir.

Bitkilerde besin elementi bozuklukları ortaya çıkmadan önce bitkiden usulüne uygun ve zamanında alınan yaprak örneklerinin analiz edilmesi ile o bitkide element noksanlığı veya fazlalığı çıkabileceği önceden belirlenebilir. Noksanlık veya fazlalık belirtilerinin erken olarak belirlenmesi durumunda bitkilerde görülen arazlar düzeltilebilir. Zaman zaman fitopatolojik veya entomolojik etmenler de bitkilerde element dengesizliklerine benzer belirtiler ortaya çıkarabilmektedir. Bazı zirai mücadele uygulamalarının yan etkisi veya toksik etkileri de element zararlarına benzeyebilmektedir. Özellikle toprak sterilizasyonu Toprakta mangan toksitesini arttırabilmektedir. Soğuk hava şartları yapraklarda sürgünlerde erguan rengi oluşumuna ve motorlu mücadele ve taban suyu yüksekliği yapraklarda genel sararmaya neden olabilmektedir. Bu nedenle bitkinin yaprak veyadiğer kısımlarında fitopatolojik veya entomolojik nedenle bir belirti olup olmadığı kontrol edildikten sonra yaprak analizi yapılmalıdır.

Azot Noksanlığı ve Fazlalığı:

Domates bitkisinde azot noksanlığının ilk belirtileri genellikle bitkinin alt yapraklarında görülür. Yaprak ayasında homojen bir renk açılması ve daha ileri safha da yapraklarda sararma görülür. Bitkinin boyunda küçülme, yapraklar ince yapılı ve daha az adette yaprak ve dal oluşum görülür. Ürün miktarı üzerine en fazla etkili besin elementi olması nedeni ile üründe önemli derecede azalma görülür. Azot noksanlığının yanında dengesiz bir şekilde aşırı azotlu gübre kullanımı da bitkide azot fazlalığı meydana getirmektedir. Azot fazlalığında iri ve kaba yapılı koyu yeşil renkli yapraklar oluşur, bitki boyu normale oranla daha iri yapılı olur. Yaprak adedi arttığı için meyve salkımları gölgede kaldığı için hasatta gecikme meydana gelir. Çok aşırı şekilde azotlu gübrelemede meyvelerde renk bozulmalarının yanında şekil bozuklukları da ortaya çıkmaktadır. Domates bitkisinde azot noksanlığı ve fazlalığına ait yaprak ve meyvelerde görülen bozukluklar aşağıda çeşitli resimlerle gösterilmiştir.



Resim 1. Azot Noksanlığı

Fosfor Noksanlığı ve Fazlalığı:

Bitkilerin beslenmesi için mutlak gerekli elementlerden biri olan fosforun yetersizliği halende özellikle enerji metabolizması için gerekli fosfor yeterli olmaması durumunda RNA sentezinde azalma görülür. Fosfor yetersizliğinde azot metabolizması ve protein oluşumu azalır. Bitkilerde genel olarak zayıf bir gelişme ve özellikle kök sistemi az gelişir. Fosfor yetersizliğinden dolayı bitkinin çeşitli kısımlarında ve özellikle domatesin fide döneminde gövde ve yapraklarında antosyan birikimi meydana gelir. Yapraklar önce koyu mavi yeşil ve daha sonra erguan rengini alır. Gövde inceler, yapraklar küçülür ve çok ileri safhada köklerde hafif kahverengileşme meydana gelir. Renk değişimi ilk çıkan yaşlı yapraklarda başlar ve özellikle yaprakların alt yüzeylerinde renk değişimi daha bariz bir şekilde görülür. Aşırı soğuklar, kuraklık, pestisit uygulamaları, yüksek ve düşük pH değerleri fosfor alımını engellediği için fosfor noksanlığı belirtileri ortaya çıkar. Fosfor yetersizliğinde verimin azalmasının yanında meyveler normale oranla daha küçük oluşur. Fosfor fazlalığının doğrudan belirtileri görülmemesine rağmen çinko ve demir noksanlığının ortaya çıkmasına neden olabilir. Fosfor noksanlığı ile ilgili renkli resimler aşağıda verilmiştir. Özellikle seralarda çift ürün yetiştiriciliğinde fosforlu gübrelemeden dolayı fosfor birikimi meydana gelmiş olabilir. Bunun sonucu olarak gözle demir ve çinko yetersizliği görülmesi bile gizli noksanlıkları olabilir. Bu nedenle gübrelemeden önce toprak analizi yaptırmak sureti ile fosforlu gübre kullanmak daha doğrudur.



Resim 2.Fosfor Noksanlığı



Resim 3.Fosfor Noksanlığı



Resim 4.Fosfor Noksanlığı



Resim 5.Fosfor Noksanlığı

Potasyum Noksanlığı:

Bitkilerin organik yapısında yer almamasına rağmen bitkisel üretim için mutlak gerekli elementlerin başında gelir. Potasyum bitkilerin ürün miktarını arttırmasının yanında özellikle ürünün kalitesi üzerine önemli derecede etkili olur. Noksanlık belirtileri azot ve fosforda olduğu gibi bitkinin alt kısmındaki ilk çıkan yaşlı yapraklarda kendini gösterir. Bunun nedeni bitki bünyesinde potasyumun hızlı ve kolay taşınan bir besin elementi olmasındandır. Potasyum, bitkinin organik yapısına girmemesine rağmen bitkide enzimatik

reaksiyonlarda, bitkinin solunum ve su kullanım metabolizmasında sıcaklık, kuraklık, soğuk, tuzluluk gibi stres şartlarına dayanıklılığı üzerine olumlu yönden etki eder. Bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığını artırır.

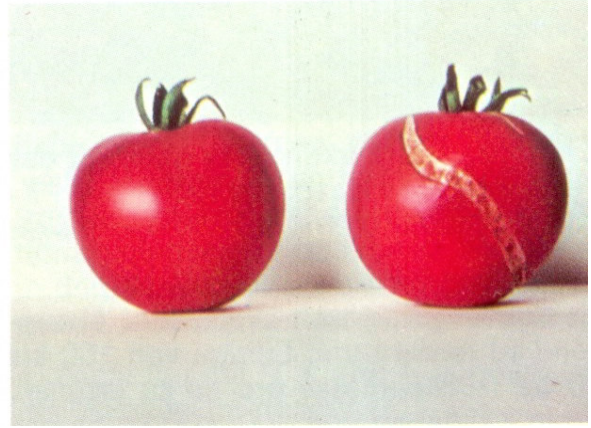
Noksanlığı alt yaprakların yaprak ucunda ve yaprak kıyılarında yeşilimsi sarı renk şeklinde renk açılması ile ve daha sonra yaprak kıyılarında orta damara ve yaprak ucundan aşağılara doğru daha sarı kahverengi ve çok ileri safhada ise yaprak kıyıları da nekroz şeklinde kurumalar halinde görülür. Fotosentez alanı azalan bitkide ürün miktarlarında belirgin bir azalma görülür. Domates meyvesinin meyve sapına yakın kısımda olgunlaşma döneminde yeşil renk kırmızıya dönmez ve yeşil kalır. Bazı durumlarda meyvenin orta ekseninde kırmızı renk üzerinde kahverengi-siyah renk değişimi meydana gelebilir. Bazı domates çeşitlerinde ise meyvenin orta ekseninde çatlama (kabuk yırtılması) görülebilir. Meyvelerin bu dış görünümüne karşılık noksanlıkta meyvenin kuru madde miktarında belirgin bir azalma görülür, bu ise salça sanayiinde verim üzerine önemli derecede etki eder. Meyvenin şeker asit oranında dengesizlik meydana gelerek meyvedeki vitamin-C miktarında azalma olur. Yetersiz potasyum ile beslenmiş domates meyvelerinin nakliyyede dayanma müddeti ve raf ömründe azalma olur. Domates bitkisinin potasyum noksanlığı ile ilgili resimler aşağıda verilmiştir.



Resim 6. Potasyum Noksanlığı



Resim 7. Potasyum Noksanlığı



Resim 8. Potasyum Noksanlığı

Kalsiyum Noksanlığı:

Domates üretimi yapılan toprakların büyük çoğunluğunda toprağın pH değerinin yüksek ve toprakta yeterli miktarda kireç ve kalsiyumun bulunmasına rağmen çoğu zaman domates meyvelerinde kalsiyum noksanlığı belirtileri ortaya çıkmaktadır. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Özellikle yaz aylarında bitkinin su tüketimine paralel olarak yeterli sıklık ve miktarda sulama yapılmaması, toprakta bitkinin alabileceği kalsiyum miktarının diğer katyonlarla, özellikle, potasyum, amonyum, ve magnezyum ile dengede olmaması ve domates bitkisinin hızlı gelişme göstermesine karşılık kalsiyumlu gübre kullanılmamasından kaynaklanabilir. Bunun yanında bitki bünyesine alınan kalsiyum bitkinin diğer dokulara fizyolojik yönden taşınmasında problemler yaşanması gibi nedenler sayılabilir. Diğer makro elementlerin aksine olarak kalsiyum noksanlığı bitkinin tepe kısımlarında büyüme noktalarındaki yeni genç yapraklarda görülür.

Kalsiyum noksanlığı en çok bitkinin kök ucu ve tepe kısmındaki büyüme uçlarında kahverengileşme ve kök büyümesinde azalma görülür. Benzer durum bitkinin tepe kısmındaki yapraklarda küçülme ve renk açılması(kloroz) ve yaprakların tepe kısmında aşağıya doğru kıvrılması şeklinde görülür. Kalsiyum noksanlığının en belirgin belirtisi meyvelerde ortaya çıkar. Meyvenin çiçek kısmında önce açık kirli sarı, gri ve daha sonra kahverengi ve siyahımsı bir renk ve çöküntü meydana gelir. Meyvelerde kalsiyum noksanlığı meyve tutumunun ilk başladığı dönemde ortaya çıkmaktadır.

Bitki besini olarak kalsiyum, hücre çoğalması ve hücre büyümesinde görev alması ve zar geçirgenliği üzerine etkili olması nedeni ile domates meyvelerinde çiçek burnu çürüklüğü diye adlandırılan kalsiyum noksanlığı ortaya çıkar. Domates meyvesinin çiçek kısmındaki meristematik dokuda hücre zarlarında düzensizlik (desintegrasyon) ve zarların geçirgenliğinde bozulma nedeni ile hücre içindeki organik bileşikler hücre dışına sızarak meyve ucunda kalsiyum noksanlığının belirtisi olarak ortaya çıkar. Hücre dışında çıkan azotlu bileşikler (proteinler, amino asitler) melanin oluşturarak siyah-kahverengi hal alır. Çoğu kez bitkinin yapraklarında kalsiyum miktarı yeterli olsa bile meyveye taşınmadığı için bu durum ortaya çıkar. Bu özellikle bitkinin ksilem iletim demetlerinde kalsiyumun birikmesinden ve taşınmamasından ileri gelmektedir. Bunun önlenme yolu ara çapalamada toprağa kalsiyum nitrat gübresi uygulamak, damla sulama ile fide döneminden başlayarak meyve tutumu döneminde kalsiyumlu gübre vermekle kalsiyum noksanlığı giderilebilir. Kalsiyum noksanlığı görülen topraklarda amonyum sülfat ve üre gübresi kullanılmamalıdır. Bunun yanında

potasyum klorür ihtiva eden gübrelerden kullanmayıp yerine Nitrat azotu ve potasyum sülfatlı gübre kullanmak gerekir. Ayrıca toprakta yüksek düzeyde magnezyum mevcut ise kalsiyum noksanlığı şiddeti artabilir. Ayrıca yapraktan kalsiyum nitrat uygulaması yapmak gerekir. Kalsiyum noksanlığı belirtileri ile ilgili resimler aşağıda verilmiştir.



Resim 9. Kalsiyum Noksanlığı



Resim 10. Kalsiyum Noksanlığı



Resim 11. Kalsiyum Noksanlığı



Resim 12. Kalsiyum Noksanlığı

Magnezyum Noksanlığı:

Örtü altı yetiştiriciliğinde domates bitkisinde en sık noksanlığı görülen elementlerin başında magnezyum noksanlığı gelmektedir. Bunun birinci nedeni domates yetiştiriciliğinde genel olarak nerede ise hiç magnezyumlu gübre kullanılmamasına karşılık zaman zaman gereğinden fazla potasyumlu gübre kullanılmasıdır. Diğer bir nedeni ise yoğun bir şekilde ve iyi olgunlaşmamış hayvan gübresi kullanılmasıdır. İyi olgunlaşmamış hayvan gübrelerinin ayrışması esnasında ayrışma ürünü olarak açığa çıkan amonyak toprakta amonyum formuna dönüşmek sureti ile magnezyum alımını engellemektedir. Aynı durum seralarda veya açıkta devamlı olarak amonyum sülfat formunda azotlu gübre kullanımından da ileri gelebilmektedir.

Magnezyum noksanlığı bitkinin ilk çıkan alt yapraklarında belirtilerini göstermektedir. Yaprakların sap kısmından başlayarak damar aralarında büyük lekeler halinde renk açılması ve daha sonra kahverengi ölü dokuların meydana gelmesi ile anlaşılır. Lekeler yaprakların orta damarlarında yaprak kıyısına ve yaprağın uç kısmına doğru ilerler. Açık tarla şartlarında bu durum özellikle çok hafif yapılı kumsal topraklarda ve çok kireçli kalsiyumca zengin topraklarda daha çok görülür. Magnezyum noksanlığının giderilmesi topraktan magnezyum sülfat veya magnezyum nitrat uygulaması ile giderilebileceği gibi yapraktan uygulama ile de magnezyum noksanlığı düzeltilebilir. Magnezyum noksanlığının görünüşüne ait resimler aşağıda gösterilmiştir.



Resim 13. Magnezyum Noksanlığı



Resim 14. Magnezyum Noksanlığı

Mikro besin Elementi Noksanlıkları

Bitkilerde bulunuş miktarları az olmasına rağmen, bitkilerin dengeli gelişmesi, verim ve kaliteye etkileri bakımından önemli etkilere sahip olan mikro elementlerin eksikliği çok çeşitli nedenlerle meydana gelebilmektedir. Bu etkilerden bazılarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Toprak reaksiyonu(pH)
- Toprak Kireci
- Topraktaki fosfor konsantrasyonu
- Bitki bünyesindeki fosfor konsantrasyonu
- Toprağın organik madde miktarı
- Toprağın kil miktarı ve cinsleri
- Toprağın alınabilir durumdaki mikro besin elementi miktarları
- Toprağın taban suyu seviyesi ve toprak havası
- Elementler arasında zıt ilişkiler

Yukarıda belirtilen nedenlerle meydana gelen mikro element noksanlıklarının başında demir, çinko ve bor noksanlıkları gelmektedir. Mikro element noksanlıklarının yanında nadiren de olsa fazlalıklardan dolayı toksiteleri de görülmektedir. Özellikle çok düşük pH değerlerinde mangan toksitesi sıcak su kaynaklarının bulunduğu yörelerde bor toksiteleri görülmektedir.

Mikro element noksanlığı ve fazlalıkları belirtilerine benzeyen belirtiler zirai ilaç (herbisit-nematod mücadelesi) toksitelerinden ileri gelebilmektedir. Bunun yanında bazı stres şartları (kuraklık, aşırı sıcaklık ve güneşlenme ve tuzluluk) da bitkilerin yapraklarında ve meyvelerinde besin elementi noksanlık ve fazlalıklarına benzer belirtiler göstermektedirler. Bitkilerde görülen besin elementi noksanlıklarının teşhisinde doğru karar verebilmek için bu konuların dikkate alınması gerekmektedir. Çoğu kez yaprak analizi sonucu ile mikroelement noksanlığına karar verilmektedir. Bazı durumlarda özellikle demir noksanlığının belirlenmesinde yapraktaki toplam demir miktarı demir noksanlığının bir göstergesi olarak yararlı olmamaktadır. Bu durumda aktif demir miktarını analiz etmek gerekmektedir.

Demir Noksanlığı:

Domates bitkisinin tepe kısmında yeni çıkan genç yapraklarında damar aralarında renk açılması açık sarı yeşil renkte görülür, damarlar önceleri koyu yeşil renklidir, daha ileri safhada damarlarda sararmak sureti renk açılması tamamen sarı renkte olur. Tepedeki sararmış yaprağın altında olan daha eski genç yaprakta sararma daha az olarak görülür. Yapraklar sadece sararmakla kalmayıp yapraklarda küçülmede görülür. Demir noksanlığına genel ad olarak kloroz adı verilmektedir. Demir noksanlığı kükürt noksanlığı ve bazı durumlarda kalsiyum noksanlığı ile karıştırılabilmektedir. Kükürt ve kalsiyum noksanlığından ayırt edilebilmesi için, kükürt noksanlığında başlangıçta da damarlar sarıdır, kalsiyum noksanlığında ise renk beyaz-sarı şeklinde olup yapraklar dıştan içe doğru kıvrılmış halde görülür.

Serada ve açıkta yapılan domates yetiştiriciliğinde zirai ilaç uygulamaları ile birlikte çoğu kez demir ihtiva eden yaprak gübrelerinin kullanılması, damla sulama sistemi ile verilen bazı gübrelerin içinde mikro elementlerin bulunması nedeni ile sık sık demir noksanlığına rastlanmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde hayvan gübresi kullanımı da demir noksanlığının yaygın bir şekilde ortaya çıkmasını engellemektedir. Tüm bu uygulamalara rağmen demir noksanlığının görülmesi durumunda demirli gübreler kısmında ve yaprak gübreleme kısmında açıklandığı gibi uygulama yapmak gerekir. Domates bitkisinde demir noksanlığına ait noksanlık belirtileri aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.



Resim 15. Demir Noksanlığı

Mangan Noksanlığı:

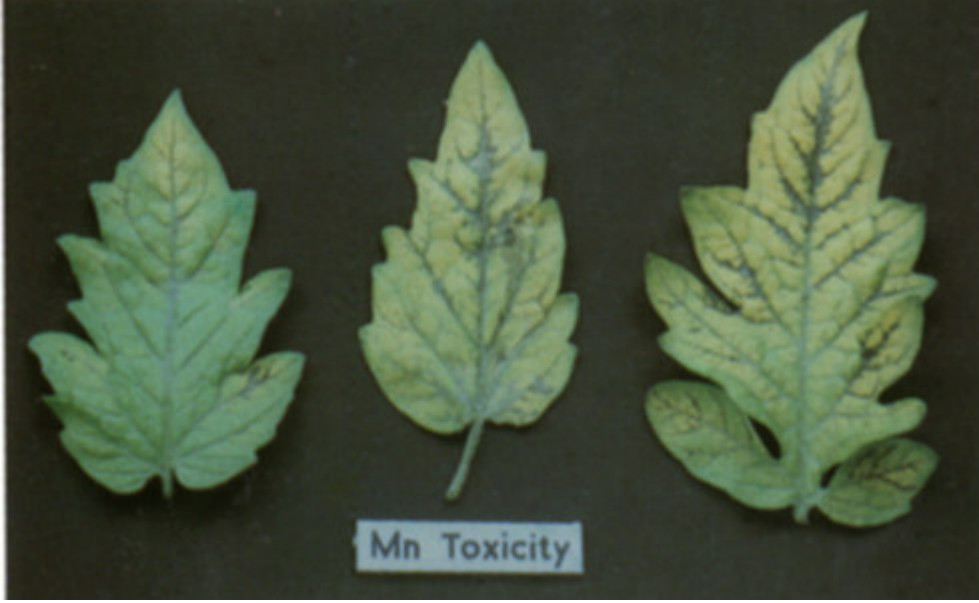
Domates yetiştiriciliğinde çok sık görülmemekle birlikte özellikle toprak pH değerinin yüksek olduğu ve iyi havalanmayan topraklarda görülmektedir. Önce genç yapraklarda ortaya çıkar ve daha sonra yaşlı yapraklara doğru ilerler. Yaprak ayasındaki ince damar aralarında büyük lekeler halinde renk açılması görülür, yeşil renk sarı-beyaz haline alır. Çok düşük pH değerlerinde ise mangan fazlalığı belirtileri ortaya çıkmaktadır. Mangan noksanlığı belirtileri magnezyum noksanlığına benzer durumdadır. Magnezyum noksanlığı yaşlı yapraklarda başlarken, mangan noksanlığı genç yapraklarda başlamaktadır. Bu ayrıma dikkat etmek gerekir. Genç yapraklarda görülen çinko noksanlığından ayırmak için ise çinko noksanlığında yaprak küçülmesi görülürken mangan noksanlığında yaprak küçülmesi olmamaktadır. Mangan toksitesinde ise noksanlığında görülen beyaz-sarı lekelerin yerine kahverengi koyu lekeler alır. Mangan noksanlığına ait belirtiler aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.



Resim 16. Mangan Noksanlığı



Resim 17. Mangan Noksanlığı



Resim 18. Mangan Fazlalığı



Resim 19. Mangan Fazlalığı

Çinko Noksanlığı:

Çok kireçli ve yüksek pH değerine sahip olan topraklarda daha yaygın olarak noksanlık belirtileri ortaya çıkar. Aşırı şekilde fosforlu gübre kullanımı çinko noksanlığını arttırmaktadır. Çinko noksanlığında domates yetiştiriciliğinde fide döneminden çiçeklenme dönemine geçişte kendini en çok gösterir. Bitki boyunda kısılma ve gelişmenin zayıflaması ile birlikte özellikle tepe sürgünü yakınındaki yapraklarda küçülme şeklinde ortaya çıkar. Sürgün uç kısımlarına yakın yapraklar sadece küçük kalmakla kalmayıp birbirlerine çok yakın bir şekilde oluşurlar. Yaprakların damar aralarında küçük lekeler halinde sarımsı yeşil şeklinde renk açılması görülmektedir. Çinko noksanlığına ait noksanlık belirtileri aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.



Resim 20.Çinko Noksanlığı

Bor Noksanlığı:

Hafif bünyeli kumsal topraklarda pH değerinin yüksek olduğu durumda bor noksanlığı daha çok görülür. Domates bitkisinin ilk gelişme dönemlerinde bor noksanlığına pek fazla rastlanmazken sezon ortası ve sonuna doğru daha çok belirtileri ortaya çıkar. Bor noksanlığı bitkinin uç kısmındaki büyüme noktalarında ve genç yapraklarda başlar. Noksanlık belirtileri kendini meyve sapa bağlanma yerinde birkaç mm genişlikte halka şeklinde ölü dokular halinde gösterir. Bu ölü doku kısmı meyvenin canlı kısmı ile belirgin bir şekilde şerit halinde ayrılmaktadır. Yapraklarda noksanlık belirtisi yaprak ucundan başlar ve ölü dokular halinde sarı- kahverengi renk haline döner. Bazı durumlarda ana gövde ve yan dallarda kalın bant halinde kahverengi-siyah lekeler de görülebilir. Bor noksanlığında çiçeklenme tam olmaz ve meyve tutumu azalır, bitkinin kök sisteminde büyüme yavaşlar. Bor noksanlığının yanında özellikle sıcak su kaynaklarına yakın topraklarda yetiştirilen domateslerde görülür. Toprakta veya sulama suyunda bor miktarının fazla olması bor toksitesini ortaya koyar. Bor fazlalığı belirtileri genellikle bor noksanlığına benzer durumda ise de bor fazlalığı yaşlı yapraklarda da ortaya çıkabilir. Bor noksanlığı ve fazlalığına ait belirtiler aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir.



Resim 21.Bor Noksanlığı



Resim 22.Bor Noksanlığı



Resim 23.Bor Noksanlığı



Resim 24.Bor Fazlalığı

Bakır Noksanlığı:

Domates yetiştiriciliğinde yoğun bakırlı ilaçların kullanılması nedeni ile doğal olarak bakır noksanlığına rastlamak mümkün değildir. Çoğu kez toprağa bakır sülfat uygulaması yapmak sureti ile toprakta bakır birikimi ve toksitesi de meydana gelmektedir. Bor noksanlığı bitkinin tepe kısmındaki genç yapraklarda beyaz renkli lekelerin görülmesi ile başlar. Bu özellikle topraksız ortam tekniği ile yetiştiricilik yapılması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bakır noksanlığına ait renkli resimler aşağıda gösterilmiştir.



Resim 25.Bakır Noksanlığı



Resim 26.Bakır Noksanlığı

TOROS TARIM SANAYİ ve TİC. A.Ş'nin

Domates yetiştiriciliği için Gübreleme Önerileri

Domates yetiştiriciliğinde gübreleme önerileri yetiştirme tekniklerine (oturak-sırık) , sulama yöntemlerine (karık-damla) ve yetiştirme alanlarına (tarla-sera)olmak üzere ayrı öneriler halinde verilmiştir.

Doğru ve dengeli gübreleme kullanımı için üretim amacına (taze tüketim-salçalık ve kurutmalık) ve dekardan alınabilecek ürün miktarına göre gübre kullanmak gerekir. Bunun yanında özellikle sera üretiminde Güzlük-ilkbahar üretim-Tek üretim gibi yetiştirme dönemlerine göre doğru gübreleme yapmak gerekir. En doğru gübreleme toprak analizlerine dayalı olarak yapılan gübrelemedir. Bunun için TOROS TARIM bayileri ile temas ediniz veya Tarım İlçe Müdürlükleri ile görüşünüz. Yapılan öneriler sadece bir öneridir.

Bu yazı ekinde domates yetiştiriciliği için yapılan gübreleme önerileri aşağıdaki gibidir. Bu önerilerden hangisi üretim tipinize uygun ise onu seçiniz. Seçiminizden önce gübreleme ile ilgili sorunlarınız var ise TOROS TARIM'ın web sayfasında toprak verimliliği ile ilgili kısımları okuyunuz.

A.GÜBRELEME ÖNERİLERİ

1.Açıkta Yapılan Tarla Domates Yetiştiriciliği

- ❖ Oturak (Karık Sulama)
- ❖ Oturak (Damla Sulama)
- ❖ Sırık (Karık Sulama)
- ❖ Sırık (Damla Sulama)

2.Serada Domates Yetiştiriciliğinde Gübreleme

- ❖ Güzlük Üretim
- ❖ İlbahar Üretimi
- ❖ Tek Üretim
- ❖ Topraksız ortam tekniği ile üretim*
 - A- Harç materyali ile yetiştiricilik
 - B-Su kültürü ile yetiştiricilik

* :Daha sonra ilave edilecektir.

TOROS TARIM SANAYİ ve TİC. A.Ş'nin

TARLA DOMATESİNDE GÜBRELEME PROGRAMI

❖ OTURAK DOMATES KARIK USULÜ SULAMA

TABAN GÜBRELEME

Fide dikiminden veya tohum ekiminden 2–3 hafta önce önerilen gübreler serpmeye veya bant usulü uygulanır ve toprağa karıştırılır.

ÜST GÜBRELEME

1. Ara Çapada (Boğaz doldurma)
2. Meyve tutumunda (Sulama öncesi)
3. İlk hasad sonrası (Sulama Öncesi)
4. İkinci hasad öncesi (Sulama öncesi)

Not: Gübre önerileri dekara 6–8 ton ürün içindir. Toprak analizi yapılmış ise verilen rapora göre gübre kullanınız.

<i>GÜBRELEME PROGRAMI</i>		
<i>Gübreleme Zamanı</i>	<i>Gübre Cinsi</i>	<i>Kg gübre / dekar</i>
TABAN GÜBRE	Süpergold 10–20–20 Veya Çinkolu 15–15-15 ^x	45–60 60–80
1.Üst gübre	Amonyum Sülfat ^{xx}	10–15
2.Üst gübre	%26N CAN veya %33N AN	12–15 10–12
3.Üst gübre	%26N CAN veya %33N AN	12–15 10–12
4.Üst gübre	%33N AN	8–10

X:Taban gübre olarak 15–15-15bkullandı iseniz üst gübrelemede küçük miktarda tavsiye edilen miktarları kullanınız

XX: Kalsiyum eksikliğinden ileri gelen çiçek burnu çürüklüğü varsa, amonyum sülfat yerine aynı miktarda kalsiyum nitrat Ca(NO₃) gübresi kullanınız.

NOT: Gelişme dönemi içinde 2–3 defa, 100 litre suda 1–1,5 kg Potasyum Nitrat veya TOROSOL 16–16–31+2 Mg veya 18–18–18 TOROSOL aynı miktarda kullanılır.

TOROS TARIM ve TİCARET A.Ş.Üreticinin Daima Yanındadır.

TOROS TARIM SANAYİ ve TİC. A.Ş'nin

TARLA DOMATESİ GÜBRELEME PROGRAMI

❖ SIRIK DOMATES KARIK USULÜ SULAMA

TABAN GÜBRELEME

Fide dikiminden 2–3 hafta önce, önerilen gübreler serpme veya bant usulü uygulanır ve toprağa karıştırılır.

ÜST GÜBRELEME

- 1.Ara çapada (Boğaz Doldurma)
- 2.Çiçek Başlangıcı (sulamada)
- 3.Meyve Tutumu (Sulamada)
- 4.Meyve İrileşmesi (Sulamada)
5. 1.Salkım hasad sonrası (sulamada)
6. 3. Salkım hasad sonrası (sulamada)
7. 5. Salkım hasad sonrası (sulamada)

Not: Gübre önerileri dekara 10–12 ton ürün içindir. Toprak analizi yapılmış ise verilen rapora göre gübre kullanınız

GÜBRELEME PROGRAMI		
Gübreleme Zamanı	Gübre Cinsi	Kg gübre / dekar
TABAN GÜBRE	Süpergold 10–20–20 Veya Çinkolu 15–15–15 ^x	60–75 80–100
1.Üst gübre	Amonyum Sülfat ^{xxx}	15–20
2.Üst gübre	%26N CAN veya ^{xxx} %33N AN	8–10 6–8
3.Üst gübre	%26N CAN veya %33N AN	8–10 6–8
4.Üst gübre	%26N CAN veya %33N AN	8–10 6–8
5.Üst gübre	%33N AN	6–8
6.Üst gübre	%33N AN	6–8
7.Üst gübre	%33N AN	6–8

X:Taban gübre olarak 15–15-15bkullandı iseniz üst gübrelemede küçük miktarda tavsiye edilen miktarları kullanınız

XX: Kalsiyum eksikliğinden ileri gelen çiçek burnu çürüklüğü varsa, amonyum sülfat yerine aynı miktarda kalsiyum nitrat Ca(NO₃) gübresi kullanınız.

XXX: Hafif yapılı topraklarda 2.ci ve 3.cü üst gübrelemede dekera 5–8 kg potasyum nitrat gübresi kullanınız.

NOT: Gelişme dönemi içinde 2-3 defa, 100 litre suda 1-1,5 kg Potasyum Nitrat veya TOROSOL aynı miktarda eriterek yapraktan gübreleme yapınız.

TOROS TARIM ve TİCARET A.Ş.Üreticinin Daima Yanındadır.