

**SIVI SOLUCAN GÜBRESİNİN RAF
ÖMRÜNÜN UZATILMASI**

**2019
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA**

Ezgi YILDIRIM

SIVI SOLUCAN GÜBRESİNİN RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI

Ezgi YILDIRIM

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Eylül 2019

Ezgi YILDIRIM tarafından hazırlanan “SIVI SOLUCAN GÜBRESİNİN RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KADI
Tez Danışmanı, Kimya Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir 20/ 09/ 2019

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Muhammed İsmail VAROL (KKÜ)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul ESMERAY (KBÜ)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KADI (KBÜ)



.... / / 2019

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü V.





“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ezgi YILDIRIM

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SIVI SOLUCAN GÜBRESİNİN RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI

Ezgi YILDIRIM

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KADI
Eylül 2019, 74 sayfa**

Günümüz Dünyası'nda tarım toprakları büyük tehdit altındadır. İnsan yaşamı için gerekli besin ve oksijen ihtiyaçlarını karşılayan bitkiler, kimyevi gübrelere maruz kalmaktadır. Sürdürülebilir bir çevrenin devamlılığı için topraklar, sular ve canlılar kimyasallardan arındırılmalıdır. Organik Gübreler toprakların içyapısını ve verimliliği etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Solucan gübresi, etkin değerini her geçen gün artırmaktadır. Sıvı solucan gübresi sadece bitki kökünden besleme sağlamaz. Aynı zamanda sıvı solucan gübresi gövde ve yapraktan emilimi sayesinde bitkiyi besleyip zararlılardan koruma gibi çok yönlü kullanıma sahiptir.

Bu çalışmada, sulandırılmış katı solucan gübresi (Vs), yoğunlaştırılmış solucan sıvısı (vermiwash, (VB, VÇ, VM)), KOH ilavesiyle sıvı solucan gübresi (VSKOH) üretilmiştir. Vermiwash üretiminde, solucan besin maddesi olarak buğday unu (VB), çay (VÇ) ve mısır unu (VM) kullanılarak, numuneler adlandırılmıştır. KOH ilavesiyle sıvı solucan gübresi (VSKOH) numunesi ise bu besin maddelerinin hepsini

bulundurmaktadır. Deneylerin hepsinde kullanılan katı solucan gübresi; büyükbaş hayvan gübresi, saman, karton, buğday kepeği, mısır unu ve ağaç talaşı karışımını içermektedir. 3 ay boyunca bekletilerek solucanlar tarafından olgunlaşması sağlanmış, kompost halde kullanılmıştır.

Bütün sıvı gübrelerin bir aylık raf ömrü incelenmiştir. KOH ilavesiyle sıvı solucan gübresi (VSKOH)'nin raf ömrünün bir ay uzamış olduğu görülmüştür.

Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmek için kullanılan organik ve mineral yapıdaki hümitik + fülvik asit, fosfor pentaoksit, potasyum oksit gibi faydalı bileşikler bitki gelişimi için gereklidir. Çalışmamızda, bu faydalı bileşiklerin sıvı gübrede ne oranda buldukları kimyasal analizlerle araştırılmıştır.

Sıvı gübrede bulunan elementlerin, oksitli bileşiklerin yüzde miktarları XRF analizi ile belirlenmiştir. Başlangıç ve bir aylık son analiz verileri karşılaştırıldığında, sıvı solucan gübresinde bitkilerin gelişmesini teşvik edici, faydalı unsurların miktar olarak korunduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Solucan gübresi, yıkanmış solucan gübresi, solucan çayı, solucan gübresi taban suyu, sıvı solucan gübresi.

Bilim Kodu : 201.04

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EXTENSION OF THE SHELF LIFE OF LIQUID WORMGRASS

EZGİ YILDIRIM

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Chemistry

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Çiğdem KADI

September 2019, 74 pages

In today's world, agricultural lands are under great threat. Plants that meet the water, nutrient and oxygen needs necessary for human life are exposed to chemical fertilizers. Soils, waters and living things should be free from harmful elements for the continuity of a sustainable environment. Organic fertilizers are among the factors affecting the internal structure and fertility of soils. Worm fertilizer, increases its effective value day by day. Liquid worm fertilizer does not only feed from the root of the plant. At the same time, the liquid worm fertilizer has a versatile use, such as feeding the plant and protecting it from pests thanks to its absorption from the body and leaves.

In this study, diluted solid worm fertilizer (Vs), condensed worm fluid (vermiwash, (VB, VÇ, VM)) and liquid worm fertilizer with the addition of KOH (VSKOH) was produced. Vermiwash production, the samples were named as wheat worm (VB), tea (VÇ) and corn flour (VM) as worm nutrients. Also liquid worm fertilizer with the

addition of KOH (VSKOH) sample contains all of these nutrients. The solid worm fertilizer used in all of the experiments; included a mixture of bovine manure, straw, cardboard, wheat bran, corn flour and wood shavings. It was allowed to mature by worms after being kept for 3 months and used as compost.

All liquid fertilizers were examined one month shelf of life. Liquid worm fertilizer (VSKOH) with the addition of KOH shelf life was prolonged by one month.

Useful compounds such as humic + fulvic acid, phosphorus pentaoxide, potassium oxide in organic and mineral structure, which are used to improve the physical and chemical structure of the soil, are necessary for plant growth. In our study, the rate of these useful compounds in liquid fertilizer was investigated by chemical analysis.

The percentages of the elements and oxidized compounds in the liquid fertilizer were determined by XRF analysis. When start and one month final analysis data compared, it was obtained that the amount of useful and beneficial elements are preserved for plant growth.

Key Word : Vermicompost, vermiwash, vermicompost tea, leachate, liquid worm fertilizer.

Science Code : 201.04

TEŞEKKÜR

Araştırmamın uygulama aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. İbrahim KADI hocama ve bana tezimle ilgili her konuda yardımcı olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KADI hocama teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu çalışmayı, KBU-BAP-18-YL-089 numaralı proje kapsamında finansal olarak destekleyen Karabük Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Yönetimi Koordinatörlüğü çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Bu kadar güçlü bir abiye sahip olmasaydım bu kadar zorlu süreçlerin altından da kalkamazdım diyerek sevgili abim Hasan Anıl Yıldırım'a göstermiş olduğu manevi desteklerinden dolayı sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2.1. KATI SOLUCAN GÜBRESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	4
2.2. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
2.3. TOPRAĞA FAYDALI BAZI ELEMENTLER.....	9
2.4. HÜMİK VE FÜLVİK ASİT.....	13
2.5. SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDE BULUNAN BAZI BAKTERİLER	18
2.6. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ VE SIKÇA RASTLANAN TERİMLER.....	20
2.6.1. Solucan Gübresi Taban Suyu (Leachate)	21
2.6.2. Solucan Gübresi Çayı (Vermicompost Tea).....	21
2.6.3 Yıkanmış Solucan Gübresi (Vermiwash)	22
2.6.4. Sıvı Solucan Gübresi (Liquid Worm Fertilizer).....	23
BÖLÜM 3	24
MATERYAL VE METHOD	24

	<u>Sayfa</u>
3.1. DENEYDE KULLANILAN MALZEMELER	24
3.2. KULLANILAN BESİN İÇERİKLERİ	24
3.2.1. Eisenia Fetida.....	24
3.2.2. Dut Pekmezi.....	24
3.2.3. Mısır ve Buğday Unu.....	24
3.2.5. Leachate	25
3.2.6. Kömür	25
3.2.7. Karton	25
3.3. ELEMENTEL ANALİZLERDE KULLANILAN CİHAZ	25
3.4. GÜBRE MATERYALLERİNDE KİMYASAL ANALİZ YÖNTEMLERİ .	26
3.5. ZENGİN SOLUCAN SIVISI ELDESİ METOTLARI	28
3.5.1. Katı Solucan Gübresinin Sulandırılması Metodu (Vs)	29
3.5.2. Yoğunlaştırılmış Solucan Sölm Sıvısı (Vermiwash) Üretim Metodu (VB, VÇ, VM).....	30
3.7. KOH İLAVELİ SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ METODU (VSKOH)	35
3.7. SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDE HÜMİK VE FÜLVİK ASİT TAYİNİ.....	35
3.7.1. Deney 1	35
3.7.2. Deney 2	37
3.7.3. Deney 3	38
BÖLÜM 4	40
BULGULAR VE TARTIŞMA	40
4.1. XRF VE KİMYASAL ANALİZLERİN SONUÇLARI	40
4.2. KOH KULLANILARAK SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİM METODUNDA TESPİT EDİLEN SONUÇLAR	51
4.3. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ ESNASINDA HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ.....	52
4.4. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ ESNASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR.....	53
4.5. BAKTERİLERİN SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDEKİ İŞLEVSELLİĞİ ...	53
BÖLÜM 5	55
SONUÇLAR	55

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLAR	58
EK AÇIKLAMALAR A.	65
XRF ANALİZ SONUÇLARI	65
EK AÇIKLAMALAR B.	72
KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI.....	72
ÖZGEÇMİŞ	74



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Hümik maddelerin renk sıkalası	15
Şekil 2.2. Hümik asit molekül yapısı.	15
Şekil 2.3. Fülvik asit molekül yapısı	16
Şekil 2.4. Solucan gübresi taban suyu	21
Şekil 2.5. Solucan gübresi çayı makinesi	22
Şekil 2.6. Yıkanmış solucan gübresi	22
Şekil 2.7. Sıvı solucan gübresi	23
Şekil 3.1. Katı solucan gübresinin sulandırılması düzeneği.....	29
Şekil 3.2. a) 1 gün bekletilmiş Vs numunesinin beherden görünümünü, b) 1 gün bekletilmiş Vs numunesinin pet şişeden görünümünü.....	30
Şekil 3.3. a) Katı solucan gübresi ve besin maddelerinin karıştırılması, b) Katı solucan gübresi ve besin maddelerinin homojen haldeki görünümü.	31
Şekil 3.4. Solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılarak vermiwash üretimi metodu. ..	32
Şekil 3.5. Sölom sıvısı yoğunlaştırılmış vermiwash üretimi uygulanmış metodu. ..	33
Şekil 3.6. Kimyasal analize gönderilen VB, VM, VÇ numunelerinin görünümü....	33
Şekil 3.7. Olgunlaşmış katı solucan gübresinin sıcak KOH çözeltisi ile karıştırılması.....	34
Şekil 3.8. Etüvde bekletilen VSKOH numunelerinin görünümü.	35
Şekil 3.9. KOH ilaveli sıvı solucan gübresi.	35
Şekil 3.11. Deney 1'in şema gösterimi	37
Şekil 3.12. Deney 2'nin şema gösterimi	38
Şekil 3.13. a) VSKOH numunesi, b) Kurutulmuş VSKOH numunesi	39
Şekil 4.1. Vs başlangıç ve bir aylık kimyasal analiz sonuçlarının karşılaştırılması .41	
Şekil 4.2. Sıvı VB, VÇ, VM numunelerinin üç aylık deney sonrası yapılan kimyasal analiz sonuçlarının karşılaştırılması.	44
Şekil 4.3. VSKOH numunesinin kırk beş günlük sürede % organik madde değerindeki değişim	46
Şekil 4.4. VSKOH numunesinin kırk beş günlük sürede % hümik+fülvik asit değerindeki değişim.	47

Sayfa

Şekil 4.5. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş günlük toplam azot yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması.	48
Şekil 4.6. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş günlük K ₂ O yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması.	49
Şekil 4.7. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş gün sonraki P ₂ O ₅ sonuçlarının karşılaştırılması.	50
Şekil 4.8. Sıvı solucan gübresinin elenmesi	53



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Çoğu bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan bitki besin elementleri ve bunlara ilişkin bazı özellikler.....	12
Çizelge 2.2. Organik gübre yönetmeliğinde yer alan bakteriler ve tespit yöntemleri	20
Çizelge 3.1. Deneyleerde kullanılan solucan, gübre ve mama içerikleri.....	31
Çizelge 4.1. XRF ve kimyasal analizlerin sonuçları.....	41
Çizelge 4.2. Başlangıç ve bir aylık Vs sıvısının XRF analiz sonucu.....	42
Çizelge 4.3. Sıvı VB-VÇ-VM numunelerinin üç aylık deney süreci sonundakimyasal analiz sonuçları ve deney başlangıcı leachate sıvısı sonucu.....	43
Çizelge 4.4. VB, VÇ, VM numunelerinin XRF analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.5. VSKOH numunesinin başlangıç, on beş, otuz, kırk beş günlük kimyasal analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.6. VSKOH numunesinin XRF analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.7. Bir gün bekleyen Vs numunesine ait bakteri sayımı.....	53
Çizelge Ek A.1. Vk ve Vs numunelerinin elementel analiz sonuçları.....	66
Çizelge Ek A.2. Vk ve Vs numunelerinin okside analiz sonuçları.....	67
Çizelge Ek A.3. Vk ve Vs numunelerinin CaCO ₃ analiz sonuçları.....	67
Çizelge Ek A.4. VB, VÇ, VM numunelerinin elementel analiz sonuçları.....	68
Çizelge Ek A.5. VB, VÇ, VM numunelerinin okside analiz sonuçları.....	69
Çizelge Ek A.6. VB, VÇ, VM numunelerinin CaCO ₃ analiz sonuçları.....	69
Çizelge Ek A.7. VSKOH numunelerinin elementel analiz sonuçları.....	70
Çizelge Ek A.8. VSKOH numunelerinin okside analiz sonuçları.....	70
Çizelge Ek A.9. VSKOH numunelerinin CaCO ₃ analiz sonuçları.....	71
Çizelge EK B.1. Katı solucan gübresi (Vk) kimyasal analiz sonuçları.....	73
Çizelge EK B.2. Deney başlangıcında Leachate sıvısı kimyasal analiz sonuçları.....	73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

AgCl	: gümüş klorür
B	: bor
Be	: berilyum
C	: karbon
Ca	: kalsiyum
CaO	: kalsiyum oksit
CaCO ₃	: kalsiyum karbonat
Cu	: bakır
CuO	: bakır oksit
Fe	: demir
Fe ₂ O ₃	: demirikioksit
HCl	: hidroklorik asit
HF	: hidrojen florür
H ₂ SO ₄	: sülfirik asit
H ₂ PO ₄ ⁻ -HPO ₄ ²⁻	: dihidrojen fosfat, hidrojen fosfat
HCO ₃	: hidrojen karbonat
K	: potasyum
K ₂ O	: suda çözünür potasyum
KOH	: potasyum hidroksit
K ₂ SO ₄	: potasyum sülfat
K ₂ Cr ₂ O ₇	: potasyum dikromat
Mg	: magnezyum
MgO	: magnezyum oksit
Mn	: manganez
MnO	: manganez oksit
N	: azot

N_2	: azot gazı
$NaOH$: soydum hidroksit
$NaHCO_3$: sodyum bikarbonat
Ni	: nikel
NO_3^-	: nitrat
NH_4^+	: amonyum
O	: oksijen
P	: fosfor
P_2O_5	: difosfor penta oksit
S	: kükürt
SO_4^-	: sülfat
SO_3	: kükürt trioksit
Zn	: çinko
ZnO	: çinko oksit
$^{\circ}C$: derece
pH	: bir çözeltiye ait asitlik veya bazlık derecesini ifade eden ölçü birimi
g	: gram
kg	: kilogram
M	: molar
m	: metre
L	: litre
ml	: mililitre
mg/l	: miligram/litre
mg/kg	: miligra/kilogram
rpm	: dakikadaki tur sayısı
ppm	: milyonda bir

KISALTMALAR

- XRF : X-Işını Floresans Spektrometresi
AR-GE : Araştırma ve Geliştirme
CDFA : California Department of Food and Agriculture (Kaliforniya Tarım ve Gıda Bölümü)
KBU : Karabük Üniversitesi
TSE : TS 5869 ISO 5073 Yöntemi
VT : Solucan Gübresi Çayı
HA : Hümik Asit
FA : Fülvik Asit
Vk : Katı Solucan Gübresi
VS : Sulandırılmış Katı Solucan Gübresi
VB : Buğday Unlu Zenginleştirilmiş Taban Suyu (Leachate) Sıvısı Numunesi
VÇ : Çay Posalı Zenginleştirilmiş Taban Suyu(Leachate) Sıvısı Numunesi
VM : Mısır Unlu Zenginleştirilmiş Taban Suyu(Leachate) Sıvısı Numunesi
VSKOH : KOH İlaveli Sıvı Solucan Gübresi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Sıvı solucan gübresi kokusuz, kahverengi ve hafif alkali (7-9 pH) özelliğe sahip organik bir sıvıdır. Sıvı solucan gübresi içerisinde; katı solucan gübresinde bulunan humatları, fülvik asitleri, aminoasitleri, vitaminleri, doğal hormonları, mikro ve makro elementleri (N, P, K, O, Ca, Mg, S) toprağın doğal mikroorganizma sporlarını yoğunlaştırılmış eriyik halde içermektedir. Sıvı solucan gübresi; katı solucan gübresinden elde edilmektedir. Katı solucan gübresi ise kompostlama sonucu elde edilen bir üründür. Kompostlanmış gübreye, olgunlaşmış gübre de denilmektedir. Sıvı solucan gübresi ise kompostlanan gübrenin işlem görmüş haline denilmektedir. Solucanlarla kompostlama, enerji bakımından zengin ve karmaşık organik maddeleri humus benzeri ürüne dönüştüren biyo-teknolojik bir süreçtir [1]. Solucan ve mikroorganizmalar arasında besinler kaybetmeden etkileşim sağlanmaktadır [2]. Besinlerin etkileşim ve dönüşümlerinin sağlanarak toprağın mikrobiyal aktivitesinin ve toprak kalitesinin artırılması kaliteli ürünler yetişmesine olanak tanımaktadır [3]. Solucan gübresi; toprakta yüksek porozite (kil minerallerinde gözeneklilik), havalandırma, drenaj, su tutma kapasitesi sağlamaktadır. Solucanlar mikroorganizma ve organik atıkların C:N oranını dengelemektedir [4]. Solucanların kompostlaması sonucu oluşan yeni ürün sıvı solucan gübresi; organik atıkları toprağa geçirmekle kalmaz bir yandan da toprağın kimyasallardan arınmasına yardımcı olur. Bu yeni gübre sürdürülebilir kalkınmanın destekleyici unsurlarından biridir. Bu konuda ülkemiz 2004 yılından beri sürdürdüğü organik tarım için; ‘Her aşaması kontrollü elde edilen ürünün sertifika ile belirlendiği, üretimde sadece miktar artışının değil ürün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan, geleceğin ihtiyaçlarına yönelik görüşlere dayanan insan ve çevre dostu alternatif bir üretim sistemidir’ tanımı üzerinde durmaktadır [5]. Solucan gübresi bugün için tarımda sürdürülebilirliği destekleyen, katı organik atık ve artıkların işlenmesinde uygulanır [6]. Organik atıkların geri dönüşümü, sürdürülebilir tarımın yanı sıra kirlilikten arındırılmış bir

ortam için akıllı bir strateji olarak tanımlanmıştır [7]. Bu etkin sürece yakın zamanlarda sıvı solucan gübresinin dâhil olduğu görülmektedir. Sıvı solucan gübresi; katı solucan gübresi ile suyun belirli şartlar altında karıştırılması sonucu elde edilen yeni bir üründür. Sıvı solucan gübresi, solucan gübresine bir alternatif olarak doğmuştur. Solucan gübresinin sıvı formunun kendisinden farklı alanları ve değerleri söz konusudur.

Sıvı solucan gübresi bitkinin gelişmesini ve büyümesini hızlandıran doğal çevreyle ilgili bir süreç içermektedir. İnsanlar, hayvanlar ve toprak üzerinde hiçbir zararlı etkisi gözlenmemektedir. Tarımda kullanılması ısrarla tavsiye edilen bir sıvı gübre şeklidir. Sıvı solucan gübresi; tohumların büyümesini hızlandırıcı etkilere sahiptir. Bitkilerin kök oluşumunu uyarır ve güçlü kökler oluşturmalarını sağlar. Toprakta oluşabilecek olan zararlı haşere ve patojenlerden toprağı ve bitkiyi korur. Bitkilere doğal bağışıklık kazandırarak yaprak, gövde gibi kısımlarında hastalık oluşumunu ortadan kaldırır. Toprağın mikro floraları ve faunaları için tamamen zararsızdır. Saksı bitkilerinde çiçeklenmeyi hızlandırır. Sera bitkilerinde daha hızlı mahsul oluşumunu sağlar. Bitki yapraklarına uygulandığında yaprağı canlılık ve daha fazla fotosentez oluşumunu destekler. Bitkinin metabolizmasını hızlandırır. Bitki ya da besinleri depolama da bekleme süresini uzatır, bitkinin çürümesini geciktirir.

Sıvı solucan gübresi bakteri içeriğı bakımından zengindir. Doğru metotlarla üretilmemiş sıvı solucan gübresi zararlı birçok bakteriyi de bünyesinde bulundurabilir.

Toprakta var olan humuslardan meydana gelen hümik ve fülvik asitler, toprağın verimli oluşunda çok büyük etkendir. Suni gübreler hormon ve kimyevi içerikler içerirler bu nedenle zamanla birikim sonucunda insan ve hayvan sağlığına zararlıdır. Sıvı solucan gübresinde bu sorun ortadan kalkmakla beraber içerdikleri hümik ve fülvik asitler sayesinde toprağı, bitkiye ve bitkinin bölümlerine çok yönlü bir etki oluşturulmaktadır.

Sıvı solucan gübresinde bulunan hümik ve fülvik asit raf ömrü korunabilirse, çok yönlü işlev gerçekleştirilmiş olur. Sıvı solucan gübresi toprağa faydalı, bitkiye yararlı makro ve mikro elementlerin tümünü bünyesinde barındırmaktadır.

Asıl amacı sıvı solucan gübresi üreterek, onun raf ömrünü koruyabilmek olan bu çalışmada; KOH ilavesi ile elde edilen sıvı solucan gübresinde yer alan makro-mikro ve temel elementler belirlenmiştir. Hümik ve fülvik asit eldesi metodlarına yer verilmiştir. Solucan sızıntı suyu (leachate), solucan gübresi ayı (vermicompost tea), yıkanmış solucan gübresi (vermiwash veya wormwash) elde etme metodları, raf ömürleri ve sıvı solucan gübresi ile arasındaki farklar belirtilmiştir.

Yapılan alımalar sonucunda; ticari değere sahip olan KOH ilaveli sıvı solucan gübresi elde edilmiştir. Sıvı solucan gübresinin organik madde, hümik ve fülvik asit değerlerinin bir buçuk aylık sürede korunduğu ve raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir.



BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Ülkemizin her yerinde belirli alanlarda tarıma elverişli topraklar mevcuttur. Uzun yıllar boyunca verimli arazilerden yararlanırken gerek bilinçsizlik gerek ihtiyaçlar dâhilinde topraklar suni gübrelere büyük kimyasallara maruz kalmıştır. Bugün tarım toprakları incelendiğinde birçok alanda çoraklaşma ve verimsizlikle karşı karşıya kalındığı görülmektedir. Toprakların içyapısı incelendiğinde azot, fosfor, potasyum değerleri beklenenlerden aşağı değerlerde çıkmaktadır. Bu nedenle solucanların toprağa olan etkisi çok daha detaylı incelenmiştir. Bugün yapılan çalışmaların çoğu toprakların mikrobiyal ve kimyasal içeriklerini korumak adınadır. Amacımız sürdürülebilir kalkınma bilinciyle, ticari yeni bir sıvı gübre ürünü ortaya koymaktır. Bu çalışma sürecini oluştururken, eski çalışmaların bilgi ve birikimden yararlanılmıştır.

2.1. KATI SOLUCAN GÜBRESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

En genel tanımıyla solucan gübresi, solucanların kullanıldığı organik atık veya artıkları kompostlama işlemidir [8]. Bu alanda çalışan birçok bilim insanı literatüre fazlaca katkı sağlamışlardır. 1998'de Buckerfield vd'nin, içerisinde kum ve çakıl karışımı bulunan bir toprakta solucan gübrelere turp bitkilerine etkisini araştırmışlardır. %100 solucan gübresi içeren toprağın veriminin çok daha fazla çıktığını tespit etmişlerdir [9].

Arancon vd.'nin 2005 yılında yapmış oldukları bir çalışmada bitki gelişiminin yanı sıra toprağın besin elementleri ile ilgilenmişler ve solucan gübresinin yalnızca toprak zenginliğini sağlamakla kalmadığını ayrıca hümik ve fülvik asit ve büyüme hormonları ile de destekleyici unsurlar içerdiğini söylemişlerdir. Solucan gübresinin

mikrobiyal aktiviteyi düzenleyerek, toprak kaynaklı hastalıkları ve toprak tahribatını baskıladıklarını vurgulamışlardır [10].

Domates bitkileri üzerinde çalışan Azarmi vd.'nin 2008'de solucan gübrelili toprakta organik karbon, N, P, Ca, Zn, Mn miktarlarında artışın fidelere yansımalarını incelemişlerdir [11]. Yine aynı bitki üzerinde çalışan Atiyeh vd.'nin 2000'de, hayvansal gübreler ile solucan gübresini kıyaslama yoluna gitmiş ve solucan gübresinin bitkiler üzerinde çok daha etkili olduğunu ispat etmişlerdir [12].

Sönmez vd.'nin 2011 yılında yapmış oldukları bir çalışmada ıspanak bitkileri üzerine farklı dozlarda solucan gübresi ve ahır gübresi kullanımında, solucan gübrelili topraktaki N, P, K ve Mg içeriklerini artırdıklarını gözlemlemişlerdir. Bu artışla beraber solucan gübrelili ıspanak bitkisinin diğer ahır gübrelili bitkiye göre daha iyi gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir [13].

Bu alanda yapılan çalışmalar, genellikle bilgilendirici ve güçlü kanıtlar taşıyan nitelikli çalışmalar olmuştur. Solucan gübresinin bitki gelişimi ve büyümeye olan etkisinin, diğer gübrelere oranla daha fazla olduğu aşikârdır.

Solucanların sindirim sisteminden geçerek üretilen solucan gübresi, normal gübrelere oranla 4 kat daha yararlıdır ve birçok deneysel araştırma ile test edilmiştir. Solucan gübresinde bulunan besin elementleri bitki tarafından kolaylıkla kullanılabilir. Solucan gübresinin bitki köklerini havalandırma, kökteki suyu ve nemli koruma ve topraktaki zararlı patojenleri baskılama gibi etkileri vardır [14]. Zararlı kimyasallar içermez ve oluşturmaz. Kokusuz ve doğaldır. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu elementel içeriğe (C, O, H, N, P, K, hümitik ve fülvik asit) sahiptir. Diğer suni gübrelere olduğu gibi bitki köklerinde herhangi bir yanma tepkimesine sebep olmaz. Bitki etrafında sıkça rastlanan yabancı ot oluşumunu yavaşlatır.

Prof. Clive Edwards "saf solucan dışkısı piyasada bulunan tüm organik gübreler içinde en üstünüdür" demiştir. Saf solucan dışkısının mikrobiyal aktivite seviyesi topraktan 10 ila 20 kat daha fazladır. Bu yüksek mikrobiyal çeşitlilik, bitki gelişimini teşvik eden kimyasalların (hormon ve diğer bileşikler) oluşumunu artırırken, zararlı

bitki patojenlerinin gelişimini baskılayan enzimleri ve çeşitli bileşiklerin üretilmesini de sağlar [15].

Bitki kök, gövde ve yapraklarında daha etkin besleme olanağına sahip sıvı solucan gübresinin, organik madde, hümik ve fülvik asit değerlerinin uzun süreli korunabilmesi ve raf ömrünün uzaması önemlidir. Bu konuyla ilgili araştırmalar devam etmektedir.

2.2. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Son zamanlarda, farklı organik atıkların değerlendirilmesi ile düşük maliyetli solucan gübresi üretimi hakkında birçok çalışma karşımıza çıkmaktadır. Solucan gübresi de her geçen gün bu amaca verdiği hizmet değerini artırmaktadır. Bilinen en iyi organik gübreler arasında yer alan solucan gübresi, organik şehir atıkları ve endüstriyel çamur gibi farklı atık türlerini kompostlaştırmak için başarıyla kullanılmıştır [10]. Ülkemizde de sıvı solucan gübresi üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Fakat nakil işleminde kayıplar yaşanmaktadır.

Katı solucan gübresine nispeten sıvı solucan gübresi araştırmaları hakkında daha az çalışma bulunmuştur ve bulunanların çoğu patent halindedir. Sıvı solucan gübresinin ticari amaçla raf ömrünün uzatılması konusunda literatüre yansıtılmayan kısımlar mevcuttur.

Solucan katı gübresinin suda bekletilmesiyle demleme usulü elde edilen solucan çayı (vermicompost tea), çok miktarda bitkisel besin içermektedir [16]. Büyük kaplara yerleştirilen katı solucan gübresinin suyla yıkanması sonucu alttan sızan su, yıkanmış solucan gübresi (vermiwash) olarak adlandırılmaktadır. Yıkanmış solucan gübresinin, makro-mikro besin elementleri, hümik-fülvik asit içeriğiyle bitki gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir [2].

Edward vd.'nin 2010'da solucan gübresi çayını (VT olarak adlandırdıkları sıvıyı) bir yaprak spreyi ve biyo-kontrol ajanı olarak kullanımını ön görmüşlerdir. Solucan gübresinin sulu fazının bitki ve toprak üzerine etkilerini, mineral ve besin maddeleri

içeriklerini tespit etmişler ve solucan gübresinin bitki gelişimini desteklediğini belirtmişlerdir [17].

Dominguez vd.'nin 2010'daki çalışmalarında suyun içerisinde karıştırılıp bekletilen solucan gübrelerinin yararlı patojenleri bulundurduğunu belirtmişlerdir. Yararlı patojenlerin sayısını artırmak adına çeşitli katkı maddeleri karıştırma yöntemini denemişlerdir. Bitkiler üzerinde başarılı bir çalışma sonucu elde etmişlerdir [18]. Günümüzde de bu tür denemelere sıkça rastlanılmaktadır.

Frederickson 2002'de yaptığı çalışmada, solucan gübresi sıvı suyu olan Solucan çayının verimli bir ürün olduğunu fakat yoğun miktarda uygulandığında bitki köklerinde olumsuz etkilerin de oluşabileceğinden bahsetmiştir. Kullanılırken seyreltilmesi gerektiği üzerinde durmuştur. Seyreltme işleminin ise solucan gübresi sıvısını olumsuz etkilediğini ve bu yüzden solucan gübresi sıvısının başka gübreler (örneğin hayvan gübreleri) ile karıştırılması gerektiğini vurgulamıştır [19].

Pant vd. çalışmalarında, solucan gübresi sıvısını dışarıdan havalandırarak gübrenin oksijen ihtiyacının giderileceğini, sıvının içerisindeki var olan canlıların yaşamsal aktivitelerini devam ettireceklerini iddia etmişlerdir. 7 gün boyunca bekletilen sıvı solucan fazı içerisine mikrobiyal aktiviteyi daha da artırmak adına, şeker, balık emülsiyonu ve pekmez gibi takviye besin ürünleri eklemişlerdir. Uygulamada, domates bitkileri üzerindeki olumlu sonuçlarını paylaşmışlardır [20].

Ingham ve Welke 2005'de sıvı solucan gübresi ortamına hava vererek ve hava vermeyerek çalışma yapmışlar, bu iki durumu karşılaştırmışlardır. Yapılan iki tür gübreyi birçok bitki üzerinde denemişlerdir. Havalandırılmış solucan kompost çayının *Botrytis cinerea* adlı zararlı patojenin baskılanması üzerine olan etkisini gözlemlemişlerdir. Oksijenli (havalandırılmış) kompost çaylarının bitki büyümelerini belirgin bir şekilde artırıcı etkisi olduğunu belirtmişlerdir [21].

İsmail (1997) katı solucan gübresini yıkama sonucu elde ettikleri sıvıyı "vermiwash" olarak adlandırmıştır. Solucan gübresinin bol su ile üstten yıkanması sonucu elde

edilen süzüntü suyudur. Bugün de sıkça kullanılan en temel yöntemlerden birini içermektedir [22].

Quail ve İbrahim ise günümüzde sıkça rastlanan solucan sıvılarını(vermicompost tea, leachate, vermiwash vb.) açıklamıştır. Yapmış aldıkları çalışma daha çok sıvılar arasındaki farkları ortaya koymak adına olmuştur [23]. Bu sıvıların etkililerinin fazla bir değişkenlik göstermediğini ifade etmişlerdir.

Chaichi vd.'nin çalışmalarında *Faba fasulyelerini* iki deney grubuna ayırmışlardır. Solucan çaylarını bir gruba yaprak spreyi olarak uygulamış ve fasulyelerdeki boy, çiçek sayısı ve bitki başına düşen bakla sayılarını kontrol etmişlerdir. İşlem görmüş bitkilerin daha büyük ve grup başına düşen çiçek ve bakla sayısını daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Solucan çaylarında çiçeklenmeyi ve verimliliği olumlu yönde etkileyen unsurların hümik asit ve hormonlar olabileceğini vurgulamışlardır. Yapılan çalışma ile baklagillerde büyümeyi arttırmak için VCT'yi yaprak gübresi olarak kullanma olasılığını vurgulamışlardır [24].

Çalışmasını örnek aldığımız, Deepthi ve Reddy (2013), bu alandaki diğer çalışmaların aksine asıl solucanların sölom sıvısının belirleyici rol oynadığını vurgulamışlardır. Solucanların dış gövdesinde bulunan sölom sıvısının değerli olduğunu, sıvılaştırma işleminde solucanların mutlaka işin içerisinde olması gerektiği hususuna değinmişlerdir. Yapmış oldukları saf solucan gübresi yıkama işleminde sisteme solucanları da dâhil etmişlerdir. Marul bitkilerinin yapraklarında büyüklük artışı olduğunu belirtmişlerdir [25]. Yıkanmış Solucan gübresi, mikrobiyal aktivitelerin ve besinlerin solucan gübresinin ekstraksiyona dönüştürüldüğü varsayılarak farklı yöntemlerle üretilir. Bu sıvı; kısmen solucan gövdesinden gelir (solucanların gövdesi bol miktarda su içerir) aminoasitler, vitaminler, azot, potasyum, magnezyum, çinko, kalsiyum, demir ve bakır gibi besin maddeleri ve oksin ve sitokinler gibi bazı büyüme hormonları bakımından zengindir [26,27].

Gaskell vd'nin 2000 yılında organik çay kullanımının bakteri ve mantar hastalıklarına karşı direnci hızlandırdıklarını, makro ve mikro elementel artışlarını ve bitki enzimsel faaliyetleri düzenlediğini vurgulamışlardır. Solucan gübresinin aksine

seyreltilmiş olan solucan gübresi çayının hem toprakta hem de bitki yapraklarında rahatlıkla kullanılabilmesini ifade etmişlerdir. Solucan gübresi ve solucan gübresi çayının kalitesine etkisini araştırmak adına farklı besin sistemli yataklar oluşturmuşlardır. Elde ettikleri farklı yatak ürünlerini sera bitkileri üzerinde standart yöntemlerle (örneğin damlama) gözlemlemişlerdir. Her iki ürünün de bitkiler üzerinde olumlu sonuçlarını paylaşmışlardır [28].

Morales-Corts vd.'nin çalışmalarında solucan gübresi çaylarının sürdürülebilir tarım açısından öneminden bahsetmişler ve havalandırılmış çaylar üzerine çalışmışlardır. Bu çayların bazı zararlı bakterileri baskıladıklarını belirtmişlerdir. Domates bitkileri üzerinde denedikleri çalışmalarını analitik olarak karakterize etmişlerdir. Çalışmış oldukları iki tür solucan çayının indole asitik asit, salisilik asit ve hümik asitleri içerdiğini göstermişlerdir. İki çayın yoğunlaştırılmış formlarında, domates bitkilerinde büyüme ortamına uygulanabileceğini haftalık incelemeleri sonucunda göstermişlerdir. Çalışmaları dâhilinde; domates bitkilerinin sürgün ve kök ağırlıklarının üçe katlandığını, klorofil içerikleri ve kök çapları üzerinde artışların gerçekleştiğini göstermişlerdir [29].

Sıvı solucan gübresi genel anlamda; katı solucan gübresi ile suyun belirli şartlar altında karıştırılması sonucu elde edilen bir sıvı olup; hümik ve fülvik asit, bitki gelişim hormonları, mikro ve makro elementler bakımından zengindir.

2.3. TOPRAĞA FAYDALI BAZI ELEMENTLER

Solucan gübresi; nitrojen(N), çözülebilir potasyum (K) ve magnezyum (Mg), kükürt (S), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) gibi bitkide mevcut formlarda bulunan çoğu besini içermektedir. Ayrıca, mikrobiyal aktiviteler ve besinlerin güçlü tutulması için birçok mikro bölge sağlayan geniş parçacık yüzey alanlarına sahiptir [30].

Azot (N), bitki için çok önem teşkil eden elementlerden bir tanesidir. Bitkide gerçekleşen fizyolojik ve kimyasal olaylarda rol oynar. Protein sentezinde etkisi büyüktür. Kök havalandırılması, klorofil sentezi, meyve tohumunun oluşması ve

meyvelerin olgunlaşmasında büyük roller üstlenir. Azotça iyi beslenen ağaçların zararlılara karşı direncini de artmaktadır [31,32].

Fosfor (P), organik maddenin içeriğinde fosfor yer aldığı için toprağın içerisinde organik fosfor bileşikleride yer almaktadır [31, 33, 34]. Hücre bölünmesi, meyve ve çiçek oluşumunda etkili rol alır. Bununla birlikte bitkinin patojenlere ve hastalıklara karşı direncini fazlalaştırır. Bitkide var olan köklerin suyu almasını düzenleyerek suyun etkili bir biçimde kullanılmasını olanak sağlar [34-38].

Potasyum (K), bitkilerde meydana gelen birden çok olayda başlıca rol oynar. Birçok sayıda enzim ve koenzimlerin etkinleştirme işleminde, fotosentez, protein ve nişastaların oluşumunda ve şeker geçirme olaylarında bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Hücre özsuyu ve bununla birlikte bitkinin su dengelenmesinin sağlanmasına ve kuraklığa karşı olarak dayanma gücünü fazlalaştırmaktadır. Yazın meydana gelen kuraklığın atlatılması ve donlara karşı dayanımda pozitif etkiler oluşturmaktadır [31,38,39]. Bitkilerde meydana gelen hastalıklara karşı bitkinin dayanımını artırmaktadır. Bitki tohumun daha iyi olgunlaşmasını sağlayan potasyum elementi, bitkinin köklerindeki sistemlerinin de daha iyi gelişmesine olanak sağlamaktadır. Klorofil meydana gelmesinde etkindir; fakat klorofilin yapısında bulunmamaktadır. Bitki yapraklarında bulunan stoma hücrelerinin açılma-kapanma ve köklerdeki hücrelerinin suyu alabilmesi için düzenlemeler oluşturmaktadır. Toprakta olması gerekenden çok miktardaki azot elementinin oluşturacağı negatif etkileri kaldırır. Yeterli miktarda potasyum elementi alabilen bitkilerde terleme işlemi ile su eksilmesi azalır [35,37-40].

Magnezyum (Mg), bitkideki klorofilin merkez atomudur. Fotosentezde yer aldığı önemli rol ile hayatın devam etmesini sağlayan önemli elementlerden biridir. Ayrıca ATP'nin oluşturulmasında çok önemli bir yardımcı elementtir. Karbondioksit özümlemesinde ve şeker, nişasta tarzı ürünlerin miktarı üzerinde pozitif etki oluşturur. Protein birleşiminde etkin rol oynar [34,37,38,40]. Magnezyum elementi özellikle fosfor elementi olmak üzere diğer elementlerin alınmasında da yardımcı olur. Çok miktarda enziminin etkinleştirmesinde aktif rol alır [36,41].

Kalsiyum (Ca), bitkide en çok kullanılan üçüncü besin elementidir. Bitki hücre duvarının tamamlayıcı parçasından biridir ve bu sebeple hücre duvarı yapısını düzenlemeye yarayan bitki besinin elementi adıyla bilinmektedir [38,40]. Anortit, plajyoklas, piroksenler, amfiboller, ojit, hornblend, apatit, kalsit, kireçtaşı, dolomit, alçı, marn ve kalsiyumlu fosfatlar gibi mineraller ve ana kayalar, toprağın kalsiyum kaynaklarıdır [31,33,37,42,43]. Bu minerallerin parçalanması ve ayrışması sonucunda serbest hale gelen Ca^{2+} iyonlarının büyük çoğunluğu, değişim kompleksleri ile adsorbe olur. Kalsiyum iyonları, granülasyonu artırarak toprak yapılandırmasını geliştirir. Yapılandırılması iyi olan topraklardan daha fazla ürün elde edilir. Toprak tarafından pH'ı ayarlanır. Kalsiyum bitki besin maddelerinin alınmasında; bitki ve toprağın içerisindeki toksin maddelerin çökmesinde etkili olur. Kalsiyum elementi bitkilerde kök salgısı üzerinde oldukça etkilidir. Bitki dokularında oluşan donma-çözünme stresine karşı etkin korur. Yeterli miktarda kalsiyumun olması durumunda bitkiler hastalıklara karşı dahada dayanıklı hale gelirler. Bitkilerde protein oluşumu ve karbonhidratların taşınmasında kalsiyum önemli etkindir [33,36,37].

Bitki Oksijeni (O), sudaki ve havadaki O_2 ve H_2O formlarında alabilmektedir. Yaşayan organizmalara ait tüm organik bileşiklerin hepsinde bulunmaktadır. Karbonhidratların yapısında bulunan oksijen elementi, solunum için de ihtiyaç duyulmaktadır [32,44]. Bu sebepten hayvanlar ve bitkiler için gerekli olan bir elementtir. Birkaç prokaryot haricinde hiçbir canlı oksijensiz yaşamını devam ettiremez [45]. Hümik ve fülvik asitin yapısında, elementlerin oksitli formunda oksijen bol miktarda bulunmaktadır.

Hidrojen (H), bitki bünyesine H_2O formunda alınan bir elementtir. Bitkinin metabolizmasında ana merkezi etkin rol oynayan bitkide yer alan bitki besin elementidir. Temel indirgen olan madde olmasından ötürü iyon dengesinin sağlanması sebebiyle oldukça önemlidir. Ayrıca hücreler arasındaki enerji ilişkilerinde de oldukça etkili bir role sahiptir. Bitkide meydana gelen birçok biyokimyasal tepkime gerçekleşmesinden sorumludur [32,44].

Karbon elementi (C), bitkiler tarafından havada bulunan (atmosfer) CO₂ formundaki şekliyle elde edilen bir elementtir. Karbonhidratların, proteinlerin yağların ve nükleik asitlerin ana moleküler bileşenidir. Bitkilerin meydana getirdiği fotosentez de kullanılan ve gerekli duyulan bitki besin elementidir [33,44,46]. Çizelge 2.1’de bitki için gerekli elementler gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 de bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan besin elementleri yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Çoğu bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan bitki besin elementleri ve bunlara ilişkin bazı özellikler [33,44,46].

Elementin Adı	Kimyasal simgesi	Atomik ağırlığı	Kuru maddedeki %	İçeriği ppm	Bitkiye yararışlı şekli
Hidrojen	H	1.0	6		H ₂ O
Karbon	C	12.0	45		CO ₂
Oksijen	O	16.0	45		O ₂ ,H ₂ O
Azot	N	14.0	1.5(1-5)		NO ₃ ⁻ ,NH ₄ ⁺
Potasyum	K	39.1	1.0		K ⁺
Kalsiyum	Ca	40.1	0.5(0.2-1)		Ca ₂ ⁺
Magnezyum	Mg	24.3	0.2(0.1-0.4)		Mg ₂ ⁺
Fosfor	P	30.1	0.2(0.1-0.5)		H ₂ PO ₄ ⁺ HPO ₄ ²⁻
Kükürt	S	32.1	0.1(0.1-0.4)		SO ₄ ²⁻
Klor +	Cl	32.5		100(1001000)	Cl ⁻
Bor	B	10.8		20 (6-60)	BO ₃ ³⁻ ,B ₄ O ₇ ²⁻
Demir	Fe	55.8		100(50-250)	Fe ²⁺ ,Fe ³⁺
Mangan	Mn	54.9		50(20-200)	Mn ²⁺
Çinko	Zn	65.4		20	Zn ²⁺
Bakır	Cu	63.5		6	Cu ⁺ , Cu ²⁺
Nikel	Ni	58.7		0.05	Ni ²⁺
Molibden	Mo	95.9		0.01	MoO ₄ ²⁻

Sıvı solucan gübresi, birçok meyve sebze üretiminde uygulanmıştır. Patates, taneli bitkiler, bakliyat, pancar, marul, domates, salatalık, havuç vb. bitkilerde sıvı solucan gübresi kullanımı ürün kalitesi açısından çok iyi sonuç vermektedir. Sebze, meyve ve yem bitkilerinde nitrat miktarını oldukça düşürür. Protein, şeker ve vitamin miktarını artırmaktadır.

2.4. HÜMİK VE FÜLVİK ASİT

Solucan gübresi içerisinde çok önemli yer teşkil etmekte olan hümik ve fülvik asitler; sıvı solucan gübresi içerisinde de önemlidir. Sıvı solucan gübresinin raf ömrünü uzatırken, özellikle hümik ve fülvik asit değerlerinin de korunması gereklidir.

Toprağın organik içeriğinin temel bileşeni humustur. Hümik asit ise bu humusun en aktif unsurudur. Fülvik asit, hümik aside benzer fakat moleküler ağırlığı daha düşük ve oksijen oranı yüksektir. Bu iki temel terim de toprak için çok önemlidir. Hümik maddeler organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak sıkça kullanılmaktadırlar. Bitkiler üzerinde tohumların daha hızlı çimlenmesinde, kök gelişiminde, filizlenmeyi artırma gibi belirgin özellikleri vardır [47]. Nadir toprak elementlerini bünyesinde barındırmaktadırlar. Bu nadir elementler, diğer metal iyonlar ile kompleks oluşturarak suda çözünebilir bileşiklere dönüşmektedir [48]. Hümik asitler %50-60 civarı C, %30-35 civarı O₂, %6-4 civarı H, %4-2 civarı N, %0-2 civarı S barındırabilirler. Bitkilerin gelişimi açısından hümik ve fülvik asitler çok önemli yere sahiptirler. Bitkilerin kök geçirgenliğini artırarak, topraktan çok daha fazla besin almalarına yardımcı olur ve bitkilerin su tutma kapasitelerine etki ederler. Toprağın pH değerini ayarlarlar. Suda çözünmeyen bir çok bileşiği parçalarlar. Topraktaki fazla tuzun köklere zarar vermesini engellerler. Hümik ve fülvik asitler topraktaki metal iyonlarını organik yapılara dönüştürerek köklerden kolayca alınmasını ve toprağın verimli yapıya ulaşmasını sağlarlar. Toprağın kimyevi kirlenmişliğini gidererek yüksek alkaliteyi baskırlarlar. İlerleyen zamanlarda sağlıklı bir toprak yapısını ve mikroorganizmaların uygun ortamlarını oluştururlar [47].

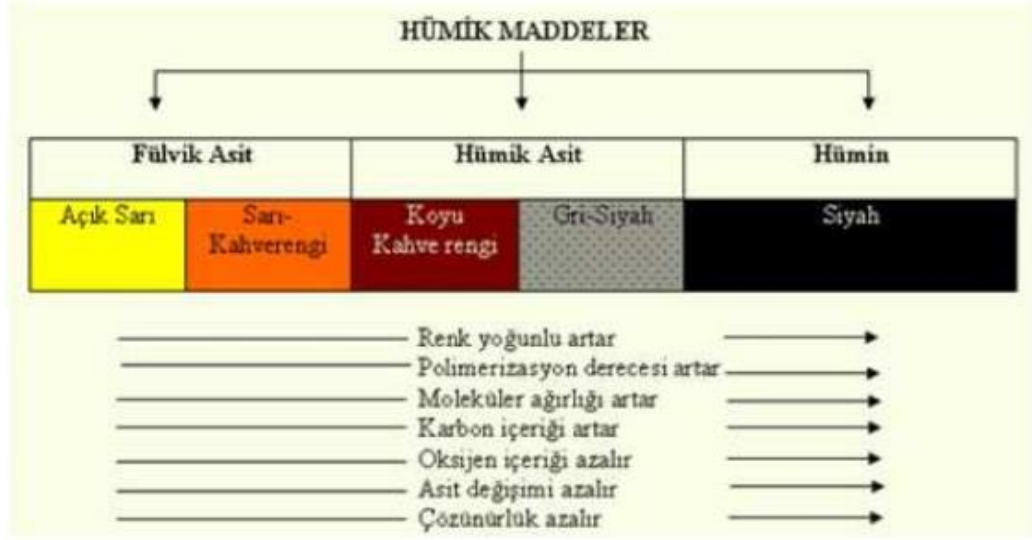
Hümik maddelerin en belirgin etkilerinden biri topraktaki azotu yapısına katabilmesidir. Toprağın azot takviyesini sağlayabilmek, toprağa azot takviyesi üre kullanılarak yapılmaktadır. Bu üre bozunmaya uğrayarak amonyağı oluşturmaktadır. Oluşan bu amonyağı hümik maddeler yapısına katmaktadır. Sonuçta hem uçucu azot toprakta kalmakta hem de azot oksitleyici bakterilerin sayısında artış olmaktadır. Hümik maddeler üreaz enzimi aktivitesini azaltarak ürenin amonyağa parçalanmasını engeller böylece topraktaki ürenin bitki tarafından kullanılmasını sağlarlar. Tüm bu etkilere bakılacak olursa; hümik maddeler Azot Döngüsü'nde önemli rol almaktadır [49].

Hümik asitlerin fiziksel yapıları olarak siyaha çok yakın koyu renkleri güneş ışınlarını kendisine çekerek toprağın hızlı ısınmasına yardımcı olmaktadır. Fülvik asitler ise, hümik asitlere göre çok daha açık renklidirler. Hümik ve fülvik asitler bitkilerin kök gelişimlerini destekleyerek mineral alımlarını hızlandırmaktadırlar. Böylelikle mevcut bitki gelişimi daha hızlı, gövde yapısı daha büyük, meyve sayısı ve olgunluğu daha da artmaktadır.

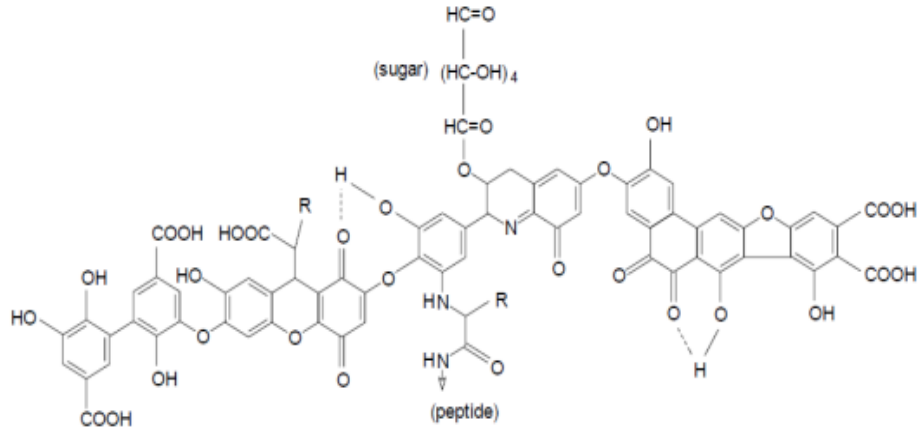
Bitkilerin köklerini tahrip edici bazı bakteriler mevcuttur. Örneğin *Fusarium spp* bakterileri köklere zarar vermektedir. Hümik maddeler bu zararlı bakterilerden bitkiyi korumaktadır [50]. Bazı kaynaklarda da hümik asidin yalnızca toprak ve bitki düzenleyicisi değil meyve rengi üzerinde de etkisinin olduğundan bahsedilmektedir. Hümik asidin çilekte renk oluşumunu sağlayan antosiyanin miktarını arttırdığı bulunmuştur [51].

Hümik ve fülvik maddelerin yapısal özelliklerine baktığımızda molekül yapısının tam olarak belirlenemediği görülmektedir. Fakat farklı metal iyonları ile kolaylıkla kompleks oluşturdukları bilinmektedir [52]. Hümik ve fülvik asidin yapıları karmaşıktır. Ancak bu yapıları asidi ayrı ayrı değerlendirdiğimizde, hümik asitlerin daha karmaşık yapıya sahip oldukları görülmektedir. Şekil 2.2 hümik asit ve Şekil 2.3'te fülvik asitlerin molekül yapısı görülmektedir. Fülvik asitler basit ve küçük yapılara sahip olduklarından tüm pH değerlerinde çözünebilmektedirler. Renklerine bakılacak olursa, fülvik asitler çok daha açık tonlarda renklere sahipken hümik asitler ise büyük yapıları ve koyu renklidirler (Şekil 2.1). KOH, NaOH gibi alkalilerle

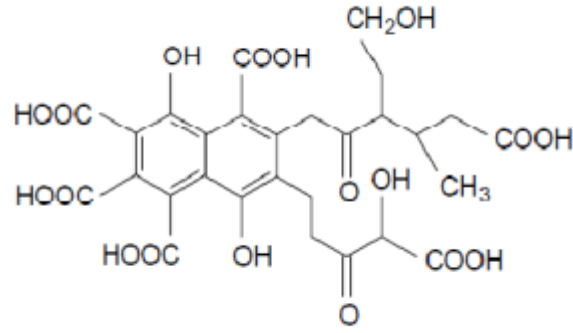
reaksiyon vererek metal tuzları, yani hümatları oluştururlar. Hümik asit metal tuzları suda çözünebilirler fakat pH aralıkları önemlidir. Ortam asitliği 2'den küçük olması durumunda humatlar çözünürlüklerini kaybederek dibe çökerler. Bu nedenden ötürü hümik asit eldelerinde sıkça bu çöktürme işlemine başvurulmaktadır [53].



Şekil 2.1. Hümik maddelerin renk sıkalası [54].



Şekil 2.2. Hümik asit molekül yapısı [55].



Şekil 2.3. Fülvik asit molekül yapısı [55].

Hümik ve fülvik asidin temelinde fosil kaynaklı maddeler vardır. Fosil kalıntıları içerisinde yer alırlar. Bu yüzden toprak için önem arz ederler. Fülvik asitlerin yapısı daha basit olduğu için toprakta bulunma süreleri daha kısadır. Hümik asitler ise yapıları gereği kolay parçalanamazlar ve çok daha uzun süre toprakta yer alırlar. Bu nedenle uzun süreli etkiler açısından hümik asit varlığı daha fazla önem teşkil etmektedir [55]. Suda çözünme durumları da farklılık göstermektedir. Fülvik asitler küçük yapıları oldukları için suda kolay çözünürlerken, hümik asitlerin çözünmesi çok daha zor olmaktadır.

Sıvı solucan gübresi açısından önemi vurgulanan hümik asidin, yıllanma ömrü çok uzundur. Bünyesinde bol miktarda karboksil, metoksil, hidroksil ve karbonil grupları bulundurmaktadır. Kolay kolay parçalanmaz ve uzun yıllar çözünmeden toprakta var olabilir. Birçok farklı metotla elde edilmesi söz konusudur. Hümik asidin temeli fosil kaynaklı olduğundan sıkça linyitlerden elde edilen hümik asit yöntemleri üzerinde durulmaktadır.

Özkan 2007’de yapmış olduğu çalışmasında; Türk linyitlerinden hümik asit ve gübre üretimi tezi üzerinde açıklayıcı bir metoda yer vermiştir. Öğütmüş olduğu kömürleri HNO_3 çözeltisi ile nitrohümik asitlere dönüştürmüştür. Daha sonra KOH ilavesi ile potasyum hümatları elde ederek, ekstrat ve süzme işlemini gerçekleştirmiştir. Sonuçta katı atık ve süzüntüde hümik asit elde etmiştir. Bu işlemleri yaparken numunenin az olmasına, hata paylarının en aza indirgenmesine dikkat etmiştir. Çalışmasına göre; hümik asit ekstraksiyonuna etki eden en önemli unsurları;

tüketilen HNO_3 miktarı, ortamın pH değeri, karıştırma zamanı ve su miktarı olarak bulunmuştur [56].

Hümik ve fülvik asit tayininde çalışmalarından özellikle yararlanılan Özkan 2008'deki araştırmasında; farklı yöntemler deneyerek hümik ve fülvik asit tayinleri yapmıştır. Hümik asit içeriklerini belirlemek için: TS 5869 ISO 5073 (TSE) Toplam Hümik Asitler ve Serbest Hümik Asit Yöntemi, Humatların Hümik ve Fülvik Asit Bileşenlerinin Ayrılması ve Analizi Yöntemi, Kaliforniya Tarım ve Gıda Bölümü (CDFA) Hümik Asit Yöntemi ile MVR Yöntemi denemiştir. TSE Yöntemi esnasında HCl kullanımı olmamasından ötürü hümik ve fülvik asit tayinini beraber yapmıştır. Yaptığı yöntemleri mukayese ettiğinde ise TSE Yöntemi'nin daha iyi çalıştığını ve etiket değerlerine yakın sonuçlar elde edildiğini tesbit etmiştir [57].

Dekker ve Cronje 1991'de okside olmuş kömürden hümik asit kazanımı üzerine bir çalışmada bulunmuşlardır. Okside 1 g kömür için 0,08-0,15 g NaOH ilave edip, 2 saat boyunca karıştırmaya tabi tutmuşlardır. Karıştırma esnasında sıcaklığı 100 ila 180 °C ayarlamışlardır. Ardından oluşan çözeltiye asit ilavesi yaparak, çökmesini sağlamışlardır. Yaptıkları çalışma ile hümik asidin veriminin bu şartlar altında yüksek değerlere ulaşabileceğini vurgulamışlardır [58].

Pehlivan ve Arslan 2006'da laboratuvar çalışmalarında 1 g kömürün üzerine 10 ml distile su ilave etmişler, ardından üzerine 30 ml %5'lik NaOH çözeltisini ilave etmişlerdir. Hazırlanan çözelti üç dakika gibi bir süre kaynatılmış, sonra soğutulmuştur. Ardından santrifüj (3200 rpm) yapılarak süzölmüş üzerine 30 ml su eklenerek, derişik HCl ile pH değeri 3'e ayarlanmıştır. Sonuçta, filtre edilen bu çözeltiden hümik asit katı olarak elde edilmiştir. Yeni metot ile hümik asidi elde edebilmişlerdir. HA-Üre 0,5 M için H / C oranı, HA-Üre 1 M için elde edilenden daha yüksek çıktığını bulmuşlardır [59].

Hemati vd.'nin 2013'te yapmış oldukları çalışmalarında üre kullanarak hümik asit eldesini denemişlerdir. 1:1 oranında hayvan gübresi kullanan araştırmacılar, N_2 altında 0,1-0,5 ürün ile 1 mol L^{-1} üre ile 1/10 oranında karıştırma yapmışlardır. Karışımı 24 saat bekletildikten sonra santrifüj (10000 rpm) yapmışlardır. Ardından

süzme işlemi uygulamışlardır. Elde edilen süspansiyon damıtılmış su ile seyreltilmiştir. Eldeki numuneye pH 1-1,5 aralığında olana kadar HCl takviyesi yapmışlardır. Çökelti haline gelen hümik asit HCl / HF (0,1 / 0,3 mol L⁻¹) ile ve negatif AgCl damıtılmış su ile yıkanılmıştır. Son olarak 50 °C kurutulmuş hümik asit miktarı değerlendirilmiştir. Hümik asitlerdeki fonksiyonel gruplardan bahsetmişlerdir. Hümik asit ve ürenin birlikte çok daha kolay emildiğini tespit etmişlerdir [60].

Canıeren vd.'nin 2016 çalışmalarında hümik ve fülvik asidin birarada tayin edilmesi üzerinde durmuşlardır. Çalışmaları iki aşamalı olup; ilk aşamada, liç işlemi için reaktif miktarı, karıştırma süresi, sıcaklık ve katı oran gibi operasyonel parametreler incelenmiş ve daha sonra en uygun liç koşulları belirlenmiştir. İkinci aşamada, fiziksel ön zenginleştirme deneylerinin liç işlemi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kimyasal zenginleştirme deneyleri ile %87.63 hümik madde ekstraksiyon verimi ile %48.2 hümik madde içeren bir ürün elde edilirken, liç işlemleriyle birleştirilen ön zenginleştirme işleminden sonra %92.4 hümik madde (yoğunlaştırılmış) içeren bir ürün %92.4 hümik madde ekstraksiyon verimi ile elde edilmiştir [61].

2.5. SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDE BULUNAN BAZI BAKTERİLER

Sıvı solucan gübresi içerisinde canlılık faaliyetleri gösteren bakteriler yer almaktadır. Bu bakterileri koruyarak gübrenin raf ömrünün uzatıldığı düşünülmektedir. Sıvı solucan gübresi içerisinde yararlı bakteriler olduğu kadar zararlı bakterilerde bulunmaktadır.

Çoğu zaman zararlı bakterilerin bulunduğu bitkiler üzerinde sıvı solucan gübresi uygulaması yapılmıştır. Mengesha vd. tarafından 2017'de yayınlanan bir makale, *Ralstonia solanacearum* adlı zararlı bakterilerinin toprakta yetişen patates bitkilerinde yıkanmış solucan gübresi etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada bakterilerin sınıflandırılması, yıkanmış solucan gübresinde bulunma sayıları, görülme sıklıkları gibi içerikler çizelgeler halinde verilmiştir. Aynı zamanda; *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chlamydiae*, *Chloroflexi*, *Cyanobacteria*, *Deinococcus thermus*, *Elusimicrobia*, *Firmicutes*, *Fusobacteria*, *Lentisphaerae*,

Nitrospirae, *Planctomycetes*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia* bakterilerinin etkilerini incelemiştir. Kontrollü koşullarda yetiştirilen patateslerin bakteri solmalarının, ekimde ve sonrasında haftalık olarak uygulandığında yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahip, havalandırılmamış bir kompost çayı ile bastırılabilceği sonucuna varmışlardır [62].

Bir başka bakteri çalışması, Tutar 2012'de doktora tezinde toprak solucanlarından elde edilen farklı ekstraktların bitki patojenleri üzerindeki anti-bakteriyel ve anti-fungal aktivitelerinin araştırılması üzerinde olmuştur. Onun incelediği bakteriler ise; *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus fecalis*, *Enterobacter aeruginosa*'dir. Bu bakterilerin tespitini disk difüzyon yöntemi kullanarak yapmıştır. Sıvı solucan ekstraktlarının bu bakteriler üzerinde herhangi bir zon oluşturmadığını ve dolayısıyla etkisinin olmadığı görülmüştür [63].

Boran 2015'de, çalışmasında Tutar 2012'nin çalışmasına benzer tarzda bakteri incelemesinde bulunmuştur. Mikrobiyal analizlerde; Mantar, *E. coli*, *Koliform*, *Enterokok*, Maya-Küf, *Salmonella* sayılarının analizlerini yapmıştır. Geniş ölçekli bir araştırma yapmış olan araştırmacı özellikle *E. coli* bakterilerinin ısıtılma işlemlerinden etkilenmediğini vurgulamıştır. Solucan gübresinin çeşitli ısıtılma işlemlerine tabi tutulmasının kimyasal özelliklerinde çok da dikkate değer değişiklik oluşturmadığı sonucuna varmıştır. Fakat mikrobiyal ve biyokimyasal içeriklerde ısıtılma işlemlerinin önemli etkileri olduğunu belirtmiştir [64].

Kaur vd.'nin 2015'deki çalışmalarında; bitkinin büyümesi ve ayrıca yıkanmış solucan gübresinin mikrobiyal incelemesinde; *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Rhizobium* ve bazı fosfatta çözünen bakteriler gibi azot sabitleme bakterilerinin de yıkanmış solucan gübresinde var olduğunu bulmuşlardır [65].

Ülkemiz Tarım Bakanlığı, gübre yönetmeliğinde kompost ile ilgili özellikli olarak üzerinde durulan bakteri türleri belirtilmiştir. Bunlar; Patojenler, *Enterobacteriaceae* grubu bakteriler, *Mycobacterium spp*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *Clostridium spp*, *Clostridium perfringens*, *Listeria spp*, *Staphylococcal enterotoksin*, *E. coli*. Aynı şekilde bu yönetmelikte, sıvı

solucan gübresinde bulunan bakterilerin, tespit edilme yöntemleri Çizelge 2.2’de belirtilmiştir [66].

Sıvı solucan gübresinin içerisinde var olduğu bilinen yararlı ya da zararlı bakterilerin korunması adına bu çalışmada birçok parametre aynı anda göz önünde bulundurulmaktadır.

Çizelge 2.2. Organik gübre yönetmeliğinde yer alan bakteriler ve tespit yöntemleri [66].

Bacillus anthracis	Konvansiyonel izolasyon ve identifikasyon
Bacillus cereus	TS EN ISO 7932
Clostridium spp.	TS EN ISO 7937
Enterobactericea	ISO 21528-2
Escherichia coli	TS ISO 16649-2
Escherichia coli 0157	TS EN ISO 16654
Klinoptilolit	XRD
Listeria spp	TS EN ISO 11290-1
Porozite	Gözeneklilik porozite analizi
Salmonella spp	TS EN ISO 6579
Staphylococcus aureus	TS 6582-1 EN ISO 6888-1
Staphylococcal enterotoksin	Vidas SET2

2.6. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ VE SIKÇA RASTLANAN TERİMLER

Sıvı solucan gübresi birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de üretimi hızla artan bir sektör haline almıştır. Çoğu araştırmada farklı yollarla sıvı solucan gübresi eldesine rastlanmaktadır. Sıvı solucan gübresinden türeyen fakat farklı şartlarda üretilen sıvılar bulunmaktadır. Bu bölümde, günümüzde sıkça karşılaşılan bu sıvılara verilen adlandırma ve tanımları üzerinde durulmuştur.

2.6.1. Solucan Gübresi Taban Suyu (Leachate)

Solucan gübresi taban suyu, organik maddenin solucan gübresine dönüşümü sırasında solucanlar ve mikroorganizmalar tarafından üretilen bir sıvıdır [67]. Bu sıvı *Eisenia fetida* türü solucan kullanılarak üretilir [68]. Bu sıvı elde edilirken; kompost atıkları, yatak malzemeleri ve solucan popülasyonu tek bir yatakta toplanmaktadır. Yatakta oluşacak herhangi bir sızıntıyı ve çevresel kirlenmeyi azaltmak için drenaj sistemi kullanılmaktadır. Yataktan elde edilen sıvı, yatağın altında oluşturulan toplama bölümünde toplanmaktadır [69]. Genellikle ‘worm tea’ olarak adlandırılan vermikompostlama kaynaklı sızıntı suyu, çok miktarda bitki besin maddesi içermektedir [70]. Büyük besin içeriği dışında, solucan gübresi taban suyu bitkide büyümeyi arttırdığı bilinen hümitik asitleri içermektedir [71]. Bu sıvının rengi kahverengidir. Şekil 2.2’de solucan taban suyu (leachate) ve yatak sistemi gösterilmektedir.

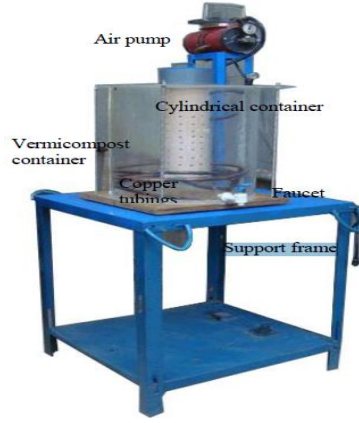


Şekil 2.4. Solucan gübresi taban suyu [72].

2.6.2. Solucan Gübresi Çayı (Vermicompost Tea)

Halk arasında en yaygın kullanılan sıvı şeklidir. ‘Vermicompost tea’ olarak da bilinen bu sıvı, sulu bir solucan gübresi özüdür. Bitkiler üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı toprakta rahatlıkla kullanılmaktadır [73]. Bu sıvı formu elde etmek için farklı basit sistemler kullanılmaktadır. Vermi çay demleme makinesi de bunlardan sadece birisidir. Esas olarak silindirik konteyner, bakır borular, hava pompası, vermikompost konteyner ve destek çerçevesinden oluşur (Şekil 2.3). Kurulan makinenin çalışma süresi 24 saattir [74]. Kullanılan basit sistemler

sayesinde su içerisinde belli bölmelerde (örneğin vermikompost konteyner) 24 saat demlenen solucan gübreleri, suya birebir nüfuz ederek solucan gübresi çaylarını oluşturmaktadır. Bu çaylar kısa sürede toprak ve bitkilere uygulanabilmektedir.



Şekil 2.5. Solucan gübresi çayı makinesi [74].

2.6.3 Yıkanmış Solucan Gübresi (Vermiwash)

Solucanların sölom sıvısından maksimum düzeyde yararlanılarak elde edilen sıvıdır. ‘Vermiwash’ ya da ‘worm wash’ olarak da bilinmektedir. Bu sıvı elde edilirken büyük bir kap içerisinde bulunan solucan gübreleri ve solucanlara aynı anda tatlı su ile yıkama işlemi uygulanmaktadır. Elde edilen sıvı ise altta plastik bir kaptaki toplama bölümü olarak adlandırılan bölümde toplanmaktadır [75]. Şekil 2.4’de vermiwash düzeneği görülmektedir.



Şekil 2.6. Yıkanmış solucan gübresi [76].

2.6.4. Sıvı Solucan Gübresi (Liquid Worm Fertilizer)

Raf mr uzun olan asıl sıvı solucan gübresi, çeşitli teknolojiler kullanılarak elde edilmektedir ve organik madde, hümik ve fülvik asit miktarları bakımından zengindir. Bu sıvıyı elde edebilmek için doğru bir teknik geliştirmek gerekmektedir. Rengi koyu olmakla beraber viskozitesi yüksek bir sıvıdır.



Şekil 2.7. Sıvı solucan gübresi [77].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METHOD

Uygun koşullarda sıvı solucan gübresinin üretilip, raf ömrünün korunmasına yönelik bu çalışmanın deneysel kısmı iki yıl gibi bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bu çalışmada; solucan gübresi taban suyu (leachate), solucan çayı (vermicompost tea), yıkanmış solucan gübresi (vemiwash) ve sıvı solucan gübresi (liquid worm fertilizer) kullanılmıştır.

3.1. DENEYDE KULLANILAN MALZEMELER

Eisenia fetida, 1 kg dut pekmezi, çay posası, mısır unu, buğday unu, karton, kömür, melas ve leachate, kompresör, manuel karıştırıcı, elektrikli su ısıtıcısı, şeffaf borular, bidonlar ve laboratuvar cihaz ve malzemeleri (fırın, etüv, santrifüj cihazı, pH metre vb) kullanılmıştır.

3.2. KULLANILAN BESİN İÇERİKLERİ

3.2.1. Eisenia Fetida

Canlı solucanlar Osmaniye solucan çiftliğinden temin edilmiştir.

3.2.2. Dut Pekmezi

Karabük'ten temin edilmiştir.

3.2.3. Mısır ve Buğday Unu

Karabük'ten temin edilmiştir.

3.2.4. ay Posası

Rize ay fabrikasından temin edilmiştir.

3.2.5. Leachate

Osmaniye solucan iftliğinden temin edilmiştir.

3.2.6. Kömür

Mangal kömürü tercihen kullanılmıştır.

3.2.7. Karton

Karton koli, geri dönüşümden kullanılmıştır.

3.3. ELEMENTEL ANALİZLERDE KULLANILAN CİHAZ

Deney numunelerine elementel, okside ve CaCO_3 sonuçlarını tespit etmek için XRF analizleri yaptırılmıştır. Aynı zamanda niversitemiz bünyesindeki laboratuvarıda organik madde ve hümik ve fülvik asit tayinleri için de pH metre, santrifüj cihazı, etüv ve fırın kullanılmıştır.

X-Ray Fluorescence Spektrometre (WDXRF)

XRF ile berilyumdan uranyuma kadar katı maddeler, sıvılar ve tozlardaki ppm (tonda gram) ila %100 arasında değişen konsantrasyonlarda elementleri analiz edebilmektedir.

Deneyleerde tp-üstü sıralı dalga boylu dağıtıcı X-ışını floresan (WDXRF) spektrometresi olarak, yeni Rigaku ZSX Primus IV, berilyum (Be) 'dan uranyum (U)'a kadar geniş bir yelpazede majör ve küçük atomik elementlerin hızlı kantitatif tayini sağlayan cihaz kullanılmıştır.

3.4. GÜBRE MATERYALLERİNDE KİMYASAL ANALİZ YÖNTEMLERİ

Deneyimizin büyük bir kısmını kimyasal analizler oluşturmaktadır. Kimyasal analizlerin çoğu Selçuk Üniversitesi bünyesinde yaptırılmıştır. Raf ömrünün incelenmesinde önem arz eden; TSE 5869 ISO 5073 ve kuru yakma yöntemleri bizzat üniversitemizde yapılmıştır.

Toplam Azot (N) Tayini: Kjeldahl Metodu

Azot içeren organik maddelerin içerdiği azotu amonyağa dönüştürerek azot miktarının bulunması için Kjeldahl metodu kullanılmaktadır.

Özel proses atığı sularda evsel atıklarda olan polipeptit ve aminoasitler bu yöntemle analizlenebilir. Yöntemde çeşitli oksitleyici koşullarda organik bileşikteki azotu NH_3 'e dönüştürmekle işe başlanır. Oksidasyon derişik H_2SO_4 (Sülfürik asit) ile bu asidin kaynama noktasının üzerindeki bir sıcaklıkta 340°C yapıldığından asidin kaynama noktasının K_2SO_4 (Potasyum sülfat) eklenerek yükseltilmesi gerekmektedir.

Reaksiyonun bitmesi suyun buharlaşıp, sülfrik asit buharlarının çıkmaya başladığından, organik maddelerin parçalanarak karbondioksit olarak çıkmasından 20 dk sonra (bulanıklığın giderek berraklaşması) olur. Bu durumda tüm azotlu bileşikler NH_3 'e dönüştüğünden, önce H_2SO_4 'ün fazlası fenolftalein indikatörü kullanılarak nötrale edilir. Daha sonra pH 7 civarında suda kalan amonyak azotu normal amonyak tayin yöntemi ile belirlenir [78].

Organik Madde Tayini: Walkley-Black (WB) Metodu

Walkley-Black (WB) titrasyon yöntemi hızlı kullanım için klasik yöntemlerden biridir. Topraklarda ve sedimentlerde organik karbon (OC) analizi bu yöntemle dayanmaktadır. Organik maddenin potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)-sülfürik asit karışımı ile oksidasyonu ardından aşırı dikromatın demir amonyum sülfat tarafından titre edilmesi ile bulunmaktadır [78].

Toplam Hümik ve Fülvik Asit: TSE 5869 5073

Hümik madde içeriği, XRF, ESR, FIA gibi spektroskopik metotlar ve TSE 5869 ISO 5073 gibi ıslak yöntemler gibi farklı şekillerde ölçülebilir. Bu çalışmada, hümik madde içeriği, "TSE 5869 ISO 5073" yöntemine göre hesaplandı. Bu yöntemle kahverengi kömürlerde ve linyitlerde toplam hümik madde miktarı kalorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Yöntemin özü, topraktaki organik maddenin belirlenmesinde kullanılan Walkley-Black yöntemiyle alınmıştır [57]. Yöntem, organik parçanın kromatla oksitlenmesi ve kalan kromatın titrasyonu üzerine kuruludur [79].

Doğal olarak düşük dereceli linyitlerden ve leonarditten oluşan hümik maddeler, mükemmel gübre bileşenleridir. Gübre kullanımı için en iyi hümik madde kaynağı leonarditten gelmektedir. Leonardite, daha küçük moleküler birimlerin (FA) yüksek konsantrasyonunu içeren, yüksek oranda oksitlenmiş düşük dereceli linyit olarak tanımlanır. Daha küçük hümik ve fülvik asit molekülleri daha yüksek gübre değerine sahiptir ve iz mineralleriyle birlikte tesise kolayca alınmaktadır.

Hümik asitler, asit koşulları altında suda çözünmeyen fakat alkali koşullar altında suda çözünür olan zayıf alifatik ve aromatik organik asitlerin bir karışımını içermektedir. Hümik asitler, pH 2' nin altına düştüğünde sulu çözeltide çökelmiş hümik maddelerin fonksiyonlarından oluşmaktadır [80].

Toplam Fosfor (P): Olsen Metodu

Olsen metodu, numunedeki fosfor içeriğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Fosforu kireçli, alkali ve nötr topraklardan ekstrakte etmek için pH 8,5'te 0,5 M NaHCO₃ (Sodyum bikarbonat) çözeltisi eklenir. Bu ekstrakt çözelti içindeki kalsiyumu azaltır ve bu azalma Ca-fosfatların çözünmesini artırır. Dahası, bu özütleme çözeltisi CaCO₃ (Kalsiyum karbonat) ve Fe-oksit yüzeylerinde çözülmüş ve adsorbe edilmiş P'yi uzaklaştırır [81].

Suda Çözünür Potasyum (K₂O): Volhard Metodu

Analiz edilecek numunedeki potasyum bir miktar suda çözündürülür. Kantitatif tayini engellemeye yönelik maddeleri ortamdan uzaklaştırdıktan ya da sabitledikten sonra, hafif alkali ortamda potasyumun potasyum tetrafenil borat olarak çöktürülmesi temeline dayanır [82].

Kuru Yakma Yöntemi

Kurutulmuş maddelerin organik içeriklerini bulmada kullanılmaktadır. Fırına yakmaya gönderilecek olan numunenin kapları (krozeler) işlem öncesinde tartılarak not edilir. Krozelere koyulan kuru numuneler 750°C fırında iki saat yakılır. Fırına koyulacak olan numunenin nemli olmadığından emin olunmalıdır. Yanma işlemi grimsi bir renk oluştuğunda tamamlanmış olur. Numune nem almaması için çıktıktan hemen sonra desikatöre alınarak soğutma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem on-onbeş dakika arasında değişmektedir. Ardından krozeler tartılır ve ilk ağırlıklarından çıkarılır ve numuneye ait olan organik madde içeriği yüzdesi hesaplanarak bulunur. Bu yöntemde sıcaklık ve zamanlama değerleri referans alınarak uygulanmıştır. Organik madde miktarı önem teşkil ettiğinden bu yöntemle bulunmuş, bir buçuk ay boyunca her on beş günde bir tekrar edilmiştir. Sonuçlar karşılaştırılarak raf ömrüne dair çıkarımlar yapılmıştır. Çizelge 4.6'da VSKOH organik madde tayin sonuçları görülmektedir.

3.5. ZENGİN SOLUCAN SIVISI ELDESİ METOTLARI

Deneyde kullanılan katı solucan gübresi (vermicompost, Vk), Osmaniye'de bulunan solucan gübre tesisinden temin edilmiştir. Büyükbaş hayvan gübresi, saman, karton, buğday kepeği, mısır unu ve ağaç talaşı karışımını içermektedir. 3 ay boyunca bekletilerek solucanlar tarafından olgunlaşması sağlanmıştır. Süre sonunda, içinde bulunan taş, çakıl gibi kullanılmayacak maddelerden ayıklamak suretiyle arındırılmıştır. Hafif nemli yapıdaki katı solucan gübresi daha sonra büyük çaptaki elekten geçirilmiştir. Oda koşullarında (25°C) 1-3 gün arası bekletilerek nemini

atması sağlanmıştır. 500 mikron boyutlarında elekten geçirilerek ufaltılmıştır. Bu haliyle deneylerde kullanılmıştır.

Deneylere başlamadan önce, katı gübrenin (Vk) içinde bulunan elementel ve okside halde bileşiklerin tayini için 20-ton basınçta preslenip tablet halde XRF analizine gönderilmiştir. Sonuçlar Çizelge EK A.1’de verilmiştir. Organik madde içeriği ve nem tayini yapılmıştır Çizelge EK B.1. Üç farklı metotla sıvı gübre elde edilmiştir.

3.5.1. Katı Solucan Gübresinin Sulandırılması Metodu (Vs)

Bölüm 2.6.2’da yer alan prosedür uygulanarak oluşturulan metotta; olgunlaşmış katı solucan gübresine (Vk) belirli oranlarda su ve besin takviyesi (dut pekmezi) yapılmıştır.

Bunun için, 666 mikron elekten geçirilmiş 6,5 kg (Vk), 10 L hazır su ve 733 g besin olarak dut pekmezi ilave edilerek bir kapta mekanik bir karıştırıcı ile 5 dakika karıştırılmış ve alttan 24 saat boyunca hava verilmiştir.



Şekil 3.1. Katı solucan gübresinin sulandırılması düzeneği.

Hava vermek için, uzunluğu 1-2 m civarında bir bahçe hortumu üzerine belirli aralıklarla delikler açılmıştır. Hortumun bir ucu kompresöre bağlanmış diğer ucu ise deney kabının tabanına kadar uzatılmıştır (Şekil 3.1).

Çamurlaşmayı önleme amacıyla homojen bir karışım için bir gün süresince yarım saat aralıklarla mekanik karıştırıcı yardımı ile karıştırılmıştır. Bir gün boyunca

havalandırması da yapılan karışımın ertesi gün dinlenmeye bırakılmıştır. Bir gün dinlendirilmiş olan solucan gübresi sulu karışımın üst kısmında oluşmuş olan köpükler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Ardından sıvı karışım bir süzgeç yardımı ile 2-3 kez süzülerek başka bir kaba aktarılmıştır. Posa kısmı atılan heterojen haldeki sıvı kısım tekrardan köpük görülmeyene dek havalandırma, aralıklı olarak karıştırma döngüsü devam ettirilmiştir. 5 L kadar kalan bu heterojen halde solucan gübresi sıvısı 35 ° C etüvde 1 gün boyunca fazla sıvının buharlaştırılması için bekletilmiştir. Bu numuneler Vs olarak kodlanmıştır. Şekil 3.2’de etüvde 1 gün bekletilmiş heterojen halde Vs sıvı gübre numunelerinin farklı kaplardan görünüşleri gösterilmektedir. Bu heterojen haldeki sıvı numunelerin bir günlük ve bir aylık bekletme süresi sonunda toplam azot, organik azot, organik madde, hümik ve fülvik asit, toplam fosfor ve suda çözünür potasyum (K₂O) kimyasal analizleri yapılmıştır. Yapılan analizin sonuçları Çizelge 4.1’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca deney öncesinde katı gübrenin ve sıvı gübrenin XRF analizleri yapılmıştır. Sonuçları Çizelge Ek A.1, Ek A.2 ve Ek A.3’te verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.2. a) 1 gün bekletilmiş Vs numunesinin beherden görünümünü, b) 1 gün Bekletilmiş Vs numunesinin pet şişeden görünümünü.

3.5.2. Yoğunlaştırılmış Solucan Sölm Sıvısı (Vermiwash) Üretim Metodu (VB, VÇ, VM)

Bölüm 2.6.3’de yer alan prosedür uygulanarak oluşturulan metoddaki; 3 ayrı kap içine 8’er kg olgunlaşmış solucan gübresi (Vk) ile beraber kaplara ayrı ayrı farklı besin maddeleri konmuştur. Bunlar, buğday unu, mısır unu ve çay posasıdır. Solucanlar

konmadan önce, bu katı kısım 30 dakika süresince mekanik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Solucanların da ilavesiyle karışımın yer aldığı bu üç kaba, üç ay boyunca her gün tabandan sızan süzüntü (leachate) sıvısı yeniden ilave edilmiştir. Sonuçta yoğunlaşmış halde zengin vermiwash sıvısı elde edilmiştir.

Deney başlangıcında kullanılan besin ve gübre miktarları Çizelge 3.1’de, karışımın hazırlanması ise Şekil 3.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneyleerde kullanılan solucan, gübre ve mama içerikleri.

Sıvı Örnek Sembolü	Katı Solucan Gübresi (kg)	Eisenia fetida (g)	Besin Maddesi (kg)
VB	8	500	2
VM	8	500	2
VÇ	8	500	2

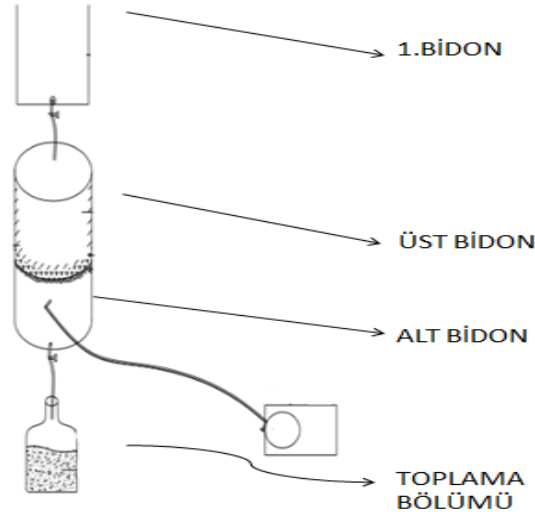


(a)



(b)

Şekil 3.3. a) Katı solucan gübresi ve besin maddelerinin karıştırılması, b) Katı Solucan gübresi ve besin maddelerinin homojen haldeki görünümü.



Şekil 3.4. Solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılarak vermiwash üretimi metodu.

Şekil 3.4 de vermiwash üretimi metodu şematik olarak gösterilmiştir. Düzenekte, üstteki 1. bidonda solucan gübresinin taban suyu (leachate) bulunmaktadır. Bidondan leachate, damlama şeklinde aşağıda bulunan alt bidona akmaktadır. Üstten gelen leachate sıvısı alt bidonda bulunan katı solucan gübresi (Vk), besin maddesi ve yarım kilo kadar *Eisenia fetida* solucanlarının bulunduğu alt kaba damlamaktadır.

Düzenekte yer alan solcanların, vücutlarında ürettikleri sölom sıvısı leachate ile yıkamak suretiyle toplama bölümünde birikmektedir. Her defasında toplama bölmesinden alınan bu sıvı, sölom ile daha da zenginleşmektedir.

Alt bidonun aşağısından pompayla devamlı hava verilmektedir. Üç ay boyunca her gün toplama kabından alınan ve zenginleşmiş leachate üstteki 1.bidona aktarılarak devir daim işlemi tekrarlanmıştır. Leachate sıvısı deneye başlamadan önce analiz edilmiştir (EK.B.2 bakınız). Şekil 3.5'te deney ortamı gösterilmektedir.

Besin miktarı azaldıkça ortama besin ilavesi yapılmıştır. Üç ayın sonunda sıvı numuneler kimyasal analize gönderilmiştir ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Analize gönderilen VB (buğdaylı Vermiwash), VÇ (çaylı Vermiwash), VM (Mısırlı Vermiwash) numuneler Şekil

3.6’da gösterilmektedir. Ayrıca VB, VÇ ve VM sıvılarının XRF analiz sonuçları Ek A.4, Ek A.5 ve Ek A.6 ve Çizelge 4.4’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Söloom sıvısı yoğunlaştırılmış vermiwash üretimi uygulanmış metodu.



Şekil 3.6. Kimyasal analize gönderilen VB, VM, VÇ numunelerinin görünümü.

3.6. KOH İLAVELİ SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ METODU (VSKOH)

Özgün çalışma olarak belirlediğimiz bu metot; raf ömrü incelenen sıvı solucan gübresi metodunu oluşturmaktadır. Deney, 3 ayda tamamlanmıştır.

5 kg katı solucan gübresi (Vk), 10 L sıcak suda çözülmüş 210 g KOH ile mekanik karıştırıcı yardımı ile 24 saat karıştırılmıştır. Şekil 3.7’de karıştırma aşaması gösterilmektedir. KOH’ın sıcak suda çözülmesi daha iyi sonuçlar almamıza neden olmuştur. 24 saatin sonunda karıştırma durdurularak dinlendirilmeye bırakılmıştır. Bir gün karanlık alanda ağzı kapalı olarak muhafaza edilen dinlendirilmiş sıvı

karışım, bir günün sonunda küçük gözenekli elekten geçirilmiştir. Birkaç kez tekrarlanan bu işlem sonucu büyük katı partiküller ortamdan uzaklaştırılmıştır. Sıvı kısmının içinde kalan çözünmez haldeki ince partiküller, 20 dk ve 4000 rpm'de santrifüjleme işlemine tabi tutulmuş süzüntü büyük krozelere aktarılarak 30 saat boyunca 55°C etüvde bekletilmiştir. Şekil 3.8'de 55°C etüvde bekletilen sıvı solucan gübresi görülmektedir. Numunelere ısı işlem uygulanmasının sebebi içerisindeki zararlı patojenleri yok ederek, ürünün kısa sürede bozulmasını engellemektir. Etüvde bal kıvamına ulaşan sıvılar tek bir kapta birleştirilerek karıştırılmış ve ardından 0,5 L pet şişelerde muhafaza edilmek üzere doldurulmuştur. Şekil 3.9'da sıvı solucan gübresi numunesinin şişelere konulmadan önceki hali gösterilmektedir. Bu sıvı solucan gübresi VSKOH olarak kodlanmıştır. VSKOH numunesinin raf ömrü incelemek amacı ile her on beş günde bir organik madde ve hümik ve fülvik asit tayinleri yapılmıştır. Yapılan tayinlerin sonuçları Çizelge 4.3-4.4'de verilmiştir. Sonuçlar piyasada yer alan Sıvı gübre numunelerinin içerdiği değerlerle karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.7. Olgunlaşmış katı solucan gübresinin sıcak KOH çözeltisi ile karıştırılması.



Şekil 3.8. Etüvde bekletilen VSKOH numunelerinin görünümü.



Şekil 3.9. KOH ilaveli sıvı solucan gübresi.

3.7. SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDE HÜMİK VE FÜLVİK ASİT TAYİNİ

Hümik ve fülvik asit yüzde miktarlarını belirlemek için 3 farklı deney prosedürü incelenmiştir. Deney 3'deki prosedürün daha uygun olduğuna karar verilmiştir.

3.7.1. Deney 1

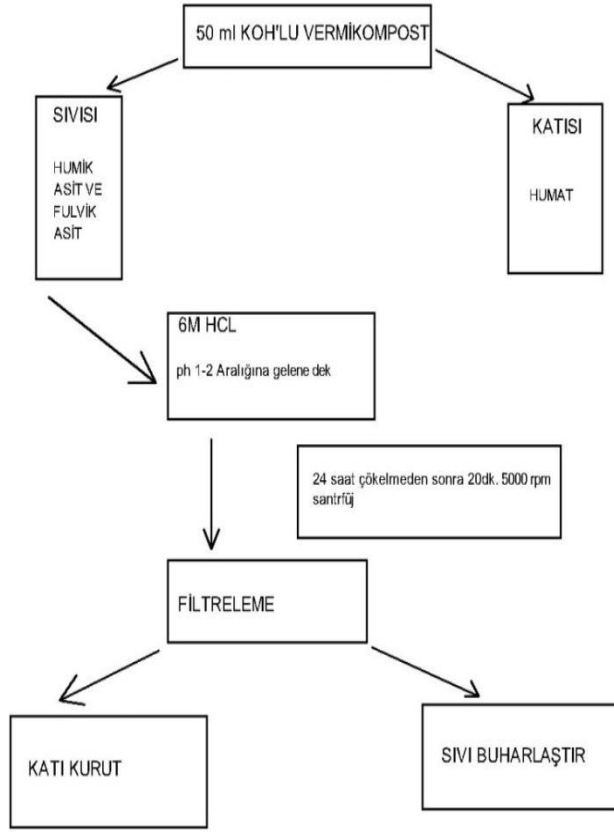
VSKOH olgunlaşmış sıvı solucan gübrelereinden 50 ml alınarak tekrar 50 ml KOH ile karıştırılıp pH değerleri ölçülmüştür.

Bu sıvı solucan gübre numunelerine 10 damla (pH 1-2 olana dek) 6 M HCl çözeltisi ilave edilmiştir. 24 saat çökmeye bırakılmıştır. Çöken numuneler ardından 25 dakika santrifüj (5000 rpm) edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra numunelere vakum filtreleme işlemi uygulanmıştır. Filtre kâğıdının üstünde kalan katı ve alta geçen süzöntü farklı kaplara alınmıştır. Katıda %hümik asit, sıvıda %fülvik asit tayini yapılmak üzere ayrılmıştır. Katı numune kurutulmak, sıvı olan numune de buharlaştırılmak üzere 70°C etüve koyulmuştur. Deneyin yapılışı Şekil 3.11’de şema halinde gösterilmektedir.

Etüvden alınan numunelerin hassas terazide son ağırlıkları ölçülmüştür. Ölçümler not edilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Şekil 3.10’da etüvden çıkan hümik ve fülvik asit gösterilmektedir.



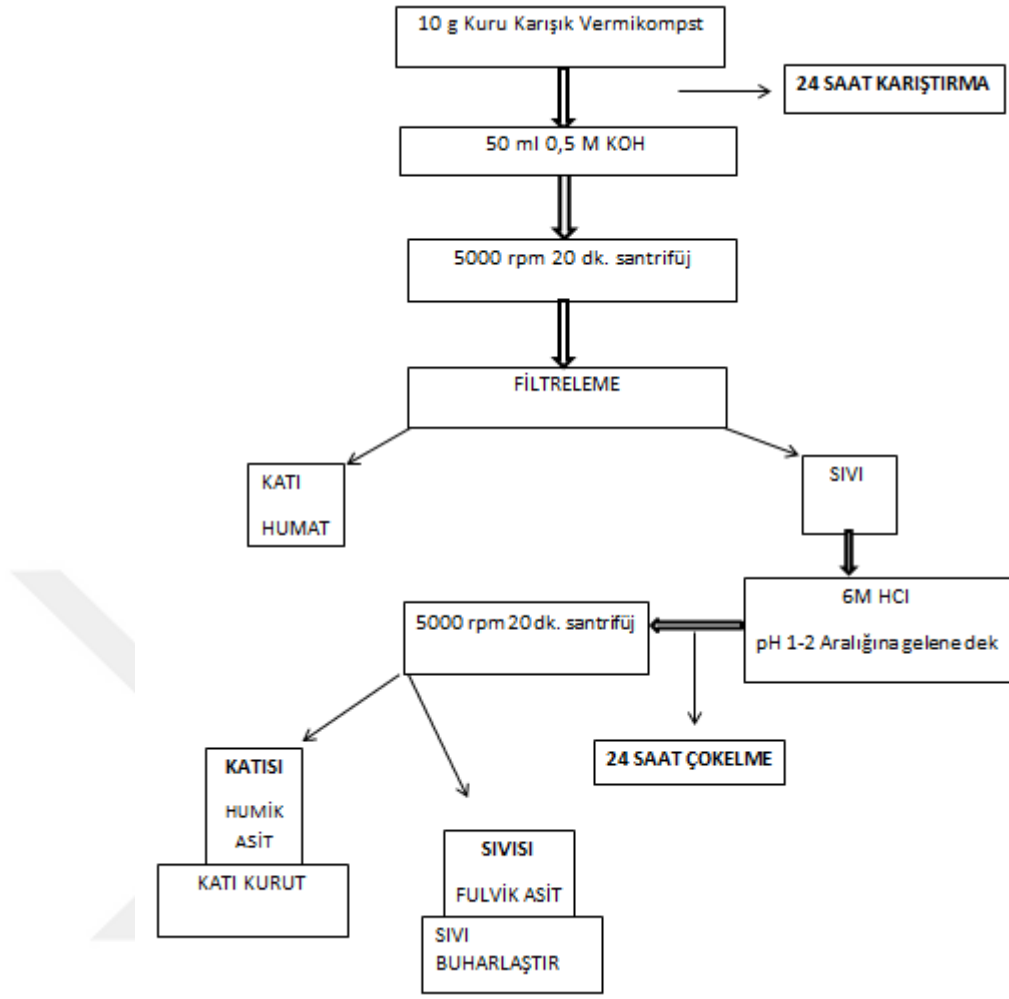
Şekil 3.10. a) Kurutulmuş hümik asit, b) Buharlaştırılmış fülvik asit.



Şekil 3.11. Deney 1'in şematik gösterimi.

3.7.2. Deney 2

10 g katı solucan gübresi (Vk), 50 ml 0,5 M KOH ile 24 saat karıştırılmıştır. Bir gün sonra 20 dakika santrifüj (5000 rpm) edilmiştir. Santrifüjden elde edilen sıvıya 6 M HCl çözeltisi (pH 1-2 olana dek) ilave edilmiştir. Ardından 24 saat çökmesi için bırakılmıştır. Çökeleğe tekrardan santrifüj ve filtreleme işlemi uygulanmıştır. Süzüntüler bir araya getirilerek 65°C etüvde çözücü uzaklaştırılmıştır. Çökelekte aynı şekilde kurutmak üzere 65°C etüve konulmuştur. Etüvden alınan numunelerin hassas terazide son ağırlıkları ölçülmüştür. Ölçümler not edilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Deneyin yapılışı Şekil 3.12'de şema halinde gösterilmektedir.



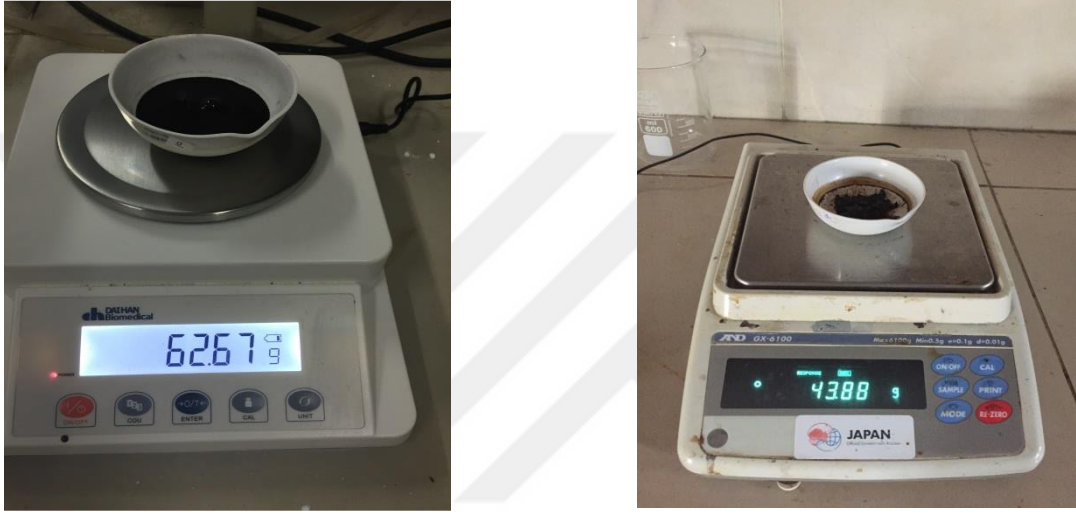
Şekil 3.12. Deney 2'nin şema gösterimi.

3.7.3. Deney 3

Hüyük ve fülvik asitin bir bütün halde toprağa yararı göz önüne alınarak, birbirinden ayırma işlemi yapılmaksızın birlikte hesaplanması ön görülmüş ve deney 3 buna göre planlanmıştır. Deney 3, Özkan 2008 TSE yöntemi dikkate alınarak yapılmış bir hüyük+ fülvik asit belirleme tayini olmuştur. Bu tayin KOH ilaveli sıvı solucan gübresi (VSKOH) üzerinde yapılmıştır.

Numunelerde piyasadaki sıvı solucan gübresi kıvamı yani akışkanlığı az vizkozitesi yüksek bir kıvam yakalanmak istenmiştir. Bu yüzden bir gün etüvde bal kıvamına gelen ve şişelere doldurulan sıvı numunelerden krozelere 20'şer gram koyulmuştur. Darası bilinen krozlerle birlikte 55°C'de 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan

numunenin nem ve hümik ve fülvik asit tayinleri yapılmıştır. Hümik ve fülvik asit; kuru ağırlığın toplam hümik fülvik asit ağırlığına bölünmesi ile bulunmuştur. İşlemler ikişer kez tekrar edilerek ortalamaları alınarak sonuçlar not edilmiştir. Hümik ve fülvik asit tayinleri bir buçuk ay boyunca her on beş günde bir tekrar edilmiştir. On beş günlük periyotlar sonunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar Çizelge 4.4 gösterilmektedir. Şekil 3.13'te VSKOH numunesinin ilk ve kurutulduktan sonraki halleri gösterilmektedir.



Şekil 3.13. a) VSKOH numunesi, b) Kurutulmuş VSKOH numunesi.

Hümik ve fülvik asit tayini tamamlanan numunelere 750°C fırında yakılarak organik tayinleri yapılmıştır. Tüm tayin sonuçlarından sonra değerler ticari değere sahip olan EKOSOL ve SÖLOMCAN firma ürünleri ile de karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneysel çalışma katı solucan gübresinin sulandırılması (Vs), solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılarak vermiwash üretimi (VB, VÇ, VM) ve KOH ilaveli sıvı solucan gübresi üretimi (VSKOH) olarak üç metot başlığı altında toplanmıştır. Bu üç metot arasından KOH ilaveli sıvı solucan gübresinin üretimi metodunun raf ömrü incelenmiştir.

4.1. XRF VE KİMYASAL ANALİZLERİN SONUÇLARI

XRF analizi için tüm sıvı numuneler önce etüvde kurutulmuş, katı halde preslenip analizi yapılmıştır. Numunelerin elementel, okside ve CaCO_3 değerlerine bakılmıştır. Her numune için iki adet analiz yaptırılıp ortalamaları alınmıştır. Sonuçlar EK A1-A.9'da yer almaktadır.

Kimyasal analizler için sıvı numuneler kurutulup ham sonuç olarak verilmiştir. Bazı analizler farklı bir araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiş, özellikle VSKOH'ın Hümik-Fülvik asit, organik madde tayini ise Karabük üniversitesi Kimya laboratuvarında yapılmıştır.

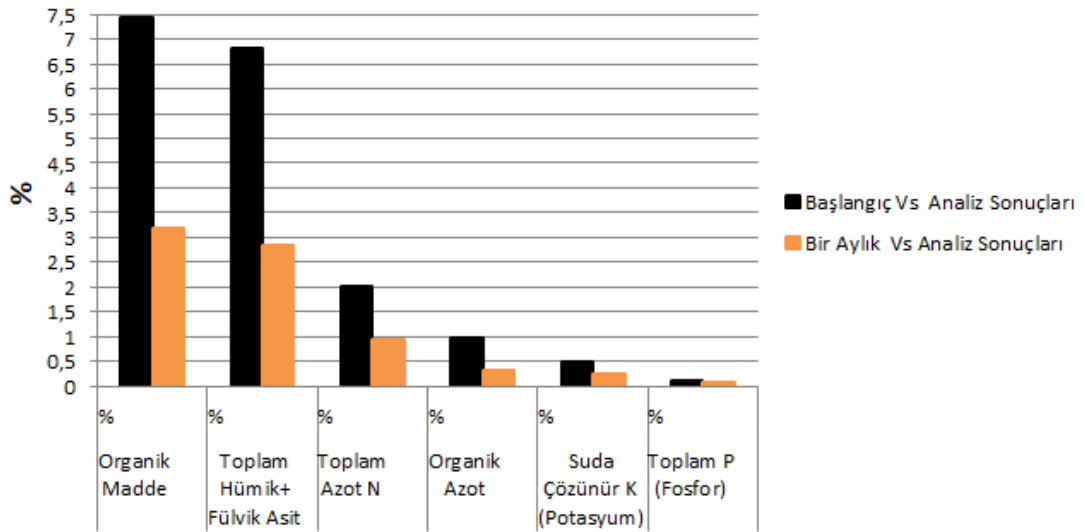
Katı gübre (Vk) ile Leachate' nin kimyasal analiz sonuçları sırasıyla Ek B.1 ve Ek B.2 de yer almaktadır.

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de Vs (sulandırılmış katı solucan gübresi) numunesinin başlangıç ve bir aylık süre içerisindeki değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Başlangıç ve bir aylık Vs sıvısı analiz sonuçları.

Örnek/Element	Birim	Başlangıç Vs Analiz Sonuçları	Bir Aylık Vs Analiz Sonuçları	% Fark
Organik Madde	%	7,42	3,17	57
Toplam Hümik+ Fülvik Asit	%	6,81	2,85	58
Toplam Azot N	%	2,00	0,94	53
Organik Azot	%	0,99	0,33	66
Suda Çözünür K (Potasyum)	%	0,48	0,26	46
Toplam P (Fosfor)	%	0,11	0,07	36

Vs sıvısının başlangıç ve bir aylık kimyasal analiz sonuçları



Şekil 4.1. Vs sıvısının başlangıç ve bir aylık kimyasal analiz sonuçlarının karşılaştırılması.

Şekil 4.1’deki grafik verilerimize göre; Vs sıvısının bir aylık bekleme sonucunda bütün değerlerin azaldığı görülmektedir. Başlangıç Vs sıvısının organik madde değeri %7.42’dir. Fakat bu değer bir ay içerisinde %5’in altına düşmüştür (%3.17). Tarım Bakanlığı 23.02.2018 tarihli ve 30341 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik Ek-1” şartnamesine [66] göre, organik madde

yüzdesinin %5'in altında olmaması gerekmektedir Yönetmelikte vurgulanan bu değer korunamamıştır. Toplam azot, suda çözünür potasyum ve toplam fosfor değerleri toplamı başlangıçta %1'in üzerinde çıkmasına rağmen bir ayın sonunda bu değer düşmüştür. Tarım Bakanlığının Yönetmeliğinde yer alan bu şart sadece başlangıçta sağlanmıştır. Bu metotla üretilen sıvının etki süresinin kısa olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sıvı çok kısa süre içerisinde kullanılması, topraktan veya yapraktan bitkiye nüfuz ettirilmesi gereklidir.

Aynı numunenin çekilen XRF sonucu (Çizelge 4.2) ile karşılaştırıldığında değerlerin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Başlangıç ve bir aylık Vs sıvısının XRF analiz sonucu.

Örnek/Element	Birim	Başlangıç	Bir Aylık
		Vs Analiz Sonuçları	Vs Analiz Sonuçları
Toplam C	%	8,14	10
Toplam N	%	2,9	2,7
P₂O₅	%	2,7	2,63
K₂O	%	2,2	2,18

XRF analizinde bulunan diğer elementlerin sonuçları Çizelge EK A.1-A.3 de yer almaktadır.

Çizelge 4.3'te solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılması metodunda, deney düzeneğinden 3 ay sonunda toplanan sıvı halde VB, VÇ, VM numunelerinin bir ay kapalı bir ortamda muhafaza edilmeden önce yapılan kimyasal analiz sonuçlarını yer almaktadır. Deneyin başlangıcında kullanılan leachate sıvısı analiz edilmiş ve VB, VÇ, VM yoğun sölom sıvılarıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca, besin maddelerinin değiştirilmesi durumunda (buğday unu, çay, mısır), solucan sıvısında bir değişiklik olup olmayacağı da tesbit edilmeye çalışılmıştır.

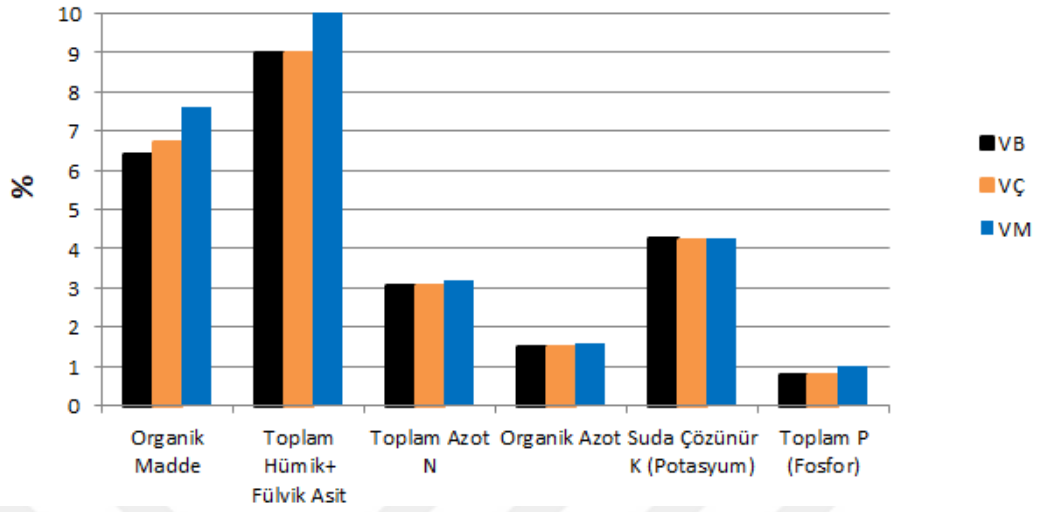
Çizelge 4.3. Sıvı VB-VÇ-VM numunelerinin üç aylık deney süresi sonunda kimyasal analiz sonuçları ve deney başlangıcı Leachate sıvısı sonucu.

Örnek/Element	Birim	VB	VÇ	VM	Leachate
Organik Madde	%	6,4	6,7	7,6	0,68
Toplam Hümik+ Fülvik Asit	%	9	9	10	0,66
Toplam Azot N	%	3,08	3,08	3,2	0,70
Organik Azot	%	1,50	1,50	1,57	0,56
Suda Çözünür K (Potasyum)	%	4,28	4,23	4,27	0,25
Toplam P (Fosfor)	%	0,8	0,8	1,0	0,21

Şekil 4.2’de grafik verileri; üç ay boyunca leachate sıvısıyla devir daim edildikten sonra kapalı kaplara konmadan evvel vermiwash sıvılarının yapılan analizidir. Leachate ile karşılaştırıldığında bir çok değerde artış görülmüştür. Solucan sölom sıvısının VB, VÇ, VM sıvılarına geçişi ile daha değerli bir sıvı gübre elde edilmiştir. Fakat kapalı kaplarda 1 ay bekletmek üzere raf ömrü incelenmesi planlanan bu üç vermiwash sıvı, 15 gün dolmadan kaplardaki yoğun gaz çıkışı ve yoğun kokuyla bozulmuşlardır. Bu nedenle analize gönderilmemişlerdir. Bunun sebebi olarak, vermiwash sıvı örneklerin kaplara konulmadan evvel içindeki katı kısımlardan ayırma işleminin hassas bir şekilde yapılmamış olmasıdır. Bu da raf ömrü uzatılmak istenen sıvı gübre numunelerinin çok iyi bir ayırmadan geçirilmesi gerektiğini gösterir. Zira ortamda dengeye girmemiş maddelerin varlığı bakterilerin de yardımıyla bozunmaya neden olmaktadır. Bu konunun daha iyi araştırılması gereklidir.

Grafikte üç numunenin karşılaştırılması yapıldığında, VM (vermikompost mısır) değerleri daha iyi çıkmıştır.

VB-VM-VÇ numunelerinin üç ay sonundaki kimyasal analiz sonuçları



Şekil 4.2. Sıvı VB-VM-VÇ numunelerinin üç aylık deney sonrası yapılan kimyasal analiz sonuçlarının karşılaştırılması.

Çizelge 4.3'deki değerler Çizelge 4.4'de yer alan XRF analizi sonuçları ile karşılaştırıldığında, kimyasal analizde bulunan sonuçlardan daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. VB, VÇ, VM numunelerinin XRF analiz sonuçları.

Örnek/Element	Birim	VB	VÇ	VM
Toplam C	%	11,8	11,2	12,5
Toplam N	%	3,4	3,8	3,7
P₂O₅	%	2,3	2,4	2,4
K₂O	%	8,5	5,5	6,7

XRF analizinde bulunan diğer elementlerin sonuçları EK A.4-A.6 de yer almaktadır.

Çizelge 4.5'da VSKOH (KOH ilaveli sıvı solucan gübresi) numunesinin kırk beş günlük zaman diliminde, her on beş günde bir yapılmış olan organik madde ve hüyük fülük asit değerleri verilmiştir. Ayrıca sıvı solucan gübresine ait pH aralığı ve gübrenin nem tayini de çizelgede gösterilmiştir. Çizelge 4.5'deki pH aralıklarına bakıldığında EKOSOL ve SÖLOMCAN katalog değerleri ile uyuyor olduğu

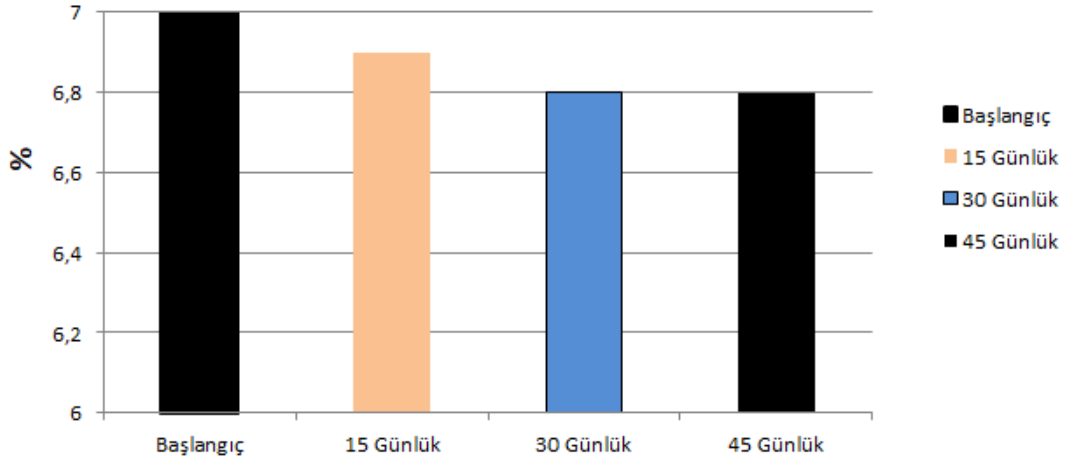
görülmektedir. Ticari değere sahip bu sıvıların pH aralıkları sırası ile 8,5-10,5 ve 8-9 olarak katologlarda yer almıştır [83,84].

Çizelge 4.5. VSKOH numunesinin başlangıç, on beş, otuz, kırk beş günlük kimyasal analiz sonuçları.

Örnek/Element	Birim	Başlangıç	15 Günlük	30 Günlük	45 Günlük
Organik Madde	%	7	6,90	6,80	6,80
Toplam hümik + fülvik asit	%	11,0	10,90	10,90	10,80
Nem	%	89,72	89,35	89,12	89,03
pH Aralığı	-	9-11	9-11	9-11	9-11

Numunede bulunan % organik madde miktarına göre çizilen Şekil 4.3'te, 23.02.2018 tarihli ve 30341 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik" şartnamesine uygun değerler bulunmuştur [66]. VSKOH numunesinin başlangıçta organik madde yüzdesinin %7 olduğu grafikte görülmektedir. Deney sonrası, bir buçuk aylık bekletme süresinde bu değer %5'in altına düşmemiştir. Sıvı solucan gübresi olarak kabul edilen ürünün başlangıçtaki toplam organik madde yüzdesi, ticari değere sahip EKOSOL ve SÖLOMCAM sıvı solucan gübresi kataloğunda yeralan değerlerden EKOSOL kataloğu ile paralellik gösterirken, SÖLOMCAN katalog değerinden %1 düşük çıkmıştır [83,84]. Değerlerde maksimum %0,50 kadar bir değişkenlik görülmektedir. Bu değerler ışığında, sıvı solucan gübresi sıvı halinin kırk beş günlük sürede organik madde miktarı için geçerli değerlerin altına düşmeyerek raf ömrünü korunmuş olduğu tespit edilmiştir.

VSKOH numunesinin % organik madde grafiği

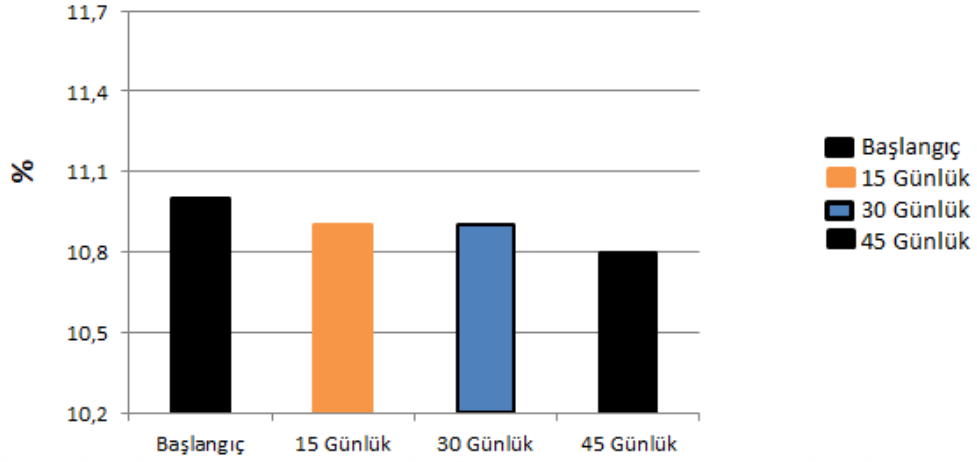


Şekil 4.3. VSKOH numunesinin kırk beş günlük sürede % organik madde değerindeki değişim.

Şekil 4.4'te toplam hümik ve fülvik asit yüzdesi değerleri verilmiştir. Başlangıç yüzdesi diğer günlere oranla daha yüksektir. Başlangıç yüzdesi ile 45 Günlük yüzde arasında %6,8'lik bir düşüş farkı oluştugu görülmektedir.

Şekil 4.4 grafik verilerimize göre; toplam hümik ve fülvik asit yüzdesi azalmıştır. Ayrıca çizelgede verilen nem tayini yüzdeleri ile toplam hümik ve fülvik asit yüzdeleri arasında bir korelasyon olduğu görülmektedir. Sıvı solucan gübresinde var olan nem oranı yüzdesi arttıkça toplam hümik ve fülvik asit yüzde değeri artmıştır. Hümik ve fülvik asit yüzdesinin daha yüksek değerlerde olabilmesi için sıvı numune, kurutma esnasında mümkün olduğunca fazla ısıl işlem görmelidir. Bu sayede neminden uzaklaştırılmış çok daha homojen bir yapıya sahip olacaktır.

VSKOH numunesinin % toplam hümik + fülvik asit grafiği



Şekil 4.4. VSKOH numunesinin kırk beş günlük sürede % hümik+fülvik asit değerindeki değişim.

Çizelge 4.6'da VSKOH numunesinin, başlangıç ve kırk beş günlük karanlık ortamda kapalı şekilde bekleme sonucu yapılan XRF analizi değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu çizelgelere ait grafikler Şekil 4.5-4.7'de yer almaktadır.

Çizelge 4.6. VSKOH numunesinin XRF analiz sonuçları.

ELEMENTLER	BİRİM	VSKOH	VSKOH
		Başlangıç	45 Günlük
Toplam C	%	12.0886	9.9481
Toplam N	%	2.7561	2.5991
P₂O₅	%	2.4158	2.2860
K₂O	%	46.3229	46.1143

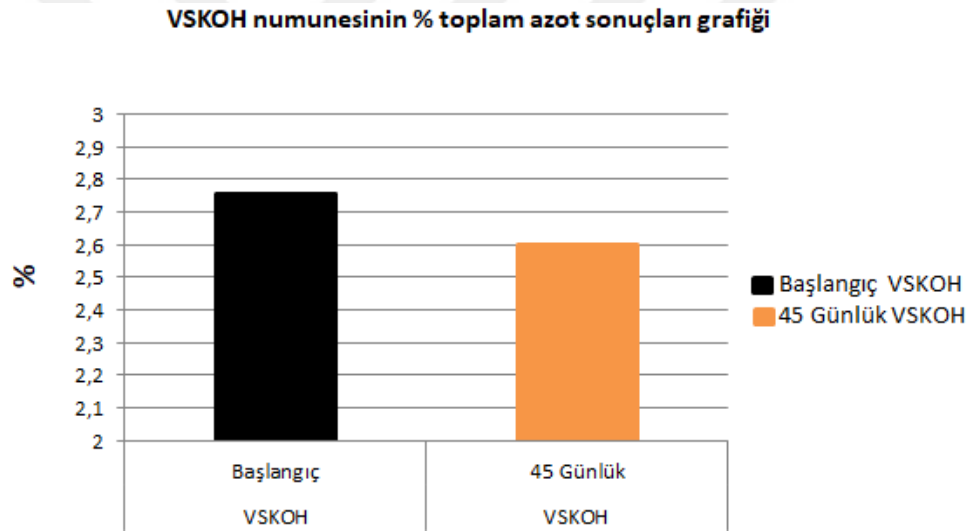
XRF analizinde bulunan diğer elementlerin sonuçları Çizelge EK A.7-A.9 de yer almaktadır.

Çizelge 4.6, VSKOH numunesinin başlangıç ve 45 Günlük değerleri temel besin içerikleri açısından değerlendirildiğinde, yüksek seviyede olduğu, Çizelge EK A.7 ve A.8 de yeralan diğer elementlerin de yeterli seviyede olduğu görülmüştür. Bu değerlendirme; Tarım Bakanlığının 23.02.2018 tarihli ve 30341 Sayılı Resmi

Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik Ek-1” şartnamesinde yer alan gübrede bulunması gereken mineral içeriğinin isteğe bağlı verilenbileceği maddesibe göre yapılmıştır [66].

Barley (1961) tarafından katı gübrenin içerisindeki besin elementlerinin özellikle N, K ve P bitki tarafından direkt alınabilir formda olduğu açıklanmıştır.

Şekil 4.5’deki verilere bakıldığında %2,75 ile %2,60 gibi yüksek azot yüzdeleri tespit edilmiştir. Grafik verilerimize göre; başlangıç ve kırk beş günlük toplam azot yüzdesi sonuçları arasında sadece %5,45’lik bir düşüş farkı olduğu görülmektedir [85].



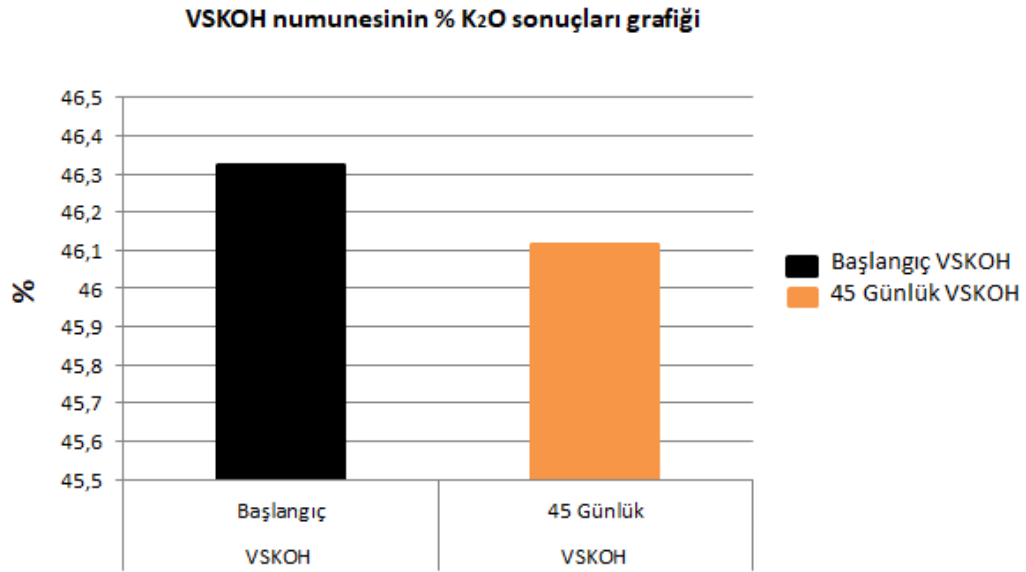
Şekil 4.5. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş günlük toplam azot yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması.

Çalışmamızda, Sıvı solucan gübresi toplam azot yüzdesi, ticari değere sahip EKOSOL ve SÖLOMCAM sıvı solucan gübresi kataloğunda yer alan toplam azot yüzdesinden daha yüksek çıkmıştır [83,84]. Bu her iki katalogdaki toplam azot yüzdesi %1 değerini göstermektedir.

Çizelge 4.6 daki potasyum oksit değerlerine bakıldığında; sıvı gübre sonuçlarının katı gübre sonuçlarından daha düşük çıkacağı görüşüne zıt olarak bizim potasyum

değerlerimiz birçok katı gübre sonuçlarının üzerinde çıkmıştır. Bunun sebebi, deney sırasında ilave edilen KOH' in etkisinden kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.6'deki grafik verilerine göre; potasyum oksit yüzdesinin başlangıç ve kırk beş günlük sonuçları karşılaştırıldığında %0,45'lik bir düşüş farkı olduğu görülmektedir.



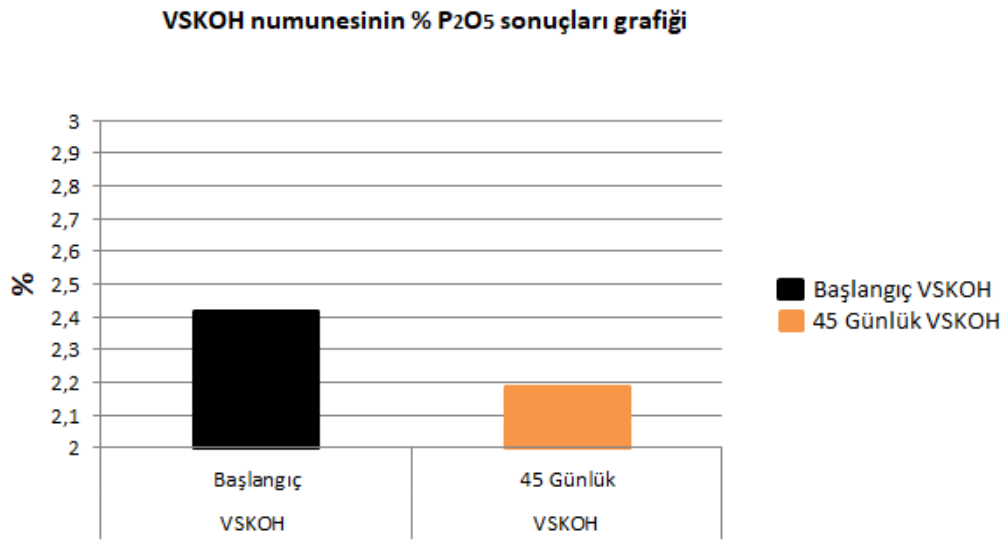
Şekil 4.6. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş gün sonraki K₂O sonuçlarının karşılaştırılması.

Hınıslı (2014) çalışmasında katı gübre denemesinde topraktaki potasyum değerini 391.984 kg/da gibi oldukça yüksek bir değerde bulmuştur. Besinler üzerindeki etkilerinin ise %7,19'larda olduğunu tespit etmiştir. Potasyum, fosfor ve azotun kıvrıcık marul bitkilerinde olumlu etkisini gözlemlemiştir.

Çizelge 4.6'ya göre çizilen grafiklere genel olarak bakıldığında, Tarım Bakanlığının 23.02.2018 tarihli ve 30341 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik Ek-1" şartnamesine uygun değerler elde edilmiştir [66]. Sonuçlarımız, Yönetmeliğin "toplam N, K ve P yüzdesi en az %1 içermelidir" şartının çok üzerinde çıkmıştır.

Organik sıvı solucan gübresi şartlarını sağlayan VSKOH ürünümüzün N, P ve K değerleri bir buçuk aylık bekleme süresince de yönetmelik değerlerinin altına düşmemiştir.

Şekil 4.7 de fosfor pentoksitin 45 Günlük bekleme süresince değişimi yer almaktadır. Grafik verilerine göre; sıvı gübrede fosfor pentaoksit yüzdesi sonuçları başlangıç ile kırk beş günlük sonuçlar arasında %5,30'luk bir düşüş farkı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.7. VSKOH numunesinin başlangıç ve kırk beş gün sonraki P₂O₅ sonuçlarının karşılaştırılması.

Arancon (2003) çalışmasında, katı gübrede toplam fosfor değerinin %2,7 den daha düşük olduğunu bulmuştur.

Çizelge 4.5 ve ve Çizelge 4.6 ya genel olarak bakıldığında, Tarım Bakanlığı 23.02.2018 tarihli ve 30341 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik Ek-1” şartnamesine uygun değerler elde edilmiştir [66]. Yönetmelik içeriğinde, potasyum oksit (K₂O) ve toplam fosfor pentaoksit (P₂O₅)’ in isteğe bağlı beyan edilebileceği belirtilmektedir. EKOSOL ve SÖLOMCAN kataloglarında sıvı gübrede olması gereken içerikler kısımlarında oksitli değerlere yer verilmemiştir [83, 84].

4.2. KOH KULLANILARAK SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİM METODUNDA TESPİT EDİLEN SONUÇLAR

KOH kullanılarak elde edilen deney numuneleri, 500 mikron boyutlarında küçük eleklerden geçirilmektedir. Sıvılar ne kadar çok katı maddelerden uzaklaştırılırlarsa elde edilecek olan sıvının hümik ve fülvik madde miktarı o kadar fazla çıkmaktadır.

KOH kullanılan numunelerin sıvı kıvamları piyasada var olan doğal sıvı solucan gübresi kıvamına yakındır. Numunelere KOH ilavesiyle ortamda bulunan metaller arasında şelatlaşma olayı gerçekleşmektedir. Şelat oluşumu, metallerin yararlı formaya dönüşmelerini engelleyerek bitki tarafından daha kolay şekilde kullanılmasını sağlar.

Hümik asitin rengi genellikle kahverengidir. Sıvı numunelerimizde de kahverengi renk hakim olmuştur. KOH'li numunelerimizde, bir buçuk aylık süre zarfında numunelerde renk değişimi gözlemlenmemiştir [76].

Hümik asit bozulması ana nedenlerinden biri ışıktır. Hümik asitlerin toprak altında yarılanma ömürleri en az on yıldır. Elde edilen sıvı numuneler hiçbir şekilde güneş ışığı görmemiştir. Numune içerisinde var olan bakteriler güneş ışığı teması ile çok çabuk reaksiyon verir ve bozulma çok daha hızlı gerçekleşir [76].

KOH kullanılan deneyler, sıcak su kullanılarak yapılmıştır. Bu durumun iki önemli sebebi vardır. Bunlardan biri, mevcut katı solucan gübresinin sıcak suda daha hızlı çözünmesi, diğeri ise katı solucan gübresi içerisinde var olan zararlı patojenlerin belirli sıcaklıklar altında yok olmasıdır.

KOH kullanılarak üretilen sıvı solucan gübresinin bazı bitkilere olumlu etkileri olurken bazı bitkilere de yan etkileri olabilir. KOH'li yapıyı seven bitkiler tesbit edilip KOH içerikli sıvı solucan gübresi bitkiye uygulanırsa daha olumlu etkileri gözlemlenebilir. Bu konuyla ilgili geniş çaplı bir araştırma yapmamakla beraber deneysel süreç esnasında çim ve bazı saksı bitkilerinde bu olumlu etkileri gözlemlenmiştir.

Katı solucan gübresinin sulandırılması ile solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılarak vermiwash üretimi metotları, KOH ilaveli sıvı solucan gübresi üretimi metodundan önce uygulamış olduğumuz metotlardır. Bu metotlar sıvı solucan gübresi raf ömrünün uzatılması noktalarında çalışmamıza ışık tutan nitelikte çalışmalar olmuştur. KOH ilaveli sıvı solucan gübresi metodunda baz içerikli madde olan KOH kullanılmıştır. KOH maddesinin çözünürlüğü artırıcı özelliği sayesinde, katı solucan gübresinde var olan hümik ve fülvik asitlerin sıvıya geçişini kolaylaştırmaktadır. Yapılmış olan üç deneyden KOH ilaveli sıvı solucan gübresinin organik madde ve hümik ve fülvik asit değerleri buna paralel olarak daha tatminkar sonuç vermiştir.

Deneyleerde, hümik asit ayrıştırılırken KOH'li sıvıdan katı kısmın santrifüjlemeyle bile zor ayrıldığı gözlemlenmiştir. Ticari amaçla sıvı solucan gübresi üretilirken yapılması gereken en önemli husus, sıvı hale getirilmiş olan karışımın sırası ile küçük mikron çaplı eleklerden, ardından dekantörlerden ve sonunda santrifüj seperatörden geçirilerek içerisindeki istenmeyen maddelerden büyük çoğunlukla uzaklaştırılmasıdır. Anca bu şartlar altında raf ömrü yüksek bir sıvı solucan gübresi elde edilebileceği söylenebilir.

4.3. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ ESNASINDA HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ

Deney ortamını havalandırma esnasında belli bir hava basıncı uygulanmamıştır. Basınc artırılması durumunda, solucanların fazla havadan etkilenip tek bir bölgeye toplandığı gözlemlenmiştir. Bu nedenden dolayı, hava mümkün olduğunca solucanları rahatsız etmeyecek şekilde ayarlanmıştır.

Havalandırma, düzenekler içerisindeki gübrelerde var olan solucanların hareket kabiliyetlerini artmıştır. Sistemin havalandırılması kesilmediği sürece, yem verilmeksizin solucanlar üç ay boyunca ortamda hayatta kalabilmektedirler.

Havalandırma sıvı solucan gübresinin fermentasyonuna (sıvının dengeye ulaşması) yardımcı olarak, kokunun oluşmasını engellemiştir.

4.4. SIVI SOLUCAN GÜBRESİ ÜRETİMİ ESNASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR



Şekil 4.8. Sıvı solucan gübresinin elenmesi.

Şekil 4.8’de katı solucan gübresinden elde edilen sıvı solucan gübrelerinin ilk ayırma işlemi gösterilmektedir. Sıvı solucan gübrelerinin eleme ve ayırma işlemi ile solucanların sindirim sisteminden geçemeyen katı partiküller de ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Aynı zamanda eleme ile sıvılar az da olsa kıvam kazanmaktadır. Güçlü elemeler ve akabinde yapılan santrifüjleme ile sıvı kısımdan katı kısmı ayırma işlemi, sıvı solucan gübresinin elde edilmesinde uygulanması gereken temel işlemlerdir.

4.5. BAKTERİLERİN SIVI SOLUCAN GÜBRESİNDEKİ İŞLEVSELLİĞİ

Çizelge 4.7’de 1 gün boyunca kapalı kaptaki bekletilen Vs sıvı numunesi içerisinde yer alan bakteri sayımı yapılmıştır. Burdan çıkan sonuca göre bakteri sayısının normal değerler içinde kaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.7. Bir gün bekleyen Vs numunesine ait bakteri sayımı.

Örnek No	Bakteri (cfu/ml)x10 ⁵	Referans değer (30-300x10 ⁵ cfu/ml)
1	72	30-300
2	75	30-300
3	77	30-300

KOH ilaveli sıvı solucan gübresi metodu esnasında santrifüjle elde edilen sıvıya 55°C ısı işlem uygulanmıştır. Bu işlem uygulanarak, sıvı solucan gübresin içerisindeki bazı zararlı patojenler yok edilmektedir. Fakat sıcaklığın 60°C'yi geçmemesi gereklidir. Yüksek sıcaklıkta, sıvı solucan gübresine dahil olan sölom sıvısı ve bir kısım faydalı olan enzimler bozulmaktadır.

Katı solucan gübresinin sulandırılması ve solucan sölom sıvısının yoğunlaştırılarak vermiwash üretimi metotlarından elde edilen sıvı numuneleri kapalı alanda muhafaza edilirken, kabın kapaklarından basınçlı gaz çıkışları gözlemlenmiştir. Kapakları açılan sıvıların bulunduğu kaplarda aynı zamanda yoğun bir kokunun hakim olduğu hissedilmiştir. Bu gaz çıkışının sebebinin sıvının içerisindeki fermente olayının durmamasından kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. Fakat, KOH ilaveli sıvı solucan gübresi numunelerinde böyle bir gaz çıkışı gözlemlenmemiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Sağlıklı bir bitki gelişimi için; toprak yeterli ve dengeli düzeylerde bitki besin elementlerini, organik maddeleri ve hümik fülvik asitleri barındırmalıdır. Sıvı solucan gübresinin raf ömrünün uzaması ile organik madde, hümik ve fülvik asit miktarı arasında bir ilişki bulunmaktadır.

Sıvı solucan gübresi bitkinin mikro-elementlerini dengeleyerek daha sağlıklı, daha üretken ve raf ömrü daha uzun olan ürünler veren bir bitki elde edilmesini sağlar. Sıvı solucan gübresi aynı zamanda toprağın daha fazla besin almasını ve bünyesinde tutmasını sağlar.

Kimyasal gübreler toprakta asitliğe neden olabilecek bazı zararlı içerikler içerirken, sıvı solucan gübresi topraktaki yararlı mikroorganizmaların büyümesini teşvik ederek uzun süren bir verimlilik sağlamaktır. Sıvı solucan gübresi her türlü açık ve kapalı tarımsal faaliyette kullanılabilir.

Çalışmamızda; katı solucan gübresinin sulandırılması metoduyla, (Vs), yoğunlaştırılmış solucan sölom sıvısı (Vermiwash) üretim metoduyla, (VB, VÇ, VM) ve KOH ilavesi yapılarak sıvı solucan gübresi (VSKOH) numuneleri oluşturulmuştur.

Katı solucan gübresinin suda bırakılması yani Vermikompost tea (solucan gübresi çayı) olarak da bilinen sıvı örnekleri tam olgunlaşmamış ürünleri içerdiğinden raf ömrü kısa süreli ürünlerdir. Solucan gübresi taban suyu (leachate), vermicompost tea ile benzer özellikte bir sıvıdır. İçinde solucanların da bulunduğu katı gübrenin, suyla ıslanması sonucu tabandan sızan sıvıların toplanması ile elde edilen bu sıvı da kısa raf ömrüne sahiptir. Analiz sonuçlarımızda değerler düşük çıkmıştır. Leachate ve

Vemicompost tea tam olgunlaşmamış ürün iken Vermiwash olgunlaşmış bir ürün olduğundan diğerlerine göre daha uzun ömürlüdür. Vermiwash (solucan yıkama suyu), solucanın sölom sıvısını maksimum miktarda içinde bulunan bir sıvı olduğundan oldukça değerli bir sıvı gübre eldesini sağlamıştır. VSKOH ise bir aylık sürede toplam azot ve karbon, fosfor pentaoksit, potasyum oksit, organik madde, hümic ve fülvik asit değerleri fazla değişmeden raf ömrünü korumuştur.

Toplam azot, suda çözünür potasyum oksit ve toplam fosfor pentaoksit değerleri toplamı bütün numunelerin hepsinde %1'in üzerinde çıkmıştır.

Organik maddenin en az %5 olma kaydı bütün numunelerde sağlanmıştır.

Yönetmelikte, Hümic ve fülvik asit için herhangi bir sayısal değer verilmemekle beraber Leachate hariç genellikle 1 aylık bekleme öncesi 6,8-11 arasında, 1 ay bekleterek raf ömrü inceleme sonrasında 2,85-10 aralığında sonuçlar elde edilmiştir.

Deney ortamına hava verilmesi sonuçların daha iyi olmasını sağlamıştır.

KOH ilaveli sıvı solucan gübresi üretiminde KOH kullanılması bazı faydalar sağlamıştır. Fülvik asit KOH gibi bir alkali ile reaksiyon vererek metal tuzlarını yani humatları oluşturur. Hümic asit metal tuzları, suda çözünür haldedirler. Bu nedenle KOH ilavesi yapılarak hümic asitin sıvı gübrede bir takım süzme ve dekantasyon işlemleri sırasında ortamdan uzaklaşmasına engel olunmuştur. Fülvik asitler ise küçük yapıları olmalarından dolayı suda çözünür halde bulunmaktadır.

Deneylemimizin sonucunda tam olgun halde elde ettiğimiz sıvı solucan gübresi numunemiz, VSKOH'tır ve bu ürün bir ayın üstünde raf ömrüne sahiptir. Bu ürünün organik azot, toplam azot ve toplam fosfor, organik madde, hümic ve fülvik asit değerleri de Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının hazırladığı Yönetmelikte yer alan en az bulunması gerekli miktarlar içinde yer almıştır.

Sıvı solucan gübresinin raf ömrünün uzatılması için; ayırma ve kurutma işleminin doğru yapılması, içinde bulunan kil ve çözünür olmayan humin maddelerin ortamdan uzaklaştırılması gereklidir.

Sıvı solucan gübresinin raf ömrü içerisindeki safsızlıklardan arındırılabilirdiği ve numune ısıl işleminin uygun sıcaklığı ayarlanılabildiği ölçüde uzayabilecektir. Ayrıca sıvılar karanlık ve sıcak olmayan bir ortamda muhafaza edilmelidir.



KAYNAKLAR

1. Benítez, E., Nogales, R., Masciandaro, G., and Ceccanti, B., "Isolation by isoelectric focusing of humic-urease complexes from earthworm (*Eisenia fetida*)-processed sewage sludges", *Biology And Fertility Of Soils*, 31 (6): 489–493 (2000).
2. Arancon, N. Q., Lee, S., Edwards, C. A., and Atiyeh, R., "Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants", *Pedobiologia*, 47 (5–6): 741–744 (2003).
3. Nurhidayati, N., Machfudz, M., and Murwani, I., "Direct and residual effect of various vermicompost on soil nutrient and nutrient uptake dynamics and productivity of four mustard Pak-Coi (*Brassica rapa* L.) sequences in organic farming system", *International Journal Of Recycling Of Organic Waste In Agriculture*, 7 (2): 173–181 (2018).
4. Zaller, J. G., "Foliar Spraying of Vermicompost Extracts: Effects on Fruit Quality and Indications of Late-Blight Suppression of Field-Grown Tomatoes", *Biological Agriculture & Horticulture*, 24 (2): 165–180 (2006).
5. Çakmakçı, R. ve Erdoğan Ü., "Organik Tarım", *Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu*, Ders Yayınları No:2, Erzurum (2005).
6. Erşahin, Y.Ş., "Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri", *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 99-107 (2007).
7. Despommier, D. D., "The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century", *Macmillan*, 321 (2010).
8. Edwards, C. A. and Bohlen, P. J., "Biology and Ecology of Earthworms", *Springer Science & Business Media*, 448 (1996).
9. Buckerfield, J.C. ve Webster, K.A., "Worm worked waste boosts grape yields prospects for vermicompostuse in vineyards. Australia and New Zealand Wine Industry Journal, 13, 73-76. (1998).
10. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., and Lucht, C., "Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field", *Pedobiologia*, 49 (4): 297–306 (2005).
11. Azarmi, R., Giglou, M. T., and Taleshmikail, R. D., "Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field", *African Journal Of Biotechnology*, 7 (14): 2397-2401 (2008).

12. Atiyeh, R. M., Domínguez, J., Subler, S., and Edwards, C. A., "Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth", *Pedobiologia*, 44 (6): 709–724 (2000).
13. Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., ve Yaşın, S., "Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi toprak verimliliği üzerine etkileri", *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28 (1): 56-69 (2011).
14. Barley, K.P., "Plant nutrition levels of vermicast. Advances in Agronomy", 13: 251 (1961).
15. Logsdon, G., "Worldwide Progress in Vermikomposting", *Biocycle*, (1994).
16. Warburton, K. and P. Pillai-McGarry., Executive Summary of InFoRM (2000). Integrated biosystems and sustainable development The University of Queensland. Integrated biosystems for sustainable development Proceedings of the InFoRM 2000 National Workshop on Integrated Food Production and Resource Management. Edited by Kev Warburton Usha Pillai-McGarry, Deborah Ramage (2002).
17. Dominguez, J. and Edwards, C., "Relationships between Composting and Vermicomposting", Vermiculture Technology, *CRC Press*, 11–25 (2010).
18. Domínguez, J., Aira, M., and Gómez-Brandón, M., "Vermicomposting: Earthworms Enhance the Work of Microbes", Microbes at Work, *Springer Berlin Heidelberg*, Berlin, Heidelberg, 93–114 (2010).
19. Frederickson, J., "Vermicomposting trial at the worm research centre" Part 1- Technical evaluation. 1st Edn. Integrated Waste Systems, *Open University*, (2002).
20. Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Talcott, S. T., and Krenek, K. A., "Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser", *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 89 (14): 2383–2392 (2009).
21. Ingham E.R., "The compost tea brewing manual", 5th ed., *Corvallis, Oregon*, (2005).
22. Ismail, S.A., "Vermicology: The Biology of Earthworms", *Orient longman Press, Hyderabad 92 pp* (1997).
23. Quaik, S. and Ibrahim, M. H., "A Review on Potential of Vermicomposting Derived Liquids in Agricultural Use", 3 (3): 6 (2013).

24. Chaichi W., Djazouli Z., Zebib B. & Merah O., "Effect of Vermicompost Tea on Faba Bean Growth and Yield" , Pages 279-285 (2018).
25. Praveena, D.K., and Narayan, R.P, "Compost teas - an organic source for crop disease management", *Int. J. Innov. Biol. Res.*, 2: 51-60 (2013).
26. Suthar, S., "Evidence of plant hormone like substances in vermiwash: An ecologically safe option of synthetic chemicals for sustainable farming", *Ecological Engineering*, 36 (8): 1089–1092 (2010).
27. Suthar, S., "Pilot-scale vermireactors for sewage sludge stabilization and metal remediation process: Comparison with small-scale vermireactors", *Ecological Engineering*, 36 (5): 703–712 (2010).
28. Gaskell, M. and Smith, R., "Nitrogen Sources for Organic Vegetable Crops", *HortTechnology*, 17 (4): 431–441 (2007).
29. Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., and Gómez-Sánchez, M. Á., "Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens", *Scientia Agricola*, 75 (5): 400–409 (2018).
30. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Atiyeh, R., and Metzger, J. D., "Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers", *Bioresource Technology*, 93 (2): 139–144 (2004).
31. Kantarcı, M.D., "Toprak İlimi", *İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı*, İ Ü Yayın No. 4261, *Orman Fakültesi* Yayın No.462: 420 (2000).
32. Fageria, N.K., "The Use of Nutrients in Crop Plants", *CRC Pres*, Boca Raton, Florida, New York (2009).
33. Çepel, N., "Toprak ilmi", İÜ Yayın No 3945, *Orman Fakültesi* Yayın No: 438 (1996).
34. Aktaş, M. ve Ateş, A., "Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları", *Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara* (1998).
35. Foth, H.D., "Fundamentals of soil science", 8th ed., (1990).
36. Plaster, E. J., "Soil Science & Management", 5th ed. Ed., *Clifton Park, NY: Delmar* (2009).
37. Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı, S., ve Paslı, N., "Ekoloji – II (Toprak)" *Başkent Klise Matbaacılık*, Kızılay-Ankara (2001).
38. McCauley, A., Jones, C., and Jacobsen, J., "Nutrient Management", *Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service*, 4449 (9): 1-16 (2009).

39. Brady, N. C., "The Nature and Properties of Soils", *Macmillan Publishing Company Incorporated*, 628 (1990).
40. Kacar, B., ve Katkat, V., "Bitki Besleme", 5. Baskı, *Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti*, Kızılay-Ankara (2010).
41. Gardiner, D.T., and Miller, R.W., "Soils in Our Environment", 11th Edition, *Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill*, New Jersey, USA (2008).
42. Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., ve Kaptan, H., "Toprak Bilimi", 5. Baskı, *ÇÜ Ziraat Fakültesi* Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, Adana (2001).
43. Güzel, N, Gülüt, K.Y., ve Büyük, G., "Toprak Verimliliği ve Gübreler", *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi* Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana (2004).
44. Jones, C., and Jacobsen, J., "Plant Nutrition and Soil Fertility", *Nutrient management module 2. Montana State University Extension Service*. Publication, 4449-2 (2001).
45. Begon, M., Townsend, C.R., and Harper, J.L., "Ecology from Individuals to Ecosystems", 4th Edition, *Oxford*, Blackwell, UK (2006).
46. Epstein, E., and Bloom, A., "Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives", 2nd Edition, *Sunderland*, Mass: Sinauer Associates, USA (2005).
47. Fong, S. S., Seng, L., Majri, N. B., and Mat, H. B., "A comparative evaluation on the oxidative approaches for extraction of humic acids from low rank coal of Mukah, Sarawak", *Journal Of The Brazilian Chemical Society*, 18 (1): 34-40 (2007).
48. Zhimang, G., Xiaorong, W., Xueyuan, G., Jing, C., Liansheng, W., Lemei, D., and Yijun, C., "Effects of fulvic acid on the bioavailability of rare earth elements and GOT enzyme activity in wheat (*Triticum aestivum*)", *Center Of Material Analysis, Nanjing University, Chemosphere*, 44 (4): 545-551 (2001).
49. Dong, L., Córdova-Kreylos, A. L., Yang, J., Yuan, H., and Scow, K. M., "Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification", *Soil Biology And Biochemistry*, 41 (8): 1612-1621 (2009).
50. Yiğit, F., and Dikilitaş, M., "Effect of humic acid applications on the root-rot diseases caused by *fusarium* spp. in tomato plants", *Plant Phatolohy Journal*, 7 (2): 179-182 (2008).
51. Pılanali, N., "Çileğin meyve rengi ile farklı formlarda uygulanan hümik asit ve toprağın bazı bitki besin maddesi kapsamları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 12 (1): 1-5 (2002).

52. Wang, W., Yang, H., Wang, X., Jiang, J., and Zhu, W., "Effects of fulvic acid and humic acid on aluminum speciation in drinking water", *Journal Of Environmental Sciences*, 22 (2): 211–217 (2010).
53. Metzger, L., "Humic and fulvic acids: The black gold of agriculture?", *New AG International*, 22-34 (2010).
54. Stevenson, F.J., "Humus chemistry: genesis, composition, reactions", *Wiley-Interscience*, New York (1982).
55. Özdemir, A., "Linyitlerden hümik asit ve fülvik asit üretimi", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 26 (2011).
56. Özkan, S., "Türk linyitlerinde hümik asit ve gübre yönetimi", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2007).
57. Özkan, A., "Hümik asit içeren toprak düzenleyicilerin hümik asit kapsamalarının uygun yöntemlerle belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2008).
58. Dekker, J., and Cronje, I., "Recovery of humic acids", *US Patent 5.004.831*, (1991).
59. Pehlivan, E. ve Arslan, G., "Comparison of adsorption of young brown coals and humic acids prepared from different coal mines in Anatolia", *Journal of Hazardous Materials*, 10: 27-52 (2006).
60. Hemati, A., Alikhani, H. A., Marandi, G. B., and Mohammadi, L., "Assessment of the Possibility of Humic Acid Extraction from Vermicompost with Urea", *Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment*, *Springer Netherlands*, Dordrecht, 225–228 (2013).
61. Camiren, Ö., Karagüzel, C., Aydın, A., "Effect Of Physical Pre-Enrichment On Humic Substance Recovery From Leonardite", *Department of Mining Engineering, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya*, 53 (1): 502-514 (2016).
62. Mengesha, W. K., Powell, S. M., Evans, K. J., and Barry, K. M., "Diverse microbial communities in non-aerated compost teas suppress bacterial wilt", *World Journal Of Microbiology And Biotechnology*, 33 (3): 49 (2017).
63. Tutar, U., "EISENIA FETIDA türü toprak solucanlarından elde edilen farklı ekstraların bitki patojenleri üzerindeki antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin araştırılması", Doktora Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, Tokat (2012).
64. Boran, D., "Farklı ısıl teknikleri uygulanmış solucan gübresinin kalite parametrelerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2015).

65. Kaur, P., Bhardwaj, M., and Babbar, I., "Effect of vermicompost and vermiwash on growth of vegetables", *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 3 (4): 9-12 (2015).
66. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, "Tarımda kullanılan organik, organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal, enzim içerikli ve organik kaynaklı diğer ürünlerin üretimi, ithalatı, ihracatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik", *23 Şubat Resmî Gazete Yönetmelik*, EK-1 ve EK-4 (2018).
67. Kandari, L. S., "Effect of Vermicompost Leachate on Biomass and Antibacterial Properties of Five Bulbous Medicinal Plants: A Case Study From KwaZulu Natal, South Africa", *Iranian Journal Of Science And Technology, Transactions A: Science*, 42 (3): 1049–1056 (2018).
68. Gutiérrez-Miceli, F.A., García-Gómez, R. C., Oliva-Llaven, M. A., Montes-Molina, J. A., & Dendooven, L., "Vermicomposting leachate as liquid fertilizer for the cultivation of sugarcane" , *Journal of Plant Nutrition*, 40: (1) 40-49 (2017).
69. Gutiérrez-Miceli, F. A., Oliva-Llaven, M. A., Mendoza-Nazar P. M., Sesma, B. R., A Ivarez-Solis J. D., Dendooven, L., " Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish", *Journal of Plant Nutrition*, 34 (11): 1642–1653 (2011).
70. Warburton, K., and Pillai-McGarry, P., "Integrated Biosystems for Sustainable Development " , *Proceedings of the Inform 2000 National Workshop on Integrated Food Production and Resource Management*, Brisbane, Australia: University of Queensland, 9–16 (2002).
71. Arancon, N. Q., Lee, S., Edwards, C. A., and Atiyeh, R., "Effects of humic acids derived from cattle, food and paperwaste vermicomposts on growth of greenhouse plants", *Pedobiologia*, 47: 741–744 (2003).
72. İnternet: Lamp'l, J., "Liquid Worm Juice, Superfood for Organic Gardens", <https://www.growingagreenerworld.com/liquid-worm-juice-superfoodfor-my-organic-garden>, 17 Temmuz (2015).
73. Carpenter-Boggs, L., "Diving into compost tea", *BioCycle*, 46 (7): 61-62 (2005).
74. Cabacesi, D. C., Landicho, J. A., Mauro, A. P., Medrano, M. A. C., " Development of a Vermi Tea Brewing Machine", *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 3: No.4, 52-56 Part III (2015).
75. Keshav, S., Nath, S., " Analysis of different nutrient status of liquid bio-fertilizer of different combinations of buffalo dung with gram bran and water hyacinth through vermicomposting by *Eisenia fetida*", *Environment, Development & Sustainability*, 18: (3) 645-656 (2015).

76. İnternet: Davari, M., "Vermiwashin", http://green-iran-photos.blogspot.com/2013_02_01_archive.html?view=classic, 10 Şubat (2013).
77. İnternet: Solverso Kimya "Sıvı Solucan Gübresi Üretimi / İmalatı" <http://www.solverso.com/formul-detay/sivi-solucan-GÜBRESİ-uretimi-imalati>, 7 Aralık (2016).
78. Gelman, F., Binstock, R., and Halicz, L., "Application of the Walkley-Black titration for organic carbon quantification in organic rich sedimentary rocks", 1-12 (2011).
79. Canieren, O., Karaguzel, C., and Aydin, A., "Effect of physical pre-enrichment on humic substance recovery from leonardite", *Physicochemical Problems Of Mineral Processing; ISSN 2084-4735* (2017).
80. Petit, R. P. "Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid nad humin: Their importance in soil fertility and plant health".*Texas A&M University* (2004).
81. El rashidi, M.A., "Selection of an appropriate phosphorus test for soils", *USDA Natural Resources Conversation Service* (2001).
82. Ticari Gübre Analizleri Milli Eğitim Bakanlığı 524ki0342 Ankara 2012.
83. İnternet: Ekosolfarm, "Organik Sıvı Solucan Gübresi Kullanım Şekli ve Miktarları", <https://www.ekosol.net/bilgiler/kullanim-miktarlari-ve-oneriler> (2018).
84. İnternet: Solomcan, "Solumpower, Organik Sıvı Solucan Gübresi", <http://solomcan.com/urunler/solumpower> (2018).
85. Barley, K.P., "Plant nutrition levels of vermicast", *Advances in Agronomy* 13, 251 (1967).



EK AÇIKLAMALAR A.

XRF ANALİZ SONUÇLARI

Çizelge EK A.1. V_k ve V_s numunelerinin elementel analiz sonuçları.

ELEMENTLER	BİRİM	V_k	V_s	%FARK
O	%	51.3745	52.5143	2,1
C	%	7.5256	6.8421	9
Ca	%	5.9547	5.3409	10
Fe	%	5.3332	5.4386	1,9
Mg	%	5.1916	5.2724	9
N	%	1.9709	1.6108	18
K	%	1.3651	1.3782	0,9
P	%	0.9959	0.9034	9
S	%	0.4879	0.4567	6
Cl	%	0.2388	0.2388	-
Mn	%	0.1159	0.1170	0,9
Ni	%	0.0953	0.1043	8,6
Zn	%	0.0218	0.0232	5,8
Cu	%	0.0070	0.0066	5,7

Çizelge EK A.2. V_k ve V_s numunelerinin bir günlük okside analiz sonuçları.

BİLEŞİKLER	BİRİM	V_k	V_s	% FARK
CaO	%	11.1246	10.1382	8,8
Fe₂O₃	%	10.8852	11.2962	3,6
MgO	%	10.0641	10.3152	2,4
P₂O₅	%	2.9489	2.7175	7,8
K₂O	%	2.1551	2.2104	2,5
SO₃	%	1.5844	1.5066	4,9
MnO	%	0.2122	0.2179	2,6
ZnO	%	0.0406	0.0442	8,5
CuO	%	0.0130	0.0125	3,8
P₂O₅	%	2.9489	2.7175	7,8

Çizelge EK A.3. V_k ve V_s numunelerinin bir günlük CaCO₃ analiz sonuçları.

BİLEŞİKLER	BİRİM	V_K	V_s	% FARK
CaCO₃	%	34.1656	32.3749	5,2

Çizelge Ek A.4. VB, VÇ, VM sıvı numunelerinin elementel analiz sonuçları.

ELEMENTLER	VB	VÇ	VM
O	45.3571	46.1500	46.3870
C	12.5234	11.6378	10.2626
K	11.3435	9.8208	10,6346
Mg	3.8317	3.7738	3,9561
Fe	4.3457	4.2242	4.1079
Ca	4.3449	4.4593	4,3893
N	3.0855	3.0801	2,715
P	0.8089	0.8561	0,7163
S	0.5251	0.4989	0,4755
Cl	0.3894	0.4914	0.3735
Mn	0.1655	0.1649	0.1374
Ni	0.0917	0.0877	0.0821
Zn	0.0262	0.0258	0.0218
Cu	0.0089	0.0090	0.0079

Çizelge Ek A.5. VB, VÇ, VM sıvı numunelerinin okside analiz sonuçları.

BİLEŞİKLER	VB	VÇ	VM
K₂O	18.5111	15.5004	16.7448
CaO	8.2615	8.6618	8.3839
Fe₂O₃	8.8439	8.8054	8.5383
MgO	7.3506	7.3107	7.0218
P₂O₅	2.3291	2.4970	2.4234
SO₃	1.6478	1.7241	1.7074
MnO	0.3026	0.3087	0.2977
NiO	0.1715	0.1683	0.1664
ZnO	0.0481	0.0486	0.0520
CuO	0.0164	0.0170	0.0163

Çizelge EK A.6. VB, VÇ, VM sıvı numunelerinin CaCO₃ analiz sonuçları.

BİLEŞİKLER	VB	VÇ	VM
CaCO₃	37.4652	37.5793	38.4652

Çizelge EK A.7 VSKOH sıvı numunelerinin elementel analiz sonuçları.

ELEMENTLER	BİRİM	VSKOH	
		Başlangıç	45 Günlük
O	%	45.7186	45.5906
K	%	25.4304	25.3257
C	%	12.0886	9.9481
Ca	%	4.5347	2.5661
Fe	%	3.7484	1.6413
Mg	%	3.1739	0.9277
N	%	2.7561	2.5991
P	%	0.7814	0.7164
S	%	0.4383	1.6597
Cl	%	0.3030	1.5624
Mn	%	0.1332	0.0562
Ni	%	0.0606	0.1108
Zn	%	0.0240	0.0147
Cu	%	0.0103	0.0177

Çizelge EK A.8 VSKOH sıvı numunelerinin oksitli analiz sonuçları.

Bileşikler	Birim	VSKOH	
		Başlangıç	45 Günlük
K ₂ O	%	46.3229	46.1143
CaO	%	8.9078	6.2027
Fe ₂ O ₃	%	7.0912	4.2678
MgO	%	6.1624	1.9481
P ₂ O ₅	%	2.4158	2.2860
SO ₃	%	1.1394	5.6769
MnO	%	0.2337	0.1315
NiO	%	0.1430	0.2618
ZnO	%	0.0455	0.0341
CuO	%	0.0196	0.0412

Çizelge EK A.9 VSKOH sıvı numunenin CaCO₃.

Bileşikler	Birim	VSKOH Başlangıç	VSKOH 45 Günlük
CaCO₃	%	36.0746	29.1541



EK AÇIKLAMALAR B.

KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Çizelge EK B.1. Katı solucan gübresi (Vk) kimyasal analiz sonucu.

Örnek/Element	Birim	Analiz Sonuçları
Toplam Azot	%	1.80
Organik Azot	%	1.35
Toplam Hümik+ Fülvik Asit	%	19.1
Organik Madde	%	24.2
C/N	%	4.36
Suda Çözünür (Potasyum)	%	0.26
Toplam P (Fosfor)	%	0.27
Nem	%	62

Çizelge EK B.2. Deney başlangıcında Leachate sıvısı kimyasal analiz sonuçları.

Örnek/Element	Birim	Analiz Sonuçları
Toplam Azot	%	0,70
Organik Azot	%	0,56
Organik Madde	%	0,68
Suda Çözünür (Potasyum)	%	0,25
Toplam P (Fosfor)	%	0,21
Toplam Hümik+ Fülvik Asit	%	0,66

ÖZGEÇMİŞ

Ezgi YILDIRM 1994 yılında Karabük'te doğdu; ilk ve orta öğrenimini Eskipazar 'da tamamladı. Seyhan Cengiz Turhan Anadolu Lisesi Sayısal Bölümü'nden mezun oldu. 2012 yılında Kastamonu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Fen Bilimleri Bölümü'nde öğrenimine başlayıp 2016 yılında üçüncülük derecesi ile mezun oldu. 2016-2017 Eskipazar Halk Eğitim Merkezi gönüllü öğretmenlik yaptı. 2017-2018 MEB (ücretli) Bilim Sanat Merkezi Fen Bilimleri Öğretmenliği yaptı. Bu esnada TÜBİTAK 4006 Fen Bilimleri yürütücü öğretmen olarak projeye destek sağladı. 2017-2018 yaz dönemi Kanada Uluslararası Dil Okulun'dan (ILAC) orta seviyede mezun oldu. 2018-2019 Karabük Çocuk Akademi Kurumu'nda Fen Bilimleri öğretmeni olarak görevime devam etmektedir. Mutlu Çocuk Diyarı (MU-ÇO), TEMA ve World Human Relief (İnsani Yardım) üyesi.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Safranbolu Emek Mah. Burç Sokak, Burç Sitesi C blok No:12

Tel : (554) 811 34 48

E-posta : ezgyl.1994@gmail.com