

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YIKANMA SONUCUNDA SUYA KARIŞAN TARIMSAL GÜBRELERİN BAZI
SUCUL BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Selçuk DELİBALTA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hanife ÖZBAY

KASIM-2009
KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Selçuk DELİBALTA'nın Yrd.Doç.Dr.Hanife ÖZBAY danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “**Yıkanma Sonucunda Suya Karışan Tarımsal Gübrelerin Bazı Sucul Bitkiler Üzerindeki Etkileri**” adlı çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy ile kabul edilmiştir.

...../...../2009

Adı ve Soyadı

İmza

Başkan :

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../ 2009 gün ve/.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.Abdullah DOĞAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmada tarımsal gübrelerin sucul bitkiler üzerine olan etkileri *Ceratophyllum demersum* ve *Lemna minor* bitkileri incelenmiş olup, çalışma sonucunda *Lemna minor* bitkisinin büyüme oranının gübre miktarına bağlı olarak arttığı, *Ceratophyllum demersum* bitkisinin ise gübrelemeden etkilenmediği gözlenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, çalışmalarımın yönlendirilmesinde ve devam etmesinde her türlü desteğini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr.Hanife ÖZBAY'a en içten saygı ve teşekkürlerimi arz ederim. Gerekli materyalin sağlanması konusunda yardımlarını gördüğüm Arş.Gör.İnan KAYA'ya, yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve çalışmamın değişik aşamalarında bana yardımcı olan herkese sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamın su analizlerinde maddi ve manevi destek sağlayan Erzurum İl Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü ve Uz.Biyolog sayın Tuğba GÜRLERTOP'a teşekkürlerimi arz ederim.

Kars-2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Organik Gübreler	4
2.1.1. Ahır Gübresi	5
2.1.2. Kompost.....	7
2.1.3. Kent Atıkları	8
2.1.4. Gece Toprağı (Night Soil)	8
2.1.5. Yeşil Gübre	9
2.2. Kimyasal Gübreler	10
2.2.1. Azotlu Gübreler	12
2.2.1.1. Amonyum Nitrat (NH_4NO_3)	13
2.2.1.2. Amonyum Sülfat [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$].....	14
2.2.1.3. Amonyum Nitrat – Sülfat [$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]	14
2.2.1.4. Amonyum Klorür (NH_4Cl)	15
2.2.1.5. Üre (NH_2CONH_2).....	15
2.2.2. Öteki Azotlu Gübreler	16
2.2.2.1. Kalsiyum Nitrat [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$]	16
2.2.2.2. Sodyum Nitrat (NaNO_3).....	16
2.2.2.3. Kalsiyum Siyanamid (CaCN_2).....	17
2.2.3. Fosforlu Gübreler.....	17
2.2.3.1. Süperfosfat	19
2.2.3.2. Triplesüperfosfat.....	19
2.2.3.3. Amonyak Karıştırılmış Süperfosfatlar.....	20

2.2.3.4. Monoamonyum Fosfat (MAP).....	20
2.2.3.5. Diamoyun Fosfat (DAP)	20
2.2.3.6. Dikalsiyum Fosfat.....	20
2.2.3.7. Monopotasyum Fosfat	21
2.2.4. Potasyumlu Gübreler	21
2.2.4.1. Potasyum Sülfat	23
2.2.4.2. Potasyum Klorür.....	23
2.2.4.3. Potasyum-Magnezyum Sülfat.....	23
2.2.4.5. Potasyum Nitrat	23
2.2.5. Kalsiyumlu, Magnezyumlu ve Kükürtlü Gübreler	24
2.2.5.1. Kalsiyumlu Gübreler.....	24
2.2.5.2. Kükürtlü Gübreler.....	25
2.2.6. Mikroelement Gübreleri	26
2.2.6.1. Demirli Gübreler.....	26
2.2.6.2. Bakırlı Gübreler	27
2.2.6.3. Molibdenli Gübreler	28
2.2.6.4. Manganlı Gübreler.....	29
2.2.6.5. Borlu Gübreler	29
2.2.6.6. Çinkolu Gübreler	31
2.2.6.7. Magnezyumlu Gübreler	32
3. MATERYAL VE METOD	33
3.1. Bitkilerin Toplandığı Alan.....	33
3.2. Bitki Materyali.....	33
4. SONUÇ	36
5. TARTIŞMA.....	40
6. KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	51

ÖZET

Yapılan çalışmada tarımsal gübrelemede kullanılan gübrelerin yıkanma ile suya karışması durumunda; sucul bitkilerin nasıl etkileneceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada amonyum nitrat gübresi ile zenginleştirilen su kültüründe; bir su altı bitkisi olan *Ceratophyllum demersum* ve yüzen bitki *Lemna minor*'un büyüme oranındaki farklılıklar bitkilerin büyüdüğü su ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda *Lemna minor* bitkisinin büyüme oranının gübre miktarıyla arttığı, *Ceratophyllum demersum* bitkisinin ise gübre miktarından etkilenmediği gözlemlenmiştir.

2009, 52 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, Tarımsal Gübreler, Sucul Bitkiler, Büyüme Oranı,

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of agricultural fertilizer that flow into water by raining on the aquatic macrophytes. In this study differences between growth rate of *Ceratophyllum demersum*, submersed macrophytes, and *Lemna minor*, free floating macrophytes in two different culture medium were determined. At the end of the study it was observed that the growth rate of *Lemna minor* increased by the increasing fertilizer while the growth rate of *Ceratophyllum demersum* did not change by the increasing fertilizer.

2009, page 52

Key Words: *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, Agriculturel Fertilizer, Aquatic Plants, Growth Rate.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1.Simgeler

%	Yüzde
°	Derece
'	Dakika
"	Saniye
>	Büyüktür
cm	Santimetre
ha	Hektar
kg	Kilogram
log	Logaritma
lt	Litre
m	Metre
mesh	Ağ ucu
ml	Mililitre
pH	Hidrojenin gücü
ppm	Milyonda bir

2.Kısaltmalar

[(NH ₄)SO ₄]	Amonyum sülfat
[Ca(NO ₃) ₂]	Kalsiyum nitrat
A	Azot
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCN ₂	Kalsiyum siyamid
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır

DAP	Diamonyum fosfat
Fe	Demir
H	Hidrojen
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
IAA	Indol-3-Asetik asit
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum klorür
MAP	Monoamonyum fosfat
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Mobilden
N	Azot
N ₂ O	Diazotoksit
NaNO ₃	Sodyum nitrat
NH ₂ CONH ₂	Üre
NH ₄	Amonyak
NH ₄ Cl	Amonyum klorür
NH ₄ NO ₃	Amonyum nitrat
NO	Azotoksit
NO	Azotmonoksit
NO ₂	Azotdioksit
NO ₃	Amonyum
O	Oksijen
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Triplesüperfosfat
RGR	Oransal bitki büyümesi
S	Kükürt
SO ₄	Sülfat
Zn	Çinko

ÇİZELGELER DİZİNİ

4.1. Çizelge <i>Ceratophyllum demersum</i> 'un büyüme oranı.....	34
4.2. Çizelge <i>Lemna minor</i> 'un büyüme oranı.....	35
4.3. Çizelge <i>Ceratophyllum demersum</i> 'un ilk boy, son boy ve yan dal uzunlukları.....	36
4.4. Çizelge <i>Ceratophyllum demersum</i> 'u su örnekleri.....	37

1.GİRİŞ

Bugüne kadar bitki türleri üzerinde yapılan sayısız analiz sonuçları çeşitli bitki türlerin de organik bileşikler halinde 60 kadar elementin bulunduğunu göstermiştir. Bitkilerde organik bileşikler ya da bitki öz suyunda iyonlar halinde bu elementlerin ancak 17'si yüksek bitkilerin yaşamaları için “mutlak gereklidir”. Mutlak gerekli elementlerin birisinin bile eksikliği bitki gelişmesini engellemektedir. Mutlak gerekli elementler, karbon, oksijen, hidrojen, azot, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, kükürt, demir, bakır, mangan, çinko, molibden, bor, klor ve sodyumdur. Mutlak gerekli elementler arasında bitki kuru ağırlığının büyük bir bölümünü C, O, H, N, K, Ca, P, Mg, S oluşturur. Bunlara “makro besinler” adı verilir. Bitki kuru ağırlığındaki miktarları az ya da çok az olan Fe, B, Cu, Mn, Zn, Mo elementlerine “mikro” ya da “iz elementler” adı verilir[1].

Bitkiler de insanlar ve hayvanlar gibi gelişmeleri için beslenmek zorundadırlar. Bitkiler besinlerinin büyük bir kısmını topraktan kökleri vasıtasıyla alırlar. Toprakta, yetiştirilen bitkilerin ihtiyacını karşılayacak miktarda besin maddesi yok ise, gübreleme yoluyla toprağa bitki besin maddesi verilmesi gerekir. Toprak eğer beslenmezse, bir süre sonra besin maddelerinin eksilmesi nedeniyle üretim azalır[1].

Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biridir. Yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşın fazla uygulanması durumunda ise özellikle azot ve fosforlu gübrenin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine, azot oksit (NO, N₂O, NO₂) emisyonu ile hava kirliliğine neden olmaktadır[2].

İçerisinde bir veya birkaç bitki besin maddesini birada bulunduran bileşiklere “gübre” denir. Gübrelerin toprağa veya doğrudan doğruya bitkiye verilmesi işlemine de “gübreleme” denir. Gübreler yapılarına göre “organik” ve “kimyasal” gübre olmak üzere iki gruba ayrılır. Organik gübreler; hayvan gübresi, yeşil gübre, kemik unu, kan tozu, boynuz ve tırnak tozu gibi çeşitlerden oluşur. Toprakta bulunması gereken inorganik maddelerin eksik olması durumunda desteklemek amacıyla doğal olmayan kimyasal yöntemlerle üretilen maddelere ise “kimyasal gübre” denir[1].

Günümüzde, kimyasal gübrelerin yaygın bir şekilde kullanılmasıyla birlikte çeşitli çevre sorunları ve tarımsal verim kayıpları ortaya çıkmaktadır. Atmosferde bulunan ve sera etkisi oluşturduğu kabul edilen su buharı, karbondioksit, metan, hidrojen sülfür (H₂S), klorlu florlu gazlar (CFC) ile halon gibi bu gazlarla ilişkili bileşikler ve alt katmanlardaki troposferik ozon gibi azot oksitler (NO, N₂O) de sera etkisi oluşumuna neden olmaktadır. Global olarak atmosferdeki N₂O düzeyi her yıl %0,2-%0,3 artmaktadır[3,4].

Uygulanan kimyasal gübrenin belirli bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmakta, geriye kalan kısmı ise yeraltı ve yüzey sularına karışarak insan, bitki ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca azotlu gübrelerin fazla kullanılması durumunda yapraktaki nitrat miktarı özellikle yaprağı yenen sebzelerde insan sağlığını tehdit edecek düzeye ulaşmaktadır[5].

Artan gübre ihtiyacını karşılamak için kurulan üretim tesislerinden, çevreye yayılan atık sular da dikkate alındığında sorunun ne kadar ciddi boyutlarda olduğu görülmektedir. Bu gübreleri üreten tesislerin atık sularındaki amonyum azotu ve nitrat azotu yönetmelikte belirtilen miktarların çok üstünde bulunmaktadır[6].

Ayrıca, tarımsal alanlara uygulanan yüksek dozdaki azotlu gübrelerin, toprakta mikroorganizmalar tarafından nitrifikasyonla nitrata dönüştürülmeleri ve nitratın eksi (-) yüklü olması nedeniyle toprakta yıkanarak taban suyunda önemli miktarlarda azot bulunmasına neden olmaktadır. Uygulanan gübreden beklenen yararı elde etmek için gübrenin verilme zamanı, metodu, bitki çeşidi, toprak karakteri, iklim ve topraktaki bitki besin maddesi miktarı gibi verileri de bilmek gerekir [7].

Gübre üreticileri ürettikleri gübrelerin saf bitki besin elementi içeriklerini gösteren tabloları da uygulayıcıya vermektedirler. Gübreleme yöntemi ve miktarları; toprak, bitki ve çevre faktörlerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle gübre üreticilerinin kullanım yöntemi ve miktarları ile ilgili bilgileri, ambalaj üzerinde (besin maddesi içeriklerini yazdığı gibi) belirtmeleri pratik olarak mümkün değildir. Ancak üretici firmalar, eğitim toplantısı veya seminerleri ile üreticilerin bilgilendirilmelerini

sağlayabilirler. Türkiye'de 1994 yılında ortalama 84 kg/ha gübre kullanılmıştır (N+P₂O₅+K₂O). Kullanılan gübre miktarı yıllara göre değişmekle beraber bazı yıllarda oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ülkemizde 1997, 1998, 1999, 2000 ve 2001 yıllarına ait uygulanan gübre miktarları sırasıyla 99, 119, 121, 114 ve 91 kg/ha (N+P₂O₅+K₂O) olarak gerçekleşmiştir[7].

Genel olarak ülkemizde kullanılan gübre miktarı her geçen yıl artmaktadır. Topraktaki fazla gübre yağmurla yıkanarak yeraltı ve yer üstü sularına karışmaktadır. Bu çalışmada akarsu sistemlerine karışan azotlu gübrelerin, akarsuyun doğal yapısında bulunan su altı ve su üstü bitkilerinin gelişimine etkileri araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Organik Gübreler

Kendiliğinden ortaya çıkan orijinal yapıları pek değiştirilmeden olduğu gibi kullanılan gübrelere organik gübre denir. Organik gübreler, ahır gübresi, yeşil gübre, kompost, kemik unu, çeşitli küller ve kan tozu gibi bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşmuş gübrelerdir[8].

Toprağa organik materyal uygulaması toprağın mevcut organik madde miktarını artırmakta, buna bağlı olarak da toprağın agregat stabilitesini, hava-su dengesini, erozyona karşı direncini ve topraktaki bitki besin elementlerinin alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Toprakta organik maddeyi yüksek düzeyde tutmaya çalışmak hem pratik değildir, hem de çok pahalıdır. Organik gübreler toprağın verimliliğinin artırılmasında ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalar, organik gübrelerin toprak özelliklerini iyileştirdiğini, ürünlerin verimini attırdığını göstermiştir[9,10].

Organik gübreler; bitki besin maddelerinin yanında organik madde ve fazla miktarlarda da çeşitli mikroorganizmaları içerirler. Bu nedenle organik gübreler çok yönlü etkiye sahip gübreler olarak bilinir. Başka bir deyişle; tarım topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu ve önemli etki yaparlar. Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği uzun süredir bilinmektedir[11]. Topraktaki organik madde miktarını belli bir seviyede tutmak için çiftlik gübresi, torf, kompost, organik yapay gübreler gibi çeşitli organik materyaller uygulanmaktadır[12]. Organik bazlı gübreler toprağa bitki besin maddelerinin yanı sıra önemli miktarda da karbonun girmesine neden olmaktadır[13].

Türkiye toprakları organik madde bakımından sınırlı alanlar hariç genellikle fakirdir[14]. Türkiye’de birçok bölgede, özellikle Orta Anadolu bölgesinde toprakların organik madde içerikleri %2’nin hatta %1’in altına düşmüştür[15,16,17]. Özellikle Orta

Anadolu bölgesinde uygulanan tarım teknikleri topraklarda organik madde birikimini azaltarak, toprakların verimliliklerinin kaybolmasına neden olmaktadır. Hasat artıklarının (anızın) yakılması ve organik gübrelemenin yetersiz olması toprak verimliliğindeki düşüşün en önemli sebeplerindendir. Topraklardaki organik madde azlığı, agregatlaşma ve agregatların dayanıklılığını önemli ölçüde etkilemektedir[16]. Ayrıca, düşük organik madde seviyesi alkali reaksiyonlu, kireçli Orta Anadolu topraklarında bitki besin elementlerinin yarayırlılığını da düşürmektedir. Bu da yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Organik madde eksikliğini gidermek için her türlü bitkisel artıklar, çiftlik gübresi, tavuk gübresi, çöp kompostu ve organik yapıdaki sanayi atıkları kullanılabilir. Bu materyaller toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek, topraklara besin elementleri sağlamakta, dolayısıyla bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumlu etkilemektedirler[18,19,20,21,22,23,24]. Bunun yanı sıra elde edilmiş olan humikfulvik asit bileşikleri toprakların ıslah ve verimliliklerinin devamı için önemli olan organik materyallerdir[25,26,27].

Kompostlaştırılmış çöp gübresinin tarımda kullanımı, hem çevreyi kirleten bir unsurun ortadan kaldırılmasını sağlamakta ve hem de toprakların verimliliğini yükseltmektedir [21,23,28]. Diğer taraftan, organik gübrelerin etkinlikleri mineral gübrelerden farklı olarak daha uzun süre devam etmekte ve kalıcı etkisi bulunmaktadır.

2.1.1. Ahır Gübresi

Ahır gübresi büyük ve küçükbaş hayvanların dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklıktan oluşur. Ahır gübresinin tarımda bilinçli şekilde kullanılması hayvanların evcilleştirilmesiyle başlar. Hayvan dışkılarının düştüğü yerlerde bitkilerin daha canlı geliştiğini gören insanlar, gözlemlerine dayanarak ahır gübresini tarımda kullanmaya başlamışlardır. Ahır gübresi gerek baklagil bitkilerinden yarar sağlanıncaya ve gerekse kimyasal gübreler kullanılmaya başlanıncaya değin gübrelemede ana gübre olmuş ve çok yerde ana gübre olma özelliğini sürdürmüştür. Organik madde kaynağı olarak ülkemizde yoğun olarak yanmış ahır gübresi kullanılmaktadır [29].

Bitki besin maddelerinin toprakta tutulmaları özellikle toprağın koloidal organik fraksiyonunu oluşturan humus aracılığı ile olmaktadır. Çünkü humus toprağın koloidal mineral fraksiyonu gibi bir adsorbsiyon özelliğine sahiptir. Humusun adsorbsiyon kapasitesi, inorganik koloidal fraksiyona oranla 4-7 kat daha yüksektir. Humusun bu özelliği mineral fraksiyonca fakir topraklar için ayrı bir önem taşımaktadır. Ülkemizde her yıl tahmini olarak oluşan 120 milyon ton hayvan gübresinin, yarısından fazlası olan 67 milyon tonu tezek olarak yakılmakta, 35 milyon tonu kırdaki bayırda kalmakta ve ancak %15'ine eşdeğer olan 18 milyon tonu tarımda gübre olarak kullanılmaktadır[30].

Ahır gübresinde yüksek düzeyde kalsiyum ve magnezyum olması nedeniyle toprağın değişebilir kalsiyum ve magnezyum miktarları üzerinde artırıcı etkisi olduğu ve ayrıca azot, potasyum, fosfor, bakır, çinko, demir, bor, molibden, kobalt ve mangan bakımından zengin olduğu bilinmektedir[31].

Ahır gübresi %18-25 kuru madde, 5,2-6,1 gr/kg total azot, 1,3-2,1 gr/kg fosfor, 3,5-6,0 gr/kg potasyum içermektedir[32]. Çiftlik gübresinde kalsiyum miktarının yüksek oluşu nedeni ile toprağın değişebilir kalsiyum düzeyi artmaktadır. Ahır gübresi toprak sıcaklığını artırmakta ve fiziksel özelliklerini iyileştirmektedir[33]. Ahır gübresi uygulanan topraklarda alınabilir fosfor, potasyum ve azot miktarları artmakta ve zamanla ayrışma sonucu besin elementleri bitkiye yararlı forma dönüşmekte, total azot kapsamı ile nitrifikasyon gücünde artış olmaktadır[34].

Koyu renkli toprakların ısı tutma kapasitesi açık renkli topraklara göre daha fazladır. 1872-1940 yılları arasında Rothamsted'de (İngiltere) yapılan denemeler sonucunda ahır gübresi verilen toprakların koyu renk aldığı saptanmıştır. Bu özelliği nedeniyle ahır gübresi toprak ısını bitki gelişmesi için uygun duruma getirmektedir[35].

Ahır gübresi hafif alkali reaksiyona (pH'ya) sahip olması nedeniyle toprakların pH'sı üzerinde de etkili olmaktadır. Ahır gübresinin asit tepkimeli topraklarda kullanılmasıyla baklagil bitkilerinin iyi bir şekilde yetiştiği de görülmüştür[36].

Ahır gübresi organik yapısı nedeniyle toprak havalanmasına olumlu etki yapar. Öte yandan ahır gübresinin toprakta parçalanması sonucu oluşan karbondioksit ve organik asitler bitki besin elementlerini bitkiler için yararlı şekle sokar. Bitkiler için ahır gübresindeki fosfor, kimyasal gübrelerdeki fosfora göre çok daha yararlıdır. Ahır gübresinden beklenen yararın sağlanması için, gübre tarlaya taşınır taşınmaz toprakla karıştırılmalıdır. Aksi durumda gübrede değer kaybı söz konusudur. Toprak yüzeyine serilen gübrenin toprakla karıştırılması genellikle pullukla yapılmaktadır[8].

2.1.2. Kompost

Kompost; mikroorganizma adı verilen ve çoğunluğu gözle görülmeyen canlıların, ortamın oksijeni kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırılmasıdır[37]. Kompostlaşma sonucunda elde edilen kompostun tarımsal amaçlı kullanımı, bu materyallerdeki bitki besin maddelerinin ve organik maddenin yeniden değerlendirilmesi ile çevresel ve ekonomik yararlar sağlamaktadır[38].

Kompost, besin maddesi içeriğinden dolayı ticari gübre kullanımını azaltabilir, ayrıca sızıntıyı azalttığı için daha fazla besin maddesinin bitkiler tarafından kullanılmasına olanak tanır. Bitkiler ticari gübrelerdeki besin maddelerinden hemen yararlanabilirler. Komposttaki besin maddeleri yavaş yavaş yararlı hale geldiği için, kompostun besin maddesi katkısı ancak zaman içinde gerçekleşebilir. Kompost kullanımına bağlı olarak ticari gübre kullanımının azaltılması; kompostun içeriği, kullanılan miktarı, toprak ve iklim koşulları ve ekilen mahsule göre ayarlanabilir[39].

Kompost yapımında gerek işletme içerisinde gerekse işletme dışında elde edilen bitkisel ve hayvansal kökenli tüm organik materyaller kullanılır. Örneğin işletme içerisinde elde edilen tüm bitkisel atıklar, sapsar, dallar, yapraklar, yabancı otlar, mutfak atıkları kompost yapılarak iyi bir şekilde değerlendirilebilir. Kompost yapımında kullanılacak hayvansal atıklar ise özelliklerine göre bir ön hazırlığı gerektirir[1].

2.1.3. Kent Atıkları

Günümüzde; çöp ve insan artıklarının imhası giderek zorlaşmaktadır. Birçok ülkede çöplükler dolmuş durumdadır. Artıklarla dolan topraklardan atmosfere de metan gaz yaymaktadır[39].

Dünyadaki kentler her gün çöplüklere, çöp yakma tesislerine, körfez ve okyanuslara tonlarca doğal zenginlik atmaktadırlar. Organik madde açısından zengin ve besin maddesi açısından orta derecede bir kaynak olan ve endüstriyel ülkelerin artıklarının 1/3'den fazlasını, gelişmekte olan ülkelerin artıklarının yarısından fazlasını oluşturan kent artıkları değerlendirilmemektedir. Endüstriyel ülkeler, organik çöplerin sadece %11'ini yeniden kullanılmaktadır. Ama kentler giderek bu malzemenin önemini daha çok fark etmiş ve eski kompostlama yöntemlerini, artıkları yeniden kullanıma hazırlama yöntemi olarak uygulamaya başlamışlardır[39].

Kent atıkları kimi gelişmiş ülkelerde gübre olarak da değerlendirilmektedir. Bu şekilde çevre kirliliğinin önlenmesinin yanında önemli ölçüde yarar da sağlamaktadır. Ülkemizde kimi kent belediyeleri bu yolda başarılı sayılabilecek girişimlerde bulunmuştur[1].

2.1.4. Gece Toprağı (Night Soil)

Önemli düzeyde organik madde ve bitki besin elementleri kaynağı olan insanların katı ve sıvı dışkıları İngilizce konuşulan ülkelerde “gece toprağı” olarak anılmaktadır. Geçmişten günümüze insanların katı ve sıvı dışkıları tarımda kullanılmıştır. Özellikle bu uygulamanın ikinci dünya savaşı öncesine değin başta Çin, Japonya, Hindistan ile nüfusu yoğun Uzakdoğu ülkelerinde yaygın olduğu çeşitli kaynaklardan anlaşılmaktadır. Ülkemizde de bu uygulama kırsal kesimlerde yer yer sürdürülmektedir. Bitki besin elementleri ve organik madde yönünden varıl olan gece toprağının, uygun önlemlerle sağlık riskinin giderilmesi ve rahatsızlık veren kokusunun yok edilmesi durumunda tarımda değerlendirilmesinin yararı çok büyük olacaktır[1].

Toprağa uygulanmadan önce gece toprağı özel olarak yapılmış yerlerde 3-4 ay bekletilmelidir. Bu amaçla çukur sistemi ve varil sistemi uygulanmaktadır. Kanalizasyon çamuru gerek organik madde ve gerekse mineral elementler yönünden zengindir. Bu yönüyle değerli bir materyaldir[1].

Kanalizasyon çamurunun tarımda kullanılmasının yararı olduğu kadar zararlı etkilerinin de olduğu bilinmektedir. Kanalizasyon çamuru özellikle organik madde; azot, fosfor, potasyum yanında bor, bakır, demir, mangan, çinko gibi mikro elementler yönünden zengindir. Bu nedenle kanalizasyon çamurunun yakılma ya da toprağa gömülme gibi yöntemlerle imha edilmesi düşünülmemelidir. Bu arada kanalizasyon çamurunda bulunabilecek bakterilerin, parazitlerin ya da virüslerin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki etkileri önemle dikkate alınmalıdır. Kanalizasyon çamurunda bulunan kadriyum, kurşun, nikel gibi ağır metallerin olumsuz etkileri de unutulmamalıdır[1].

2.1.5. Yeşil Gübre

Yeşil gübre uygulaması tarımda uzun yıllardan beri kullanılmakta ve uygun koşullarda önemli yararlar sağlamaktadır. Gelişmelerini tamamlamamış yeşil haldeki kimi bitkilerin toprakla karıştırılmalarına “yeşil gübreleme” ve bu iç için kullanılan bitkilere de “yeşil gübre bitkileri” denir. Yeşil gübre bitkilerinin ürettikleri kuru madde miktarları toprak, iklim, bitkinin cins ve türüne göre farklılık göstermektedir[40].

Yeşil gübreleme ile toprağa organik materyalin uygulanması, toprak mikroorganizmalarına besin kaynağı sağlaması nedeniyle toprakta mikroorganizmaların nicelik ve işlevleri üzerine olumlu etki yapar. Mikroorganizmaların nicelik ve işlevlerinin artması ise; toprakta bir seri olumlu değişikliklerin ortaya çıkmasına neden olur[1].

Yeşil gübrelemenin en başta gelen yararı toprağı organik madde yönünden zenginleştirmesidir. Özellikle ahır gübresinin az bulunduğu yerlerde yeşil gübreleme yoluyla toprağın organik madde içeriği önemli düzeyde arttırılmaktadır. Baklagil türü

bitkiler, köklerinde simbiyotik olarak yaşayan bakteriler arayıcılığıyla havanın serbest azotunu köklerinde barındırdığından, bu bitkilerin yeşil gübre olarak yetiştirilmeleri halinde azotlu bir gübreleme de söz konusudur[8].

Bir bitkinin amacına uygun olarak yeşil gübre bitkisi olabilmesi için (a) hızlı gelişmesi, (b) bol miktarda vejetatif organ oluşturması, (c) yoksul topraklarda bile iyi gelişme gösterebilmesi gerekir[1].

Yeşil gübreleme yalnız toprak verimliliği açısından değil, aynı zamanda erozyon kontrolü, suyun yararlılığının artması, tarımsal mücadele açısından da önem kazanmakta ve böylece daha az kimyasal mücadele ilacı kullanılarak, yabancı ot, zararlı ve hastalıkları kontrol altına almak olası hale gelebilmektedir[8].

2.2. Kimyasal Gübreler

Üretimleri yenilenemez enerjiyi gerektiren, genelde asitlerle bazların tuzları olan kimyasal gübreler bir ya da birden fazla bitki besin elementi içerir. Bu özellikleriyle tarım topraklarını bitki besin elementleri yönünden zenginleştirir, ürünün nitelik ve niceliğini artırır. Kimyasal gübreler hammaddelerine ek olarak üretim maliyetleri yüksek olan ve ülkemiz gibi çoğu ülkelerde üreticilerin satın alma güçlerini zorlayan gübrelerdir[1].

Değişik ülkelerde kimyasal gübreler üreticinin kullanımına: (a) katı, (b) sıvı, (c) gaz şeklinde sunulmaktadır. Ülkemizde ise genelde katı kimyasal gübre üretimi gerçekleştirilmektedir. Sıvı gübreler kimyasal gübrelerin suda çözeltisi ya da süspansiyonlarıdır. Normalde katı gübre olarak tüketilmeyen gübreler suda çözündürülmek suretiyle sıvı gübreler hazırlanmaktadır. Örneğin fosfor kaynağı olarak fosfor içeriği yüksek olan ve suda kolay çözülebilen polifosfatlar, azot kaynağı olarak da amonyak (%81 N) kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde günümüzde çökelti

oluşturmayan süspansiyon şeklinde sıvı gübreler de üretilmektedir. Amonyak ise toprağa enjekte edilmek suretiyle kullanılan gaz şeklindeki gübredir[1].

Sıvı gübreler püskürtülerek doğrudan toprağa uygulandığı gibi “damla sulama” yöntemiyle bitki kök yöresine uygulanabilmektedir. Damla sulama yöntemiyle sıvı gübrelerin uygulanması evaporasyonun (buharlaşmanın) yüksek ve sulama suyunun az olduğu yörelerde yeğlenmekte ve büyük başarı sağlamaktadır. Katı gübrelere benzer şekilde tek bir bitki besin maddesi içeren kompoze sıvı gübreler de üretilmektedir[1].

Gaz şeklinde gübre olarak günümüzde ticari boyutta %81 N içeren susuz amonyak (NH_4) kullanılmaktadır. Özel silindirler içerisinde ve basınç altında sıvı olarak taşınan amonyak toprağın özelliğine göre belli derinliğe enjekte edilmektedir. Toprak nemi ile birleşen susuz amonyak amonyum hidroksit şeklinde toprakta kalmakta ve iyonize olması sonucu oluşan amonyumdan bitki yararlanmaktadır[1].

Kimyasal gübreler içerdikleri bir ya da birden fazla bitki besin elementine göre de isimlendirilmektedir. Örneğin temelde bir besin elementi içeren gübrelere “basit gübreler” denilmektedir. Amonyum nitrat (NH_4NO_3) gübresi; amonyum (NH_4) ve nitrat (NO_3) şeklinde %34 azot (N) içermektedir. Üre gübresinin azot (N) içeriği de %45’dir. Ancak bu şekilde adlandırılan kimi gübreler diğer besin elementlerini de içermektedir. Örneğin amonyum sülfat [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] gübresi; %21 N yanında %24 S, amonyum klorür (NH_4Cl) gübresi de %26 N yanında %66 Cl içermektedir[1].

Birden fazla bitki besin elementi içeren gübrelere ise “kompoze gübreler” denilmektedir. Bu gübreler temelde N, P ve K’yı ya da bunlardan ikisini değişik oranlarda içerirler. Geçmişte kompoze gübreler N, P ve K içeren basit gübrelerin belli oranlarda doğrudan karıştırılması suretiyle üreticinin kullanımına sunulmaktaydı. Karışımda yer alan gübrelerin farklı yoğunlukta olmaları nedeniyle kompoze gübrelerin tarlaya tekdüze şekilde uygulanmasında büyük güçlüklerle karşılaşılmaktaydı. Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde karışımda yer alan gübreler kimyasal olarak karıştırılmakta ve tek bir besin elementi içiren sabit gübreler gibi kompoze gübreler granüle edilerek üreticinin kullanımına sunulmaktadır. Belli oranlarda N, P_2O_5 ve K_2O

içeren bir kompoze gübre; besin elementlerini karşılayabilecek düzeyde ele alınan, örneğin amonyum nitrat (%34 N), triple süperfosfat (%45 P₂O₅) ve potasyum klorür (%60 K₂O) gübrelerinin kimyasal olarak karıştırılıp granüle edilmesi suretiyle üretilmektedir[1].

2.2.1. Azotlu Gübreler

Tabiatta azotun kaynağı organik maddeler ve havanın serbest azotudur. Havanın serbest azotu ve organik maddelerin bünyesindeki azot bazı kimyasal olaylar (amonifikasyon, nitrifikasyon vs.) sonucunda bitkilerin faydalanabileceği amonyum ve nitrat formuna dönüşür[41].

Azot bitkilerin temel yapı taşlarından. Aminoasitler, proteinler, nükleik asitler gibi organik bileşiklerin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir. Azot bitkilerde vegetatif aksamın gelişmesini sağlar[42].

Azot yetersizliğinde bitkiler genellikle koyu yeşil görünümünün aksine soluk açık yeşil bir görünüm kazanırlar. Ciddi noksanlık durumlarına yapraklarda kloroz görülür. Bu durum yaşlı yapraklardan başlar. Özellikle bitkinin vegetatif gelişimini olumsuz etkiler. Yaprak ve gövde sistemi zayıf olur. Vegetatif gelişme periyodu kısaldır. Bitkiler erken olgunlaşır, erken çiçek açar ve erken yaşlanır. Örneğin elmalarda yapraklar küçük dar ve açık yeşil renkli olur. Yapraklar sarımsı portakal renkli veya kırmızımsı mor renkli olabilir ve erken dökülürler. Yaprak sapları dar açı oluşturacak şekilde, ince ve kısadır. Şiddetli noksanlıkta yaprak sapları ölür. Meyveler olgunlaşmadan renklenirler[43].

Bitkilerde fazla azot vegetatif gelişme periyodunu uzatır. Çiçeklenmeyi geciktirir. Vegetatif aksam yani dal sürgün ve yaprak miktarı fazla, iri, geniş ve uzun olur. Buna karşılık generatif gelişme zayıf kalır. Meyvelerde geç olgunlaşma meydana gelir. Depolanma kabiliyetleri düşer ve bazı depo hastalıklarına daha hassas olurlar[43].

Verilecek gübre miktarı topraktaki organik madde miktarına göre değişmekle birlikte azotun kolay yıkanan bir gübre olması ve organik maddenin zamanla elverişli hale geçmesi nedeniyle toprakta mevcut azot pek dikkate alınmaz. Verilecek gübre miktarının belirlenmesinde ise farklı yöntemler kullanılabilir[44]; özellikle ürede kısmen de amonyum nitratta toprak yüzeyine uygulandıklarında amonyak formunda önemli azot kayıpları olmaktadır[45].

2.2.1.1. Amonyum Nitrat (NH₄NO₃)

Amonyum nitrat gübresi, sentetik olarak elde edilen gaz veya sıvı amonyak %50-56'lık nitrik asit ile reaksiyona sokularak, amonyum nitrat haline dönüştürülür[8].

Gübredeki azotun yarısı nitrat (NO₃) ve öteki yarısı da amonyak (NH₄) şeklindedir. Kolay çözünür olması ve bitkilerin gerek nitrati ve gerekse de amonyumu absorbe etmesi nedeniyle amonyum nitrat toprakta artık bırakmaz. Bu özelliği nedeniyle amonyum nitrat gübresi hızlı etki yapan bir azotlu gübredir[46].

Patlama özelliğini gidermek, depolanmasını kolaylaştırmak ve azot (N) yüzdesini ayarlayabilmek amacıyla üretim aşamasında amonyum nitrat gübresine kireçtaşı, çöktürülmüş kalsiyum karbonat, dolomit ve kil gibi katı maddeler karıştırılır. Amonyum nitrat gübresi kristal, pril ya da granüle (taneli) yapıdadır. Yağışlı yörelerde nem absorpsiyonunu azaltmak, yanma ve patlama riskini büyük ölçüde gidermek amacıyla gübre taneciklerinin etrafı prilleştirme yöntemiyle kaplanır. Pril şeklindeki amonyum nitrat gübresinin topraktaki çözünürlüğü etkilenmez[46].

2.2.1.2. Amonyum Sülfat [(NH₄)₂SO₄]

Amonyum sülfat gübresi üretiminde üç metot uygulanmakta, bunların birincisinde amonyak jips ile diğerinde amonyak sülfürik asit ile, üçüncü metotta ise jips amonyum karbonat ile reaksiyona girer[8].

Sarıdan griye değin değışen ve çoğunlukla beyaz renkli olan gübre %21 N ve %24 S içerir. Zaman zaman gübrenin içerisinde kahverengi, mavi, sarı ya da gri renkli kısımlar görülür. Bunlar ferrisiyanit, arsenik sülfat vb. maddelerin gübreye karışmış olmalarından ileri gelir[46].

Kristal ve granüle olarak iki şekilde üretilen amonyum sülfat gübresinde azot %20,5'den az olmamalıdır. Gübrede sülfürik asit cinsinden serbest asitlik %0.03'den ve nem miktarı da %0,5'den fazla olmamalıdır. Gübrede serbest asidin belirlenen düzeyden yüksek bulunması çuvalların parçalanmasına neden olabileceği gibi gübrenin düzgün şekilde kristalleşmesini önler ve kekleşmesinin oluşmasını kolaylaştırır[46].

2.2.1.3. Amonyum Nitrat – Sülfat [NH₄NO₃.(NH₄)₂SO₄]

Amonyum nitrat ve amonyum sülfatın çift tuzu [2NH₄NO₃, (NH₄)₂SO₄] olan bu gübrenin bileşimindeki azotun 1/4'ü nitrat, 3/4'ü ise amonyak halindedir. Üretiminde çeşitli metotlar uygulanmakla birlikte, genel olarak %80-90 oranında NH₄NO₃ içeren sıcak eriyik üzerine ince öğütölmüş (NH₄)₂SO₄ gönderilmesi ve karıştırılması ile elde edilir. Amonyum sülfat nitrat higroskopik bir gübredir. Granül halde üretilmekte olup, bileşimindeki azot miktarı %26 dır. Amonyum sülfat gübresi piyasada beyaz kristal halde bulunur. Bu nedenle çiftçiler tarafından “şeker gübresi” olarak adlandırılır[8].

2.2.1.4. Amonyum Klorür (NH₄Cl)

Amonyum klorür gübresi ya sentetik olarak elde edilen amonyağın hidroklorik asit ile muamele edilmesi, ya da yine amonyağın sulu çözeltisinin karbondioksit (CO₂) ile doyurulmasından sonra NaCl ile muamele edilmesi suretiyle elde edilir[8].

Beyaz renkli olan gübre %26 azot (N) ve %66 klor (Cl) içerir. Süperfosfat ve potasyumlu gübrelerle de karıştırılmak suretiyle gübrenin kekleşmesi önlenir. Yağışlı yörelerde öteki amonyumlu gübrelere oranla metal aletlere daha fazla paslandırıcı etki yapar[46].

Dünyada amonyum klorür üretimin yaklaşık 2/3'ü Japonya'da ve 1/3'ü de Hindistan'da gerçekleşmektedir. Bu ülkelerde amonyum sülfat gübresine göre amonyum klorür gübresi daha ucuzdur. Ayrıca amonyum klorür gübresi özellikle Uzakdoğu ülkelerinde çeltik ve benzeri bitkilerin gübrenmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çeltik fungusu amonyum sülfatı zehir etkisi gösteren sülfidlere indirirken, amonyum klorür böyle bir etki yapmamaktadır. Öte yandan kalsiyum siyanamid ve kalsiyum silikat ile birlikte uygulanan amonyum klorür, bitki hastalıklarına karşı koruyucu etki yapmaktadır. Amonyum klorürün bir başka yararı da gereksinim fazlası klorun ya da asidin değerlendirilmesine olanak vermesidir[46].

2.2.1.5. Üre (NH₂CONH₂)

Üre bünyesinde %46 azot (N) kapsayan sentetik organik azotlu bir gübredir. Ürenin elde edilmesi asal olan amonyak ile karbondioksitin sentezine dayanır. Amonyak ve karbondioksitten yüksek basınç ve sıcaklık altında önce amonyum karbamat elde edilir. Daha sonra amonyum karbamattan bir molekül su ayrılarak üre meydana gelir[8].

Üre beyaz renkli, kokusuz, suda kolaylıkla çözülebilen ve %46 oranında azot (N) içeren bir gübredir[47].

2.2.2. Öteki Azotlu Gübreler

2.2.2.1. Kalsiyum Nitrat [Ca(NO₃)₂]

Kristal şeklinde, beyaz, katı, higroskopik azotlu bir gübre olup %15 azot (N) ile %34.0 kalsiyum oksit (CaO) içerir. Asal olarak Avrupa'da üretilen ve kimi zaman *Norveç güherçilesi* olarak da adlandırılan kalsiyum nitrat satışa çıkarılan ilk azotlu gübredir. Nitrik asidin kalsiyum oksit veya kireç taşı ile karıştırılmasından elde olunan bir gübredir[8].

Uygulama sırasında cilt üzerinde olumsuz etki yaptığı için, elle tutulmaması gerekir[8].

Nitrit (NO₂) miktarı %1'den daha az olmalıdır. Aşırı higroskopik olması nedeniyle kalsiyum nitrat gübresi çok fazla nem çeker ve depolanması sorun yaratır. Bu sorun nemden etkilenmeyen ambalajın kullanılması ile bir ölçüde giderilmiştir[8].

2.2.2.2. Sodyum Nitrat (NaNO₃)

Şili'de doğal yataklardan elde edilen sodyum nitrat yanında, sentetik yolla gübre üretiminde, çeşitli metotlar uygulanmaktadır. Bunlardan birincisinde, kömürden elde edilen hidrojen ile gaz halindeki azot birleşerek amonyağa çevrilir, amonyak, nitrik asite dönüştürülür ve meydana gelen nitrik asit ise sodyum karbonat ile reaksiyona girerek sodyum nitrat oluşur. İkinci metot da ise, azot oksijenle reaksiyona girerek azot oksitleri meydana getirir daha sonra azot oksitleri su ile birleştirilerek nitrik aside dönüştürülür reaksiyon sonunda nitrik asit sodyum karbomat ile birleşerek sodyum nitrat meydana getirir. Sodyum nitrat gübresi renksiz kristaller halindedir ve higroskopiktir[8].

2.2.2.3. Kalsiyum Siyanamid (CaCN₂)

Avrupa'da ve özellikle Almanya'da gübre olarak yaygın şekilde kullanılan kalsiyum siyanamid, mavimtrak siyah ya da kurşuni renktedir. Granüle şekilde kalsiyum siyanamid %20.6 N, %38 Ca ve %11 bağımsız C içerir. Siyanamid şeklinde (CN₂) bulunan azot protein olmayan sentetik organik azottur[46].

Siyanamid yöntemi Almanya'da 1898 yılında Frank ve Caro isimli bilim adamları tarafından gerçekleştirilmiştir. Özellikle birinci dünya savaşında siyanamid endüstrisi hızlı bir gelişme göstermiştir. Çünkü patlayıcı maddelerin üretimi için gereksinim duyulan nitrik asit; siyanamid deki azotun amonyak gazına ve onun da nitrik aside dönüştürülmesiyle elde edilmiştir[46].

Bazik karakterli olan kalsiyum siyanamid toprakta su ile hidrolize olarak parçalanır ve sonuçta üre oluşur. Ancak çevre koşullarının etkisi altında üre öncesi asit ve alkali tepkimeli topraklarda oluşan ara ürünler ayrımlıdır. Kalsiyum siyanamidin hidrolize olması sonucu oluşan ara ürünler bitkilere zehir etkisi yapar. O nedenle kalsiyum siyanamidin iki üç hafta önce toprakla iyice karıştırılması gerekir. Böylece ara ürünlerin ekimden önce tümüyle üreye dönüşmeleri sağlanmış olur[46].

2.2.3. Fosforlu Gübreler

Bitki ve topraktaki fosforun tamamına yakını beş değerlikli oksidasyon derecesinde bulunur (P₂O₅). Toprakların fosfor düzeyi %0,02 ile %0,15 arasında değişir. Ancak bunun çok az bir kısmı bitkiler tarafından alınabilir formdadır. Özellikle topraktaki kil tipi ve miktarına bağlı olarak fosforun önemli bir kısmı toprak tarafından tutulur. Fosfor bitkide son derece hareketli bir besin elementidir. Aşağı ve yukarı doğru taşınabilir[41].

Fosfor bitkide; enerji depolanması ve taşınması, genlerin ve kromozomların yapı taşı olması ve besinlerin taşınması gibi fizyolojik işlevlere sahiptir. Fosfor ayrıca çiçeklenmeyi ve meyve tutumunu artırır, saçak kök oluşumunu sağlar, tohumların çimlenmesinde etkilidir, olgunlaşmayı hızlandırır[42].

Bitkilerin normal P içeriği %0,15 ile %0,5 arasındadır. Eksiklik durumunda bu oran %0,1'in altına düşmektedir. P eksikliğinde bitki türüne ve eksiklik oranına bağlı olarak farklı belirtiler görülse de genel olarak; özellikle yaşı yapraklarda sararma, kalın ve dik yaprak görünümü, bodur büyüme, mavimsi yeşil veya mor renk oluşumu tipiktir.

Fosfor noksanlığında; daha çok yaprakların ortasında veya ana damarlar arasında olmak üzere koyu yeşilden mora kadar değişen renklenme görülür. Yapraklar normalden daha küçüktür ve yaprak sapı ile dal arasında dar açı vardır. Sonunda yapraklar açık yeşile veya sarıya dönerler ve erken koparlar[43].

Fosfor fazlalığında; Fe, Zn ve Cu'nun alımını engellediğinden dolayı olarak bitkiye zarar verir[43].

Fosfor gübrelemesinde dikkat edilmesi gereken hususların başında toprak çözeltisindeki elverişli fosfor konsantrasyonunun artırılmasıdır. Bunun için kullanılacak gübre çeşit ve miktarı kadar uygulama yöntem ve zamanı da önem taşımaktadır. Gübrenin toprakla temas yüzeyinin artması ve temas süresinin uzaması toprakta fosfor fiksasyonunun artmasına yol açacağından fosforlu gübrelerin mümkün olduğunca bitkinin alacağı dönemde verilmesi gerekir. Öte yandan fosfor toprakta hareketsiz olduğundan gübrenin bitki kök bölgesine yakın verilmesi gübrelemenin etkinliğini artırmaktadır. Ayrıca gübre verilirken kesinlikle serpilerek dağıtılmamalı taç izdüşümüne veya banda açılan çukurlara toplu olarak verilmelidir[48].

Fosforlu gübreler, bitki besin maddesi fosforu alınabilir fosfat anyonu halinde kapsayan veya toprağa katıldıktan sonra bünyesindeki fosfor alınabilir hale dönüşen kimyasal bileşiklerdir. Fosforlu gübrelerin üretimi ham (kaya) fosfatlardaki fosforun bitkiye yararılı şekilde dönüştürülmesi ilkesine dayanır. Bu amaçla yaş yöntem ve yakma yöntem olmak üzere 2 değişik yöntem uygulanır. Yaş yöntemde, ham fosfat belli oran ve miktarlarda asitlerle işleme tabi tutulur. Yakma yönteminde ise yüksek sıcaklıkta fırınlarda yakılmak suretiyle ham fosfatlardan fosforlu gübre üretilir[8].

2.2.3.1. Süperfosfat

Süperfosfat ismi, ilk kez ham fosfat ile sülfürik asidin (H_2SO_4) işleme sokulması sonucu üretilen gübreye verilmiştir. Sülfürik asit ile fosfatların işleme sonucu üretilen fosforlu gübreye normal süperfosfat ve ordinary süperfosfat da denilmektedir. Bu her iki sözcük diğer ülkelerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Süperfosfat %14 ile %20 arasına değişen miktarlarda yarayışlı P_2O_5 içerir[1].

Yürürlükteki standarda göre süperfosfat toz ve granüle (taneli) olmak üzere iki tipe ayrılmaktadır. Bu gübreler suda çözünebilir P_2O_5 içerikleri yönünden %14-16 , %16-18 ve %18-20 olmak üzere üç değişik türe sahiptir. Süperfosfat gübresinde nem miktarı %10'dan ve toplam serbest asitlik de (P_2O_5 olarak) %3'den az olmalıdır. Toz şeklindeki süperfosfatın tümü 6,5 mm'lik elekten geçirilmeli ve granüle süperfosfatın en az %95'i 1-4,5 mm tane büyüklüğünde olmalıdır[49].

2.2.3.2. Triple Süperfosfat

Triple süperfosfat üretiminde esas; ham fosfatların apatitin (H_2SO_4) yerine doğrudan doğruya fosforik asit (H_3PO_4) ile parçalanmasıdır. Burada cereyan eden reaksiyon süperfosfat fabrikasyonunun ikinci kademesinde cereyan eden reaksiyonun aynısıdır. Bu bakımdan süperfosfat üretiminde kullanılan fabrikasyon sistemi triple süperfosfat üretimi içinde kullanılabilir[8].

Aradaki en önemli ayırım süperfosfatta asit olarak sülfürik asidin kullanılmasına karşın triple süperfosfatta asit olarak fosforik asit kullanılmaktadır. Triple süperfosfatta genellikle ve ilke olarak kükürt bulunmaz. Eğer triple süperfosfat kükürt içeriyorsa bu yaş yönteme göre üretilmiş ve yeterli düzeyde arı olmayan fosforik asidin üretimde kullanılmasından kaynaklanmış olabilir[1].

2.2.3.3. Amonyak Karıştırılmış Süperfosfatlar

Fabrikasyon anında süperfosfatlara amonyak şeklinde azotun karıştırılması son yıllarda yaygın şekilde uygulanmaktadır. Amonyak karıştırılmış süperfosfatlar avantajları nedeniyle geniş kullanım alanı bulmuştur. Amonyak karıştırılmış süperfosfatların en önemli avantajı gübre içindeki azotun ucuza mal olmasıdır. Ancak kullanılacak amonyak miktarının dikkatle ayarlanması gerekmektedir. Amonyagin fazlaca kullanılması durumunda süperfosfatlar suda çözünür şekilde bulunan monokalsiyum fosfata ve hatta trikalsiyum fosfata dönüşmektedir[1].

2.2.3.4. Monoamonyum Fosfat (MAP)

Uygun miktardaki amonyak gazının fosforik asit içerisinde geçirilmesi suretiyle elde edilir. Monoamonyum fosfat gübresi %61 P₂O₅ ve %12 N içerir. Çözünürlüğü yüksek olan ve çoğunlukla sulama suyu ile uygulanan bir gübredir[1].

2.2.3.5. Diamonyum Fosfat (DAP)

Amonyak gazının fosforik asit içerisinde geçirilmesi suretiyle elde edilir. Yürürlükteki standartlara göre (TS 1054) kristal ve granüle olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Granüle diamonyum fosfat gübresinin de ayrımlı içeriğe sahip iki türü bulunmaktadır[1].

2.2.3.6. Dikalsiyum Fosfat

Üretim maliyetinin yüksekliği nedeniyle diamonyum fosfatın gübre şeklinde kullanımı göreceli olarak azdır. Dikalsiyum fosfat özellikle hayvanların besin elementi gereksiniminin karşılanmasında fazlasıyla kullanılmaktadır[1].

Dikalsiyum fosfat gübresinin özellikle fosfor yönünden yoksul, asit tepkimeli topraklarda daha iyi sonuç verdiği çeşitli araştırmalarla saptanmıştır. Radyoaktif fosfor kullanılmak suretiyle yapılan araştırmalar bitkilerin gelişmelerinin ilk dönemlerinde sperfosfata göre bu gübreden daha az fosfor absorbe ettiklerini göstermiştir. Kimi bitkilerde gelişmenin sonlarına doğru belirtilen bu ayrılığın ortadan kalktığı saptanmıştır[1].

2.2.3.7. Monopotasyum Fosfat

İnce ğtlm potasyum klorürün fosforik asit ile işleme sokulması sonucu elde edilir. Monopotasyum fosfat %52 P₂O₅ ve %34 K₂O içerir. Fiziksel zellikleri iyi olan ve çoğunlukla sulama suyu ile uygulanan bir gübredir[1].

Azot, fosfor ve potasyumu birlikte içeren bir gübredir. Üretim geliştirilmesi için son yıllarda girişimler hızlandırılmıtır. Monoamonyum-monopotasyum fosfatın üretimi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada potasyum klorür fazla miktarda fosforik asit ile 250 °C'de işleme sokulmakta ve tepkime sonucu monopotasyum fosfat ile fosforik asit ve gaz şeklinde de hidroklorik asit oluşmaktadır. İkinci aşamada monopotasyum fosfat ile fosforik asidin oluşturduğu koyu bulamaca amonyak karıtırılmakta ve tepkime sonucunda monopotasyum fosfat ile monoamonyum fosfat elde edilmektedir[1].

2.2.4. Potasyumlu Gübreler

Toprakta potasyum N ve P'a göre daha fazla bulunur. Toprağın potasyum kapsamı % 2,4 dolayındadır. Potasyum bitkiler tarafından son derece hızlı ve etkin alınır ve çift yönlü taşınabilir. Ancak temel taşınma genç dokulara doğrudur. Potasyum alımının hızlı ve etken olması diğer katyonların alımını sınırlandırabilir. Bitki floem zsuyunun % 80'i potasyumdan oluşur[41].

Potasyum bitkilerde su dengesini sağlar, fotosentez ürünlerinin üretimini ve taşınmasını sağlar ve bazı enzim sistemlerini etkinleştirir ya da aktive eder. Özellikle meyveler açısından potasyum çok önemlidir. Şeker oranı yüksek, tam renklenmiş albenisi fazla, kaliteli meyveler elde edilmesi yeterli potasyum verilmesine bağlıdır[42].

Potasyum noksanlığı kumlu hafif tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilerde daha çok görülür. Potasyum noksanlığı belirtileri hemen görülmez. Önce önemli oranda gerileme görülür. Daha sonra kloroz ve nekrozlara rastlanır. Belirtiler bitki gelişiminde yapraklarda görülür. Zira eksiklik halinde yaşlı yapraklardaki potasyum genç yapraklara taşınır. Belirtiler yaprak kenarlarında ve uçlarında başlar. Yaprak kenarları önce sararır daha sonra koyu kahverengine döner. Şiddetli noksanlık halinde siyahlaşabilir. Yaprığın kenar ve uçları belirtilen şekilde ölmesine karşılık diğer kısımları uzun süre yeşil kalabilir. Elmada yaprak kenarlarında esmer-kahverengi kloroz oluşur. Bu bölgeler kurur. Yapraklar bu haliyle ağaç üzerinde uzun süre kalabilirler. Meyveler küçük ve soluk renkli, kalın kabuklu, şeker miktarları az ve ekşi olurlar. Potasyum fazlalığı Mg ve Ca noksanlığına sebep olabilir[43].

Potasyum gübrelemesi yapılmadan önce toprakların potasyum içeriklerinin toprak tahlilleri ile belirlenmesi gerekir. Potasyumda fosforda olduğu gibi ağaç kök bölgesine yakın ve dağıtılmadan verilmelidir. Uygulama zamanı da fosforda olduğu gibi kış sonu veya erken ilkbahardır[41].

Potasyum elementi yer kabuğunda kayaların, minerallerin yapı maddesi olarak yaygın şekilde ve bol miktarda bulunur. Potasyum taşıyan minerallerin çok büyük bir bölümünün bitki besin elementi olarak ekonomik şekilde kullanılabilmesi için bunların bir seri işleme tabi tutulmaları gerekir[46].

Her ne kadar yer kabuğu potasyum içeren mineraller yönünden varsıl ise de minerallerden yalnızca birkaçı potasyumlu gübre üretimi için elverişlidir. Gübre üretimi için hammaddelerin çözünebilir potasyum içerikleri yüksek olmalı ve hammadde yatakları da işletmeye uygun bulunmalıdır. Potasyumlu gübre üretiminde göreceli olarak en fazla silvit kullanılmaktadır[1].

2.2.4.1. Potasyum Sülfat

Potasyum sülfat gübresi kristal şekilde ve beyaz renktedir. Piyasada standart, kaba ve granüle olmak üzere başlıca üç değişik irilikte satılmaktadır. Gübrenin K_2O içeriği %50-53 arasında değişir. Dünya standardına göre nem içeriği %1'in altında olmalıdır. Türkiye' de kullanılan potasyumlu gübrelerin Cl içerikleri %0.23 ile %2.79 arasında değişmekte olup ortalama miktarı %1.52'dir. Dışalım yapılarak Türkiye'de kullanılan potasyumlu gübreler nem ve klor içerikleri yönünden olduğu gibi (K_2O) içerikleri yönünden de standartlara uygun bulunmuştur[50].

2.2.4.2. Potasyum Klorür

Potasyum klorür gübresi çoğunlukla beyaz kristal şeklinde olup %60-62 K_2O içerir. Piyasada standart, kaba ve granüle olmak üzere başlıca üç değişik irilikte satılmaktadır. Parçacık irilikleri standart potasyum klorür gübresinde 0,84 mm ve 0,149 mm (20 mesh ve 100 mesh), kabada 2,00 mm ve 0,50 mm (10 mesh ve 35 mesh) ve granülde 3,36 mm ve 1,41 mm (6-14 mesh) arasında değişiklik göstermektedir[50].

2.2.4.3. Potasyum-Magnezyum Sülfat

Bu gübre çoğunlukla bir çift tuz olan langbaynitten (K_2SO_4 , $2MgSO_4$) üretilir. Belli incelikte öğütülen langbaynit kontrollü ve sürekli yıkanmaya tabi tutularak istenmeyen klorür tuzlarından arılaştırılır. Yıkama sonucu %97 civarında langbaynit içeren katı faz sanrifüj edilerek ayrılır, kurutulur ve istenen incelikte öğütülür. Potasyum-magnezyum sülfat gübresi kristal şekilde ve beyazdan pembeye değin değişen renkte olup %22 K_2O içerir[50].

2.2.4.5. Potasyum Nitrat

“Saltpeter” olarak da isimlendirilen potasyum nitrat, $NaNO_3$ üretiminde yan ürün olarak elde edildiği gibi asal olarak KCl ile $NaNO_3$ 'ün ya da HNO_3 'ün KCl ile $NaNO_3$

arasındaki, çifte parçalanma sonucu oluşur. Potasyum nitrat gübresi %13 N ve %44 K₂O içerir. Gübrede kabul edilebilir en yüksek Cl düzeyi % 0,1'dir[46].

2.2.5. Kalsiyumlu, Magnezyumlu ve Kükürtlü Gübreler

2.2.5.1. Kalsiyumlu Gübreler

Topraklarda genellikle ihtiyacı karşılayacak düzeyde kalsiyum bulunur. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanma olmadığından Ca oranı oldukça fazladır. Hatta bazı yerlerde diğer bazı mikro elementlerin alımını engelleyecek kadar fazla olabilmektedir. Bu sebeple ülkemizde topraklara Ca ilavesine pek ihtiyaç duyulmaz. Ancak yağışlı bölgelerde yıkanmanın çok fazla olduğu yerlerde Ca gübrelemesi gerekebilir. Kalsiyumun bitkilerce alım hızı çok düşüktür ve topraktan Ca⁺² iyonu şeklinde alınırlar. Taşınması ise büyük ölçüde transprasyona bağlıdır. Yani xylem dokusunda Ca taşınması kitlesel akış ile olmaz. Bu kalsiyumun bitkide son derece hareketsiz olduğu sonucunu ortaya koyar. Floem dokularında Ca içeriği çok düşüktür. Bu durum besinlerinin önemli bir kısmını floem dokuları aracılığı ile sağlayan meyvelerde sık sık Ca eksikliği görülmesine neden olur[41].

Kalsiyum noksanlığı meyvelerde, özellikle elmalarda çok önemlidir. Elmalarda görülen acı benek Ca noksanlığının bir sonucudur. Acı benek elmalarda hasata yakın veya hasattan sonra depolama sırasında meydana gelen ve karşıdan bakıldığında kabuğun üzerinde şekil bozukluğu oluşturan kahverengi-siyah beneklerle kendini belli eden bir fizyolojik bozukluktur[43,51].

Yukarıda da söylendiği gibi kalsiyumun floem dokusunda hareketsiz oluşu nedeniyle bitkilerde ancak xylem dokularında ve transprasyon sonucunda taşınabilir. Ca noksanlığının belirlenmesinde yaprak analizleri de faydalı olmamaktadır. Çünkü yapraklardaki Ca meyvelere taşınmamaktadır. Ca noksanlığını gidermenin en etkili yolu doğrudan meyveye Ca içeren çözeltiler püskürtmektir. Bu amaçla yaz döneminde belli aralıklarla (15-20 gün) meyve üzerine kalsiyum sülfat veya bir başka Ca içeren çözelti püskürtülmelidir[52,53].

Kireçleme materyali olarak da bilinen maddeler, asit tepkimeli toprakların kalsiyum gereksinimlerini karşıladıkları için kalsiyumlu gübreler şeklinde de adlandırılırlar. Toprakların kalsiyum gereksinimleri yalnızca kireçleme materyali ile değil, uygulanan çeşitli gübrelerle de karşılanabilmektedir[1].

Kalsiyumlu gübreler kalsiyumun ya da kalsiyum ile magnezyumun oksitleri, hidroksitleri, karbonatları ya da silikatlarıdır. Bu materyallerde kalsiyuma bağlı anyonlar asit tepkimeli topraklarda hidrojen ve alüminyum aktivitesinin azaltılmasında önemli görev yaparlar[1]

2.2.5.2. Kükürtlü Gübreler

Kükürt organik maddelerin yapısında bulunan bir elementtir. Bu yüzden toprakta organik ve inorganik formda bulunabilir. Ancak topraklardaki kükürt miktarının önemli bir kısmını organik kükürt oluşturmaktadır. Bitkiler kükürdü kökleri vasıtasıyla sülfat iyonu (SO_4^{-2}) şeklinde alırlar. Öte yandan stomaları aracılığı ile de kükürt dioksit olarak alabilirler. Kükürt bitkilerde daha çok yukarı doğru taşınır. Aşağı taşınma çok sınırlıdır. Yaşlı dokulardaki kükürt genç dokulara taşınmaz[41].

Bitkide proteinlerin bileşiminde bulunur. Klorofil oluşumu için gereklidir. Bazı vitaminlerin bünyesinde bulunur. Bitkilerde soğuğa dayanımı artırır[42].

Bitkilerde kükürt eksikliğinde azot eksikliğine çok benzeyen belirtiler görülür. Yani homojen bir sararma vardır. Ancak aradaki fark, sararmanın önce genç yapraklarda olmasıdır. Azotta ise sararma yaşlı yapraklarda olur. Bunun sebebi kükürdün yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınmamasıdır[43].

Kükürt gübrelemesi daha çok yağışlı bölgelerde önem taşır. Gübre olarak piyasada bulunan kükürt içerikli gübreler kullanılabilir (jips, amonyum sülfat, potasyum sülfat vs.). Uygulama dozu bitki, iklim ve toprak etmenlerine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 1-5 kg S/da sınırları arasında olmalıdır. Kükürtlü gübrelerin özellikle yağışlı bölgelerde ilkbaharda uygulanması önerilir[52].

Yağışlarla her yıl dikkate değer miktarlarda kükürt atmosferden toprağa karışmaktadır. Özellikle endüstri yörelerinde ve endüstriyel aktivitenin yoğun olduğu aylarda yağışlarla toprağa karışan kükürt göreceli olarak daha fazladır[1].

2.2.6. Mikro Element Gübreleri

2.2.6.1. Demirli Gübreler

Yerkabuğunun %5'ini demir oluşturur. Topraklar genellikle demir açısından zengin olmasına karşılık ortamda Ca'nun fazla olması ve havalanması uygun olmayan toprak şartlarında bitkiler demirden faydalanamazlar. Bitkiler demiri daha ziyade Fe^{+2} formunda alırlar. Bazen de Fe^{+3} formunda alabilirler. Ayrıca demir kleytleri olarak ta alınabilmektedir. Demir hangi formda alınırsa alınsın bitki bünyesinde Fe^{+2} formuna dönüşmeden kullanılamaz. Yüksek kalsiyum olduğunda yani toprak pH'sı yüksek iken demir bileşikleri Fe^{+2} ve Fe^{+3} formlarına indirgenemez. Öte yandan bikarbonat iyonları da demirin hareketliliğini azaltarak, alımını azaltabilirler. Topraktaki kirecin çözünmesinde CO_2 'in önemli etkisi vardır. Havasız koşullar da CO_2 oluşumuna sebep olmakta ve bu durum dolaylı olarak demir eksikliğiyle sonuçlanmaktadır. Sıkışık topraklar, uzun süreli sulama, aşırı yağışlar, yüksek taban suyu da demir alımını engelleyen unsurlardır. Toprakta fazla miktarda ağır metal olması da (örneğin mangan) demir eksikliğine neden olmaktadır[41].

Demirin bitkilerdeki fizyolojik işlevi; birçok enzim sisteminde prostetik grup olarak görev yapan hemin maddelerinde yapı elementi olmasıyla ilgilidir[42].

Demir eksikliği belirtileri öncelikle genç yapraklarda başlar ve yaprak damarları arasında sararma dikkat çeker. Görünümleri oldukça tipiktir. Kolayca tanınırlar. En ince damarlar dahi yeşil kalarak bu damarlar arasındaki renk tamamıyla sarıya döner. Şiddetli noksanlıkta damarlarda sararabilir. Bazen magnezyum noksanlığı ile karışır. Aradaki fark Mg noksanlığında sararma yaşlı yapraklarda görülür. Demirde ise genç ve tepe noktalarındaki yapraklarda belirtilere rastlanır[42]. Demir noksanlığının giderilmesinde yaprak gübrelemeleri etkili olmaktadır. İnorganik demir tuzları (örneğin

demir sülfat) %0,05 ve %1 arasındaki konsantrasyonlarda püskürtülmesi faydalı olabilir. Toprağa uygulandıklarında meyve bahçelerinde ağaç büyüklüğüne göre ağaç başına 70-150 gr yetebilmektedir. Bununla beraber şiddetli noksanlık durumunda bu oran 500 gr'a kadar çıkarılabilir. Bağlarda ise asma başına 10-50 gr yeterlidir. Demir şelatlarının toprağa verilmesi yaprağa verilmelerinden daha kesin sonuç verir. Ancak bu durumda kullanılacak miktar çok fazla olmaktadır ve maliyeti artmaktadır. Bu yüzden yaprak uygulamaları ekonomik açıdan daha uygundur. Ancak şiddetli noksanlık hallerinde toprak uygulamaları şarttır[41,43,53].

Demir bileşiklerinin püskürtülerek uygulanması toprağa uygulanmalarına göre çeşitli üstünlüklere sahiptir. Bu üstünlükler: (a) Toprak ile demir bileşikleri arasındaki karmaşık tepkimeler önlenmekte, (b) Demirin kök yöresinde taşınması için sulama yapılmasına gereksinim duyulmamakta, (c) Daha ekonomik olmaktadır[1].

2.2.6.2. Bakırlı Gübreler

Yerkabuğunun Cu kapsamı 55 ppm dolayındadır. Bakır toprakta genellikle iki değerlikli bakır iyonu şeklinde bulunur ve elverişliliği organik maddelerle kompleks oluşturmaya bağlıdır. Bakır bitkilerce çok küçük miktarlarda alınır. Bitkiler bakırı Cu^{+2} iyonu veya bakır kleyti şeklinde alırlar. Öte yandan bakır ile demir, mangan, çinko ve nikel gibi ağır metaller arasında rekabet söz konusudur. Bitkilerde taşınması %99 oranında xylem özsuunda olmakta ve floemde taşınma gerçekleşmemektedir. Bu taşınma transprasyon akımına bağlıdır. Bakır az da olsa yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınabilir[41].

Bakır bitki fizyolojisi açısından çok önemli bir elementtir. Vitamin, karbonhidrat ve protein sentezi ile fotosentez ve solunum gibi çok sayıda karışık olayda görev alır[42].

Bitkilerin bakır kapasitesi vegetatif organlarda 4-20 ppm civarındadır. Eksiklik sınırı 4 ppm olarak kabul edilmektedir. Bakırın yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınma kabiliyeti iyi olmadığından eksiklik belirtileri öncelikle genç yapraklarda görülmektedir. Grimsi yeşil renk, hatta beyazlaşma gibi renk değişimleri ve solma görülür. Gelişme

zayıflar. Meyve ağaçlarında dalların uç kısımlarında kurumalar olur. Bazı hallerde uç kurumalarının görülmesinden önce normalden büyük yapraklar oluşur[43].

Bakır içerikli fungusitlerin meyve bahçelerinde ve bağlarda çokça uygulanması bakır toksitesi meydana getirebilmektedir. Bakır toksitesinde de noksanlıkta olduğu gibi bitki gelişmesi geriler ve yapraklarda yanmalar görülür[43].

Pratikte meyve ağaçlarında bakır gübrelemesi yapılmaz. Çünkü fungusit olarak bakır sülfat çokça kullanıldığından meyve bahçelerinde genellikle yeterli miktarda bakır bulunur[52].

Bakırlı gübreler içerisinde suda çözünürlüğü yüksek, göreceli olarak ucuz ve kolay bulunur olması nedeniyle CuSO_4 en fazla ve yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak higroskopisitesi yüksek olması nedeniyle CuSO_4 'ın makro besin elementlerini içeren kimyasal gübrelerle karıştırılarak uygulanması sakıncalıdır[54]. Örneğin fosforlu gübrelerle karıştırılması durumunda çözünürlüğü düşük bileşikler oluşmakta ve Cu yarayırlılığı olumsuz şekilde etkilenmektedir[55].

2.2.6.3. Molibdenli Gübreler

Molibden noksanlığı asit tepkimeli kumlu topraklarda, mobildence yoksul aşırı podzollaşmış topraklarda, demir ve alüminyumun sulu oksitlerince varsıl asit topraklarda yaygın şekilde görülür. Bitkiler mobildene duyarlılıkları yönünden ayrımlıdır. Mobildene en duyarlı bitkiler arasında marul, soğan, ıspanak gibi bitkiler yer alırken duyarlılığı en az olanlar arasında da tahıl bitkileri ile patates gibi bitkiler yer almaktadır.

Molibden içeren bileşikler içerisinde sodyum molibdat ile amonyum molibdat suda çözünürlükleri yüksek olan bileşiklerdir. Çözünürlükleri az olan molibden trioksit süperfosfat gübresiyle karıştırılarak asit tepkimeli topraklarda başarılı şekilde kullanılabilir. Çözünürlüğü çok az olan molibden sülfürün gübre olarak kullanımından yarar sağlanması güçtür.

2.2.6.4. Manganlı Gübreler

Toprakların mangan içeriği 200-3000 ppm arasında değişmektedir. Toprak pH'sı ile mangan elverişliliği arasında sıkı bir ilişki vardır. Yüksek pH'lı topraklarda manganın alınabilirliği düşüktür. Bu sebeple kireçli topraklarda Mn eksikliği sık görülür[41].

Mangan noksanlığı belirtileri Mg noksanlığı belirtilerine benzer. Yapraklardaki damarlar arasında sararma görülür. Ancak Mg noksanlığı önce yaşlı yapraklarda olmasına karşılık Mn noksanlığı genç yapraklarda görülür. Mangan noksanlığında yapraklar arası kloroza ilave olarak yapraklarda sarı noktalar halinde lekeler oluşur[43].

Topraklarda mangan noksanlığı mangan içeren inorganik ve organik bileşiklerin uygulanmasıyla giderilebilir. Manganlı gübreler içerisinde mangan sülfat en fazla kullanılır. Çözünürlüğü yüksek olan bu bileşik, toprağa uygulanabildiği gibi püskürtülerek bitkilere de uygulanabilir. Mangan kleytleri püskürtülerek başarılı şekilde uygulanabilir. Ancak toprağa uygulanan mangan kleytleri $MnSO_4$ kadar etkili değildir. Çözünürlüğü az olan mangan oksit (MnO) mangan sülfata oranla daha az etkili olmakta ve daha az kullanılmaktadır. $MnCO_3$, MnO_2 ve mangan frits ise en az kullanılan mangan bileşikleridir[43].

Mangan noksanlığı daha çok kireçli yüksek pH'ya sahip topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülür. Böyle topraklara mangan sülfat gibi tuzlar vermek genellikle faydasızdır. Çünkü verilen mangan kısa sürede yükseltgenerek alınamaz hale gelir. Böyle topraklara mangan verilecekse serpme yerine banda toplu olarak verilmelidir[52].

2.2.6.5. Borlu Gübreler

Bor, tabiatta daha çok bileşikler halinde (boroksit, boraks, kalemanit, kernit v.b.) bulunur. En fazla kullanılan ve en önemli bor bileşiği boraks olup, tetraborik asitin sodyum tuzudur. Renksiz, saydam, sudaki çözeltisi bazik reaksiyon gösteren bir tuzdur. Doğada tinkal ($Na_2O \cdot B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ve Tinkalkonit ($Na_2B_4O_7 \cdot 7.5H_2O$) minerali şeklinde bulunduğu gibi, bazı boratlardan da elde edilebilir[56].

Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirletici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir. Bor, yeraltı suyunda ikincil çözünmüş bileşen olarak 0,01-10,0 mg/l arasında bulunabilir[57].

Bor toprakta borik asit ya da borat anyonu şeklinde bulunur. Bitkilerce bor iyonize olmamış borik asit formunda alınmaktadır. Bitkide hareketi oldukça sınırlıdır ve bitkilerde xylem dokusunda transprasyon etkisi ile taşınır[41].

Normal olarak bitkiler 25-100 ppm arasında bor içerirler. 20 ppm bitkilerde borun eksiklik sınırı olarak kabul edilmektedir. Bitkilerde birçok hastalığın bor noksanlığından meydana geldiği bilinmektedir. Örneğin elmalarda mantarlaşmış çekirdek evi hastalığı bunlardan biridir.

Vegetatif gelişme noktaları kalınlaşır ve ölür. Buna bağlı olarak yan sürgün sayısı artar. Ancak bu sürgünler de arızalı olur. Meyve az olur. Salkımlarda üzüm tanelerinin çoğunluğu buruşuk ve çekirdeksizdir. Sadece aralarında birkaç tane normal üzüm bulunur[43].

Borun eksikliği gibi fazlalığı da sakıncalıdır. Toprakta 5 ppm' den fazla bor olması bor fazlalığına işaret eder. Bu sebeple bor gübrelenmesi yapılırken dikkat edilmelidir. Bor toksitesinde yaprak uçları sararır ve nekrozlar oluşur. Belirtiler daha sonra yaprak kenarlarına ve orta damara yayılır. Yapraklar yanık bir görüntü alırlar ve erken dökülürler. Belirtiler yaşlı yapraklarda görülür[43].

Bor, bitkiler tarafından B_4O_7 , H_2BO_3 , HBO_3 ve BO_3 gibi bir ya da birden fazla iyon formlarında alınır. Bitkiler, bora genellikle çok az oranlarda gereksinim duyarlar[58].

Bor bileşikleri toprağa doğrudan uygulanabileceği gibi püskürtülerek de bitkilere uygulanabilir. Boraks ve sodyum tetraborat en çok kullanılan ve tanınan borlu gübredir. Kullanılma yönünden bunları sodyum pentaborat ile solubor izlemektedir. Solubor dışında öteki sodyum boratlar toprağa doğrudan uygulandığı gibi kolay çözünür

olmaları nedeniyle püskürtülerek de bitkilere başarılı şekilde uygulanmaktadır. Borik asidin kullanılması sınırlıdır. Doğal olarak oluşan ve bir kalsiyum borat içeriği olan kolemanit çözünürlüğü az olması nedeniyle özellikle kumlu topraklarda uygulanmakta ve sodyum boratlara göre daha az yıkanarak yitmektedir. Suda çözünürlüğü çok düşük olan borfrits'in özellikle ince öğütülerek uygulanması durumunda yarar sağlanabileceği rapor edilmiştir[59].

2.2.6.6. Çinkolu Gübreler

Yerkabuğunun ortalama çinko oranı 80 ppm civarında iken, toprakların çinko içeriği 10-300 ppm arasında değişmektedir. Toprakta çinko çözünürlüğü toprak pH'sı ile ters orantılıdır[41].

Bitkiler çinkoyu suda çözünebilir formda ve aktif olarak alırlar. Çinko alımı ile bakır, demir, mangan ve kalsiyum alımı arasında rekabet mevcuttur. Bitki bünyesinde çinko Zn^{+2} iyonları şeklinde veya organik asitlere bağlı olarak xylem dokularınca taşınır. Sınırlı da olsa yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınma olmaktadır. Bitkilerde fosfor ile çinko arasında zıt bir etki vardır[52].

Çinko bitki fizyolojisi açısından son derece önemli bir elementtir. Bitkilerde, enzimlerin yapı elementi olarak ve aktive edilmesinde, protein sentezinde, karbonhidrat metabolizmasında ve IAA sentezinde görevlidir[42].

Çinko eksikliği meyve ağaçlarının Zn içeriği 15-200 ppm arasında değişmektedir. Çinko eksikliği çoğunlukla fosfor yönünden zengin, karbonhidrat içerikli nötr veya alkali topraklarda meydana gelir. Zn eksikliği kültür bitkilerinde daha ziyade kökleri etkiler ve yaşlı kök dokularının ölümüne sebep olur. Öte yandan çinko noksanlığında yaprak damarları arasında kloroz meydana gelir. Yaprak damarları yeşil kalırken, damarlar arası renk açık yeşil, sarı hatta beyaza döner[43].

Bitkilerin topraktan kaldırdıkları çinko miktarı genellikle 0,5 kg/ha/yıl'dan daha azdır. En çok kullanılan çinko gübresi çinko sülfattır. Toprakta ve uygun konsantrasyonlarda

yapraktan uygulanabilir. Yaprak analizleri sonucunda Zn eksikliği bulunmuşsa 100 litre suya 0,5 kg çinko sülfat, 250 gr sönmüş kireç ve 200 gr üre ve yapıştırıcı karıştırılarak hazırlanan çözelti, meyve tutumundan itibaren eksikliğin şiddeti de göz önüne alınarak 20'şer gün aralıklarda yapraklara püskürtülerek verilebilir[43,52].

2.2.6.7. Magnezyumlu Gübreler

Toprakların Mg içerikleri kumlu topraklarda %0,05 civarındayken killi topraklarda bu oran %0,5'e kadar çıkabilmektedir. Magnezyum kalsiyum gibi kolay yıkanabilen bir elementtir. Magnezyumun topraktan alımında rekabet koşulları etkilidir. Azot ve potasyum arasında besin alımı arasında rekabet vardır. Mg transprasyon akımı ile yukarı taşınır ve floem de hareketli bir besin elementidir[41].

Bitkilerde Magnezyum, klorofil sentezinde yapı elementidir, fosforilasyon sürecinde görevlidir, çeşitli enzim sistemlerinde aktivatör görevi görür ve karbon ve protein metabolizmasında görevlidir[42].

Bitkilerde Mg seviyesi %0,2'nin altına düşerse eksiklik durumu oluşur. Magnezyum noksanlığı protein sentezini engellemektedir. Eksiklik daha çok yıkanma tehlikesinin olduğu topraklarda görülür. Ayrıca fazla miktarda potasyumlu gübre verilmesi de Mg noksanlığına yol açabilir. Asma yapraklarında damar aralarında lekeler şeklinde başlayan kloroz, lekelerin hızla genişlemesiyle sapa doğru yayılır ve yapraklarda ördek ayağı şeklinde tipik görüntü oluşur. Kloroz görülen bölgelerde kahverengi nekrozlar oluşur[43].

Mg fazlalığı nadiren görülür ve potasyum alımını engeller. Ayrıca ağaçların kök gelişmesini olumsuz etkiler[43].

Bitkiler normal şartlarda nadiren Mg gübrelemesine ihtiyaç duyarlar. Ancak günümüzde azotlu ve potasyumlu gübrelerin fazla kullanılması sebebiyle magnezyum gübrelemesi bir ihtiyaç haline almıştır. Özellikle yıkanmanın fazla olduğu topraklarda Mg gübrelemesi önem taşır[52].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Bitkilerin Toplandığı Alan

Çalışmada kullanılan *C.demersum* ve *L.minor* örnekleri Kars-Digor yolu üzerinde 40° 32' 10.76" K ve 43° 14' 59.90" D koordinatlarında 2232 m yükseklikte bulunan Çalı Gölün'den çapa ve süzgeç yardımıyla çıkartılmıştır. Gölün çevresi 1647 m, alanı ise 171.273 m²'dir. Gölün derinliği tam olarak bilinmemektedir.

Kış aylarında havaların aşırı derecede soğumasıyla göl donar. Bahar aylarında ise; havaların ısınmasıyla beraber eriyen karlarla gölün su seviyesi yükselmektedir. Yaptığımız çalışmalara göre; göl herhangi bir akarsuyla beslenmemektedir. Ayrıca yaz aylarındaki yağışların su seviyesine her hangi bir katkısı bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra; sonbahara doğru su seviyesinde meydana gelen belirgin azalmaya bağlı olarak, gölün bazı yerlerinin bataklığa dönüştüğü de gözlemlenmiştir. Gölün çevresinde sadece beş aileden oluşan bir yerleşim merkezi vardır. Ailelerin büyükbaş hayvancılık yaptıkları gözlemlenmiştir. Ancak; gölü tehdit edici boyutlarda tarımsal ve hayvansal aktivite şimdilik yoktur.

3.2. Bitki Materyali

Deneyde kullanılan *Ceratophyllum demersum* köksüz bir sualtı bitkisi olduğundan derin sulara adapte olmuş bir bitkidir[60]. Genellikle durgun ve yavaş akan sularda gelişir. Sedimente *rhizoidleri* ile tutunurlar ancak olumsuz koşullarda yüzen su bitkisi formuna geçebilirler[61]. Kökleri olmadığından gerekli olan besin maddesini sudan yapraklarıyla absorblarlar.

Lemna minor bitkisi ise; yüzen su bitkisi olup durgun suların yüzeyinde yaşar. Her bir bitki 1 cm'den daha büyük olmayan yeşil yapılar şeklindedir ve bu yapılar frond olarak isimlendirilir[62]. *L.minor* köklüdür ancak kökleri sedimentle temas halinde olmayıp kökler her frondan bir adet olmak üzere suya dik pozisyonda uzanırlar. Köklerin besin

alımında çok az bir rolü vardır, bitki besinin büyük bir kısmını sudan frondlarıyla absorblar[62]. Her iki bitki de besinlerini sudan absorbladıklarından bu çalışma için seçilmişlerdir.

Çapa yardımıyla çıkartılan *C.demersum* ve süzgeç yardımıyla çıkartılan *L.minor* örnekleri plastik su dolu kaplar içinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen *C.demersum* örnekleri gövde kısımlarından 10 cm kesilerek hassas terazi ile ölçülüp ağırlıkları kaydedilmiştir. Bitki boyları ise cetvelle ölçülüp kaydedilmiştir. *L.minor* örnekleri ise hassas terazi ile ölçülüp ağırlıkları kaydedilmiştir.

26x36x65 cm boyutlarında 50 lt'lik 2 adet akvaryum laboratuara getirildi. Her iki akvaryuma da Hanak Çayından alınan 50 lt su doldurulmuştur. Daha sonra 300 ml saf suda 25 g NH_4NO_3 (amonyum nitrat) gübresi çözdürülerek, bu çözeltiden deney grubunun yer aldığı birinci akvaryuma 20 ml ilave edilmiştir. Kontrol grubunun yer aldığı ikinci akvaryuma ise herhangi bir çözelti ya da kimyasal madde ilave edilmemiştir.

Her akvaryuma 5'er adet olmak üzere bitkilerin ekimleri yapılmıştır. Bitkilerin su altında asılı kalmalarını sağlamak amacıyla uçlarına ağırlık bağlanmıştır.

L.minor bitkisinden ise; 10 lt kapasiteli plastik kovalara 5'er g (yaş ağırlık) eklenmiştir. Toplam 6 plastik kovadan üç tanesi kontrol grubu olarak ayrılmıştır ve bu gruba sadece Hanak çayının suyu doldurulmuştur. Buna karşılık diğer üç kovaya 300 ml saf su içerisinde çözdürülmüş 20 ml NH_4NO_3 (%33'lük amonyum nitrat) sıvı gübre çözeltisi eklenmiştir. Deney 30 gün süreyle devam ettirilmiştir. Deney süresince akvaryumlar gün ışığı alacak şekilde yerleştirilmiş ve kompresörle temiz hava verilerek oksijen ihtiyacı giderilmiştir. Deney bitiminde her iki bitki grubunun da son ağırlıkları yaş olarak tartılmıştır. *C.demersum*'ların ayrıca kök ve dal uzunlukları da ölçülerek kaydedilmiştir.

Deney başlangıcında Hanak çayının amonyum ve nitrat düzeyleri spektroskopik metotla belirlenmiştir.

Bitkilerin büyüme oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır[63].

Oransal Bitki Büyümesi (RGR): $\log_e \frac{[\text{son ağırlık} - \text{ilk ağırlık}]}{\text{Deney süresi}}$

4. SONUÇ

C.demersum bitkisinde deney grubunun ortalama ağırlığı 0,047 g iken kontrol grubunun ağırlığı 0,035 g ölçülmüştür(Çizelge 4.1.).

L.minor bitkisinde ise deney grubunun ağırlığı 0,071 g iken kontrol grubunun ağırlığı ise 0,037 g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. *Ceratophyllum demersum*'un büyüme oranı ortalama değerler olarak \pm standart sapmaları ile verilmiştir(Tablo.1).

NUMUNE	DENEY GRUBU			KONTROL GRUBU		
	İLK AĞIRLIK (g)	SON AĞIRLIK (g)	RGR (g)	İLK AĞIRLIK (g)	SON AĞIRLIK (g)	RGR (g)
1	1,81	7,05	0,0453	1,97	4,60	0,0282
2	0,88	2,94	0,0402	2,58	6,92	0,0328
3	1,80	8,88	0,0532	1,29	6,46	0,0536
4	2,06	5,37	0,0319	2,51	4,92	0,0224
5	0,91	5,86	0,0620	2,47	4,07	0,0166
Ort \pm SD			0,0465 \pm 0,011			0,0307 \pm 0,014

P= 0,095

Çizelge 4.2. *Lemna minor* bitkisinin büyüme oranı ortalama değerler olarak \pm standart sapmaları ile verilmiştir.

NUMUNE	DENEY GRUBU			KONTROL GRUBU		
	İLK AĞIRLIK (g)	SON AĞIRLIK (g)	RGR (gr)	İLK AĞIRLIK K (g)	SON AĞIRLIK (g)	RGR (g)
1	5,00	11,43	0,0275	5,00	7,28	0,0125
2	5,00	13,19	0,0323	5,00	8,31	0,0169
3	5,00	16,62	0,0400	5,00	8,92	0,0192
Ort \pm SD			0,0332 \pm 0,006			0,0162 \pm 0,003

P= 0,026

Çizelge 4.3. *Ceratophyllum demersum*'un ilk boy, son boy ve yan dal uzunlukları

NUMUNE	DENEY GRUBU BOY- cm			KONTROL GRUBU BOY – cm		
	İLK BOY	SON BOY	YAN DAL	İLK BOY	SON BOY	YAN DAL
1	10	41,2	28,1	10	35	10
			7,5			9,7
			6,0			6,8
2	10	38,4	8,2	10	23,5	4,5
			8,5			3,5
			3,2			2,5
			5,7			
			6,4			
			4,2			
3	10	15,9	5,5	10	28	16,1
						5,8
						6,3
						4,8
4	10	35,8	5,4	10	10	12,4
			8,1			6,9
			6,3			5,3
			4,3			2,9
5	10	28,4	8,2	10	18,9	11,3
			5,4			12,7
			7,2			7,3
			4,2			

Çizelge 4.4. (a) *C.demersum* (b) *L.minor*'un su örneklerinin amonyum ve nitrat konsantrasyonları

(a)

<i>C.demersum</i>	BAŞLANGIÇ		SON	
	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)
DENEY GRUBU	24	8	9.27	0.09
KONTROL GRUBU	0.7	0.09	0.23	0.04

(b)

<i>L.minor</i>	BAŞLANGIÇ		SON	
	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)
DENEY GRUBU	24	8	5.6	0.03
KONTROL GRUBU	0.7	0.09	0.18	0.02

5. TARTIŞMA

Su altı bitkileri besin maddelerini sedimentten, çevredeki sudan veya her ikisinden birden alırlar. Ancak *C.demersum* köksüz bir bitki olduğundan ve bu çalışmada deney akvaryumlarında sediment bulunmadığından, *C.demersum* için tek besin kaynağı çevresindeki sudur. Bunun yanı sıra besin tuzunun düşük veya orta yoğunlukta olduğu sularda; köklü makrofitler için sediment tek fosfor kaynağı ve en önemli azot kaynağıdır. Sadece besin tuzunun yüksek ve çok yüksek olduğu sularda su makrofitler için en önemli besin kaynağıdır[64].

Sulardaki en önemli kirlilik kimyasal kirliliktir, yani endüstriyel ve tarımsal ilaçların suya karışmasıdır. Sulardaki kimyasal kirlilik başta azot ve fosfor olmak üzere bitkiler tarafından besin olarak kullanılan kimyasal maddelerin artışıyla sonuçlanır. Sulardaki besin tuzu artışı başlangıçta verimliliği de artırır. Çünkü besin tuzu artışına paralel olarak sulardaki bitki büyümesi de artar.

Bunun bir sonucu olarak; deney bitiminde birinci akvaryumda yani NH_4NO_3 verilen grupta yer alan *C.demersum* bitkisinin gelişiminin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca deney grubunda önemli oranda alg gelişimi de gözlemlenmiştir. Ancak deney grubu ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Yapılan çalışmada deney grubuna eklenen besin tuzu miktarı 30 mg/l dir. Bu miktar deney grubunu çok yüksek besin tuzlu su sınıfına sokmaktadır. Dolayısıyla *C.demersum* için yukarıda da belirtildiği gibi tek besin kaynağı su olmuştur.

Öte yandan sularda besin tuzunun artması aynı zamanda alg gelişimini de artırır. Alg büyümesinin artışı ise suyun ışık geçirgenliğini azaltır ve bunun sonucunda su altı bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenir[65]. İşte bu nedenle; her ne kadar deney akvaryumunda *C.demersum*'un büyüme oranı kontrol akvaryumuna göre daha fazla olmuşsa da, deney akvaryumundaki alg büyümesi *C.demersum* büyümesinin daha da

artmasını engellemiştir. Bu da deney grubu ile kontrol grubu arasındaki *C.demersum* büyüme oranının istatistiksel olarak anlamsız bulunmasını açıklamaktadır.

Doğal ortamda *C.demersum* düşük ışık ortamından kaçabilmek için rhizoidlerini kopararak yüzeye çıkar ve yüzeydeki ışıktan yararlanarak büyümesini sürdürebilir. Ancak; bu çalışmada bitkinin su altında kalabilmesi için altlarına ağırlık bağlanmıştır. Bu nedenle bitki akvaryumdaki alg büyümesi ile oluşan düşük su altı ışığından kaçış yolu yakalayamamıştır. Bu da deney akvaryumundaki *C.demersum*'un beklenen oranda büyümesini engellemiştir. Dolayısıyla *C.demersum*'un büyüme oranı yüksek besin tuzu miktarıyla artan alg büyümesinin yaptığı gölgeleme etkisiyle düşük oranlarda kalmıştır. Başlangıç ve son değerler arasındaki besin tuzu farkı büyük olasılıkla alg gelişimiyle ilgilidir. Çünkü *C.demersum* bitkisinin kontrol ve deney gruplarındaki büyüme oranı birbirine yakındır. Bu durumda deney grubundaki besin tuzları alg tarafından kullanılmıştır.

Bunun yanı sıra sucul ekosistemlerde besin tuzu için organizmalar arasında veya aynı organizma içinde rekabet yaşanır. Bu çalışmada da deney akvaryumunda alg büyümesinin gerçekleşmesi, bu akvaryumda algle *C.demersum* arasında besin rekabetine neden olmuş olabilir. Bunun sonucunda da *C.demersum* yüksek besin tuzlu ortamda yakaladığı büyüme avantajını daha fazla koruyamamıştır. Böylece deney sonucunda deney grubu ile kontrol grubu arasındaki fark anlamlı bulunmamış olabilir.

L.minor açısından bakıldığında durum daha farklıdır. Deney grubu ile kontrol grubu arasındaki büyüme farkı *L.minor* için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. *L.minor*'un büyük oranda nutrient absorpsiyon kapasitesi olduğu bilindiğinden elde edilen sonuç sürpriz olmamıştır. *Lemnaceae* familyasına ait olan bitkiler yılda 1.378 kg/ha nirojen, 347 kg/ha fosfor ve 441 kg/ha potasyumu sudan uzaklaştırabilmektedir[66]. Bu özelliklerinden dolayı *Lemnaceae* familyası üyesi bitkiler atık su arıtımının vazgeçilmez bitkileri olarak pek çok ülkede kullanılmaktadır.

Deney grubu olan kovalarda tıpkı deney grubu akvaryumda olduğu gibi yüksek besin miktarı nedeniyle alg gelişimi beklenebilir. Ancak *L.minor* *C.demersum*'un tersine bir

su üstü bitkisi olduğundan algle rekabet edebilme şansına sahiptir. *L.minor* su yüzeyini örttüğünden alg aşırı gelişimi için gerekli olan CO₂ ve O₂ kaynaklarından mahrum kalmıştır. Bu da *L.minor*'un alg aleyhine gelişimini desteklemiştir. *L.minor* su üstü bitkisi olduğundan algin *C.demersum* deneyinde olduğu gibi bitkiye gölgeleme etkisi yapma şansı da ortadan kalkmıştır.

Bununla birlikte bazı durumlarda makrofitlerin alg gelişimini; özellikle de epifitik alg gelişimini, destekledikleri de bilinmektedir[67]. Epifitik algler makrofitlerin yaprak yüzeylerinde gelişme şansına sahiptirler. Bu sırada makrofitlerin yaprak yüzeyinden salınan çözülmüş organik maddeleri kullanarak makrofit aleyhine gelişme gösterebilirler[68]. Ancak bu durum yine su altı bitkilerini etkiler. Çünkü su altı bitkilerinin yaprakları su altında geliştiğinden yaprakların hem alt hem üst yüzeyinde alg gelişimi gerçekleşir. Böylece üst yüzeyde gelişen algler, su altında az ışıklı ortamda gelişen su altı bitkilerinin ışık miktarını daha da azaltmaktadır. Halbuki *L.minor* su üstü bitkisi olduğundan sadece yaprağının suyla temasta olan alt yüzeyi alg gelişimi için uygundur, üst yüzeyinde ise alg gelişimi olmaz[69]. Bu durumda epifitik alglerin *L.mimor*'un büyümesi üzerinde gölgeleme etkisi söz konusu değildir.

Yapılan çalışmadan anlaşılmıştır ki; tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler suya karıştığında sucul ortamın besin tuzu miktarını artırmaktadır. Artan besin tuzu ise sucul ortamda yaşayan su bitkileri üzerinde bitkinin yaşam formuna bağlı olarak farklı etkiler göstermektedir. Su altı bitkilerinin büyümesine nötr etki yaparken, su üstü bitkilerinin büyümesini artırmaktadır. Ancak bu çalışmada yine görülmüştür ki; su altı bitkisi *C.demersum*'un artan besin tuzu miktarında büyüme oranının artmaması bitkinin besin tuzunu kullanmamasından değil, artan besin tuzunu algle paylaşması ve algin *C.demersum* aleyhine gelişmesinden kaynaklanmıştır. Bütün bu sonuçlar göz önüne alındığında gübrelerin su bitkileri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için; daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

- [1]. Kaçar, B., Katkat, V., “Gübreler ve Gübreleme Tekniği”, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yay no:144, Vipaş A.Ş Yay no:20, s20-s117, Bursa, 1999.
- [2]. Güler, S., “Dünya'da ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler”, In: Karaman MR, Brohi AR (eds), Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, s47-s54. Tokat, 11-13 Ekim 2004.
- [3]. S. Boyle *et al*, “The Greenhouse Effect: A Practical Guide to the World's Changing Climate”, Hodder and Stoughton Ltd, London (1989).
- [4]. MB. Rambler *et al*, “Global Ecology: Towards a Science of Biosphere”, Academic Pres, London (1989).
- [5]. NL. Roorda Van Eysinga, Nitrate and Glasshouse Vegetables”, Fertilizer Research 5, s149-s156. 1984.
- [6]. Anonymous, “Türkiye Çevre Atlası”, Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2004.
- [7]. Anonymous, “Türkiye İstatistik Yıllığı”, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No: 2466, Ankara, 2002.
- [8]. Zabunoğlu, S., ve Karaçal, İ., “Gübreler ve Gübreleme”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları :993, s12-s121, Ankara, 1986.
- [9]. Olsen, P.J., Hensler, R.J., Attoe, O.J., “Effects of Manure Application, Aeration and Soil”, Sci. Soc. Am. Proc. 34, s222-s225, 1970.

- [10]. Sommerfieldt, T.G., Chang, C., “Changes in Soil Properties Under Annual Applications of Feedlot Manure and Different Tillage Practices Soil”, *Sci. Soc. Am. J.* 49, s983-s987, 1985.
- [11]. Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., Hemmat, A. “Effects of Farmyard Manure and Tillage Systems on Soil Physical Properties and Corn Yield in Central Iran”, *Soil and Tillage Research* 68, s101-s108, 2002.
- [12]. Stratton, M.L., Barker, A.V., Rechcigl, J.E., “Soil Amendments and Environmental Quality”, CRC Pres., USA, s249 – s309, 1995.
- [13]. Ritz, K., Wheatley, R.E., Griffiths, B.S., “Effects of Animal Manure Application and Crop Plants Upon Size and Activity of Soil Microbial Biomass Under Organically Grown Spring Barley” *Biol. Fertil Soils* 24, s372-s377, 1997.
- [14]. Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Cangir, C., Atalay, İ., Türkiye Toprakları, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:51, Adana, 2001.
- [15]. Munsuz, N., Çaycı, G., Sueri, A., Turhan, M., “İç Anadolu Bölgesi Şeker Fabrikaları Pancar Ekim Alanı Topraklarının Kil Mineralleri ile Potasyum Sağlama Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler”, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş., Yayın No: 219, Ankara, 1996.
- [16]. Şeker, C., Karakaplan, S., “Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23, s183-s190, 1999.
- [17]. Gezgin, S., Dursun, N., Mamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgül, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C., Babaoğlu, M., “Determination Of Boron Contents Of Soils In Central Anatolian Cultivated Lands And Its Relations Between Soil And Water Characteristics”, In: Ed. by Goldbach et al., *Boron in Plant and Animal Nutrition*.

Kluwer Academic Pub./Plenum Press, Dordrecht, s391-s400, Netherlands-New York, 2002.

[18]. Entry, J.A., Wood, B.H., Edwards, J.H., Wood, C.W., “Influence of Organic By-Products and Nitrogen Source on Chemical and Microbiological Status of an Agricultural Soil”, *Biol Fertil Soil* 24, s196-s204, 1997.

[19]. Pascual, J.A., Ayuso, M., Hernández, T., García, C.A., “Phytotoxicity and Fertilizer Value of Different Organic Materials”, *Agrochemical* 41, s50-s62, 1997.

[20]. Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M., Cabera, F., “Agricultural Use of Three (Sugar-Beet) Vinasse Composts: Effect on Crops and Chemical Properties of a Cambisol Soil in the Guadalquivir River Valley (SW Spain)”, *Agriculture, Ecosystem and Environment* 84, s55-s65, 2001.

[21]. Sönmez, İ., Sönmez, S., Kaplan, M., “Çöp Kompstunun Bitki Besin Maddesi İçerikleri ve Bazı Organik Gübrelere Karşılaştırılması”, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(29), s31-s38, 2002.

[22]. Kütük, C., Çaycı, G., Baran, A., Başkan, O., Hartmann, R. “Effects of Beer Factory Sludge on Soil Properties and Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris saccharifera L.*)”, *Bioresource Technology* 90, s75-s80, 2000.

[23]. Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K., Chakraborty, A., “Residual Effects of Municipal Solid Waste Compost on Microbial Biomass and Activities in Mustard Growing Soil”, *Archives of Agronomy and Soil Science* 49, s585-s592, 2003.

[24]. Şeker, C., Turhan, M. “Effects of Some Organic and Mineral Fertilisers on Yield and Quality of Sugar Beet”, *International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development, Erzurum-Turkey, June 7-10, 2004.*

- [25]. Stevenson, F.J., "Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction", John Wiley/Sons, New York, 1994.
- [26]. Piccolo, A., Mbagwu, J.S.C., "Humic Substance and Surfactants Effects on the Stability Two Tropical Soils". Soil Sci. Soc. Am. J. 58, s950-s955, 1994.
- [27]. Schulten, H.R., Schnitzer, M., "The Chemistry of Soil Organic Nitrogen: a Review". Bio. Fert. Soil 26, s1-s15, 1998.
- [28]. Román, R., Fortún, C., García López De Sá, M.E., Almenderos, G., "Successful Soil Remediation and Reforestation of a Calcic Regosol Amended with Composted Urban Waste". Arid Land Research and Management 17, s297-s311, 2003.
- [29]. Tüzel, Y., Ellez, R.Z., Boztok, K., "Atık kompostun kullanım olanakları", Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, Cilt II, s1-s10, 1992.
- [30]. Aydeniz, A., "Toprak Amenajmanı", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 928, Ankara. 1985.
- [31]. Kempainen, E., "Nutrient Content and Fertilizer", Value of Livestock Manure With Special Reference to Cow manure. 21, s5-s14, 1989.
- [32]. Keranen, T., "Karjanlannan Kasvin Ravinted, Rafeat: Pflanzennahrstfteim Stallmist Maatal", Jakoetoim 20, s514, 1966.
- [33]. Smith, G.K., Obsensham, S.S., "The Effect of Certain Fertilizer and Manure Treatments on The Exchangeable Potassium in The Surface and Subsoil of Dunmore Silt Loam", Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, s300-s303, 1947.
- [34]. Ateşalp, M., "Organik Gübreleme", Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Top. ve Gübre Arş. Enst. Müd.Yayınları No:51, Ankara, 1974.

- [35]. Smith, A.M., “Manures and Fertilizers”. Ministry of Agriculture and Fisheries Bulletin, No:36, London, 1952.
- [36]. Wörther, E.L., “Farm Soil, Their Management and Fertilization”, New York, 1948.
- [37]. Erdin, E., “Katı Atıklar”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir, 2000.
- [38]. Öbek, E., İpek, U., Çınarcı, B., “Kompost Kalite Standart”, Türk Standartları Enstitüsü, 39(457), s31-s37, Ocak, 2000.
- [39]. Gardner, G., “Organik Atıkların Geri Dönüşümü, Dünyanın Durumu”, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları:23, s154-s182, İstanbul, 1998.
- [40]. Evliya, H., “Kültür Bitkilerinin Beslenmesi”, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:36/17, s446, 1964.
- [41]. Aydemir, O., İnce, F., “Bitki Besleme”, Dicle Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Yayınları, No:2, s653, Diyarbakır, 1988.
- [42]. Fırat, B., “Bitki Besleme”, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:14, s341, Konya, 1990.
- [43]. Aktaş, M., Ateş, M., “Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanınmaları”, Engin Yayınevi, s247, Ankara, 1998.
- [44]. Herrea, E.A., “Fertilization Programs for Apple Orchards”, New Mexico State University, Cooperative Extension Service, 1996.

- [45]. Tisdale, S.L. ve Nelson, W.L., “Toprak Verimliliği ve Gübreleme”, (Çeviri: N.Güzel), 3. Baskı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:168, s900, Adana, 1983.
- [46]. Kacar, B., “Gübre Bilgisi”, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:1490, Ders Kitabı: 449, 5. Baskı, s1-s441, Ankara, 1997.
- [47]. TSE, “Üre”, Türk Standartları Enstitüsü (TS 4837), Ankara, 1996.
- [48]. Ülgen, N., Yurtsever, N., “Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi”, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:209, s230, Ankara, 1995.
- [49]. TSE, “Superfosfat”. Türk Standartları Enstitüsü (TS 566), Ankara, 1976.
- [50]. Eyüpoğlu, F., “Türkiye’de Kullanılan Ticaret Gübrelerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü, Yayın No:186, s1-s70, Ankara, 1992.
- [51]. Westwood, M.N., “Temperate-Zone Pomology, Physiology and Culture”, Third Edition, Timber Press, s520, Portland-Oregon, 1993.
- [52]. Aydemir, O., “Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği”, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:734, s247, Erzurum, 1992.
- [53]. Peryea, F., Willemsen, K., “Nutrient Sprays”, Washington State University, Free Fruit Research, Extension Center, Washington (2000).
- [54]. Karamanos, R.E., Kruger, G.A., Stewart, J.W.B., “Copper Deficiency in Cereal and Oilseed Crops in Northern Canadian Prairie Soils”, Argon. J. 78, s317-s323, 1986

- [55]. Gilkes, R.J., "Factor Influencing the Release of Copper and Zine Additives From Granulated Superphosphate", J. Soil Sci. 28, s103-s111, New York, 1977.
- [56]. Göncü, S., "Türkiye Akarsularındaki Bor Derişiminin Debiye ve Zamana Bağlı Olarak İncelenmesi", Anadolu Üniversitesi, Müh.Mim.Fak., Çevre Müh. Ana Bil. Dalı, Lis. Tezi, s94, Eskişehir, 1998.
- [57]. Anonymous, "Water Quality Assessments a Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring", Second Edition, Unesco, 2004.
- [58]. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., "Toprak Verimliliği ve Gübreler", (Çeviri: Nuri Güzel), Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:168, s900, Adana, 1982.
- [59]. Holden, E.R., "Glass As a Boron Source, Relationship of Surface Area and Particle-Size Distribution of Borosilicate Glasses to Boron Status in Alfalfa", J Agr Food Chem 7, s756-s762, Beltsville-Maryland, 1959.
- [60]. Wilson, L.R., "The Larger Aquatic Vegetation of Trout Lake", Wisc. Acad. Arts, Sci. Lett. 33, s133-s146, Vilas Country-Wisconsin, 1941.
- [61]. Sculthorpe, C.D., "The Biology of Aquatic Vascular Plants", Second edition, Koetz Scientific Books, s610, Konigstein-Germany, 1985.
- [62]. Hillman, W.S., "The Lemnaceae or Duckweeds", The Botanical Review 27, s221-s287, New York, 1961.
- [63]. Hunt, R., "Plant Growth Analysis", Studies in Biology, No:96, Edward Arnold Ltd., London, 1990.
- [64]. Carignan, R., Kalff, J., "Phosphorus Source for Aquatic Weeds: Water or Sediments", Science 207, s987-s988, Montreal, 1980.

- [65]. Vierssen, W., Prins, T.C., "On the Relationship Between the Growth of Algae and Aquatic Macrophytes in Brackish Water", *Aquatic Botany* 21, s165-s179, Konstanz-Germany, 1985.
- [66]. Culley, D.D.Jr, Rejmankova, E., Kvet, J., Frye, J.B., "Production, Chemical Quality and Use of Duck Weeds (Lemnaceae) in Aquaculture, Waste Management and Animal Feeds", *J. World Maric. Soc.* 12, s27-s49, 1981.
- [67]. Bronmark, C., "Interactions Between Epiphytes Macrophytes and Freshwater Mollusks", A Review, *Journal of Molluscan Studies* 55, s299-s311, Gothenburg-Sweden, 1989.
- [68]. Bronmark, C., "Interactions Between Macrophytes, Epiphytes and Herbivores", *An Experimental Approach* 45, s26-s30, *Oikos*, 1985.
- [69]. Baker, J.H., Orr, D.R., "Distribution of Epiphytic Bacteria on Freshwater Plants", *Journal of Ecology* 74, s155-s165, Wareham-Dorset, 1986.

7.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selçuk DELİBALTA

Doğum Yeri : Zonguldak

Doğum Tarihi : 20.10.1974

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Fener Lisesi/Zonguldak

Lisans : Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi/Tarla Bitkileri Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Hanak Adliyesi 2001-2007

Hanak İlçe Tarım Müdürlüğü 2007-