



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ATIKSU ARITMA ÇAMURU VE ZİRAİ
ATIKLARIN BİRLİKTE KOMPOST OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİ

Ümmügülsüm GÜNAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ümmügülsüm GÜNAY tarafından hazırlanan “Atıksu Arıtma Çamuru Ve Zirai Atıkların Birlikte Kompost Olarak Kullanılabilirliği” adlı tez çalışması 08/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Danışman

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Üye

Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN

Üye

Dr. Öğrt. Üyesi Fatma KUNT

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Hakan KARABÖRK
Enstitü Müdürü

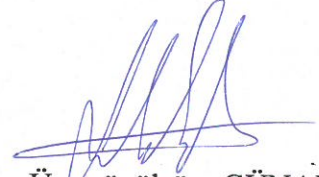
Bu tez çalışması BAP tarafından 18201021 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Ümmügülsüm GÜNAY

Tarih: 08.07.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ATIKSU ARITMA ÇAMURU VE ZİRAİ ATIKLARIN BİRLİKTE KOMPOST OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ

Ümmügülsüm GÜNAY

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

2019, 100 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT**

Nüfus artışına paralel olarak gelişen şehirleşme ve endüstrileşmeyle artan gıda ihtiyacı yeni ve yenilenebilir üretim tekniklerini de gerektirmektedir. Çevresel sorunlar içinde katı atıkların bertafının önemli olmasının yanı sıra besin üretiminde de kullanımı çok önemlidir. Bunlar içinde arıtma çamurlarının belirli şartları sağlaması durumunda Çevre Bakanlığı tarafından toprak iyileştirilmesi için kullanımına izin verilmiştir. Bu çalışmanın amacı, artıma çamurlarının hacim artırıcı malzemelerle karıştırılarak arazi üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Şeker endüstrisinden temin edilen arıtma çamuru ile hacim artırıcı olarak kullanılan mısır sapı farklı oranlarda karıştırılarak oluşturulan kompostun, arazi yapısını ve bitki gelişimini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Uygulama; tarımsal atık ve arıtma çamurunun farklı oranlarda kullanılarak 5 farklı parselde (2m*2m) ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yaklaşık 1 yıl süren çalışma için pH, EC, KOİ, kuru madde miktarı (KM), organik madde miktarı (OM), penetrasyon direnci, infiltrasyon hızı gibi parametre değerlerine bakılmıştır. Ayrıca bitki gelişimi açısından da incelenen bu uygulamada ıspanak bitkisi kullanılmıştır. Bitki gelişimi açısından değerlendirildiğinde genel olarak arıtma çamuru ve mısır bitkisi atıklarının kullanıldığı parsellerde etkili bir büyüme gerçekleştiği görülmüştür. Bu araştırma ile çamur ve hacim artırıcı malzemelerin birlikte kompostlanmasının çamur bertafıtı için uygun nitelikte olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: artıma çamuru, bertaraf veya geri dönüşüm, bitki büyümesi, mısır sapı ve toprak kalitesi.

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

UTILIZATION OF WASTEWATER TREATMENT SLUDGE AND AGRICULTURAL WASTES TOGETHER AS COMPOST

Ümmügülsüm GÜNAY

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Environmental Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

2019, 100 Pages

Jury

**Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT**

In parallel with the increase in population, the increasing need for food with urbanization and industrialization requires to new and renewable production techniques as well. In environmental problems, as well as the disposal of solid wastes is significant, it is important that their use in food production too. In this respect, it has been allowed to use in the agricultural land of the sludges by Ministry of Environment for soil improvement if it is provided necessary conditions for sewage sludges.

The aim of this study investigates the effects on the agricultural land by mixing with bulking materials of sewage sludge. It has been investigated how affected the soil structure and plant growth by composting in different ratios with cornstalk which is used as a bulking agent of sewage sludge which provided from the sugar industry. The investigation; it was carried out in 5 different parcels (2m * 2m) and as 3 replications by mixing different amounts of agricultural waste and sewage sludge. It was studied parameter values such as pH, EC, COD, dry matter amount (KM), organic matter amount (OM), penetration resistance, infiltration rate at the investigation undergoing approximately one year. Further, spinach plant has been used in order to examine to plant development, in this study. Generally, it has been observed that there is an effective growth in parcels used sewage sludge and cornstalk when evaluated in terms of plant development. It was observed that sludge disposal or recycling is appropriate the composting together of the sewage sludge and bulking materials for this research.

Keywords: *Cornstalk, disposal, plant growth, recycling, sewage sludge, soil quality.*

ÖNSÖZ

Başta danışmanım Prof. Dr. Şükrü DURSUN'a rehberliği, sabrı ve tavsiyesi için en içten dileklerle teşekkür ediyorum.

Desteklerinden dolayı Selçuk Üniversitesi BAP'a (Proje no: 18201021) teşekkürü borç biliriz. Ayrıca deneysel çalışmalarımı yürüttüğüm Konya Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümüne de teşekkür ederim.

Artıma çamuru temini konusunda yardımcı olan Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş.'ye de teşekkür ederim

Çalışmam boyunca yardımını, desteğini kesmeyen ve bana güç veren annem Meryem GÜNAY'a, babam Tahir GÜNAY'a, kardeşlerim Kadir GÜNAY ve Ramazan GÜNAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bu çalışmada yardımını eksik etmeyen babam Tahir GÜNAY ve annem Meryem GÜNAY'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca üzerimden duasını hiç eksik etmeyen anneme ne kadar teşekkür etsem az gelecektir. Yine de sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

LSD programlama ve Anova analizlerinde yardımcı olan Nur KOÇ'a teşekkür ederim. Ayrıca toprak analizleri hususunda yardımlarını esirgemeyen hocam Ramazan ACAR'a da teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışacağım alan yeri konusunda bana evinin bahçesini kullanmama izin veren amcam Vehbi CERAN ve eşi Leyla CERAN'a teşekkür ediyorum. Ayrıca uygulama alanında her türlü yardımı ve desteği esirgemeyen amcam Vehbi CERAN'a tekrar teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam boyunca ev arkadaşlarıma, diğer arkadaşlarıma, sevdiğim, saydığım herkese teşekkürlerimi sunuyorum. Laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Emre DALKILIÇ'a ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

Ümmügülsüm GÜNAY
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER TABLOSU	x
TABLolar LİSTESİ	xi
GRAFİKLER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	13
1.1. Kompostlama Prosesi	14
1.1.1. Kompostlamanın Tanımı ve Kompostlaştırma	14
1.1.2. Kompostlamaya Etki Eden Faktörler	15
1.1.2.1. C/N oranı	15
1.1.2.2. Nem	17
1.1.2.3. pH	17
1.1.2.4. Sıcaklık	17
1.1.2.5. Havalandırma	18
1.1.2.6. Dane Boyutu	18
1.1.2.7. Kompost Dizayn Şartları	19
1.1.2.8. Avantaj ve Dezavantajları	20
1.2. Arıtma Çamurları.....	21
1.2.1. Arıtma Çamurları ve Kompostlama için Kullanımı	21
1.2.2. Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanımları	22
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	46
3.1. Materyal.....	46
3.1.1. Çalışma Alanı.....	46
3.1.2. Atık Su Arıtma Tesisi Çamuru	46
3.1.3. Zirai Atık	46
3.1.4. Çalışma Parsellerine Atıkların Uygulaması	46
3.1.5. Atık Uygulanan Arazide Zaman İçerisinde Gelişen Değişiklikler	48
3.2. Metot.....	52
3.2.1. Kimyasal Analizler İçin Parsellerden Alınan Toprak Numunelerinin Hazırlanması	52
3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	52
3.2.2.1. pH Değeri	52
3.2.2.2. EC (İletkenlik) Değeri	53
3.2.2.3. Etüv Kuru Madde ve Nem İçeriği	53
3.2.2.4. Organik Madde İçeriği	54
3.2.2.5. Kompost Materyali Karbon(C) İçeriği	55
3.2.2.6. C/N oranı	55
3.2.2.7. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)	55
3.2.2.8. Nitrat Analizi	56
3.2.2.9. İyon Analizleri	56
3.2.2.10. Arazide pH ve Nem Ölçümleri	57
3.2.2.11. İnfiltrasyon Hızı	57
3.2.2.12. Penetrasyon Direnci Porozite değeri	59

3.2.2.13. Porozite Hesabı	60
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	60
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	61
4.1. Kompost Süreci	61
4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	61
4.1.2. İstatistiksel Analizler.....	74
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	84
5.1 Sonuçlar	84
5.2 Öneriler.....	90
KAYNAKLAR	91
EKLER	96
EK-1	96
EK-2	98
ÖZGEÇMİŞ	99



KISALTMALAR

AAT : Atıksu Arıtma Tesisi
Al : Alüminyum
As : Arsenik
B : Bor
Ca : Kalsiyum
Co : Kobalt
Cd : Kadmiyum
Cr :Krom
Cu : Bakır
CO₂ : Karbondioksit
C/N oranı: Karbon/Azot oranı
ESP : Toprak değıştirilebilir sodyum yüzdesi
Fe : Demir
Hg : Civa
K : Potasyum
Mg : Magnezyum
Mn : Mangan
Mo : Molibden
Na : Sodyum
Ni : Nikel
P : Fosfor
S : Sülfür
Zn : Çinko
Pb : Kurşun

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 Kompostlama prosesi	15
Şekil 1. 2 Kompostlamada meydana gelen sıcaklık ve pH değişimleri.....	18
Şekil 3. 1 Çalışma alanının hazırlanma zamanı/ mart ayına ait görseller.....	47
Şekil 3. 2 Çalışma alanının mayıs ayına ait genel görünümü.....	48
Şekil 3. 3 Haziran ayına ait görünüm	48
Şekil 3. 4 Temmuz ayına ait görünüm.....	49
Şekil 3. 5 Ağustos ayına ait görünüm.....	49
Şekil 3. 6 Ekim ayına ait görünüm	50
Şekil 3. 7 Elle yapılan havalandırma	51
Şekil 3. 8 Laboratuvarında numune hazırlama işlemi	52
Şekil 3. 9 pH ve EC ölçümü	53
Şekil 3. 10 105°C etüvde kurutulan numune örnekleri ve tartımlar ile ilgili görseller ..	54
Şekil 3. 11 650°C kül kırımında kurutulan numune örnekleri.....	54
Şekil 3. 12 KOİ deneyi	56
Şekil 3. 13 Nitrat analizi ile ilgili görseller	56
Şekil 3. 14 Arazide pH ve nem ölçümleri	57
Şekil 3. 15 Fiber borudan hazırlanan aletlerin arazi üzerindeki infiltrasyon hız ölçümü	58
Şekil 3. 16 Penetrasyon ile ilgili görseller.....	60
Şekil 3. 17 Hacimsel penetrasyon ölçümü.....	60
Şekil 5. 1 Bitki ekim zamanı.....	85
Şekil 5. 2 Sırasıyla 1(0-0); 2(0-M); 3(AÇ-M); 4(AÇ-M2); 5(AÇ-0) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi.....	86
Şekil 5. 3 Sırasıyla 6(AÇ-M2); 7(AÇ-M); 8(AÇ-0); 9(0-0); 10(0-M) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi.....	87
Şekil 5. 4 Sırasıyla 11(0-M); 12(0-0); 13(AÇ-M2); 14(AÇ-0); 15(AÇ-M) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi....	88

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 Kompostlanabilir maddelerin N ve C/N oranları.....	16
Tablo 1.2 Aerobik Çamur Kompost Prosesi için Dizayn Şartları.....	19
Tablo 1.3 Atıksu arıtımındaki çamurun aerobik kompostlaştırılmasında kullanılan kompost çamur.....	20
Tablo 1.4 Dünyadaki tarımsal amaçlı kullanılacak arıtma çamurları için sınır değerler.....	22
Tablo 1.5 Çamur ile ticari gübrenin kıyaslanması	22
Tablo 1.6 Atıksu arıtma tesisi ağır metal konsantrasyonları.....	23
Tablo 1.7 Topraktaki ağır metal sınır değerlerinin karşılaştırılması.....	23
Tablo 1.8 Toprakta kullanılabilcek stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal muhtevalarının karşılaştırılması.....	24
Tablo 1.9 Toprakta on yıllık ortalama esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü sınır değerlerinin karşılaştırılması	24
Tablo 3. 1 Çalışma plan alanı.....	47
Tablo 3. 2 Araştırma alanını ve kullanılan materyaller için başlangıç pH ve EC değerleri	50
Tablo 3. 3 Araştırma alanını ve kullanılan materyaller için başlangıç iyon değerleri ...	51
Tablo 4. 1 Toprak Tuzluluk Sınıfları ve Bitki Gelişimi.....	63
Tablo 4. 2 İyon analiz verileri	73
Tablo 4. 3 Geleneksel parametre değerlerinin istatistiksel verileri.....	77
Tablo 4. 4 Geleneksel parametre değerlerinin varyasyon analiz değerleri	76
Tablo 4. 5 İyon analiz değerlerinin varyasyon değerleri.....	79
Tablo 4. 6 İyon analiz değerlerinin istatistiksel değerleri	79
Tablo 4. 7 İnfiltrasyon varyasyon verileri.....	80
Tablo 4. 8 İstatistiksel infiltrasyon verileri	80
Tablo 4. 9 Penetrasyon direnci ve porozite varyasyon değerleri	82
Tablo 4. 10 İstatistiksel LSD penetrasyon direnci ve porozite değerleri	82
Tablo 4. 11 Bitkinin fide boyu, kök, gövde, yaprak ve ağırlık varyasyon değerleri.....	83
Tablo 4. 12 Bitkinin fide boyu, kök, gövde, yaprak ve ağırlık istatistiksel LSD verileri	83

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4.1 pH değişim grafiği.....	61
Grafik 4.2 Arazi pH ölçüm grafiği	62
Grafik 4.3 EC değişim grafiği	63
Grafik 4.4 % Kuru madde miktarı	64
Grafik 4.5 % Nem muhtevası	64
Grafik 4.6 Arazi nem ölçüm grafiği	65
Grafik 4.7 KOİ grafiği	66
Grafik 4.8 Nitrat analiz sonuçları	66
Grafik 4.9 C/N oranı sonuçları.....	67
Grafik 4.10 Organik madde miktarları	68
Grafik 4.11 Penetrasyon direnci	69
Grafik 4.12 Porozite değeri.....	69
Grafik 4.13 Sırasıyla 5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm yüksekliklerinde infiltrasyon hızı	71
Grafik 5. 1 Uygulama alanındaki parsellerin başlangıç ölçüm bitki büyümesi.....	89
Grafik 5. 2 Uygulama alanındaki parsellerin son ölçüm bitki büyümesi	89

1. GİRİŞ

Atık üretim oranları, artan teknoloji ve nüfus artışına bağlı olarak hızla büyümektedir. Bu, hem kontrolsüz atık oluşumuna hem de birçok çevre sorununa yol açmaktadır (Eriçyel, 2008). Evsel ve endüstriyel atık suların arıtılmasından oluşan, özelliklerinden dolayı ayrıca arıtılması gereken, sıvı ve katı karışım olan ve arıtılmamış çevreye zarar verebilecek bu sorunlardan biri; atık su çamurunun toplanması, taşınması, bertarafı ve atık yönetimidir (Özyazıcı ve ark., 2012). Bu sorunun üstesinden gelmek için, atık su çamuru farklı çevreci yaklaşımlarla değerlendirilmelidir. Bu çevreci yaklaşımlardan biri, zirai atıklar ile arıtma çamurlarının kompostlanarak araziye uygulanmasıdır.

Kompostlama, biyolojik olarak parçalanan organik atıklardan elde edilen hem organik gübre olarak kullanılabilen hem de çevre dostu olan bir yöntemdir. Kompostlama işlemi karbon emisyonlarını azaltmada ve arazi kullanımında uygun görülen bir prosestir. Bu bize farklı organik atıkların uygun şartlar altında tarımda kullanımını ve geri dönüşümünü sağlamaktadır (Uçaroğlu ve Alkan, 2016).

Arıtma tesisi sayısının artması, oluşan çamurun nasıl yok edileceği konusunda daha fazla araştırmaya ve uygulamaya yönelik çalışmalar ortaya çıkartmaktadır. Türkiye’de arıtma çamurlarının kullanımı konusunda yeterli bilgi birikiminin ve araştırma bulgusunun olmaması sebebiyle arıtma tesisi işletmecilerinin çöp depolama alanlarına çamuru dökmekte ve ayrıca çamuru arazide kullanmak isteyen çiftçilerin bilinçsiz kullanımına sunmaktadır. Büyük bir organik madde kaynağı olan arıtma çamurlarının daha bilinçli kullanımı söz konusu olduğu takdirde çevre kirliliğinin önüne geçilebildiği gibi ülke ekonomisine de katkı sağlanmış olacaktır (Angın ve Yağanoğlu, 2009).

Toprak yapısının gelişimi, çevresel faktörler bağlı olup ıslanma – kuruma – donma - çözünme olaylarından etkilenmektedir. Sürdürülebilir tarımda organik madde miktarı önemli katkılara sahiptir. Ayrıca geri dönüşümü sağlanacak olan organik materyaldeki organik madde özelliği de toprak yapısındaki değişimi etkilemektedir (Özdemir ve Durmuş, 2016).

Ticari gübre yapımında hammaddesi petrol olan ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat bu ürünler toprak verimliliği için tek başlarına yeterli değildir. Toprak verimliliğini devam ettirebilmek için toprağın organik madde bakımından izlenmeli ve gerektiğinde takviye edilmesi gerekmektedir (Soyergin, 2003).

Çamur bertarafı konusunda yapılan araştırmalar arasında çamurun toprağa verilerek bertarafı diğer uygulamalara göre daha ucuz ve uygun bir yöntemdir. Uygun özelliklerdeki

çamurun araziye geri kazandırılması ile çamur bertarafı sağlanabildiği gibi toprak için gerekli besin elementleri doğal yollarla tekrar döngüye girebilmektedir (Uzun ve Bilgili, 2011).

Türkiye de arıtma çamurlarının tekrar geri dönüşümü ile ilgili çalışmalar kısıtlıdır. Arıtma çamurlarının stabilizasyonunun sağlanması ile kompostlama uygun hale getirilebilir. Ayrıca bu çamurlara mısır sapı, buğday sapı, park ve bahçe atıkları gibi hacim artırıcı malzemeler eklenerek kompostun nem içeriği ve C/N oranı gibi parametreler kontrol edilebilmektedir.

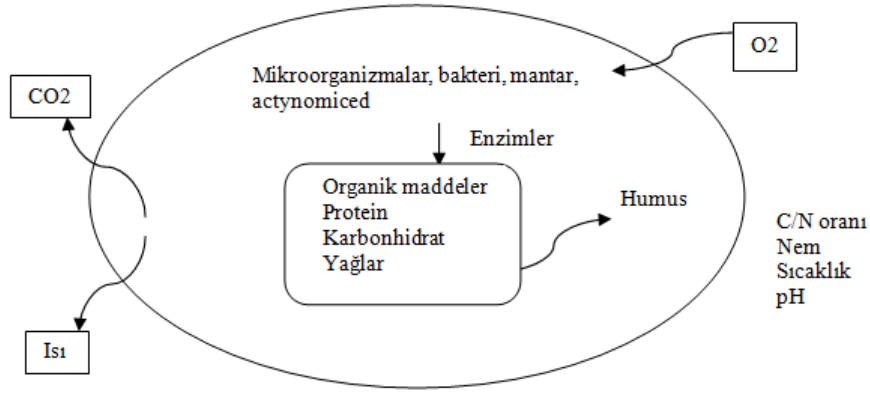
Türkiye’de özellikle de İç Anadolu Bölgesindeki toprakların organik madde bakımından yetersiz olmasından dolayı verimliliği arttırmak amacıyla bu çalışma yapılmaktadır. Çalışmada hem toprak verimliliği hem de arıtma çamuru bertarafı hedeflenmektedir.

1.1. Kompostlama Prosesi

1.1.1. Kompostlamanın Tanımı ve Kompostlaştırma

Kompostlama, ham atığın bertaraf edilememesi sonucu hem katı atık depolama sahalarında hem de toprak uygulamalarında aerobik bakteriler ve diğer mikroorganizma faaliyetleri sonucu uygun stabil son ürün elde edilmesini sağlayan bir bozunma prosesidir (Varank, 2006). Bu bozunmanın gerçekleştirilebilmesi için çöpün su içeriğinin %45-60 civarında olması gerekmektedir (URL1). Şekil 1.1’de kompostlama süreci şematik olarak gösterilmiştir.

Biyolojik arıtma tesisi çamuru, yaprak, kağıt, yiyecek vb. atıkların mikroorganizmalar yardımıyla oluşan kompostun toprağımsı bir yapıya dönüşmesi işlemi kompost gübre olarak tanımlanmaktadır. Kompost işleminde gerekli şartlar sağlanması durumunda organik maddelerin daha hızlı çürümesi sağlanmaktadır (Erdener, 2010).



Şekil 1. 1 Kompostlama prosesi (Erdener, 2010)

Kompost tanımı ile alakalı olarak kesin bir tanım olmamakla beraber özetleyecek olursak (URL1);

- Organik madde miktarının yani biyolojik olarak parçalanabilirliğinin yüksek olması,
- İz besin elementlerinin ideal konsantrasyonda olması,
- Zararlı maddelerin uzaklaştırılmış olması gerekmektedir.

Kompostlaştırma, organik maddeyi ürüne dönüştüren ve mikrobiyal aktivite sonucu ısı açığa çıkaran bir prostedir (Varank, 2006).

Bakteri, mantar, aktinomisetlerin organik bileşikleri parçalamaları çevre dostu bir yaklaşım tarzıdır. Ayrıca kompostun tarımda gübre olarak kullanımı ile atıklar doğadaki madde döngüsünde tekrar yerini almaktadır (URL1). Organik maddeler, ortamdaki organizmalar tarafından harcanıncaya ve tüm giderilebilir karbon karbondioksit dönüştürülünceye kadar parçalanma devam eder. Fakat, kompost bu noktadan çok daha önce stabil ve yararlı hale gelebilir. Kompostlaştırma sürecinin pratik olarak tamamlanıp tamamlanmadığı, karbon-azot oranı, oksijen ihtiyacı, sıcaklık, koku gibi kullanım ve işleme özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Nem, dane boyutu, havalandırma, C/N oranı, pH gibi parametreler kompostu etkileyen çevresel faktörlerdir (Yıldız ve ark., 2009).

1.1.2. Kompostlamaya Etki Eden Faktörler

1.1.2.1. C/N oranı

C ve N oranına bağlı olarak kompostlar çeşitli derecededirler. İyi bir kompost yığını bu 2 parametre arasındaki dengeyi kurmakla olmaktadır. C; dallar, sapsar, mısır sapsarı, talaş paletleri, saman, kabuklar gibi karbon açısından zengin maddeler kompost'a açık, yumuşak

bir hacim verir. N (Azot); gübreler, gıda parçaları, yeşil çim kupürleri, yeşil yapraklar gibi azot veya protein açısından zengin maddeler enzim oluşumunda ham madde sağlamaktadır (URL2).

Mikroorganizmalar ihtiyaç duydukları enerjiyi Karbondan (C) karşılamakta ve Azot (N) ile çoğaltmaktadır. Kompost için besin dengesi C/N oranına bağlı olup optimum değeri 25-30 aralığındadır (URL1). Bu aralık değeri maksimum 50 olabilmektedir. C/N oranı yüksek olan kompost, toprağa verildiğinde topraktaki azotu bünyesine alarak toprağı azot bakımından fakirleştirmektedir. C/N oranı düşük olan kompostta ise, azot fazlalığından dolayı amonyak gazı açığa çıkar ve yine bu durum toprağın azot bakımından fakirleşmesine sebep olur. Bu durumu önlemek için C/N oranı yüksek kompostlara dışardan N ilavesi, düşük olanlara ise dışardan C ilavesi yapılabilir. Tablo 1.1’de bazı maddelerin C/N yüzdeleri verilmiştir (Öztürk, 2014).

Tablo 1.1 Kompostlanabilir maddelerin N ve C/N oranları (Öztürk, 2014)

Madde	N %	C/N oranı (kuru bazda)
Gıda işleme atıkları		
Meyve atıkları	1,52	34,8
Karışık mezbaha atıkları	7-10	2
Patates kabukları	1,5	25
Gübreler		
İnek gübresi	1,7	18
At gübresi	2,3	25
Domuz gübresi	3,75	20
Kümes hayvanlarının gübresi	6,3	15
Koyun gübresi	3,75	22
Çamurlar		
Çürütülmüş aktif çamur	1,88	15,7
Ham aktif çamur	5,6	6,3
Odun ve saman		
Kereste hızar hanesi atıkları	0,13	170
Yulaf samanı	1,05	48
Talaş	0,10	200-500
Buğday samanı	0,3	128
Çam odunu	0,07	723
Kağıt		
Karışık kağıt	0,25	173
Gazete	0,05	983
Kahverengi kağıt	0,01	4490
Bahçe atıkları		
Çimen kırpıntıları	2,15	20,1
Yapraklar	0,5-1	40-80

Kompostlaştırma işleminde organik atıklardan kaynaklı organik karbonun %20-40’ı mikroorganizmaların biyokütle sentezi için kullanılırken geri kalanı ise CO₂ dönüşmektedir. Mikroorganizmaların biyokütle oranları %50 C ile %5 N içermektedir (Öztürk, 2014).

1.1.2.2. Nem

Nem, mikroorganizmalara ortam sağlayan ve mikrobiyal aktiviteyi etkileyen faktörlerden biridir. Ayrışma işlemleri sırasında nem içeriğinin %60-70 arasında olması idealdir. Sonraki safhalarda bu oran %50-60 civarında olabilmektedir. Nem, mikrobiyal aktivite ve oksijen kaynağı arasında bir denge sağlamaktadır (Gajalakshmi ve Abbasi, 2008). Bu parametrenin %30'dan düşük olması (anaerobiyaz nedeniyle) mikroorganizmaların çoğalmamasına ve reaksiyonun yavaşlamasına neden olur. %75'den yüksek olması partiküller arasındaki boşlukların dolmasını ve O₂ girişini engellemektedir. Aşırı nem anaerobik koşullar oluşturur ve istenmeyen koku ve ürüne neden olur. Bu yüzden yeterli nemin sağlanması oldukça önemlidir (Gajalakshmi ve Abbasi, 2008; Yıldız ve ark., 2009)

1.1.2.3. pH

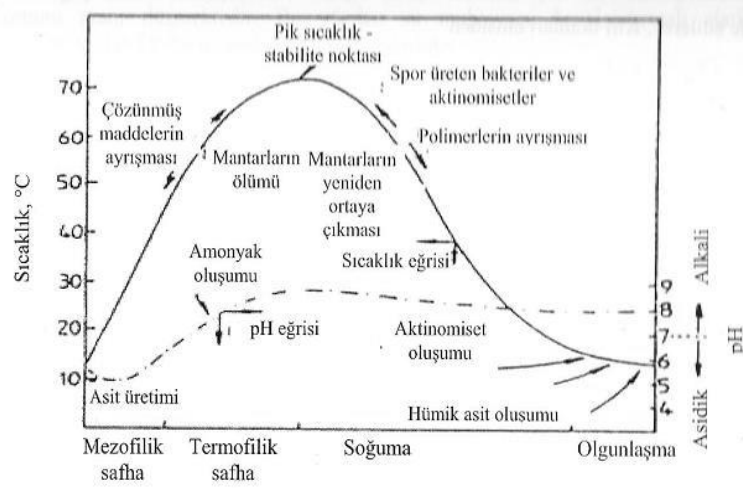
Kompost işlemleri için önemli parametrelerden bir diğeri pH'dır. Bakteriyel gelişimler pH'nın 6.0-7.5 arasında; mantarlar için 5.5-8.0 arasında bir ortamda faaliyet göstermektedir. pH >7.5 olması ortamı alkali hale getirir; bu durum azot kaybına sebebiyet vermektedir. Birçok mikroorganizma için 6.5 < pH < 7.5 arası optimum aralıktır. Ayrıca pH'nın 5.0 'ın altında olması biyo-kontrol faktörlerini engelleyebilir. İyi karıştırılmayan kompost sistemlerinde yani anaerobik koşullarda pH düşük bir değerdeyken iyi karıştırılmış aerobik koşullardaki kompostta ise pH değeri yüksektir (Vanlalimawii ve Awasthi, 2016).

1.1.2.4. Sıcaklık

Sıcaklık kompostlama prosesinde kompostu etkileyen önemli faktörlerden bir diğeri. Karbon içeren moleküllerin parçalanmasıyla karbon atomları arasındaki bağların kopmasıyla kimyasal enerji açığa çıkarak ısıya dönüşmektedir. Bu bağlamda ne kadar çok bağ koparsa o kadar çok ısının açığa çıkması biyolojik aktivite hızını ortaya koymaktadır. Ayrıca sıcaklık ve nem içeriği birbirine paralel olarak mikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir (Öztürk ve ark., 2016).

Havali kompostlaştırma, mezofilik ve termofilik aşamalarda meydana gelmektedir. Kompostlaştırılan atıklarda sıcaklık artışına bağlı olarak ekzotermik reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Kompostlaştırma da meydana gelen sıcaklık ve pH değişimleri Şekil 1.2'de gösterilmiştir. Sıcaklık 65°C üzerinde spor üreten bakteriler ve aktinomisetler

baskındır. Bu aşama durgun bir aşama olduğu için ve fermentasyonu yavaşlattığı için pek istenmemektedir. 55-60°C arasında oksijen kullanım hızına bağlı olarak optimum ayrışma sıcaklığıdır. Bu sıcaklıkta patojen vb. mikroorganizmalar yok edilmektedir. Sıcaklık, 10-15 gün sonra kolay ayrışabilir biyolojik maddeler ayrıştıktan sonra düşmeye başlar. Bahçe atıkları, arıtma çamurları, evsel katı atıklar patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden dolayı yüksek sıcaklıklar bu atıklar için gereklidir (Öztürk ve ark., 2016).



Şekil 1. 2 Kompostlamada meydana gelen sıcaklık ve pH değişimleri (Öztürk ve ark., 2016)

1.1.2.5. Havalandırma

Havalandırma kompostta mikroorganizma faaliyetleri için gerekli bir parametredir. Bu parametre elle veya makine ile karıştırılarak yapılmaktadır.

Mikrobiyal reaksiyonlarda hava akımı, üretilen CO₂, H₂O ve ısıyı giderebilmektedir. Hava ihtiyacı mezofilik evrede düşükken termofilik evrede daha yüksek olabilmektedir. Kompostlamanın soğuma ve olgunlaşma aşamalarında ise hava yok denecek kadar azalabilmektedir. Hava ihtiyacı miktarı 2-5 m³/m³.sa aralığındadır ve nem içeriğiyle de alakalıdır (Öztürk, 2014).

1.1.2.6. Dane Boyutu

Dane boyutu yüzey alanını etkilediği için dolaylı olarak mikrobiyal faaliyetleri de etkilemektedir. Bu bağlamda yüzey alanının küçük olması reaksiyon hızını artırırken büyük olması hızı azaltmaktadır. Mekanik karıştırma ve basınçlı havalandırma da dane boyutu 1,5-2

cm civarındayken, doğal havalandırmalı statik ve aktarmalı yığınlarda bu oran 5 cm hatta maksimum 8 cm'ye kadar çıkabilmektedir (Öztürk, 2014).

1.1.2.7. Kompost Dizayn Şartları

Atığın kompostlaştırılmasında, çamur susuzlaştırma gerektirmeyeceği ve kompostlanan malzemenin metal içeriği kompostlaştırılmış çamurunkinden daha az olacağından dolayı organik maddelerle karıştırılması uygun olacaktır (Tchobanoglous ve ark., 2003).

Tablo 1.2 Aerobik Çamur Kompost Prosesi için Dizayn Şartları (Tchobanoglous ve ark., 2003)

Madde	Yorum
Çamur tipi	Hem ham çamur hem de çürütülmüş çamurun kompostlanması başarılı sonuçlar verir. Ham çamur, özellikle yığın kompost sistemlerinde daha fazla koku potansiyeline sahiptir. Ayrıca ham çamur, daha fazla enerjiye sahip olup, daha kolay bozunur ve yüksek oksijen ihtiyacı vardır.
Değişiklikler ve hacim artıran maddeler	Değişiklikler ve hacim artıran madde özellikleri (örn., nem içeriği, parçacık boyutu ve mevcut karbon) ürünün prosesini ve kalitesini etkiler. Hacim arttırıcı maddeler mevcutta hazır olmalıdır.
C/N oranı	Başlangıç C/N oranı ağırlıkça 20:1-35:1 aralığında olması gerekir. Düşük oranlardaki amonyak atılır. Karbonun biyolojik olarak parçalanabilirliğinden emin olmak için kontrol edilmesi gerekir
Uçucu katı maddeler	Kompostlama karışımının uçucu katıları, toplam katı içeriğinin %30' undan daha büyük olmalıdır. Susuzlaştırılmış çamur genellikle katı içeriğini ayarlamak için bir değişiklik veya hacim arttırıcı madde gerektirecektir.
Nem içeriği	Kompostlama da nem içeriği; statik yığın ve yığın kompost için %60' dan fazla olmamalı ve araç kompostlama da %65' den büyük olmamalıdır.
pH kontrolü	Kompostlama da pH genellikle 6 ila 9 aralığındadır. Optimum aerobik bozunmayı sağlamak için pH 7-7.5 aralığında olmalıdır.
Sıcaklık	En iyi sonucu elde etmek için sıcaklık, ilk birkaç gün 50 ila 55°C arasında ve aktif kompostlama süresinin geri kalanında 55 ila 60°C arasında olmalıdır. Önemli bir süre boyunca sıcaklığın 65°C'nin üzerine çıkmasına izin verilirse biyolojik aktivite azalacaktır.
Patojen kontrolü	Düzgün bir şekilde yönetilirse, kompostlaştırma işlemi sırasında tüm patojenleri, yabancı otları ve tohumları öldürmek mümkündür. Bu kontrol seviyesine ulaşmak için, ortak patojenlerin tahrip edilmesi için gereken sıcaklıklar ve maruz kalma süreleri için sıcaklığın 24 saat boyunca 60 ila 70 °C arasında muhafaza edilmesi gerekir.
Karıştırma ve döndürme	Kurutma, kek yapma ve hava kanallarını önlemek için, kompostlaştırma işlemi sırasında olan materyal, düzenli bir programda veya gerekirse karıştırılmalı veya açılmalıdır. Karıştırma veya döndürme sıklığı kompostlama işleminin türüne bağlı olacaktır
Ağır metal ve iz elementler	Çamurdaki ve bitmiş komposttaki, ağır metallerin ve eser organiklerin konsantrasyonlarının, son kullanım ürünü için geçerli yönetmelikleri aşmaması için izlenmelidir

Kompostlaştırma süresinde optimum şartları elde etmek oldukça zordur. Bu yüzden geliştirilen ticari kompostlama süreçleri oldukça mekanizedir ve özel tasarlanan tesislerde gerçekleştirilmektedir (Eriçyel, 2008). Bu kompost prosesleri için Tablo 1.2'de aerobik proses

şartları verilmiştir. Aşağıdaki Tablo 1.3'te bu prosesler için kullanılan çamur özellikleri verilmektedir.

Tablo 1.3 Atıksu arıtımındaki çamurun aerobik kompostlaştırılmasında kullanılan kompost çamur (Tchobanoglous ve ark., 2003).

Hacim arttırıcı malzemeler	Yorum
Odun Talaşı	Satın alınması gerekebilir Ayırmaya göre yüksek geri kazanım oranı Ek karbon kaynağı sağlar
Yontulmuş Çalılık (Chipped brush)	Muhtemelen atık madde olarak mevcut Ayırmaya düşük geri kazanım oranı Ek karbon kaynağı sağlar Kompostun daha uzun süre kuruma süresi
Yapraklar ve Bahçe Atıkları	Parçalanmış olmalı Geniş nem içeriği Hazır bulunan karbon kaynağı Nispeten düşük porozite Onarımı mümkün olmayan
Parçalanmış Lastikler	Genellikle diğer bulking agents ile karıştırılır. Yardımcı karbon bulunmamaktadır Neredeyse %100 geri kazanılabilir Metal içerebilir
Öğütülmüş Atık Kerestesi	Muhtemelen atık madde olarak mevcut Genellikle ek zayıf karbon kaynağı

1.1.2.8. Avantaj ve Dezavantajları

Biyokatılar aşağıdaki nedenlerden dolayı önem kazanmıştır.

- Katı atıklar için uygun depolama alanlarının olmaması,
- Kompost ekonomisi, depolama alanı katı atık sahası çöp boşaltma fiyatlarının artışına bağlı olarak daha faydalı olması,
- Eyalet, yerel ve federal kademelerde yeniden kullanımının yararının gittikçe önem kazanması,
- Kompost ürünün depolanmasının, taşınmasının ve kullanılmasının diğer yöntemlere göre daha kolay olması,
- Kompostun toprağı fosfor, azot, potasyum ve organik karbon içeriği bakımından zenginleştirilmesi,

kompostlaştırmanın avantajları arasında sıralanmaktadır (EPA, 2002)

1.2. Arıtma Çamurları

1.2.1. Arıtma Çamurları ve Kompostlama için Kullanımı

Evsel ve evsel nitelikli endüstri atık sularının fiziksel, kimyasal, biyolojik işlemlerden geçirilerek kurutulmuş veya suyu alınmış, koku ihtiva eden ve ağırlıkça %0.12-0.25 katı madde içeren atıklara arıtma çamur denilmektedir (URL1).

Arıtma çamuru, endüstriye göre çeşitli maddeler içermektedir. Bu maddeler içerisinde Fe, Cu, Al, Hg, Cd, As, Co, Pb, Cr, sülfatlar, hidrokarbonlar, yağlar, fenoller, metal tuzları, asitler, alkaliler, organik maddeler, azot, oksitleyiciler, hidrokarbonlar gibi birçok madde bulunmaktadır. Buna AAT'lerde tarımsal açıdan değerlendirebilmek için öncelikle besin elementi içeriği, tuzluluk, pH, ağır metal içerikleri bakımından detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Tarımda kullanılacak arıtma çamurları için sınır değerler aşağıdaki Tablo 1.4'te gösterilmiştir (Uzun ve Bilgili, 2011).

Arıtma tesislerinden çıkan çamurlar çeşitli kademelerden geçtikten sonra kullanılabilir. Örneğin; işlenmiş çamur, toprağa verilebilmekte, yakılabilmekte, denize deşarj edilebilmekte veya karasal dolgu materyali şeklinde kullanılabilir (Uzun ve Bilgili, 2011).

Türkiye'de toprakların organik madde bakımından eksik olması, erozyon, rehabilitasyon ve ağaçlandırılacak alanların geniş bir kaplamışından dolayı elde edilen kompost farklı amaçlarla kullanılabilir (URL3).

Arıtma çamurlarının giderek artması önemli bir çevre problemidir. Bu problemi ortadan kaldırmak için en uygun yöntemlerden biri olan arazi yöntemi kullanılabilir. Ancak çamur uygulanacak arazinin uygun şartları sağlamasına dikkat edilmelidir. Arazi yakınında yer altı suyunun olup olmadığı, çamurun içerisindeki ağır metal oranı, elektriksel iletkenliği artırıcı madde bulundurması, tuz fazlalığı gibi risk taşıyan koşullar dikkatle araştırılmalıdır. Ayrıca uygulama yapılacak yerin iklim koşulları, topoğrafyası gibi özellikleri dikkate alınmalıdır (URL1).

Arıtma çamurlarının yüksek su içeriklerinden dolayı tarımsal alanlarda kullanılması problem oluşturabilmektedir. Arıtma çamurları kompost için kullanılacaksa odun kabuğu, mısır sapı, mısır kosası, fındık kabuğu, talaş gibi çamurun fiziki yapısını ve özelliklerini iyileştirici, gözenekliliğini artırıcı yapı malzemeleri kullanılmalıdır (URL1).

Organik madde içeriği, besi maddeleri, patojenler, metaller, toksik organik maddeler çamurun arazide bertarafını ve kullanımı etkileyen faktörlerdir. Azot, fosforca zengin arıtma çamuru gübre özelliği kazanmasıyla bitki büyümesi için gerekli besin maddelerini karşıladığı

için ticari bir öneme sahip olmaktadır. Çamurun ticari bir gübre ile kıyaslanması aşağıdaki Tablo 1.5’de gösterilmektedir. Ayrıca çamurun ağır metal konsantrasyonu da arazideki kullanımını etkilemektedir. Ağır metal konsantrasyonları Tablo 1.6’da verilmektedir (Öztürk ve ark., 2005)

Tablo 1.4 Dünyadaki tarımsal amaçlı kullanılacak arıtma çamurları için sınır değerler (Uzun ve Bilgili, 2011)

Kirlenici	Üst Limit (mg/kg)*						
	ABD	Kanada	AB	İsveç	Danimarka	Almanya	Türkiye
Arsenik	75	75	-	-	-	-	-
Kadmiyum	85	20	20-40	2	0.5	1.5	20
Krom ^{oo}	3000	-	1000-1750	100	-	-	1200
Bakır ^{oo}	4300	-	1000-1750	600	40	60	1200
Kurşun ^{oo}	840	500	750-1200	100	40	100	1200
Cıva	57	5	16-25	2.5	-	-	25
Molibden	75	20	-	-	-	-	-
Nikel ^{oo}	420	180	300-400	50	15	50	1200
Selenyum	100	14	-	-	-	-	-
Çinko ^{oo}	7500	1850	2500-4000	100	100	200	3000
PCB	8.6	-	-	-	-	-	-

*Kuru ağırlık

^{oo}İşlenmiş arıtma çamurunun topraklarda kullanılması ile hasadın alınması arasında en az 3 ay süre varsa ilgili kuruluşların görüşü alınarak Bakanlıkça cıva ve kadmiyum hariç olmak üzere bu değerler %5’e kadar arttırılabilir.

1.2.2. Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanımları

Arıtma çamurları, tarımsal alanda gübre besin elementi kaynağı veya toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilir. Toprağa verilecek yıllık çamurdaki N ve/veya P miktarının toprağın ihtiyacı olan yıllık N ve/veya P miktarını geçmeyecek şekilde çamur yüklemesi yapılması gerekmektedir. Toprak içerisindeki ağır metal hareketini sınırlamak için arıtma çamurunun pH’nın 6,5 veya daha büyük olması gerekmektedir. Ayrıca toprağın katyon değiştirme kapasitesi, ağır metali tutma eğilimi göstereceğinden arıtma çamuru uygulanacak toprağın bu bakımdan da incelenmesi gerekir (MEB, 2011).

Tablo 1.5 Çamur ile ticari gübrenin kıyaslanması (Öztürk ve ark., 2005)

	Besin maddesi %		
	Azot	Fosfor	Potasyum
Tarımda kullanılan gübre ¹	5	10	10
Stabilize aktif çamur tipik değeri	3.3	2.3	0.3

¹Toprak ve bitki özelliğine göre besin konsantrasyonu değişmektedir.

Günümüzde arıtma çamurunun giderek artmasından dolayı oluşacak kirliliği önleyebilmek amacıyla bu çamurların dış ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de yaygın şekilde kullanımını sağlanmalıdır.

Tablo 1.6 Atıksu arıtma tesisi ağır metal konsantrasyonları (Öztürk ve ark., 2005)

Metal	Kuru çamur (mg/kg)	
	Aralık	Ortalama
Arsenik	1.1-230	10
Kadmiyum	1- 3,410	10
Krom	10-99,000	500
Kobalt	11.3-2,490	30
Bakır	84-17,000	800
Demir	1,000-154,000	17,000
Kurşun	13-26,000	500
Manganez	32-9,870	260
Civa	0.6-56	6
Molibden	0.1-214	4
Nikel	2-5,300	80
Selenyum	1.7-17.2	5
Kalay	2.6-329	14
Çinko	101-49,000	1700

Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (EK1; EK2) esaslarına göre topraktaki ağır metal sınır değerlerinin karşılaştırılması Tablo 1.7 verilmektedir. Ayrıca topraktaki maksimum ağır metal muhtevası ve yük sınır değerleri sırasıyla Tablo 1.8 ve Tablo 1.9'da verilmiştir. Yönetmelikte ağır metallere ek olarak toksik yapıcı maddeler içinde sınır değerler verilmiştir.

Tablo 1.7 Topraktaki ağır metal sınır değerlerinin karşılaştırılması (EK1; EK2; URL4)

Ağır Metal (Toplam)	Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (EK 1-A (a))		Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (EK I-A)	
	pH 5-6 (mg/kg Fırın Kuru Toprak)	pH >6 (mg/kg Fırın Kuru Toprak)	6≤pH<7 (mg/kg Fırın Kuru Toprak)	pH≥7 (mg/kg Fırın Kuru Toprak)
Kurşun	50	300	70	100
Kadmiyum	1	3	1	1.5
Krom	100	100	60	100
Bakır	50	140	50	100
Nikel	30	75	50	70
Çinko	150	300	150	200
Civa	1	1.5	0.5	1

Tablo 1.8 Toprakta kullanılabilir stabilize arıtma çamurunda müsaade edilecek maksimum ağır metal muhtevalarının karşılaştırılması (EK1; EK2; URL4)

	Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği(EK 1-B)	Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (Ek 1-B)
Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg/kg fırın kuru materyal)	Sınır Değerler (mg/kg kuru madde)
Kurşun	1200	750
Kadmiyum	40	10
Krom	1200	1000
Bakır	1750	1000
Nikel	400	300
Çinko	4000	2500
Civa	25	10

Tablo 1.9 Toprakta on yıllık ortalama esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü sınır değerlerinin karşılaştırılması (EK1; EK2)

	Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (EK 1-C)	Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (Ek 1-E)
Ağır Metal (Toplam)	Sınır Yük Değeri (gr/da/yıl, kuru maddede)	Sınır Yük Değeri (gr/da/yıl, kuru madde)
Kurşun	1500	225
Kadmiyum	15	3
Krom	1500	300
Bakır	1200	300
Nikel	300	90
Çinko	3000	750
Civa	10	3

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Arıtma çamuru üzerine yapılan bir çalışmada, artıma çamuru ile talaş ve patates endüstrisi atıklarının kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından kompostlanabilirliği araştırılmıştır. Kompost karışımında C/N oranı 30:1- 20:1 olacak şekilde izolasyonlu kaplarda 57 gün kompostlanmıştır. Çalışma boyunca pH, EC (Elektriksel iletkenlik), CO₂ oluşumu ve iki spektrofotometrik oran (Q_{2/6} ve Q_{2/4}) izlenmiştir. EC ve (Q_{2/6} ve Q_{2/4}) hariç tüm parametreler C:N oranı ve talaş yapısından etkilendiği görülmüştür. Sonuç olarak nihai kompost ürünlerinin stabilize organik madde içeriğinden dolayı gübre veya toprak şartlandırıcısı olarak uygun olduğu belirtilmektedir. Tarım açısından bakıldığında, çamur, özellikle C: N oranlarında ince yapılı talaş ile kompostlanmıştır. Gıda endüstrisinin organik atıkları (örneğin patatesten işleme), bu atıkların yok edilmesi ve faydalı ürünlere dönüştürülmesi için uygun bir entegre atık yönetimi stratejisi olduğu belirtilmektedir. (Ammari ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada, düşük ağır metal içeren ve patojene sahip olan bir arıtma çamuru ile ağaç budama atığının kompostlama sürecinde kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından uygunluğunu araştırılmıştır. 30:1'lik C/N başlangıç oranı dayalı olarak ağaç budama atığı ve arıtma çamuru ile 2 kompost kazığı kurmuşlardır. Bu kazıkların havalandırılması, sıcaklık 65°C üzerine çıktığında mekanik karıştırıcılarla yapılmıştır. Nem içeriği ise %50'nin altına düştüğünde ise sulama işlemi gerçekleşmiştir. 120 gün kompost sürecinde sıcaklık, nem içeriği, pH, elektriksel iletkenlik (EC), karbon ve azot içeriği ve fekal koliformlar izlenmiştir. EC kompostta arıtma çamuruna kıyasla %58'lik azalma gözlemlenmiş ve pH 7.8'den 6.6'ya düşürülmüştür. Katyon değişim kapasitesi / karbon içeriği (CEC / C) ve karbon içeriği değerinde bir artış olduğu belirtilmiştir. Toplam azot sabit kaldı ve N-NO₃ - N-NH⁺ organik formlarda kararsız hale getirildi. C/N oranı 25: 1'den 12: 1'e düştü. 55 °C üzerindeki sıcaklıklar 20 gün boyunca gözlemlenmiştir. Ayrıca son kompost ürününde As, B, Ba, Cr, Cd, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Sb ve Zn içeriklerinin azaltılması ile daha iyi bir besleyici dengesine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Moretti ve ark., 2015).

Yapılan bir yüksek lisans tez çalışmasında, Düzce Pakmaya tesisinden çıkan maya atık çamurunun kompost materyali olarak kullanımının toprak üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada hacim arttırıcı olarak fındık kabuğu ve mısır koçanı kullanmıştır. Araştırma sonucunda hem fındık kabuğunun hem de parçalanmış mısır püskülünün kompostlama için uygun olduğu ve bu malzemelerin hacim arttırıcı malzeme olarak kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Çalışmada en uygun karışım oranının 1:1:1 (Biyokatı: Parçalanmış mısır

püskülü : fındık kabuğu) olduğu belirlenmiştir. Toprak kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre elde edilen kompostun ağır metal oranlarının uygun aralıkta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca % 10 civarında kompost uygulanmasında ekstra gübreye ihtiyaç olmadığı belirtilmiştir. Çalışmada bitki yaprağında ağır metal konsantrasyonuna rastlanmış olmasına rağmen toprağa kompost ve gübre uygulandığında kadmiyum seviyesi arttığı ancak nikel konsantrasyonunun değişmediği gözlemlenmiştir. Bu durumu açıklamak için daha fazla çalışma yapılması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonunda kompostlaştırılmış biyolojik kökenli katıların tarımsal araziler için değerli bir kaynak olduğu görülmektedir (Eriçyel, 2008).

3 farklı tarım arazisinden alınan toprak örneklerinin karıştırılması ile yürütülen bir çalışmada, kirlenmemiş bu toprakların içerisine Cd, Cu, Ni, Zn, Pb ilave edilmiş ve pilot ölçekli bir çalışma yürütülmüştür. Toprağın %87 nem içeriği ve C/N (yaklaşık 6) oranının düşük olması sebebiyle kompost içeriğine %60 yoğun çamur + %5 aşı çamur (önceden hazırlanmış 12 aylık çamur) + %20 odun talaşı + %15 kolza samanı ilave edilmiştir. Çalışmada arıtma çamurunun farklı olgunlaşma sürelerinde (0, 3, 6, 9, 12, 35 ay) yüksek kirlilikteki killi bir topraktaki Cd, Cu, Ni, Pb, Zn'nun biyomevcudiyeti, parçalanması ve yeniden geri dağılımı araştırılmıştır. Metal değişimleri 35 ay boyunca izlenmiştir. 3, 6, 12. aylarda kompost olgunlaşması biyomevcudiyeti, geri dağıtımı ve karalılığı etkilemediği gözlemlenmiş ve bu da 3 aylık olgunlaşmanın toprak değişimi için kullanılabileceği sonucunu ortaya çıkarılmıştır. 24 aylık kompost ise daha kararlı hale gelmiş ve bu da topraktaki metal içeriğinin artmasına sebebiyet vermiştir (Gusiatin ve Kulikowska, 2016).

Bafra Ovasında yapılan çalışmada, arıtma çamurunun buğday + beyaz lahana + domates bitkileri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada arıtma çamurunun 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ha⁻¹ dozları ile kimyasal gübreleme yapılarak toprağın demir, bakır, mangan ve çinko içeriklerinin artış ve azalışları incelenmiştir. Bu çalışma 2 yıl süreyle 2 aşamalı olarak toprağa uygulamışlardır. Arıtma çamuru uygulanacak toprak özellikleri killi bünyeye sahip, hafif alkali, tuzsuz, orta kireçli, organik madde içeriği orta, alınabilir fosfor kapsamı çok az/az, alınabilir potasyum kapsamının ise yüksek seviyede olduğu belirtilmektedir. Çalışmada potasyum yönünden zengin olan toprağa, arıtma çamuru ile karıştırıldıktan sonra suni N ve P gübreleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre arıtma çamuru uygulamasıyla toprağın ekstrakte edilebilir Fe, Zn ve Cu'nun konsantrasyon içerikleri artarken Mn konsantrasyonunda bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Bafra ovası toprağının kireçli olması arıtma çamurunun kullanılabilirliğinin avantajı olarak görülürken arıtma çamurunda bulunan ağır metal içeriğinin uzun yıllar toprağa uygulanması ağır metal birikimine yol açacağından risk oluşturduğunu düşündürmüştür (Özyazıcı ve ark., 2012), (Özyazıcı ve ark., 2012).

Kocaeli ilinde yürütülen bir çalışmada, çeşitli oranlarda karıştırılan arıtma çamuru ve vinasın, aerobik kompostlaştırmada toprak iyileşmesi üzerine etkisini incelenmiştir. Kompostlama verimi, KOİ, TOK, $\text{NH}^4\text{-N}$ ve organik N parametreleri baz alınarak değerlendirilmiştir. 4, 8, 12, 16 ve 20. günlerde reaktörden numune alınarak TKM, UKM, KOİ, TOK, $\text{NH}^4\text{-N}$ ve Organik N parametrelerin ölçümü yapılmıştır. Kompostlama süresi sonunda, KOİ ve TOK'da %38 oranla, %70 Arıtma Tesisi Çamuru + %30 Vinas karışımında en iyi verim elde edilmiştir. Organik azotta % 44 bir parçalanma görülmüştür. Azot, fosfor, potasyum miktarı yönünden hazırlanan kompostun gübre değeri incelenmiş olup azot ve potasyum bakımından zengin olduğu ancak fosforun düşük olduğu tespit edilmiştir (Fersiz ve ark., 2013).

Sakarya Belediyesi arıtma çamurunun yüksek nem içeriğinden dolayı %80 susuzlaştırılmış çamur keki, talaş (SW), fındık kabuğu (HH), mısır samanı (CS), çam atığı(PL) ile 1:1 oranında karıştırmışlardır. Sıcaklık artışı, CO_2 ve H_2S değişimi, OM giderimi, C/N oranı ve DOC (çözülmüş organik karbon) giderimi gibi parametreler çamur içindeki indikatör maddelerinin fizikokimyasal özelliklerini etkilediğinden dolayı incelenmiştir. Çalışmada 0-20 mm'lik parçacık boyutu, mikrobiyal biyolojik reaksiyonlar için gözeneklilik ve temas yüzeyinde yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre HH, PL, SW için uygun su-hava dengesi sağlanırken CS için yüksek degradasyon oranı ve daha küçük absorblama oranından dolayı yeterli poroziteyi sağlayamadığı belirtilmiştir. CS, düşük sıcaklık ve düşük CO_2 salınımı ile %53 OM giderimi ve DOC giderimi yüksek olmasına rağmen; HH, yüksek ve hızlı sıcaklık artışı ve CO_2 salınımı ile kısa kompost süresi, yapısal kararlılık, kolay elde edilebilir karbon kaynağı olması gibi sebeplerden dolayı çamur kompost kararlılığını arttırdığı ve biyolojik reaksiyonları hızlandırdığı gözlemlenmiştir. Ancak HH'dan yüksek verim elde edilmesine rağmen nihai pH aralığı belirlenmemiştir.(Ozdemir ve ark., 2014).

Gıda endüstrisi atıksu arıtma çamuru (WTS) ile buğday samanı (WS), çınar yaprağı (PL), mısır koçanı (CC), ve ayçiçeği sapının (SS) karıştırılması ile elde edilecek kompostun verimliliği üzerine çalışılmıştır. Yaptıkları deneylerde %60 arıtma çamuru ve %40 hacim arttırıcı (ıslak bazda) madden kullanılarak 4 farklı kompost denemesi yapılmıştır. Kompostlama işlemi sırasında sıcaklık, kuru madde (DM), organik madde (OM), pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve C/N oranı gözlemlenilmiştir. Arıtma çamuru ve mısır koçanı karışımında en yüksek organik madde bozulmasının (%37.6), kuru madde kaybı (%29.6) ve sıcaklığın (64°C) olması nedeniyle bu karışımın başarılı olduğu ve ayrıca bu başarılı sonucun ayçiçeği sapında da sıcaklığın (57°C), kuru madde kaybı (%26) ve organik madde bozunumu

(%33) olduğu gözlemlenmiştir. C/N oranı mısır koçanı ve ayçiçeği sapı için sırasıyla (%31 ve %49) olarak belirlenmiştir. Bu hacim arttırıcı maddeler en yüksek hacim azalmasına ve en yüksek stabilizasyona ulaştığı gözlemlenmiş ve bu maddelerden tarımda kullanılabilir dengeli bir kompost ürünü elde edilmiştir (Uçaroğlu ve Alkan, 2016).

Arıtma çamuru ile ayçiçeği sapından elde edilecek kompostun optimum aralığını bulmak üzere bu çalışma yürütülmüştür. 21 günlük bir sürede %50, %40, %30 ve %20 konsantrasyonlarında ıslak ağırlık bazında hacim arttırıcı maddenin 4 farklı reaktörde incelemesi yapılmıştır. Kompostlama sırasında pH, elektrik iletkenliği (EC), kuru madde (DM), organik madde (OM), organik karbon (OC) ve toplam ve inorganik azot (N) içerikleri belirlenmiştir. Kompostlama işlemi için en uygun karışımın %60 arıtma çamuru ve %40 hacim arttırıcı madde ilavesiyle, termofilik faz sonucu mikrobiyal aktivitenin stabilizasyonu sağlanmıştır. Bu işlem en düşük nitrojen kaybına (%8.4) ve en yüksek karbon kaybına sebep olduğu gözlemlenmiştir (Uçaroğlu, 2014).

Bu çalışma 2004-2007 tarihleri arasında arıtma çamurlarının toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 12 parsellik bir alanda yapılmıştır. Bu parsellere 0(kontrol), 4, 8 ve 12 t/da düzeylerinde arıtma çamuru uygulanmış ve sadece 2004 tarihinde bu uygulama yapılmıştır. ASKİ'den alınan organik madde bakımından zengin olan anaerobik arıtma çamuru kullanılmıştır ve tuzlu-alkali toprağa uygulaması yapılarak toprakta fiziksel ve kimyasal parametrelerce önemli değişikliklere sebep olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen etki, araştırma yıllarına ve seçilen uygulama düzeylerine bağlı olarak değişiklik gösterse de en olumlu sonuç 12 t/da elde edilmiştir. Ancak bu olumlu sonuç toprak değiştirilebilir sodyum yüzdesi (ESP) bakımından istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Topraktaki tuz yoğunluğunun azaltılarak arıtma çamuru veriminin bitki yetiştiriciliği üzerindeki etkilerinin drenaj kanallarıyla sağlanabileceği belirtilmiştir. ESP düşürülmeden arıtma çamuru kompostu etkili olmayacağından toprak ıslah edildikten sonra uygulanması öngörülmüştür (Angın ve Yağanoğlu, 2009).

Yeni Zelanda'da yürütülen bu çalışma 4 yıl sürmüştür. Hem tarla hem de saksı denemeleri yapılan çalışmada, ağır metal içerikli atıksu biyokütllerinden, odun atıklarından ve yeşil atıklardan üretilen kompostun; kumlu tın toprakla değiştirilmesinin olumlu ve olumsuz etkilerini gözlemlenmek amacıyla yapılmıştır. Düşük ve yüksek pH ve farklı derinliklerde çalışılmış bu çalışmada, ağır metal konsantrasyonlarında, Cu hariç sınır değerlerin aşılmadığı sonucuna varılmıştır. Toprağın mikrobiyolojik etkileri bakımından Zn'nun bitkiye geçtiği, ancak bunun otlayan hayvanlarda herhangi bir sorun teşkil etmediği belirtilmiştir. Yeni Zelanda'da insan sağlığı için Zn sorun oluşturmamaktadır. Ayrıca C, N, P ve Olsen P'nin

arttığı gözlemlenmiştir. N'un artma sebebinin organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sülfataz ve fosfatazın artması, rizobiyal sayılar üzerinde veya hassas mikrobiyal biyosensörler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Ancak uzun vadede tekrar araştırılma yapılması ağır metal bakımından önem arz etmektedir (W. Speir ve ark., 2004).

Vietnam'ın Hanoi şehrinin Ha Tay ve Vinh Phuc eyaletlerinde yapılan çalışmada, 2 farklı biyokatı örneğinin toprak üzerine etkisi incelenmiştir. Vinh Phuc eyaletinde tavuk gübre uygulaması ile Ha Tay eyaletinde pirinç samanı ile karıştırılmış kompost domuz gübre uygulamasının karşılaştırılması yapılmıştır. Her iki eyalette de çiftçilerin yıllık olarak uyguladıkları dozun %0 -450'sini oluşturan 6 farklı oranda uygulama yürütülmüştür. Ha Tay eyaletinde 0-7-14-21-42-63 ton ha⁻¹ oranlarında 17 ay, Vinh Phuc eyaletinde ise 0-10-20-30-60-90 ton ha⁻¹ oranlarında 20 ay kadar sürdürülmüştür. Bu biyokatı uygulamasında her iki eyalette de pH, EC, % TOC ve % N_{tot} miktarlarında önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Organik karbon miktarı; kompostlaştırılmış gübre için hesaplanan değerle uyumluluk gösterirken, tavuk gübresini için hesaplanan değerden daha düşük olduğu belirtilmektedir. Tavuk gübresindeki bu düşüşün dekompozisyon kaynaklandığı öngörülmektedir. Toprak ters kalsuyu ekstraksiyonunda, Cu; sadece Vinh Phuc'da artarken, Zn; her iki bölgedeki biyokatı uygulama oranları ve lineer regresyon gösterimi ile doğrusal olarak artmıştır. Zn içeriği, Vinh Phuc'da Ha Tay'e göre kıyaslandığında daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bunun sebebinin tavuk gübresindeki Zn'nun daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Cu ve Pb önemli bir değişim görülmemiştir. Yine EDTA ekstraksiyonu ile metal konsantrasyonları incelendiğinde, Ha Tay'daki Pb hariç diğer metal konsantrasyonlarının arttığı yönündedir. Ancak farklı oranlardaki uygulamalarda düşük konsantrasyonlarda olduğu ve bundan dolayı önemli bir artış olmadığı belirtilmektedir. Bunun, biyokatı uygulamasının kısa süreli yapısından (bir kez) ve bu iz metallerin biyokatılardaki düşük konsantrasyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmayı sınırlandıran mevcut toksik metal içeriği, bu uygulamanın uzun yıllar pozitif etkisinin olup olmayacağı konusunda önem arz etmektedir. Ancak tarımsal topraklara biyokatı eklenmesinin, bağlanma alanlarını artırabileceğini veya hatta toprakta zaten bulunan iz metal konsantrasyonlarını azaltarak, toprağın kendisinden daha yüksek metal konsantrasyonlarına sahip olmasına rağmen toprak çözeltisindeki metal konsantrasyonunu azalttığını göstermektedir (Khai ve ark., 2008).

Türkiye'nin Antalya ilinin Aksu ilçesinde 2 yıl boyunca çalışma sürdürülmüştür. Sera toprağındaki değişimi gözlemlenmek amacıyla, kontrol amaçlı sığır gübresinden 50 ton ha⁻¹,

atıksu çamurundan 50 ve 100 ton ha⁻¹, belediye katı atık kompostundan 50 ve 100 ton ha⁻¹; oranlarında uygulama yapılmıştır. Kontrol amaçlı kullanılan sığır gübresi o bölgeye adopte olan normal gübre olarak ifade edilmektedir. 50 ton ha⁻¹ (atık çamur ve belediye katı atığı) için yapılan çalışmalar kontrol uygulamasına benzer olarak organik madde miktarını belirlemek için uygulanmıştır. 100 ton ha⁻¹ ise ağır metal seviyesinin yüksek oranlardaki etkisini gözlemlmek için uygulandığı belirtilmektedir. İlk yılki çalışmada 100 ton ha⁻¹ hariç tüm uygulamalarda toplam Cd miktarında önemli bir artış olmazken, ikinci yılda tüm uygulamalarda Cd'un değerinin arttığı ifade edilmektedir. 2 yıl süren bu çalışmada ilk yıla nazaran ikinci yıldaki toplam Zn, Cu, Pb konsantrasyonları da artmasına rağmen Ni ve Cd konsantrasyonlarının bu metallere göre artmadığı görülmektedir. Ancak ekstarkte edilebilir ağır metal konsantrasyonlarının kontrol uygulamasıyla kıyaslandığında önem arz ettiği ifade edilmektedir. Yine Cd ve Ni miktarlarının çok bir etkisinin olmadığı kanaatine varılmıştır. Ağır metal miktarlarının EU yasasına göre (86/278/CEE) sınır değerleri aşmadığı ifade edilmektedir. Ancak kısa süreli yapılan bu çalışmanın ileride tekrarlanması iz elementlerin aşamalı birikmesi toprak ve canlı sağlığı için risk taşıyabilir. Bu riskin oluşmaması için atıksu çamurunun çevreye zarar vermeden nasıl bertaraf edilmesi gerektiği hususunda birçok araştırma ve yaptırım olması gerektiği sonucuna varılmıştır (Topçuoğlu, 2005).

Bu kompost çalışması, İran'ın İsfadan şehrinin güneyindeki arıtma tesisinde yürütülmüştür. Uygulamada, susuzlaştırılmış anaerobik arıtma çamuru (SS) ve tesis etrafındaki ağaçlardan dökülen yaprak artıkları (PW) 2 farklı oranda karıştırılarak (PW:SS, 1:1 ve 3:1) çalışıldığı ve ayrıca 2 çeşit havalandırma tipinde yani havalandırılmış statik yığın (ASP) ve açık yığınlarla (TW) çalışıldığı ifade edilmektedir. Çalışmanın asıl amacı, mikrobiyal aktivite endeksleri (Dehidrojenez aktivitesi, fluoreserin diasetat hidrolizi (FDH) ve spesifik oksijen alım oranı (SOUR)) ile geleneksel parametrelerin (sıcaklık, pH, C/N oranı, nem içeriği, organik madde) kıyaslanmasından ileri gelmektedir. Mikrobiyal aktivite endeksleri için termofilik fazın önemli olduğu belirtilmektedir. Ayrıca hem mikrobiyal endekslerde hemde geleneksel parametre ölçümlerinde 3:1 oranındaki örneklerin 1:1 oranındakilere göre daha verimli olduğu belirtilmektedir. Havalandırma tiplerinde de TW'nin ASP'e göre daha verimli olduğu raporlanmıştır. Kompost sürecinde mikrobiyal aktivite endekslerinin oldukça önemli olduğu, bu süreçte terslik olup olmadığı mikrobiyal aktivite endeksleriyle tespit edileceği söylenmektedir. FDA (fluoreserin diasetat)'nın organik madde stabilizasyonunu, SOUR ve dehidrojenez aktivitesinin de arıtma çamurunun gelişimini etkilediği tespit edilmiştir.(Nikaeen ve ark., 2015),

İtalya'nın doğu Po vadisinde, 1988'den beri siltli tınlı toprak üzerinde yapılan çalışmanın beyaz buğday, mısır ve şekerpancarı üzerine etkisi üzerinde durulmuştur. Uygulamada; belt filtre sonrasında susuzlaştırılmış çamur, anaerobik çamur ve buğday samanı ile karıştırılmış çamur olmak üzere 3 farklı örnek üzerinde çalışılmıştır. Bu örneklerin her biri iki farklı oranda (5 ve 10 MgDM/ ha yıl) hazırlanmıştır. Buğday veriminde (Mg ha⁻¹ 13%RH); 10 MgDM/ ha/yıl orandaki uygulamada kompostlanmış çamurun diğerlerinden daha yüksek olduğu, mısır için; hem yüksek miktarda N miktarının toprağa veya atmosfere karışma riski olmasından hem de çevresel zararlarının en az olmasından dolayı 5 MgDM/ ha yıl oranındaki uygulamanın daha güvenli olduğu belirtilmektedir. Şeker pancarı için; kök gelişiminde sıvı çamurda verimin diğerlerine nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak Amino-N ve Na bakımından sıvı çamur ve anaerobik çamurda, kompost çamura nazaran yüksek miktarda olmasından dolayı kompost çamurun daha tatmin edici sonuç verdiği ifade edilmektedir. Şeker saflığı bakımından da kompost çamurda daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Uygulamada organik madde bakımından da kompostlanmış çamurun daha yüksek oranda olduğu ve 10 MgDM/ ha yıl daha yüksek oranlarda olduğu görülmektedir. Bu durum organik karbon miktarının da artışına sebep olmuştur. 12 yıl süren bu çalışmada toprak üst kısmında ağır metal bakımından önemli bir artış olmazken Cu ve Zn bakımından bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak, 12 yıllık çalışmada topraktaki tüm metallerin konsantrasyonu, AB yönetmeliğinin sınır değerlerinin çok altında olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak; susuzlaştırılmış çamur ve sıvı çamurun düşük oranlarda kullanımının, kompostlanmış çamurun ise yüksek oranlarda kullanımının uygun olduğu öngörülmektedir. Ayrıca ağır metal konsantrasyonlarının kaynağında azaltılarak uygulama çalışmalarının toprak açısından önemli olduğu ifade edilmektedir(Mantovi ve ark., 2005).

İspanyada yürütülen bu çalışmada, bir endüstri tesisinden alınan susuzlaştırılmış artıma çamuru ve Albufera Natural Park'taki pirinç yetiştirme alanından elde edilen pirinç samanı karışımının pilot ölçekli uygulamasının toprak kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Havalandırmalı statik yığın olarak; parçalanmış (P1) ve parçalanmamış (P2) pirinç sapı ile atık çamur 2.6:1 oranlarında karıştırılarak kompostlama sürecine başlanmıştır. Uygulamada iki farklı toprak üzerinde çalışılmıştır. Kompost uygulamasının killi ve kumlu toprak üzerindeki etkileri arasındaki fark üzerinde durulmuştur. Üzerinde durulan bu fark laboratuvar şartlarında arpa tahılının büyüme gelişimine göre belirlenmektedir. Her iki topraktaki kompost uygulamasında pH değeri azalırken, SOM, N, P, SA ve EC değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. pH'daki bu düşüş organik maddeyi etkilemekle birlikte Fe gibi mikronutrientlerin de olumlu sonuçlar vermesine katkı sağlayacağı ifade edilmektedir. Sonuç

olarak, hangi kompost uygulamasının daha verimli olduğu parametre değerlerinin istenilen düzeye ulaşip ulaşmadığına bağlı olarak belirlenebileceği ifade edilmektedir. Bu açıklamaya istinaden; P1 kompostundaki parametre değerlerinin, P2 kompost örneğine göre daha iyi sonuçlar elde edildiği raporlanmıştır. Yani 3 ay sonra başlangıç parametre değerleri ile 3 aylık parametre değerleri karşılaştırılmıştır. Burada sıcaklık, NH^{+4} içeriği, ve CHA/CFA (hüyük asit karbon/fulvik asit karbon oranı) oranı gibi parametre değerlerinin hangi uygulamanın daha iyi olduğu konusunda ayırım yapılmasında yol gösterici olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca her iki toprak içinde farklı dozlarda örneklere (P1 ve P2) uygulama yapılmıştır. Bunun sebebi atık çamurdan kaynaklı topraktaki pH, organik madde, N, P, SA (kararlı agregatlar) ve arpa gelişiminin; EC'ye bağlı olmasından kaynaklı olduğu ifade edilmektedir. Farklı dozlarda kompost uygulamasının farklı toprak tipleri için hangi dozun toprak için uygun olduğuna karar vermek için yapıldığı ifade edilmektedir. Zira tuzluluk bitki gelişimi ve tarım için sınırlayıcı bir faktör olabilmektedir (Roca-Pérez ve ark., 2009).

Yeni Delhi, Hindistan Tarımsal Araştırma Enstitü çiftliğinde yürütülen çalışma için belediye atık çamuru kullanılarak 4 farklı örnek uygulama yapılmıştır. Ayrıca Kumlu tınlı toprak üzerinde herhangi bir uygulama yapılmaksızın kontrol amaçlı da örnek çalışma yapılmıştır. 3m*3m'lik alanlarda yapılan örnek çalışma için sırasıyla 5, 10 ve 15 t/ha'lık atık çamur uygulaması ve %100 NPK (hektar başına 120 kg nitrojen, 60 kg P₂O₅ ve 40 kg K₂O) uygulaması yapılarak kıyaslama yoluna gidilmiştir. Hacimsel yoğunluk açısından 0-15 cm toprak derinliğinde, kontrol örneğinde 1.68 g cm⁻³, %100 NPK'da 1.65 g cm⁻³, 5, 10, 15 t ha⁻¹ çamur uygulamalarında daha düşük sonuçlar ortaya çıkmıştır. 15-30 cm toprak derinliğinde ise sadece 15 t ha⁻¹ (1.70 g cm⁻³)'da önemli bir değişiklik olmuştur. Organik karbonla ilişkili agregat içeriğinde; 0-15 cm ile 15-30 cm toprak derinliklerinin her ikisinde de (>0.25 mm) makro agregat, mikro agregattan daha yüksek sonuçlar verdiği ifade edilmektedir. Organik madde bakımından toprak kalitesi incelendiğinde; organik karbonla ilişkili agregat içeriği daha yüksek olan (0-15 cm) tabakada katkı sağlandığı ifade edilmektedir. Ancak kontrol uygulamasında herhangi bir nütrient uygulaması yapılmadığı için en düşük değerde kaydedildiği belirtilmektedir. NPK100%, kontrollere kıyasla daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. N ve K bakımından da 0-15 toprak derinliğinde 15-30 cm derinliğine nazaran daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol ve NPK100%'ya kıyasla çamur uygulamalarında daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Dehidrojeniz aktivitesi bakımından çamur uygulamalarının daha yüksek sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Bunun sebebinin organik madde kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Mikrobiyal biyokütle karbon içeriği de 0-15 cm toprak derinliğinde daha yüksek sonuçlar vermiştir. Çamur uygulanan toprak örneklerinde

kontrol ve %100 NPK ya göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Yine bunun da organik madde ile ilişkili olduğu düşüncesini akla getirmektedir. Genel olarak bakıldığında çamur uygulamasının toprak kalitesi üzerinde oldukça etkili sonuçlar verdiği görülmektedir. Kısa süreli yapılan bu çalışma düşük miktardaki organik atığın faydalı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Uzun soluklu yapılacak çalışmalarda ağır metal içeriği bakımından incelenmesi gerekmektedir (Mondal ve ark., 2015).

Çin, Heilongjiang'daki arıtma tesisinden alınan susuzlaştırılmış artıma çamurunun (SS), mantar substratı (SMS) ve buğday samanı (WS) ile karışımından oluşturulan kompost materyalinin toprak üzerindeki etkilerini incelemek üzere 20 günlük laboratuvar ölçekli bir çalışma yapılmıştır. Kompostlama malzemesinin bileşimi etkilemeyen hacim artırıcı malzeme olarak pozma (PM) kullanılmıştır. Çamurla pozma 2:1 (ıslak ağırlık) oranında karıştırılmıştır. Bu laboratuvar çalışması için 4 farklı örnek için reaktörler hazırlanmıştır. Bu örneklerin hazırlanma oranları P1 (1500 g SS ve 750 g PM), P2 (1500 g SS ve 450 g WS), P3 (1500 g SS ve 450 g SMS) ve P4 (1500 g SS, 300 g SMS ve 150 g WS) şeklindedir. Her bir reaktörden 0, 2, 4, 6, 8, 10, 14 ve 20. günlerde örnek alınıp parametre ölçümleri yapılmıştır. Sıcaklık bakımından termofilik fazda sıcaklığın en düşük olduğu örnek P1 olarak ifade edilmektedir. Bunun sebebinin P1 örneğinde pozma (PM) kullanılmasından kaynaklı olduğu belirtilmektedir. Dehidrojenaz aktivitesi (DHA) yine sıcaklıkla ilişkilendirilmektedir. İlerleyen günlerde sıcaklık düştükçe yani mezofilik ve termofilik evreyi geçtikten sonra düşüş görülmektedir. DHA'nın; P1'in en düşük değerinde, P4'te maksimum ortalama değerinde, P2 ve P3'ün özellikle termofilik fazda yüksek değerinde olduğu belirtilmektedir. Sonuçlar,% 30 WS veya% 30 SMS, özellikle% 20 SMS ve% 10 WS ilavesinin DHA ve biyokimyasal reaksiyon oranlarını kompostlaştırmada arttırdığını göstermektedir. CO₂ emisyonu termofilik ve mezofilik evrede farklılık gösterirken serinleme fazında ise herhangi bir farklılık olmadığı belirtilmektedir. En yüksek CO₂ emisyon oranı P2, P3, P4 örneklerinde görülmektedir. OM (%) termofilik ve mezofilik evrelerde düşüş gösterdiği özellikle de P2, P3, P4 örneklerinde bir düşüş görüldüğü belirtilmektedir. P1 örneğinde kullanılan PM daha az organik madde kaybına sebep olmuştur. Bunun sebebinin termofilik ve mezofilik evrelerdeki mikroorganizmaların WS ve SMS'yi karbon kaynağı olarak kullanılmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir. SMS ve WS karbon kaynağı olduğu için termofilik faz bakterileri burada karbonhidratları kullanarak NH₃ ve NH⁺₄-N emisyonunda azalma NO₃-N artma görülmektedir. Ayrıca selüloz ve hem selülozundan buna katkı sağladığı ifade edilmektedir. Çimlenme endeksine (GI) bakılacak olursa; ilk 2 günde bir azalma görülürken sonra ki günlerde bir artış görülmüştür. GI testi için örnekleri P1, P2, P3 ve şeklinde sıralayabiliriz. Sonuç olarak SMS (mantar

substratı) ve WS (buğday samanı) ile atık çamurun kompostlanması uygulanabileceğini ortaya koymaktadır. Dahası, gelecek çalışmalar için daha geniş kapsamlı uygulamalar yapılması gerektiği önerilmektedir (Meng ve ark., 2017).

Portekiz’de yapılan bu çalışma için 2 farklı arıtma tesisinden çamur kullanılmıştır. İlk çamur (SS1) 134000 nüfuslu bir yerden, ikincisi (SS2) 6000 nüfuslu küçük bir köyden sağlanmıştır. Ayrıca tarımsal atıkların olduğu bir işletmeden de tarımsal atık ve atık çamur karıştırılarak elde edilen kompost ürünü (AWSSC) kullanılmıştır. Her bir örnek için 6-12-24 ton/ha oranlarında uygulama yapılmıştır. Kontrol için ise normal toprak uygulaması baz alınmıştır. Örnekler pH açısından incelendiğinde SS2 (24 ton/ha) diğerlerine nazaran daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. EC değeri, çok yüksek farklılıklar olmamasına rağmen en yüksek değer SS1 uygulamasındadır. Ayrıca her uygulamanın yüksek dozajlarında daha yüksek sonuçlar görülmektedir. Katyon değiştirme kapasitesinde (CEC), hemen hemen benzer sonuçlar görülmektedir. Ancak çok az farkla dahi olsa SS2 uygulamasının yüksek dozajında daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. OM ve Kjeldahl-N değerlerinde de çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Ancak yine uygulamaların yüksek dozajlarında bir artış meydana gelmiştir. Topraktaki mevcut K içeriği, sadece kompost uygulamasından (AWSSC) etkilenirken, mevcut P, SS uygulamasından, özellikle de SS2 uygulamasından daha belirgin bir şekilde etkilenmiştir. β -glukosidaz ve dehidrojenaz aktiviteleri açısından istenilen değerler elde edilememiştir. Ancak uygulamaların yüksek dozajlarında bu enzim aktivitelerinin daha yüksek değerde olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, her iki SS uygulamasının daha yüksek dozlarının uygulanması, asit fosfataz enzimatik aktivitesinde de önemli bir artışa neden olurken, AWSSC uygulamasında çok bir fark gözlemlenmemiştir. Enzimatik aktivitede SS uygulamaların bu pozitif etkisi, P içeriğinin de artışına sebep olabilecektir. Uygulamaların bitki büyümeleri üzerine etkileri incelendiğinde, SS1 ve SS2’nin AWSSC’den daha iyi sonuçlar elde edildiği ifade edilmektedir. Bu kıyaslamada N içeriği baz alınmıştır. Çalışmanın topraktaki Cd, Cr ve Ni gibi ağır metal konsantrasyonları, sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bu metal değerlerinin, pH değerinin daha asidik yapılarak düşürülebileceği ifade edilmektedir. Ancak yine gelecekte sıkıntı yaşanmaması adına izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bitki üzerinde ağır metal konsantrasyonları, biyolojik birikim faktörü (BAF) baz alınarak yorumlanmıştır. Buna göre Cr ve Ni için sınır değerler altında olduğu bulunurken, Cu ve Zn için BAF’nin daha yüksek değerde olduğu ifade edilmektedir. Bu, organik besin uygulamasından sonra bile topraktaki bu elementlerin toplam konsantrasyonları çok düşük olduğundan, insan besin zinciri için bir risk oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır. Ancak gelecekte bu birikimin risk oluşturmasının muhtemel olduğu da ifade edilmektedir. Bu

nedenle, atık çamurların, toprak uygulamalarına izin vermek ve atık depolama alanlarının bertaraf edilmesini önlemek için uygun şekilde sterilize edilmesi (kimyasal ya da biyolojik) gerekmektedir (Alvarenga ve ark., 2016).

Türkiye'nin Sakarya ilinde yapılan bu çalışma fındık kabuğu ve susuzlaştırılmış atık çamurunun farklı oranlarda karıştırılarak yapısal olarak stabil, besin açısından zengin ve çevre açısından güvenli kompost ürünleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Karışımlar; HH (100%); HH + S1 (87.5% : 12.5%); HH + S2 (75%:25%); HH+ S3 (50%:50%) şeklinde yapılmıştır. Bu örnekler dekoratif fidanlık tahılları üzerinde nasıl bir etki gösterceği incelenmiştir. Çamur için yapılan ağır metal ve mikrobiyal analizler, standart değer aralıklarının aşağısında sonuçlar verdiği ifade edilmektedir. Susuzlaştırılmış atık çamurda bitki için gerekli olan N, P, K bakımından zengin olduğu belirtilmektedir. Örneklerin pozozite değerleri açısından HH + S2 ve HH + S1 ideal aralıkta bulunurken, HH + S3 ideal değer aralığının aşağısında bulunduğu ifade edilmektedir. Bu sonuca göre gözenekliliğin hacim artıtıcı malzemeye bağlı olduğu söylenebilir. Pozozite değerinin aksine, hava kapasitesi bakımından; HH ve HH + S3 ideal aralıktayken, HH + S2 ve HH + S1 ideal aralık değerinden biraz daha yüksek değerdedir. Sonuç olarak pozozite çamur miktarının artması ile azalmıştır. Örnekler susuzlaştırılmış çamurun eklenmesi organik madde içeriğini azaltmıştır. Örneklerin organik madde içeriği bakımından sıralanışı $HH > HH + S1 > HH + S2 > HH + S3$ şeklindedir. Organik madde içeriğinin azalmasının sebebi olarak organik materyalin biyolojik bozunmasından ve çamurdan kaynaklandığı (hem bu çalışmada hemde önceki yapılan çalışmalarda) ifade edilmektedir. C/N oranı açısından örneklerin sıralanışı HH + S1, HH + S2 ve HH + S3 şeklindedir. Saf HH'da organik madde ve karbon içeriği yüksekken N içeriği daha düşüktür ve bundan dolayı ideal aralık değerinde değildir. EC değeri, çamur miktarının artmasıyla artmıştır. Fakat bu durumun sık sulama ile giderilebileceği öngörülmektedir. pH değeri, ideal aralıktadır. Ancak dekoratif fidan ürünleri için ideal aralık değerinin dışında olduğu ancak bunun tolere edilebileceği belirtilmektedir. Katyon değiştirme kapasitesine bakıldığında saf HH, çamur içeren örnekler nazaran yüksek değerde olduğu görülmektedir. En düşük değerinde HH+ S3 örneğinde olduğu belirtilmektedir. Biyolojik ve mikrobiyal açıdan , örnekler GI testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda susuzlaştırılmış çamurdan kaynaklı fekal bakterilerin ve yumurtlarının olmadığı ifade edilmektedir. Yapılan parametre değerlerine bakıldığında çamur uygulamasının toprak kalitesini geliştirebileceği görülmektedir. Dekoratif fidan yetiştiriliği üzerine denenen bu uygulama eğer başarılı

olunursa gübre fiyatlarını azaltmanın yanı sıra çamurun yok edilmesine alternatif olabilecektir. (Dede ve Ozdemir, 2018).

Bu çalışma, gıda endüstri proses atıklarının geri kazanımı için aşı malzemesi olarak kullanılan arıtma çamurunun kompostlama üzerine etkisini araştırılmaktadır. Hacim artırıcı katkı malzemesi olarak ayçiçek sapı ve mısır koçanı kullanılmıştır. Kompostlama işlemi, 4 ayrı reaktörde 28 gün boyunca yürütülmüştür. Verimli kompost miktarı belirlemek için 4 farklı karışım hazırlanmıştır. Bu karışım örnekleri; (M1) 3:2 oranında proses atığı ve ayçiçeği sapı, (M2) 3:1:2 oranında proses atığı, arıtma çamuru ve ayçiçeği sapı, (M3) 3:1:2 oranında proses atığı, arıtma çamuru ve mısır koçanı, (M4) ise 3:1:3 oranında proses atığı, arıtma çamuru ve mısır koçanı şeklindedir. 0, 2, 7, 14, 21 ve 28. günlerde karışımların homojenliği sağlanabilsin diye karıştırılmıştır. Çalışma sonucunda sıcaklık değerinin, M3 ve M4 reaktörlerinde yüksek olduğu ve bunun mikrobiyal aktivitenin gerçekleştiğinin bir ifadesi olduğu belirtilmektedir. M1 ve M2 reaktörleri karıştırıldıktan sonra, M2'de sıcaklık artışı olduğu ve mikrobiyal faaliyetlerin gerçekleştiği ifade edilmektedir. M3 ve M4 reaktörlerindeki sıcaklık değerinin yüksek olması hacim artırıcı malzemenin kolay parçalanabilir organik madde içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kompost süresince, pH değeri incelendiğinde tüm reaktörlerde artış olduğu gözlemlenmiştir. M3 ve M4 reaktörlerinde pH değerinin zamanla azaldığı, bunun sebebi olarak mikrobiyal aktivite sonucu organik asitlerin meydana gelmesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) bakımından tüm proseslerde artış olduğu görülmektedir. Bu artış biyolojik parçalanması ile mineral tuzların ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Organik madde miktarı sıcaklıkla ilişkilendirilmiştir. Buna göre, en fazla organik madde kaybı M3 reaktöründe gerçekleşmektedir. Mısır koçanı ve arıtma çamuru kullanılan örnekler, ayçiçek sapı kullanılanlara göre daha fazla organik madde kaybı olduğu görülmektedir. C/N oranı bakımından yine organik madde ile benzer sonuçlar göstermektedir. M3 reaktöründe mikrobiyal aktivitenin hızlı gerçekleştiği ifade edilmektedir. M3 ve M4 reaktörlerinde C/N oranının ideal aralıkta olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak mısır koçanı kullanılan ve arıtma çamuru kullanılan örneklerin daha verimli sonuçlar verdiği görülmektedir (Uçaroğlu ve Gümrah, 2016).

İzmirde 2 yıl süresince yapılan bu çalışma kumlu killi toprak üzerine uygulanan arıtılmış çamurun (TSS), mısır ve buğday verimi üzerine etkilerini incelenmektedir. 4 tekrarlı 5 farklı uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalardan ikisi kontrol ve yapılan gübreleme uygulamsıdır. Diğerleri 12.5, 25, 37.5 Mg/ha'lık çamur uygulamalarıdır. Toplam N

bakımından incelendiğinde farklı periyotlarda azotun miktarının azaldığı görülmektedir. Bu da toprağın N alması ile ilişkilendirilmiştir. Artırılmış çamur uygulamaları, kontrol ile karşılaştırıldığında toprağın ortalama 5 örnekleme periyodunun toplam N konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırdığı ve topraktaki toplam N konsantrasyonunun, özellikle topraktaki N'nin bitki alımına bağlı olarak son periyotlarda düştüğü ifade edilmektedir. P bakımından; çamur uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında artışı ifade edilmektedir. Yine bitkinin P alımından kaynaklı olarak zamanla toprakta P azalması gerçekleştiği ifade edilmektedir. K ve pH değerlerinde de yine N ve P gibi sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir. En yüksek EC değeri 37,5 Mg/ha çamur uygulamasında, en düşük EC değeri de kontrol uygulamasında bulunmuştur. CaCO₃ içeriği de kontrol ile kıyaslandığında tüm uygulamalarda artmıştır. Katyon değiştirme kapasitesi (CEC) açısından bakıldığında çamur uygulaması ile istatistiksel bir ilişki olmadığı ifade edilmiştir. Çamur miktarının artması ile om içeriğinin artışı belirtilmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda mısır ve buğday veriminin kontrolle kıyaslandığında arttığı ifade edilmektedir. Ayrıca 37,5 Mg/ha uygulamasının örnekler içerisinde en etkili sonuç verdiği görülmektedir. Bu bakımdan 2 yılda bir bu uygulamanın tekrarlanması, toprak ve bitki verimliliği açısından etkili sonuçlar verebileceği öne sürülmektedir (Delibacak ve Ongun, 2016).

Artıma çamurunun hacim artırıcı malzemelerle karıştırıldığında, çamurda bulunan mevcut N ve OM (organik madde) içeriğinin nasıl etkilendiğinin tespiti üzerine yapılan bir çalışma yürütülmüştür. Aerobik olarak çürütülmüş çamur (SS) ile bahçe artıkları (R), hacim artırıcı olarak bir şehir koleksiyonundan kaynaklanan taze toplanmış bahçe artıkları (Fyt), statik yığınlarda üç hafta boyunca depolanan benzer şekildeki bahçe artıkları (Syt), öğütülen tahta paletler (P) ve yaprak döken ağaç kabuğu (B) gibi malzemeler ile karıştırılmıştır. 4 farklı örnek hazırlanmıştır. 1 (%13 SS, %49 R, %37 Fyt); 2 (%13 SS, %46 R, %41 Syt); 3(%13 SS, %47 R, %20 Syt, %21 P) ve 4 (%14 SS, %48 R, %22 Syt, %16 B) şeklinde sırasıyla % 59, 59, 50 ve 57 oranlarında her bir örnek için kompost yığınları oluşturulmuştur. Karıştırılan örnekler ikizkenar yamuk şeklindeki yığın kompost olarak 6 hafta boyunca bekletilmiştir. Kompost yığınları, kompost süreci boyunca; başlangıç karışımlarında (I), 'aktif faz' sonunda (EA), izlemeden hemen sonra (S) ve soğuma fazının sonunda (EC) olmak üzere 4 zamanda örneklenmiştir. Hacim artırıcı malzemelerdeki N içeriği düşüktür. SOL_{H_2O} (sıcak suda çözünür fraksiyon), SOL_{ND} (pH nötr deterjan çözünür fraksiyon), HEM (hemiselüloz benzeri fraksiyon), CEL (selüloz benzeri fraksiyon) ve LIC (lignin benzeri fraksiyon) fraksiyonlarında, TOK ve N içerikleri izlenmiştir. Kompost sürecinde oluşan farklılıkların

çoğu aktif fazda(EA) gerçekleşmektedir. Sonuçlarda Toplam N ve NH_4^+ N miktarlarında azalma olurken NO_3^- -N çok az bir artış oluşmuştur. Bu da organik madde degradasyonunun mikroorganizmaların işlev halinde olduğu anlamına gelmektedir. 1. ve 2. örneklere kıyasla 3. ve 4. örneklerde daha düşük N kaybı meydana gelmiştir. 3. örnekteki N'un SOL_{H_2O} ve SOL_{ND} fraksiyonlarındaki küçük bir azalma, paletler tarafından indüklenen N immobilizasyonunun olası bir artışıdır. Aktif faz sonunda, C degradasyonu HEM ve CEL fraksiyonlarında gerçekleşmiştir. Ayrıca, en büyük TOK azalmasının ölçüldüğü 2. ve 3. örnekler için LIC fraksiyonunda ve 1. örnek için SOL_{H_2O} fraksiyonunda görülmüştür. 4. örnek için ise LIC fraksiyonu sabit değerde kalmıştır. Kompost süreci (EC'dan I süresince) boyunca nihai kompost ürünündeki yüksek organik madde seviyesi ve bunların düşük organik N mevcudiyeti, SOL_{H_2O} fraksiyonundaki oranındaki artış ve SOL_{ND} fraksiyonundaki C ve N oranlarındaki artış ile alakalıdır. 3 ay süren bu çalışmada hacim artırıcı malzemelerin nihai kompost ürününde OM bozunmasını ve N mevcudiyetini çok az etkilediğini ifade etmektedir. Düşük N miktarı, aktif faz sırasındaki N kayıpları ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca hacim artırıcı malzemeler, C gelişimi üzerinde de etkili olmuştur. Ek olarak; öğütülen tahta paletler (P) ve yaprak döken ağaç kabuğu (B) hacim artırıcı malzemelerin kullanılmasının N kaybını engellediği ifade edilmektedir. Hacim artırıcı malzemelerinin C evrimi dinamikleri üzerindeki etkisi, N mevcudiyeti ve OM, kompostun homojenliğini sağlayan OM stabilitesi ve değişimi izlenerek giderildiği ifade edilmektedir. Bu nedenle kompost sürecinde izlemenin endüstriyel kompostlama çalışmalarında daha fazla dikkate alınması gerektiği ifade edilmektedir(Doublat ve ark., 2010).

İran'ın İsfahan şehrinde yürütülen bu çalışma, arıtma çamurunun farklı oranlarda hacim artırıcı malzemelerle harmanlayarak toprak kalitesi üzerine etkisini incelemek için yapılmıştır. Hacimce 1:1, 1:2, 1:3 oranlarında, anaerobik çürütülmüş çamur (SS) ile hacim artırıcı olarak, parklar ve bahçelerden taze çimen otları, çit kupürleri, ağaç yaprakları, yapraklar ve küçük dalların bir karışımı olan yeşil bitki atığı (GW) ve arıtma tesisi civarından yaprak döken ve iğne yapraklı ağaçlardan kuru yapraklar ve budama atıkları (PW) karıştırılarak örnekler hazırlanmıştır. Örnekler A ve B denemesi olarak 2 şekilde yürütülmüştür. A denemesi anaerobik çamurun GW ile (A1, A2, A3), B denemesi ise çamurun PW ile B1, B2, B3) kompostlamasını ifade etmektedir. A ve B denemeleri 12 ila 15 hafta boyunca yığın kompost işlemine tabi tutulmuştur. Nem içeriği; A2, A3, B2 ve B3 uygulamalarında başlangıçta yüksek değerdeyken zamanla azaldığı belirtilmektedir. C/N oranınının 17 veya bundan daha az bir değerde olması gerektiği ifade edilmektedir. A2, A3, B2

ve B3 uygulamalarında son ölçümde 17'nin altında değerlerde olduğu görülmektedir. Organik madde kaybı en fazla A2 uygulamasında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre SS-GW karışımlarında organik madde kaybı daha yoğundur. pH ve EC ortamdaki tepkimenin nasıl gerçekleştiği konusunda bilgi veren iki önemli parametredir. A ve B denelerinin pH aralığı 7.5- 7.9 arasında değişmektedir. Önerilen pH aralık değeri 6–8,5 arasındadır. Topraktaki EC değeri, tarım için oldukça önemlidir. Bitki büyümesi ve tohum çimlenmesi için sınırlayıcı etkiye sahip olabilmektedir. EC değerinin 8 mS/cm değerinden yüksek olması toprak için negatif etkiye neden olmaktadır. A ve B denemelerinde 1:2 uygulamalarının risk taşıyabileceği ifade edilmektedir. Toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokoklar ve Salmonella gibi mikrobiyal bakterilere bakıldığında, kompost süresinin sonunda Salmonella tespit edilmemektedir. Fekal koliform da tespit edilmemiştir. Toplam koliform, fekal streptokoklar kompost son ürününde oldukça düşük değerde olduğu belirtilmektedir. GI(bitki büyüme endeksi) testinde; kompostun bitki büyümesindeki uygunluğunu belirlemek için fitotoksik maddelerin varlığına bakılmaktadır. Tere tohumu üzerine yapılan GI testinde, en verimli sonucun B3 örneğinde elde edildiği belirtilmektedir. Kompostlamada toksik metallerin konsantrasyonları, çamurun araziye uygulaması USEPA limitlerinin altında olduğu ifade edilmektedir. SS-GW uygulamasının 1: 2 hacim oranı, om bozunma ve GI testinde oldukça etkili sonuçlar vermiştir (Nafez ve ark., 2015).

İspanya'da 15 ha'lık arazi üzerine atıksu çamurunun bitki verimliliği üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla yapılan pilot ölçekli bir çalışmadır. 3 farklı deneme örneği yapılmıştır. Bunlar sırasıyla kompostlanmış atıksu çamuru (C), kurutulmuş atıksu çamuru (S) ve kontrol olarak ticari gübre (F) olarak belirtilmiştir. Bu pilot ölçekli çalışma alanına; arpa, yulaf, buğday ve çavdar gibi tahıllar ekilmiştir. Bu çalışma alanına, her bir deneme örneği için 15 ton/ha'lık uygulama yapılmıştır. 15 ha'lık alan kendi içerisinde 3 alt bölüme bölünmüştür. Bu bölümlerde kendi içerisinde F, S, C olarak 3 tekrarlı alanlara ayrılmıştır. Organik madde içeriği ve makro besin elementleri (N, P) açısından arıtma çamurları artırıcı özellikte olduğu birçok kaynaktan ele alınmıştır. C ve S olan denemelerdeki organik madde içeriğinin ticari gübreyle kıyasla daha fazla olduğu belirtilmektedir. İçerdiği ağır metal içeriklerinden dolayı, 12 Haziran 1986 tarih ve 86/278 / EEC sayılı Konsey Direktifine göre incelenmiştir. Uygulamada buğday veya arıtma çamurundan elde edilen külün, mısır gübrenmesinin; pH, EC, besin yer değiştirme etkisi açısından önemli bir değişiklik olmadığı ifade edilmektedir. Atıksu çamuru uygulanan çoğu çalışmada, Cu ve Zn içeriğinin arttığı ancak bu çalışmada herhangi bir değişiklik olmadığı ifade edilmektedir. Uygulamada buğday tahılındaki Zn içeriği hariç diğer besin elementlerinde önemli bir artış olmamıştır. S ve C uygulamaları

kontrol denemesi olan F ile kıyaslandığında, zarar verici derecede N içeriğinin olmadığı ve F'deki N içeriğinin diğerlerinden daha yüksek olduğu belirtilmektedir. P, K, Ca, Mg ve Na gibi makro elementler için önemli bir artış gözlemlenmemiş, buğdayın doluluğunu etkilediği ifade edilmektedir. Mikroelementler açısından (Zn hariç) önemli bir değişiklik olmamakla beraber en yüksek miktar C denemesinde elde edilmiştir. Buğdayda Fe ve Zn açısından, S denemelerinde bir artış gözlemlenmiştir. Çalışmada ayrıca buğdaydan elde edilen samanın besin içeriklerinin değişimi ele alınmaktadır. Buna göre saman içeriğinde sadece Mg, Ca ve Mn miktarlarında bir artış gözlemlenmiştir. Bu parametrelerin en yüksek değeri bitki yetiştirilmesinde meydana gelen ticari gübre (F) denemesinde elde edilmiştir. Bunların aksine Na parametresinin değeri S ve C denemelerinde yüksek değerde olduğu görülmektedir. Bu saman, hayvan yemi olarak kullanıldığı için eksik olan besin değerlerinin yemle desteklenebileceği belirtilmektedir. Tüm deneme uygulamalarında; N, P, Mg, Cu ve Zn gibi besin element değerleri tahılda daha yüksekken K, Ca, Fe, ve B gibi besin element değerleri saman içeriğinde daha yüksektir. Na ve Mn içerikleri arasında farklılıklar bulunduğu belirtilmektedir. Mn içeriği, S ve C denemelerinde samandan ziyade tahılda daha yüksektir. Verim açısından incelendiğinde en yüksek verim S denemesinde, en düşük verimin ise C olduğu görülmektedir. Sonuç olarak; atık çamur uygulamaları, Fe, Zn, N ve P bakımından toprakta önemli etkiler görülmüştür. Ayrıca uygulamanın topraktaki pH ve EC'ye etkisi olmadığı ifade edilmektedir (Mañas ve De Las Heras, 2018).

Acacia dealbata (A) ile susuzlaştırılmış arıtma çamuru (SS) karıştırılarak 4 farklı örnek hazırlanmıştır. Bu çalışma 80 gün boyunca laboratuvar ortamında reaktörde yürütülmüştür. Kompost süresince, olgunluk endeksinin yanı sıra sıcaklık, organik madde, pH, CO₂, O₂, C/N oranı ve Kjeldahl-N gibi parametre değerleri üzerinde durulmuştur. Karışımlar M1 (100% A + 0% SS), M2 (50% A + 50% SS), M3 (33,3% A + 66,6% SS) ve M4 (25% A + 75% SS) şeklinde oranlanmıştır. Termofilik faz M1 ve M2 karışımlarında daha uzun sürdüğü ifade edilmektedir. 43 gün sonra sıcaklığı 24°C'de sabit kalmaktadır. pH değerlerinde 15 gün boyunca bir artış olduğu belirtilmektedir. Kompost sürecinin sonlarında, M3 ve M4 karışımlarında M1 ve M2 karışımlarına kıyasla pH değerleri daha yüksektir. CO₂ salınımları, M1 ve M4 değerlerinde daha yüksektir. Sıcaklıkla ilişkilendirilen bu durumun sıcaklığın aksine bir sonuç verdiği görülmektedir. 35 günlük kompostlama sonrası sırasıyla M1, M2, M3 ve M4 için % 7.56,% 9.06,% 12.49 ve% 19.29 kayıpları elde edilmiştir. M1 ve M4'te daha yüksek biyobozunurluk değerleri gözlemlenmiştir. Arıtma çamurunun miktarı arttıkça, M1 hariç diğer karışımlarda daha yüksek biyolojik bozunabilirlik değerleri gözlemlendiği belirtilmektedir. N içerikleri en fazla M3 ve M4 karışımlarında bulunmaktadır.

C/N oranının, arıtma çamurunun artmasıyla arttığı belirtilmiştir. Ayrıca kompost süresinin 30. Gününden sonra tüm karışımlarda C/N kayıpları olduğu ifade edilmektedir. Katyon değiştirme kapasitesi (CEC), C/N oranı ile ilişkilendirilmektedir. Buna göre en yüksek değer M1 ve M4 karışımlarında bulunmaktadır. Ayrıca ağır metal konsantrasyonlarının 6/278 / EEC sayılı Konsey Direktifinde izin verilen maksimum seviyelerin çok altında olduğu ifade edilmektedir. Çimlenme endeksinde (GI) elde edilen sonuçlar 35 gün öncesi kompost sürecinde arttığı daha sonrasında ise azaldığı ifade edilmektedir. Acacia ile birlikte kompostlama için en uygun karışımın M1 karışımı olduğu belirtilmektedir (Yañez ve ark., 2009).

Çin-Beijing’de yapılan uygulama için susuzlaştırılmış artıma çamuru(SS), belediye katı atığı (OFMSW) ve mısır sapı ile karıştırılarak hazırlanan 7 farklı örnek laboratuvar ortamında incelenmiştir. Örnekler, T1 (%85 SS, %0 OFMSW, %15 mısır sapı); T2 (%70 SS, %15 OFMSW, %15 mısır sapı); T3 (%55 SS, %30 OFMSW, %15 mısır sapı); T4 (%42.5 SS, %42.5 OFMSW, %15 mısır sapı); T5 (%30 SS, %55 OFMSW, %15 mısır sapı); T6 (%15 SS, %70 OFMSW, %15 mısır sapı) ve T7 (%0 SS, %85 OFMSW, %15 mısır sapı) şeklinde hazırlanmıştır. O₂ kullanımı açısından tüm uygulamalar benzer sonuçlar vermiştir. Başka bir deyişle, O₂ içeriği sıcaklık ile ters orantılı olduğu ifade edilmektedir. Sıcaklık artışı (termofilik fazda) ilk 4 gün için T1-T3 uygulamalarında diğerlerine kıyasla daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Kompostlama sonunda, pH değeri tüm uygulamalar için ortalama 7-8.5 civarındadır. Bu değer kompost için önerilen pH aralığındadır. EC değeri T6-T7 uygulamaları hariç diğer uygulamalarda düşüktür. EC’nin T6-T7 uygulamalarında yüksek değerde olmasının sebebinin OFMSW’den kaynaklandığı belirtilmektedir. 465 ve 665 nm dalga boyunda UV-Vis absorpsiyon oranı yani E4 / E6 oranı, yapılan uygulamaların humifikasyon derecesini bulmak için yapılmıştır. 15 gün sonra uygulamalardaki E4/E6 oranı; T1-T3 uygulamalarında %7-15 aralığında, T4-T7 uygulamalarında %26-35 aralığında bir azalma göstermektedir. GI değeri (çimlenme endeksi), kompost sürecinin sonunda T5-T7 uygulamalarında düşük değerdedir. Bu durum yüksek tuzlulukla ilişkilendirilmektedir. Organik madde içeriğine bakıldığında tüm uygulamalarda zamanla azaldığı görülmektedir. 15 günlük uygulama sonrası en fazla azalma T5 – T7 aralığındaki uygulamalarda görülmektedir. Bu durum OFMSW’nin daha yüksek organik içeriğe sahip olması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca T4 – T7 uygulamalarında termofilik fazın diğerlerine nazaran daha uzun sürmesinden de kaynaklandığı belirtilmektedir. CO₂ içeriği, sıcaklıkla doğru orantılı olarak ilişkilendirilmektedir. T4 – T7 aralığındaki uygulamalardaki CO₂ üretimi daha yüksektir. En düşük CO₂ içeriği T1 uygulamasında elde edilmiştir. Bunun sebebi yüksek nem, düşük C/N

oranından kaynaklandığı belirtilmektedir. Kompost sürecinin ilk 3 gününde, CH_4 emisyonu görülmüştür. T1-T3 uygulamalarında CH_4 üretimi daha fazladır. 15 günlük kompost süreci sonrasında NH_4^+ -N, T1-T3 uygulamalarında artış gözlemlenirken T5-T7 uygulamalarında azalma görülmüştür. Tüm uygulamalarda NO_3 -N, termofilik fazda azalma gösterirken 9. günden sonra artmaya başlamaktadır. T1- T3 uygulamalarında içerdiği arıtma çamurundan kaynaklı olarak daha yüksek oranda olduğu ifade edilmektedir. TC içeriği, organik madde kaybına benzer şekilde bir kayıp görülmüştür. Buna göre T5-T7 uygulamalarında içerdiği OFMSW'den dolayı daha fazla TC kaybı yaşanmıştır. Kompost süreci sonunda TN içeriği, T1-T4 tedavilerinde daha düşük olduğu ifade edilmektedir. C/N oranı, tüm uygulamalarda azalma göstermektedir. C/N oranı tüm uygulamalarda 20'den düşüktür ve bu da önerilen aralıktadır. Sonuç olarak, OFMSW oranının artırılması, organik madde miktarını arttırmaktadır. OFMS'nin SS ve hacim artırıcı olan mısır malzemesiyle kompostlanması termofilik süreyi uzatmasının yanı sıra nemlenmeyi de arttırmıştır. Ancak OFMSW'nin %55'den daha fazla kullanılmasının kompost kalitesini düşürdüğü ifade edilmektedir (Zhang ve ark., 2018).

Tunus-Chotrana'da gerçekleştirilen bu çalışma; arıtma çamurunun (SS), yeşil atıklar (GW) ve zeytin fabrikası atıkları (OMW) ile farklı oranlarda karıştırılarak yapılmıştır. P1 (50% SS + 25% sıvı OMW + 25% katı OMW) ve P2 (50% SS + 50% GW) şeklinde iki farklı uygulama örneği hazırlanmıştır. Her örnek için 0,72 m³ hacminde tahta bir kutu kullanılmıştır. 60 günlük bir izleme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kompost örnekleri % 0, %30-50 oranlarında torf ile karıştırılarak 0,5 L'lik saksılara yerleştirilir. Bunun için toplamda 120 saksı örneği hazırlanmıştır. Termofilik faz P1 örneğinde daha hızlı olmuştur. P1 ve P2 örneklerinin nem muhtevası, başlangıçta % 55 ve % 58 oranlarındayken, kompost işlemi sonunda %40 ve % 46 oranlarına düşmüştür. Yaklaşık nem içeriği %40-60 civarlarında kalmıştır. P1 ve P2 için pH değerleri kompostlama sonunda sırasıyla 7.08 ve 7.68 olarak ölçülmüştür. Bu değer ticari kompost için aralık değerdedir. OM kaybı P1 ve P2 için sırasıyla % 40 ve % 30 şeklindedir. OM kaybı yüksek sıcaklıktan dolayı özellikle P1'de daha fazladır. Kompostlama işleminde mikrobiyal aktivite değişiklikleri hem sıcaklık derecesi hem de organik atık özelliğine göre değişmektedir. Aslında mikrobiyal aktivite süreci kompostlamanın başlarında yüksek değerlerde olurken, sıcaklığın etkisiyle kompost süreci sonunda azalmaktadır. P1'de, P2'den daha az mikrobiyal aktivite görülmektedir. Fekal koliform ve Strptococcus içeriği ise iki örnekte de oldukça düşük değerdedir. E coli varlığı, Avrupa mevzuatına göre oldukça düşük değerdedir. Mikrobiyal aktivite sonucuna göre P1 örneği bu çalışma için daha uygun bulunmuştur. C/N oranı, P1 ve P2 için sırasıyla

14.65 ve 15.59 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, kompostlama için uygun aralıktadır. CHA/CFA (Hüyük asit benzeri karbonun yüzdesi/polimerleşme oranı) elde edilen kompostun olgunluk seviyesini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. P1 ve P2 örnekleri için CHA/CFA değerleri, sırasıyla 0.46 ve 0.40 olarak bulunmuştur. Bu değerler kompostlama örneklerinin iyi bir olgunluk derecesine sahip olduğunu göstermektedir. Her iki örnek için P ve K konsantrasyonları 1 g/kg değerinden yüksektir. Ağır metal konsantrasyonları ise standart değerlerin altında olduğu görülmektedir. FTIR sonuçları açısından, her iki örnekte de pek fazla değişiklik görülmektedir. Elde edilen sonuçlar kompost olgunluğunun bir göstergesidir. GI testi (Fitotoksisite testi), mısır ve domates bitkileri için izlenmiştir. P1 örneği için sırasıyla GI değeri % 79.68 ve % 97.36 iken, P2 için % 74.45 ve % 81.45 değerlerindedir. Sonuç olarak, uygulamaların mısır ve domates bitkilerinin büyüme hızını %50 oranında arttırdığı belirtilmiştir (Asses ve ark., 2018).

Bu çalışma, toprağa uygulanan çamura ile hacim artırıcı malzemelerin karıştırılarak elde edilen kompost ürününün etkilerini incelemek üzere yapılmıştır. Hacim artırıcı malzeme olarak, bağ çubuğu budama atığı ve biber bitkisi budama atığı kullanılmıştır. Ayrıca bu malzemelerin boyutu, <1 cm ve <3 cm olacak şekilde 2 farklı oranda uygulanmıştır. Buna göre 4 farklı kompost yığını oluşturulmuştur. Bu yığınlar; P1: 58% SS (arıtma çamuru) + 42% PV1(bağ çubuğu budama atığı, < 1), P2: 57% SS + 43% PV3 (bağ çubuğu budama atığı, < 3), P3: 50% SS + 33% PP1 (biber bitkisi budama atığı <1) + 17% badem kabuğu tozu, P4: 52% SS + 34% PP3 (biber bitkisi budama atığı <1) + 14% badem kabuğu tozu olarak hazırlanmıştır. Bu yığınlarda termofilik faz ilk 5 günde 40°C'nin üzerindedir. En yüksek sıcaklık P1 ve P4 yığınlarında ortaya çıkmıştır. OM bozunması P1 ve P2 yığınlarında daha yüksek değerdedir. Tüm yığınlardaki OM içeriği, kompost süreci boyunca mineralizasyondan dolayı azalmıştır. C/N oranı, tüm yığınlar için 10-16 aralığında olduğu görülmektedir. Olgun bir kompost değerinin 20'nin altında olması, olgun kompost göstergesi olduğu ifade edilmektedir. N konsantrasyonu azaltan kararsız organik-C bileşiklerinin kuvvetli bozunmasının neden olduğu bir konsantrasyon etkisinden dolayı N konsantrasyonu artmıştır. Kompostlama süreci sonunda N konsantrasyonu, tüm yığınlarında benzer değerde bulunmuştur. GI (Çimlenme endeksi); tüm yığınlarda %60'ın üzerinde olduğu ifade edilmektedir. Dehidrojenaz ve β -glukosidaz aktiviteleri de kompost olgunluğu için önemlidir. Bu aktiviteler için P1 ve P2 yığınlarının içerdiği malzemeden kaynaklı olarak düşük değerde olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca termogravimetri (TG), diferansiyel termogravimetri (DTG) ve diferansiyel termal analiz (DTA) ile organik maddenin yapısal ve kimyasal değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu analizlerde tüm yığınlar hemen hemen benzer özellikler

göstermiştir. DTA analizi mikroorganizmaların harcadığı enerjinin bir göstergesi olarak belirtilmektedir. Buna göre; P1 ve P2 yığınlarının, P3 ve P4 yığınlarından daha fazla enerji içerdiğini ve dolayısıyla P1 ve P2 yığınlarının daha fazla biyobozunurluğunun olduğu ifade edilmektedir. pH değeri açısından incelendiğinde tüm yığınlarda nötre yakın değerler elde edilmiştir. P1 ve P2 yığınlarının EC değeri, P3 ve P4 yığınlarında kıyaslandığında daha düşük değerde bulunmuştur. P3 ve P4 değerleri, bitki büyümesinin sınır değerini geçtiği ve aşırı tuzluluğun bitki büyümesini sınırladığı ifade edilmektedir. N, P ve K besin elementleri için farklı boyutlarda olmasının herhangi bir değişiklik göstermediği ve tüm yığınlar için yüksek değerde olduğu ifade edilmektedir. Elde edilen değerler, P3 ve P4 yığınları için biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Ca ve Fe konsantrasyonları, içerdiği çamur miktarı ile bağlantılı olarak P1 ve P2 yığınları için yüksek değerde bulunduğu görülmektedir. Ağır metallerin konsantrasyonları; 4 yığın örneğindeki konsantrasyonlar, İspanyol mevzuatı ve Avrupa yönergeleri tarafından belirlenen kompost için belirlenen sınırların altında bulunmuştur. Patojenik mikroorganizma varlığı bakımından; Salmonella ve Listeria tespit edilmemiştir. E. Coli konsantrasyonlarının 1000 CFU/g'ın üzerinde bulunduğu ifade edilmektedir. Fekal streptokoklar için 5000 CFU/g'ın altında olduğu ifade edilmektedir. P1 ve P2 yığınları için düşük su tutma kapasitesine sahip olmasına rağmen, en yüksek hava kapasitesine sahiptir. Düşük su kapasitesinin sulama ile yükseltilebileceği önerisinde bulunmaktadır. Ayrıca bu çalışma kavun bitkisi üzerinde uygulanmıştır. EC değerinin P1 ve P2 yığınlarında yüksek olmasından kaynaklı, bu yığınlarda büyümenin biraz daha düşük olduğu ifade edilmektedir (Morales ve ark., 2016).

Güneydoğu İspanya'da yürütülen bu çalışma için iki farklı atıksu arıtma tesisinden çamur kullanılmıştır. Atık çamurların biri aerobik atık çamuru (AS), diğeri anaerobik atık çamurudur (ANS). Hacim arttırıcı malzeme olarak ise odun talaşı (WS) kullanılmıştır. Kompostlar 1:1 ve 1:3 çamur-talaş karışımı şeklinde iki farklı oranda yığın hazırlanmıştır. Her karışım 3 m³'lük yığınlar şeklinde üç nüsha olarak hazırlanmıştır. Ayrıca yeterli O₂ seviyelerini korumak ve karışımı homojenleştirmek için 3 ay boyunca periyodik olarak her 4 ila 5 günde bir karıştırılmıştır. Yığınlardaki oksijen konsantrasyonu, bir oksijen sensörü ile izlenerek % 12-15 seviyesinde tutulmuştur. Kompost yığınları 1, 15, 30, 45, 60 ve 90 günlerde örnek numuneler alınmıştır. Termofilik faz; sadece ANS + WS, 1:1 oranında diğerlerine kıyasla daha düşük değerdedir. Bu değer düşük olmasının sebebi içerdiği Zn'nun yüksek değerde olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir. OM bozunması, AS + WS yığınının 1:3 oranında daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. İkinci sırada ANS + WS yığınının 1:3 oranı gelmektedir. 1:1 yığınları daha düşük değerdedir. Bu yığınlardaki OM

bozunmasının sebebi; hacim artırıcı malzemenin yüksek miktarda olması, yüksek porozitenin göstergesi olduğu için 1:3 yığınlarında daha yüksek bir bozunma gerçekleştiği ifade edilmektedir. Tüm yığınlarda; suda çözünür karbon fraksiyonu (WSOC), suda çözünür karbonhidrat fraksiyonu (WSCH) ve fenolik bileşiklerin oranları en fazla AS + WS yığınların 1:1 oranlarında yüksek değerde bulunmuştur. Diğerlerindeki dalgalanmalarında kompost süreci için katkı sayılabileceği ifade edilmektedir. Başlangıçtaki Kjeldhal N ve NH_4^+ -N, 1:1 karışımlarda daha yüksek değerde bulunmuştur. En yüksek değer, AS + WS'nin 1:1 yığnında tespit edilmiştir. Bunun anlamı, hacim artırıcı malzemelerin seyreltik etki göstermesidir. NO_3^- -N ise son ölçümlerde yine 1:1 yığınlarında yüksek değerde olduğu ifade edilmektedir. C içeriği, başlangıçta 1:1 yığınlarında yüksek değerdedir. Kompost süreci sonunda AS + WS/1:1 yığnında yüksek değerde bulunmuştur. ANS + WS/1:1 yığnındaki düşüşün sebebi olarak tuzluluk belirtilmektedir. Kompost süreci sonunda, Fekal streptokoklar ve E.Coli varlığına bakıldığında yüksek sıcaklıktan dolayı sınır değerlerin aşağısında kaldığı görülmektedir. Ancak yine de artıma çamurlarının içerdiği patojenik m.o varlığından kaynaklı risk faktörü içerdiğine dikkat edilmelidir. pH değeri kompost süresi boyunca tüm kompostlar için azalma göstermektedir. Bu düşüş değerleri, sınır değerler arasındadır. En yüksek EC değerleri ANS + WS yığınlarında görülmektedir. GI (çimlenme testi), en yüksek değer ANS + WS/1:3 kompost yığnında görülmektedir. Sonuç olarak talaşın iyi bir hacim kazandırıcı malzeme olduğu ifade edilmektedir. AS + WS/1:1 oranlarının ekonomik açıdan kullanılabilceği belirtilirken, toksik ve fitotoksik özellikler bakımından AS + WS/1:3 yığın kompost örneği önerilmektedir.(Banegas ve ark., 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Mevcut çalışma, Konya iline bağlı olan Çumra ilçesinin Büyükaşlama mahallesinde yer almaktadır. Çalışma alanı "14m*8m" büyüklüğünde ve 15 parselden oluşmaktadır. Parseller randomize olarak yerleştirilmiş ve aralığında 0,5 m boş alan olacak şekilde dizayn edilmiştir.

3.1.2. Atık Su Arıtma Tesisi Çamuru

Çalışma da temel materyallerden biri olan su arıtma tesisi çamuru, Konya ilinde bulunan Çumra Şeker Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Traktör römorku ile getirilerek sahanın civarında depolanmış ham çamur, daha sonra aşağıda belirtilen miktarlarda çalışma parsellerine ilave edilmiştir.

3.1.3. Zirai Atık

Büyükaşlama mahallesinde yerel çiftçilerin hasadı sonrası arta kalan mısır sapı atığıdır. 2017 üretim kalıntısı mısır bitkisi artıkları 5-10 cm boyutlarına getirilerek, daha sonra aşağıda belirtilen miktarlarda çalışma parsellerine ilave edilmiştir.

3.1.4. Çalışma Parsellerine Atıkların Uygulaması

Arıtma çamurundan 100 kg, mısır sapı atığından 50 kg olacak şekilde 5 farklı karışım ve ayrıca her bir karışım için 3 adet örnek olacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir örnek 1 set oluşturacak şekilde 15 setlik bir alan hazırlanmış ve bu setler arası mesafe 0,5 m olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir set için 2*2m²'lik bir alan ayarlanmıştır. Genel hatlarıyla yapılacak çalışma plan alanı Tablo 3.1'de verilmektedir. Mevcut deneme yerinin ilk hazırlanma zamanı yani 2018 Mart ayı ile ilgili görseller Şekil 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3. 1 Çalışma plan alanı

0-0	AÇ- M	0-M	AÇ-M2	AÇ-0
AÇ-M	AÇ-M2	AÇ-0	0-0	0-M
0-M	0-0	AÇ-M2	AÇ-0	AÇ-M

- ✓ Arıtma çamuru (AÇ) + Mısır sapı/kozası (M) 1×1 [(AÇ-M)-(100 kg arıtma çamuru ve 50 kg mısır atığı ihtiva eden parsel)] / (3 adet örnek)
- ✓ Arıtma çamuru (AÇ) + Mısır sapı/kozası (M2) 1×2 [(AÇ-M2) (100 kg artıma çamuru ve 100 kg mısır sapı atığı ihtiva eden parsel)] / (3 adet örnek)
- ✓ Arıtma çamuru (AÇ) + Mısır sapı/kozası (M) 1×0 [(AÇ-0) (100 kg arıtma çamuru ihtiva eden parsel)] / (3 adet örnek)
- ✓ Arıtma çamuru (AÇ) + Mısır sapı/kozası (M) 0×1 [(0-M) (50 kg mısır sapı atığı ihtiva eden parsel)] / (3 adet örnek)
- ✓ Arıtma çamuru (AÇ) + Mısır sapı/kozası (M) 0×0 [(0-0) (kontrol parseli)] / (3 adet örnek)



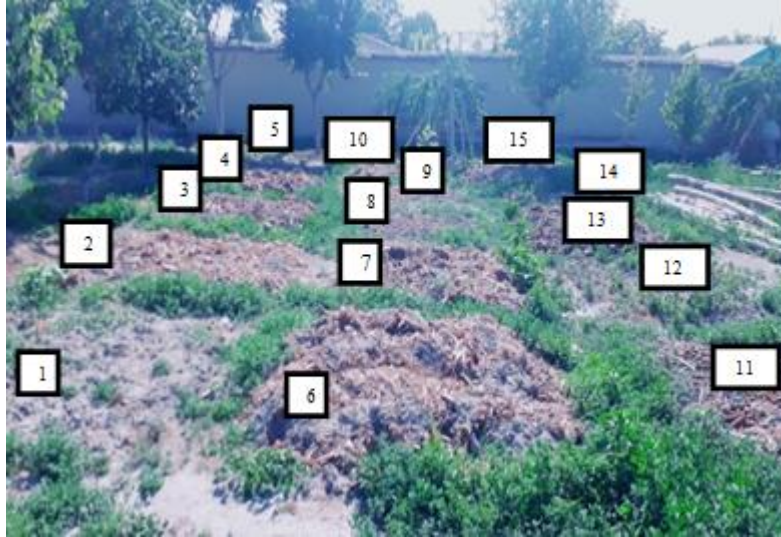
Şekil 3. 1 Çalışma alanının hazırlanma zamanı/ mart ayına ait görseller (3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 7= AÇ-M2, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 13= AÇ-M2, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)

3.1.5. Atık Uygulanan Arazide Zaman İçerisinde Gelişen Değişiklikler

Çalışma alanının diğer aylarda izlenmesi ile görseller Şekil 3.2 - Şekil 3.6 aralığında verilmektedir.



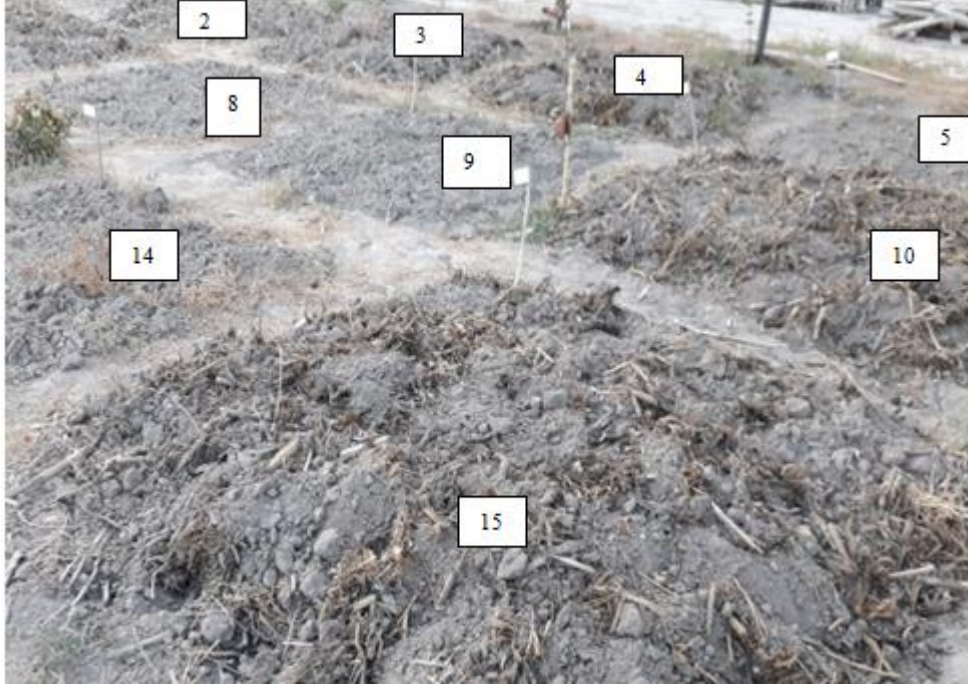
Şekil 3. 2 Çalışma alanının Mayıs ayına ait genel görünümü(1= 0-0, 2= AÇ- M, 3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 6= AÇ-M, 7= AÇ-M2, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 11= 0-M, 12= 0-0, 13= AÇ-M2, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)



Şekil 3. 3 Haziran ayına ait görünüm(1= 0-0, 2= AÇ- M, 3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 6= AÇ-M, 7= AÇ-M2, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 11= 0-M, 12= 0-0, 13= AÇ-M2, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)



Şekil 3. 4 Temmuz ayına ait görünüm(1= 0-0, 2= AÇ- M, 3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 6= AÇ-M, 7= AÇ-M2, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 12= 0-0, 13= AÇ-M2, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)



Şekil 3. 5 Ağustos ayına ait görünüm (2= AÇ- M, 3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)



Şekil 3. 6 Ekim ayına ait görünüm (1= 0-0, 2= AÇ- M, 3 = 0-M, 4= AÇ-M2, 5= AÇ-0, 6= AÇ-M, 7= AÇ-M2, 8=AÇ-0, 9=0-0, 10=0-M, 11= 0-M, 12= 0-0, 13= AÇ-M2, 14= AÇ-0, 15= AÇ-M)

Araziye traktör girilemediği için elle belleme yapılarak çamur-mısır sapı- toprak karışımının havalandırılması sağlanmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Şekil 3.7’de karıştırma işlemine ait görseller verilmiştir. Haziran, temmuz, ağustos ayları için birer kez havalandırma işlemi yapılmıştır.

Araştırma alanının ve kullanılan materyallerin başlangıç parametre değerleri Tablo 3.2 ve Tablo 3.3 verilmektedir.

Tablo 3. 2 Araştırma alanını ve kullanılan materyaller için başlangıç pH ve EC değerleri

Numune örneği	pH	EC(μ S/cm)
Mısır	8,13	265
Toprak	8,31	124
Çamur	8,72	169



Şekil 3. 7 Elle yapılan havalandırma (2= AÇ- M, 6= AÇ-M, 7= AÇ-M2)

Tablo 3. 3 Araştırma alanını ve kullanılan materyaller için başlangıç elemental değerler

Ölçülen iyon değerleri	Başlangıç numune örnekleri		
	Ham toprak (mg/kg)	Ham mısır (mg/kg)	Ham çamur (mg/kg)
B	25,74	32,74	39,3
Ca	132853	10974	174391
Cd	0,073	0	0,074
Co	0	0	0
Cr	18,44	0	26,49
Cu	11,13	4,2	16,77
Fe	9541	601,16	14849
K	10916	18554	15140
Mg	4002	2809	6258
Mn	268	82,92	344
Mo	7,28	0,38	3,7
Na	6937,21	17645	11407
Ni	32,73	3,054	43,41
P	634,61	181,2	975
Pb	77,21	24,44	77,15
S	351,82	1072	516,38
Zn	92,37	57,46	103,43

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasal Analizler İçin Parsellerden Alınan Toprak Numunelerinin Hazırlanması

Her bir parsel için laboratuvarında numuneler hazırlanmıştır. Numuneler hazırlama için ham 1'er gr toprak örneklerinden alınarak 1 ml sülfürik asit içerisinde çözdürülüp 50 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra numuneler süzdürülüp 100 ml'ye tamamlanmıştır (MEGEP, 2011). En son hazırlanan numuneler sülfürik asit içerisinde çözdürülmeden hazırlanmıştır. Çalışma düzeneği ile ilgili görseller Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3. 8 Laboratuvarında numune hazırlama işlemi

3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Arazide uygulanan çalışmanın verimini belirlemek amacıyla birkaç parametre için ölçüm yapılmıştır. Bunlar; pH değeri, EC(iletkenlik), Nem içeriği, Organik madde içeriği, Kuru madde içeriği, C/N oranı, KOİ, İnfiltrasyon hızı, Penetrasyon direnci ve bazı iyonların analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1. pH Değeri

1gr toprak numunesine 100 ml saf su ilave edilmiştir. Numuneler manyetik karıştırıcıda 10 dakika arayla 5-6 kez karıştırılmıştır. pH metre ile ölçümler yapılmıştır (Zengin, 2013). Çalışma düzeneği ile ilgili görseller Şekil 3.9'da gösterilmektedir.

3.2.2.2. EC (İletkenlik) Değeri

İletkenlik değerinde de pH değeri için hazırlanan numunelerin EC ölçer ile ölçümü yapılmıştır (Zengin, 2013). Çalışma düzeneği ile ilgili görseller Şekil 3.9'da verilmektedir.



Şekil 3.9 pH ve EC ölçümü

3.2.2.3. Etüv Kuru Madde ve Nem İçeriği

Kuru madde miktarı ve nem içeriği, temmuz ayı ve daha sonraki aylar için hesaplanmıştır. Etüvde temmuz ayı için 2 saat, ağustos-eylül, ekim ayları için ise 5-6 saat bekletilerek ; 105±5°C'de kurutulup sabit tartımları alınmıştır. Aşağıda Formül 1 (URL5; Uzuner, 2007) ve Formül 2'e (Bayraklı, 1987; Uzuner, 2007) göre hesaplaması yapılmıştır. Şekil 3.10'da düzenek ile ilgili göreseller verilmektedir.

$$\% \text{ toplam kuru madde} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{W_2} \dots \dots \dots (\text{Formül 1})$$

W_3 = numunenin kuru ağırlığı + kabın ağırlığı

W_2 = gram cinsinden alınan numunenin yaş ağırlığı

W_1 = kabın ağırlığı

$$\% \text{ nem miktarı} = \frac{(\text{toprağın ilk veya yaş ağırlığı} - \text{etüvde kurutulmuş toprak ağırlığı}) \times 100}{\text{etüvde kurutulmuş toprak ağırlığı}} \dots \dots \dots (\text{Formül2})$$



Şekil 3. 10 105°C etüvde kurutululan numune örnekleri ve tartımlar ile ilgili görseller

3.2.2.4. Organik Madde İçeriği

105±5°C kurutululan numunelerin tartımları yapıldıktan sonra kül fırınında 650°C’ de temmuz ayı için 2 saat, ağustos-eylül, ekim ayları için 5-6 saat bekletilerek yakılması sağlanmıştır. Bu aylar arasında yapılan yakma işlemindeki bu süre farklılığının sebebi, kısa veya uzun vadeli olmasının bu işlemi nasıl etkilediği ile alakalıdır. Sonuç olarak bu işlemin her iki durumda da birbirine yakın sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Formül 3’e (URL5) göre de hesaplaması yapılmıştır. Çalışma düzeneği ile ilgili görseller Şekil 3.11’de gösterilmektedir.

$$OM = 100 - \left(\frac{650^\circ\text{C de yakılmış kül ağırlığı} - \text{dara ağırlığı}}{105^\circ\text{C'de kurutulmuş kuru madde ağırlığı} - \text{dara ağırlığı}} \right) \dots\dots\dots(\text{Formül 3})$$



Şekil 3. 11 650°C kül fırınında kurutululan numune örnekleri

3.2.2.5. Kompost Materyali Karbon(C) İçeriği

Materyalde % C miktarı, % organik madde (OM) değerinden yararlanılarak aşağıdaki Formül 4'e göre hesap edilmiştir (Haug, 1993). Haug, 1993 el kitabına göre toprak numuneleri için bu formül kullanılmaktadır. Buradaki sabit değer, toprak numunelerinin kullanımına için verilmektedir.

$$\% C = \% OM / 1.8 \dots\dots\dots (Formül 4)$$

C= Karbon miktarı

OM= organik madde miktarı

3.2.2.6. C/N oranı

C/N oranı da bitki büyümesi, toprak verimliliği açısından önemli bir parametredir. Bu parametredeki değişiklikler, mikrobiyal faaliyetlerin gerçekleştiğinin kanıtı olarak gösterilebilmektedir (Haug, 1993). C/N oranı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve nitrat analizleri sonuçlarının oranlanması ile hesaplanmıştır.

3.2.2.7. KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)

KOİ için çözelti hazırlama; her bir numuneden 0,1 g alınarak beherlere konuldu. İçerisine 1 ml sülfürik asit eklendi ve üzerine yaklaşık 50 ml saf su ilave edilerek süzüldü. Daha sonra balon jodelere 100 ml'ye tamamlandı (MEGEP, 2011). Hazırlanmış olan çözeltiler standart metotlara göre hesaplandı. Hesaplama yöntemi Formül 5'te verilmektedir (Standart5220, 2017). KOİ deneyi ile ilgili görseller Şekil 3.12'de verilmiştir.

$$KOİ \text{ (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 8000 \times M}{Vörnek} \dots\dots\dots (Formül 5)$$

Burada,

A: Şahidin demir amonyum sülfat sarfiyatı, ml

B: Numunenin demir amonyum sülfat sarfiyatı, ml

M: DAS normalitesi



Şekil 3. 12 KOİ deneyi

3.2.2.8. Nitrat Analizi

KOİ için hazırlanan çözeltiler nitrat analizinde de kullanıldı. Analizler nitrat kit test yöntemi ile yapıldı. Aynı grup örneklerden birer tanesi için spektrofotometrede okuma yapıldı. Şekil 3.13’de nitrat analizi ile ilgili görseller verilmiştir.



Şekil 3. 13 Nitrat analizi ile ilgili görseller

3.2.2.9. İyon Analizleri

KOİ için hazırlanan çözeltiler, iyon analizinde de kullanıldı. İyon analizleri, S.Ü. Ziraat Fakültesi Laboratuvarında ICP-OES okuma ve örnek çözme cihazı yardımıyla hesaplanmıştır. Laboratuvara gelen toprak numuneleri asit içerisinde çözdürüldükten sonra ICP-OES cihazı ile analiz edilmektedir. İyon analizleri için B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu,

Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, ve Zn gibi elementlerin ölçümü yaptırılmıştır. Ölçüm sonuçları mg/L cinsinden mg/kg'a dönüştürülmüştür.

3.2.2.10. Arazide pH ve Nem Ölçümleri

Ayrıca pH ve Nem miktarı için ölçümler arazi üzerinde de yapılmıştır. Uygulama şekli Şekil 3.14'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 14 Arazide pH ve nem ölçümleri

3.2.2.11. İnfiltrasyon Hızı

Toprağın infiltrasyon hızını ölçmek için düzenek yapılmıştır. Düzenekğin toprağa girecek kısmı demirden ve su hızını ölçmek için yapılan kısım fiber borudan hazırlanmıştır. 4 adet hazırlanan düzeneklerin her birinin yüksekliği 20 cm, dış çapı 60 mm ve iç çapı 55 mm olarak belirlenmiştir. Şekil 3.15'de fiber borudan hazırlanan düzeneklerin arazi üzerindeki kullanımı ile ilgili görseller verilmektedir. İnfiltrasyon hızı, her parsel için her 2 dakikalık sürede başlangıç seviyesinden toprak içerisine geçen su miktarı ölçümü yapılarak hesaplanmıştır. Buna göre herbir parsel için 2.5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm değerlerindeki infiltrasyon hız süreleri hesap edilmiştir.

İnfiltrasyon hızını hesaplamak için Formül 6 (URL6)'dan yararlanılmıştır

$$It = V/(A*t) \dots\dots\dots (Formül 6)$$

It = test edilmiş sızma oranı, m/sa

V = halka içerisindeki başlangıçta sıvı hacmi, m³

A = halkanın iç alanı, m²

t = zaman aralığı, sa



Şekil 3. 15 Fibreglas borudan hazırlanan düzenekler kullanılarak arazi üzerindeki infiltrasyon hız ölçümleri

3.2.2.12. Penetrasyon Direnci

Toprağın penetrasyon direncini ölçmek amacıyla bir penetrasyon cihazı dizayn edilmiştir. 5, 10, 15, 20, 25 m'deki toprak direncine bakılmıştır. Cihaz probunun iç çapı 12 mm ve dış çapı 13 mm'dir. Yapılan ölçümlerle ilgili görseller Şekil 3.16'da gösterilmektedir. Penetrasyon direncini ölçmek için Formül 7'den (Negiş ve ark., 2016) yararlanılmıştır.

$$PRa = PRx \exp ((X - 0,1)/0,716) \dots\dots\dots (Formül 7)$$

PRa= Düzeltilmiş penetrometre okuması (MPa)

PRx= Ölçülen penetrasyon direnci okuması (MPa)

X= Ölçüm anındaki nem içeriği (kg/ kg⁻¹)

0,1= penetrasyon direnç değerlerini % 10 nem içeriğine göre kalibre etmek için kullanılan katsayı

Arazi üzerinde yapılan penetrasyon ölçümlerinin hesabında gerek iklim şartlarından gerek ölçüm sırasındaki hatalardan dolayı istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Penetrasyon direnci için Formül 7 kullanılarak hesaplama yapılamamıştır. Bu yüzden hesaplama için hacimsel ölçüm metodu kullanılmıştır. Bozulmamış toprak örneği etüvde 24 saat boyunca kurutulmuş ve ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Formül 8 kullanılarak ölçüm hesaplanmıştır. Şekil 3.17'de ölçüm ile ilgili görseller verilmektedir.

$$PD = a*(\Theta^b) *(Pb^c) \dots\dots\dots (Formül 8)$$

PD = Hesaplanan penetrasyon değeri, MPa

Θ = su içeriği, cm³ / cm³

Pb = yoğunluk, g / cm³

Sabitler :

$$a = 0,0407$$

$$b = -1,8087$$

$$c = 7,8695$$



Şekil 3. 16 Penetrasyon ile ilgili görseller



Şekil 3. 17 Hacimsel penetrasyon ölçümü

3.2.2.13. Porozite Hesabı

Porozite değeri için penetrasyon ölçümleri için kullanılan hacimsel hesaplama metodundan yararlanılmıştır. Ayrıca hesaplama için (Zengin, 2013)'den yararlanılmıştır.

3.2.3. İstatistiksel Analizler

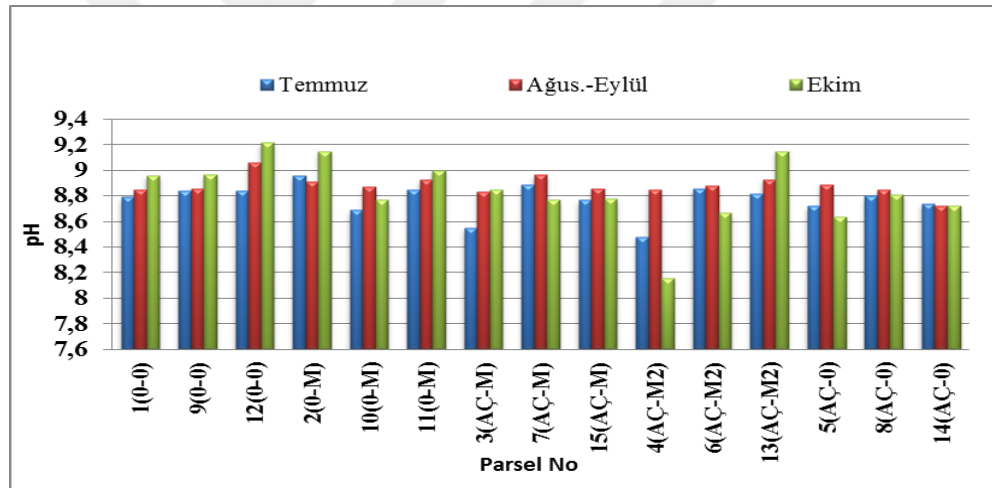
Elde edilen verilerin istatistiksel anlamlılığının değerlendirilmesinde Anova ve LSD programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Kompost Süreci

4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

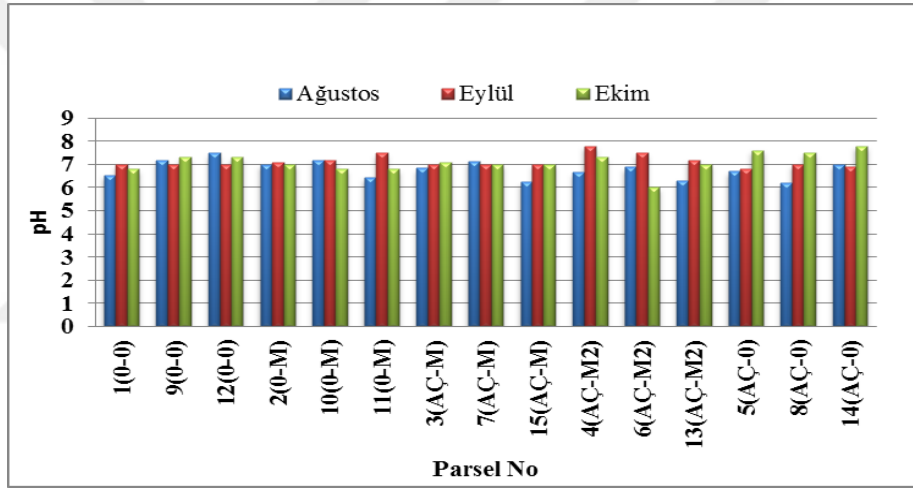
pH, kompost sürecinde önemli parametre değerlerinden biridir. Laboratuvar ölçekli pH ölçümleri Temmuz, ağustos-eylül ve ekim ayları için her bir parselden elde edilen değerler Grafik 4.1’de gösterilmektedir. pH değerleri 8 ile 9,2 değerleri arasında değişmektedir. Parsellerde pH değerlerinin aylara göre arttığı görülmektedir. En fazla artış 2(0-M), 12(0-0) ve 13(AÇ-M2) parsellerinde görülmektedir. Diğer parsellerde çok bir değişim olmamakla beraber bazılarında düşüş meydana gelmiştir. Ancak bu düşüş istenilen aralık değerleri arasında kalmıştır.



Grafik 4.1 pH değişim grafiği

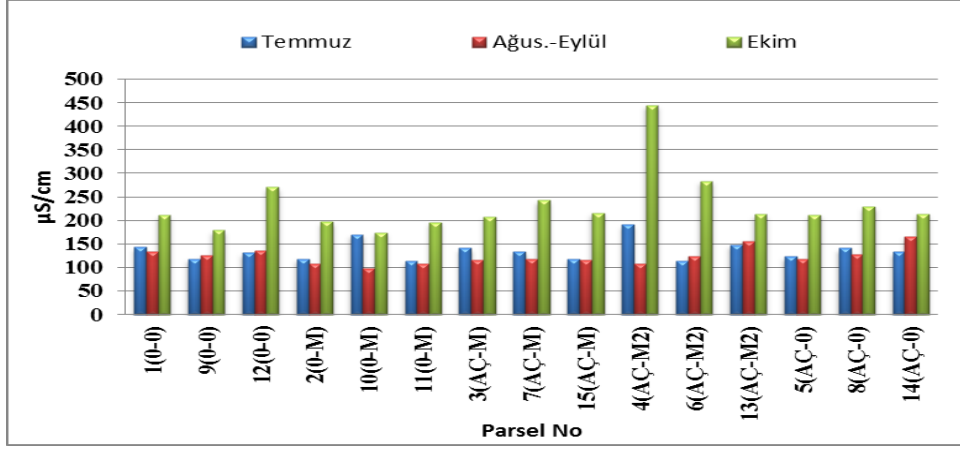
Grafik 4.2’de arazide pH ölçüm sonuçları verilmiştir. Arazideki pH ölçüm değeri 7-8 aralığında bulunmuştur. Parsellerdeki pH değerlerindeki artışların bazıları eylül, bazıları ise ekim ayında artış göstermektedir. Genel olarak kompostlama sürecinde istenilen pH 6-9 aralığındadır (Vanlalmawii ve Awasthi, 2016). Arazi ölçümlerindeki pH değerlerinin (7-8), kompost materyali için istenilen pH değeri aralığında (6-9) olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca parsellerin pH değerleri arasında aylara göre artışlar ve azalışlar mevcuttur. Buradaki artışın ve azalışın, mikrobiyal aktiviteden kaynaklandığı söylenebilir.

Grafiklerden de görüldüğü üzere pH değerlerinin hem arazi ölçümlerinde hem de laboratuvar ölçümlerinde istenilen pH aralığında olduğu kanısı ortaya çıkmaktadır. Laboratuvar ölçümlerinde elde edilen veriler (Grafik 4.1) incelendiğinde çamur uygulaması olan parsellerde ay bazında düşüş meydana gelmektedir. Kontrol parselleri (0-0), çamur uygulaması olan parseller(AÇ-0) ve mısır materyali uygulanan parsellerde (0-M) bir artış söz konusudur. Arazi ölçümünde ise (Grafik 4.2) çamur uygulaması olan parsellerde (AÇ-0) artış gözlemlenirken diğer parsel örneklerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Her iki ölçüm metodunda farklı kompost uygulamalarında artışlar veya azalışlar değişkenlik göstermektedir. Genel olarak uygulamanın ay bazında ve uygulanan materyal bakımından değişkenlik gösterebileceği yorumu ortaya çıkmaktadır.



Grafik 4.2 Arazi pH ölçüm grafiği

Elektriksel İletkenlik (EC), bitki gelişimi için önemli bir parametre değeridir. Ayrıca tuzluluğun bir göstergesidir. Grafik 4.3'te aylara göre EC değişim grafiği verilmiştir. Grafikte ağustos-eylül aylarındaki EC değerlerinde bir düşüş gözlemlenirken, ekim ayında her parselde bir artış meydana gelmiştir. 1:2 (AÇ:M) karışımlarının olduğu parsellerde, diğer parsellere kıyasla artış gözlemlenmiştir. Özellikle 4 (AÇ-M2) nolu parselde bir artış görülmektedir. Bu artışın sebebi topraktaki çözünür organik madde içeriği ile alakalı olabilmektedir. Tablo 4.1'de uygulama alanının ve parsel örneklerinin 2-4 dS/m aralığında olup tuzsuz sınıfa girdiği söylenebilmektedir(URL7; Zengin, 2013).

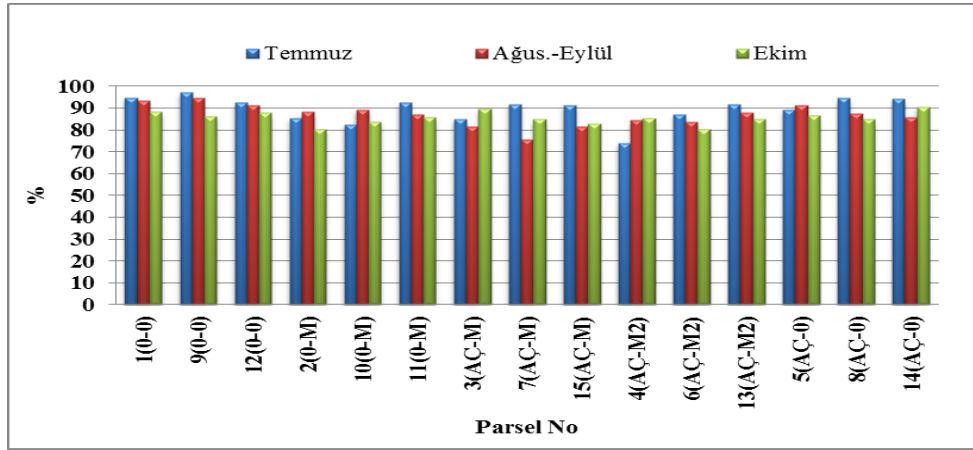


Grafik 4.3 EC değişim grafiği

Tablo 4. 1 Toprak Tuzluluk Sınıfları ve Bitki Gelişimi (URL7; Zengin, 2013)

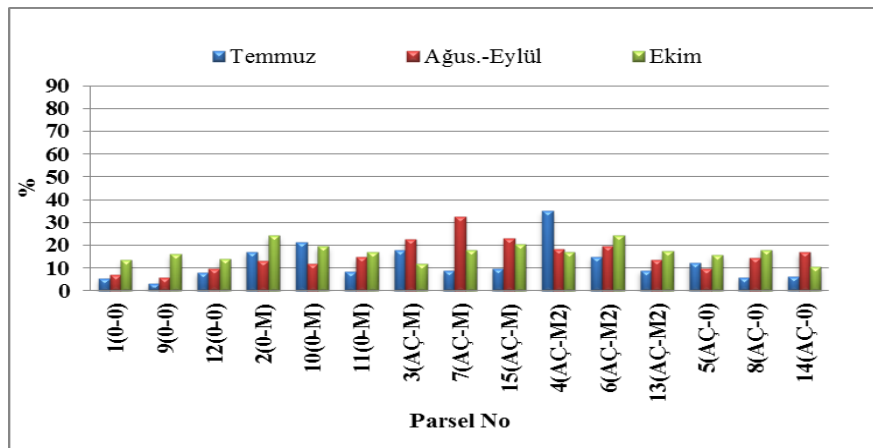
Toprak Tuzluluk Sınıfı	EC, dS/m Sat. Eks.	Bitki Üzerine Etkisi
Tuzsuz	0-2	Tuzluluk etkileri ihmal edilebilir
Hafif Tuzlu	2-4	Tuzluluğa duyarlı bitkilerde verim sınırlanabilir
Orta Tuzlu	4-8	Birçok bitkide verim sınırlanabilir
Kuvvetli Tuzlu	8-16	Sadece toleranslı bitkilerde tatmin edici verim
Çok Kuvvetli Tuzlu	>16	Sadece birkaç toleranslı bitkilerde tatmin edici verim

Kuru madde miktarı (%); tüm parseller için aylara göre topraktaki kuru madde miktarları Grafik 4.4'te gösterilmiştir. Parsellere bakıldığında 4, 6, 13 (AÇ-M2) nolu parsellerde istikrarlı bir azalma veya dengelenme durumu görülmektedir. 3, 7, 15 (AÇ-M) parsellerine bakıldığında ise, temmuz ayına kıyasla ekim ayında diğer parsellere nazaran daha bir azalma görülmektedir. 5, 8, 14 (AÇ-0) parsellerinde de istikrarlı bir azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca 2, 10, 11 (0-M) parsellerinde; kontrol parselleri olan 1, 9, 12 (0-0) ile benzer özellikler gösterdiği söylenebilir.



Grafik 4.4 % Kuru madde miktarı

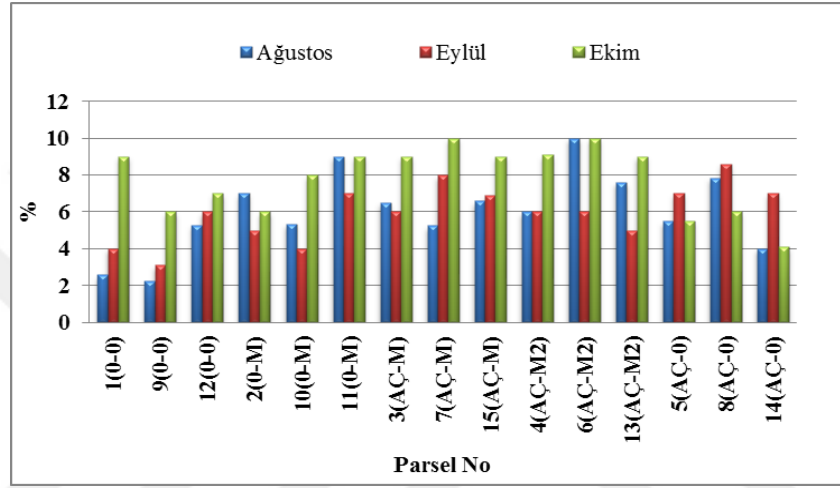
Nem muhtevası(%); nem içeriği mikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir. Mikrobiyal aktivitenin varlığı nem içeriğinin miktarı ile ilişkilidir. Bu yüzden nem içeriği kompost süreci içerisinde oldukça önemli bir yer oluşturmaktadır. Aylara göre parsellerin nem yüzdeleri Grafik 4.5'te verilmiştir. 1, 9, 12 (0-0) kontrol parsellerinin çamur ve mısır sapı uygulanmış parsellere kıyasla daha az nem tutma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. En istikrarlı 6, 13 (AÇ-M) nolu parsellerde ortaya çıkmakta ve aylara göre bir artış meydana geldiği görülmektedir. Diğer parsellerde aylara göre dalgalanmalar meydana geldiği söylenebilir. Bunun sebebi parsellerin sulanma sıklığı, yağışlar, güneş faktörü gibi birçok nedene bağlı olabileceği söylenebilir.



Grafik 4.5 % Nem muhtevası

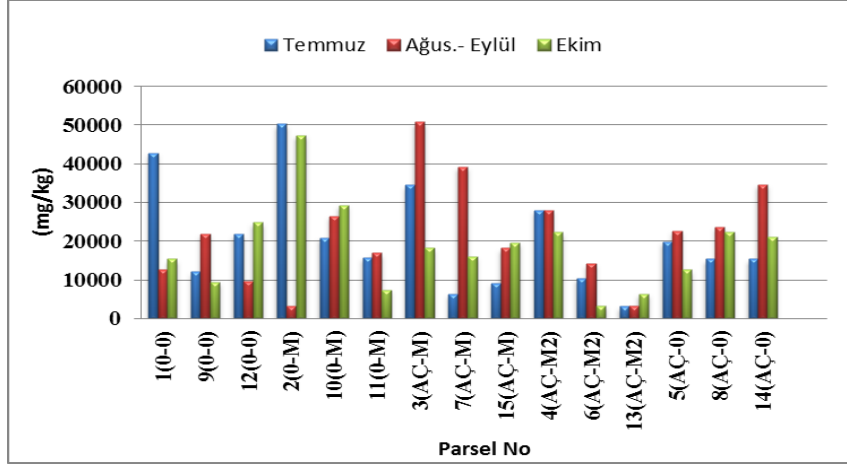
Grafik 4.6'da AEK-TECH cihazı ile ölçüm sonrası parsellerdeki nem oranlarının aylara göre değişimi verilmiştir. Grafikte 3, 7, 15 (AÇ-M) parsellerinde aylara göre

düzenli bir artış meydana gelirken diğer parsellerde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Ayrıca 4, 6, 13 (AÇ-M2) parsellerinin de diğer parsellere kıyasla daha fazla nem tutma kapasitesine sahip olduğu söylenebilmektedir. 2, 10, 11 (0-M) parsellerinde de düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Ancak AÇ-M ve AÇ-M2 parsellerine kıyasla daha az nem tutma oranına sahip olduğu görülmektedir. AÇ-0 parsellerine bakıldığında ise kontrol parsellerine nazaran daha az nem tutma özelliği gösterdiği söylenebilir.



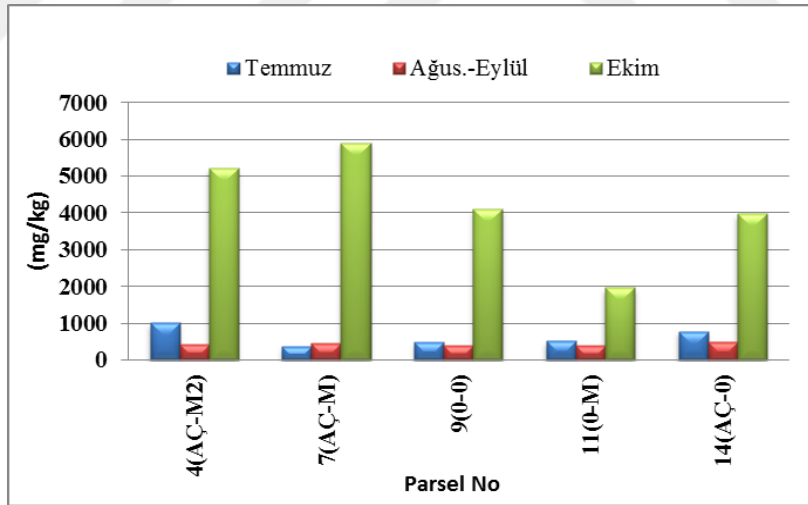
Grafik 4.6 Arazi nem ölçüm grafiği

KOİ, kimyasal oksijen ihtiyacının bir göstergesidir. Bu parametre değeri ile organik madde varlığı anlaşılmaktadır. Strandard metodlara göre hesaplanan KOİ değeri Grafik 4.7’de verilmiştir. KOİ değerinin azalması, ortamda kimyasal olayların gerçekleştiği göstermektedir. 2 (0-M) ve 10 (0-M) parsellerinde KOİ değerinin son ayda arttığı gözlemlenmiştir. 11(0-M) nolu parselde ise tam tersi bir durum meydana gelmiştir. Bu, ortamdaki mikrobiyal faaliyetlerin daha az meydana geldiğinin bir göstergesidir. 1,9,12 (0-0) parsellerinde ise stabil bir durum meydana gelmediği görülmektedir. 3, 7, 15 (AÇ-M) parsellerinde ise uygulama sonrası artış ve sonrasında bir azalış meydana geldiği görülmektedir. Bu durum mikrobiyal aktivitenin istenilen düzeyde olduğu anlamına gelmektedir. AÇ-0 (5, 8, 14) parsellerinde de AÇ-M parsellerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yine AÇ-M2 (4, 6, 13) parsellerinde de AÇ-M ve AÇ-0 parsellerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu parsellerle kıyaslandığında daha az artış ve azalış meydana geldiği görülmektedir.



Grafik 4.7 KOİ grafiği

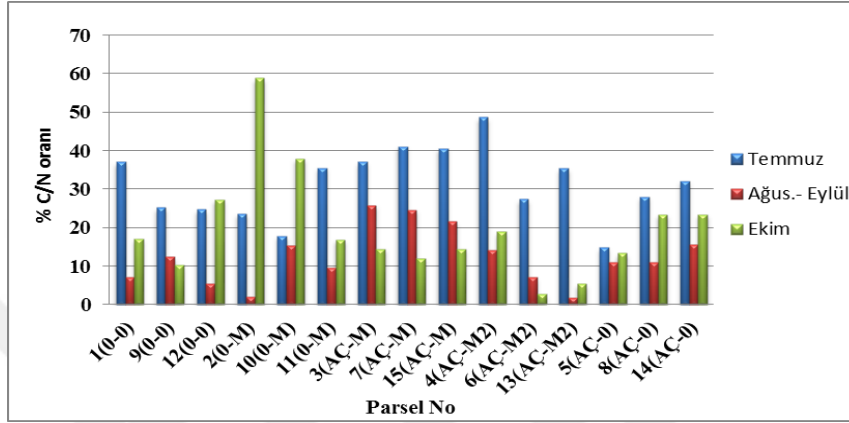
Nitrat, toprakta ve bitkide olması gereken bir parametredir. Grafik 4.8’de Nitrat analizleri ile ilgili bilgiler verilmektedir. Buna göre tüm parsellerde ay bazında artış olduğu görülmektedir. Şekilde verilen analiz sonuçlarına göre 11 (0-M) nolu parsel dışında diğer parsellerde nitrat miktarının daha fazla artışı gözlemlenmiştir. Bu artışın sebebinin arıtma çamurundan kaynaklanabileceği söylenebilir.



Grafik 4.8 Nitrat analiz sonuçları

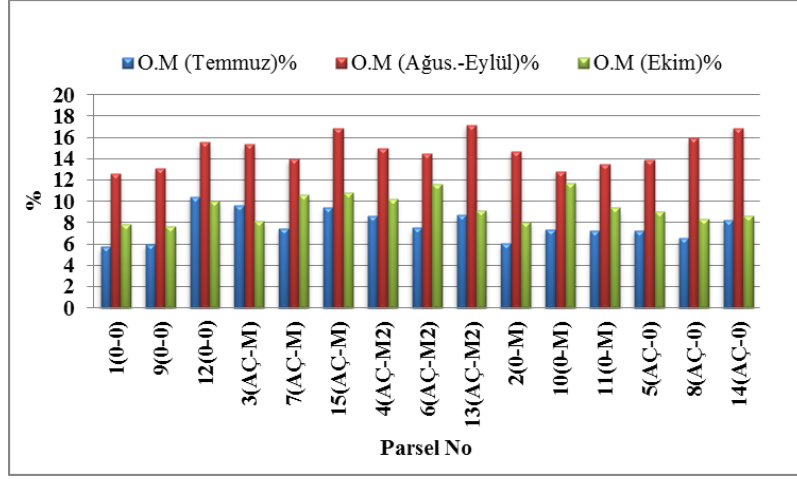
C/N oranı, kompost sürecinde bakılması gereken önemli bir parametre değeridir. Bu oranın tavsiye edilen değerden yüksek veya düşük olması iyi bir kompost materyali elde edilemediği anlamına gelmektedir. Maksimum 50, minimum 25 değerleri arasında olması istenmektedir. Tavsiye edilen aralık değer ise 25-30 aralığındadır (Öztürk, 2014). Grafik 4.9’da C/N oranları görülmektedir. Ay bazında 0-M parselleri hariç diğer tüm parsellerde bir azalma görülmüştür. Bu mikrobiyal faaliyetlerin bir

göstergesidir. Uygulama sonrasında ilk ay için AÇ-M, AÇ-M2 ve AÇ-0 parsellerinin istenilen aralık değerinde olduğu görülmektedir. Son ayda 0-M parsellerinde ise 2 nolu parselde istenilen seviyenin çok üzerinde; 11 nolu parselde istenilen seviyeden çok aşağıda olduğu görülmektedir. 2 nolu parseldeki bu artışın sebebi olarak bitki atığının karbon (C) kaynağı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca parseller arasındaki dalgalanmaların sebebinin toprak yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.



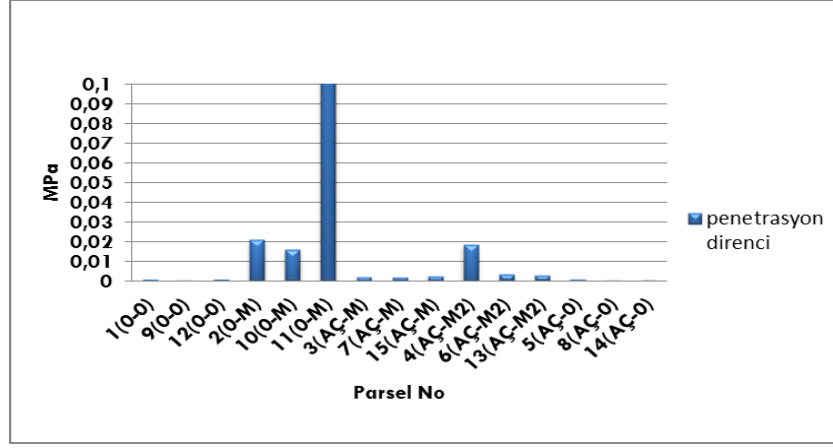
Grafik 4.9 C/N oranı sonuçları

Organik madde miktarı, bu parametre değerinin toprakta az bulunması toprak yapısını bozmaktadır. Hem toprak için hem bitki için yeterli miktarda olmaması bitki ve toprak için gerekli olan makro besin elementlerinin az olması demektir. Mikrobiyal aktivitesinin bir göstergesi olarak organik madde miktarının başta yüksek daha sonra düşük olması beklenir. Grafik 4.10'da organik madde miktarının aylara göre değişimi görülmektedir. Buna göre tüm parsellerde başlangıç aylarında artış sonrasında bir azalış görülmektedir. En yüksek değer 0-M (2, 10, 11) parsellerinde görülmekte ve kontrol parselleri olan 0-0 (1, 9, 12) parsellerinde daha az bir artış görülmektedir. Arıtma çamuru ve mısır uygulanan parsellerde ise diğerlerine kıyasla daha fazla bir artış meydana geldiği görülmektedir. Bu durum bitki materyali ve arıtma çamurundan toprağa organik madde kazancı sağladığı şeklinde yorumlanabilir.



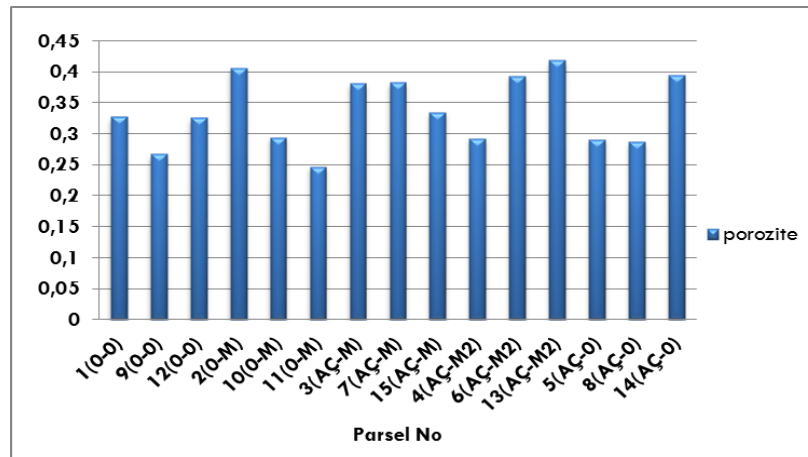
Grafik 4.10 Organik madde miktarları

Penetrasyon direnci, topraktaki nem içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Nemi az olan topraklarda, toprak sıkışması meydana gelmektedir (Negiş ve ark., 2016). Bu toprak sıkışması bitkideki kök gelişimini engelleyerek bitki büyümesine negatif etki sağlamaktadır (Turgut ve Öztaş, 2008). Uygulama alanındaki toprak sıkışmasının etkisini gözlemlemek amacıyla yapılan bu çalışmada elle yapılan cihazda istenilen veri değerleri elde edilememiştir. Bu yüzden hacimsel ölçüm yöntemi uygulanmıştır. Grafik 4.11’de penetrasyon direncinin hacimsel ölçüm sonuçları verilmektedir. Buna göre; çalışma sonunda yüksek değerlerde penetrasyon direnci elde edilmemiştir. Bunun sebebinin uygulama alanına kış ve sonbahar şartlarından dolayı toprak nem içeriğinin yükselmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak buna rağmen 0-M (2, 10, 11) parsellerinde diğerlerine kıyasla daha fazla bir direnç görülmektedir. Bu durumun mısır bitkisinin kendi yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü tarlaya ekilen mısır bitkisi, toprağı sertleştirdiği için çiftçilerin anız yakma yöntemine başvurmalarına sebep olmaktadır. Hava olaylarından kaynaklı olarak net bir şey söyleyememekle beraber mısır bitkisinin tek başına kullanımı toprak sıkışmasına neden olabileceği öngörülmektedir. Ayrıca arazi üzerinde açıkta yapılan bu kompost çalışması için en az 1 yıl gibi bir süre ihtiyaç duyulmaktadır. Kısa süreli yapılan bu küçük ölçekli çalışmada, kompost materyallerinin toprakla tam karışmaması ve yaşanan süre sıkıntısından dolayı da mısır bitki için bu gibi sonuçlar elde edildiği varsayılmaktadır. Arazi içerisine traktör giremediği için kompost karışımları elle belleme yardımıyla yapılmıştır. Bu durum istenilen düzeyde bir karışım sağlayamadığı için de istenilen verim elde edilememiştir.



Grafik 4.11 Penetrasyon direnci

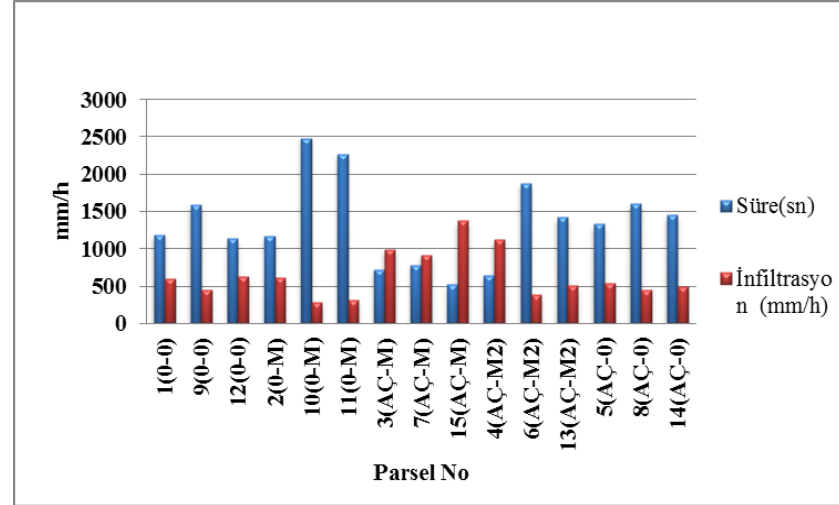
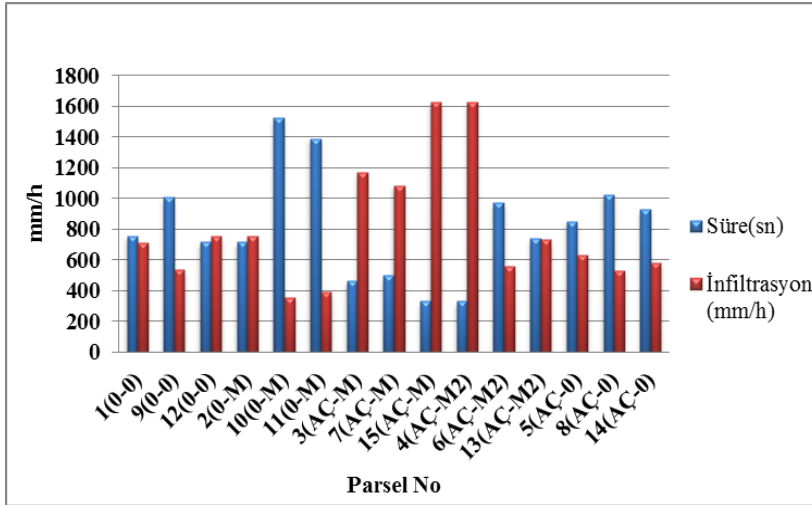
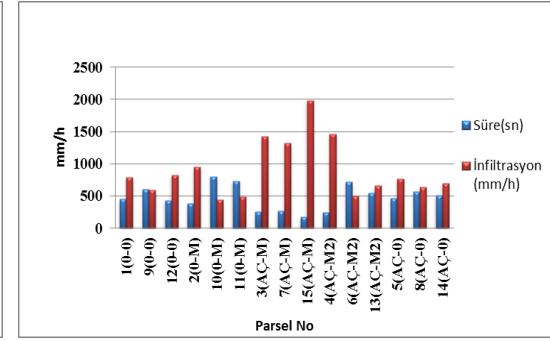
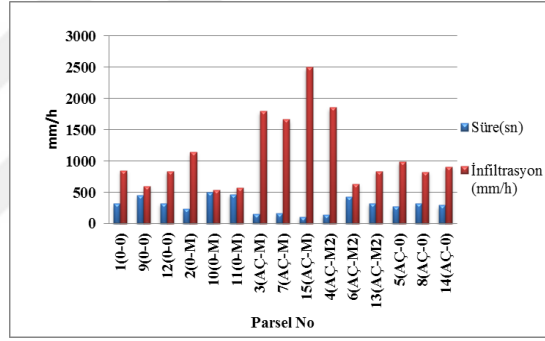
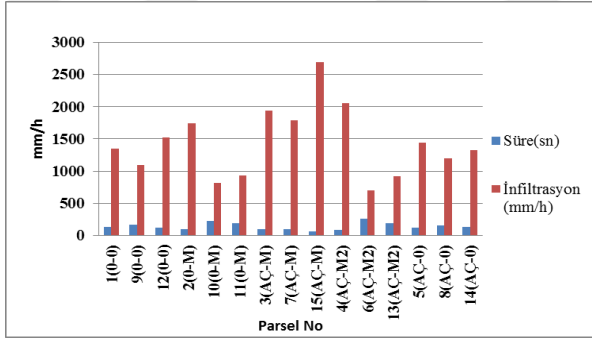
Porozite, toprağın yapısı, tekstürü, organik madde içeriği ve hacim ağırlığı ile ilişkilidir. Zemin içerisindeki boşluk hacminin tüm hacme oranını ifade eden porozite değerinin daima 1 (%100)'den küçük olması beklenir (Uzuner, 2007). Orta bünyeli toprakların porozite değeri %50 aralığındadır (Demiralay, 1993). Grafik 4.12'de tüm parsellerin hesaplanan porozite değerleri verilmiştir. Uygulamada AÇ-M (3-7-15) ve AÇ-M2 (4-6-13) parsellerinde porozite oranlarının daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu değerlerin yüksek olması toprak içerisine su ve gaz depolama yapıldığının göstergesi olarak ifade edilmektedir. Yapılan çalışmada kontrol parselleriyle kıyaslandığında etkili bir sonuç aldığı söylenebilir. Porozite değeri tek başına yeterli olmamakla beraber toprak yapısı ile ilgili kesin bilgi vermemektedir.



Grafik 4.12 Porozite değeri

İnfiltrasyon hızı, toprağın su alma hızı ile alakalıdır. Toprak yapısı, tekstürü gibi çevresel şartlar su alma hızını yani infiltrasyon hızını etkilemektedir. Grafik 4.13’de 5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm derinliklerinde su alma hızlarının birim zamanda ölçülen değerleri verilmiştir. Grafiklere göre en kısa sürede en fazla su alma hızı AÇ-M (3, 7, 15) parsellerinde görülmektedir. AÇ-M2 (4, 6, 13) parsellerinde ise daha az su alma hızı meydana geldiği görülmektedir. Nem dengesi için tüm parsellere aynı süre zarfında sulama yapıldığında 0-0 (2, 9, 12) parsellerinde üst yüzeyde su birikimi meydana geldiği gözlemlenmiştir. 0-M (2, 10, 11) parsellerinde ise diğerlerine kıyasla daha fazla sürede daha az su alma hızı meydana geldiği görülmektedir. Bu durum 0-0 parsellerinin toprak yapısını sıkıştırmasından kaynaklı olarak su geçirgenliğinin daha az olmasına sebep olduğu söylenebilmektedir.





Grafik 4.13 Sırasıyla 5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm yüksekliklerinde infiltrasyon hızı

İyon analizleri, makro ve mikro besin elementleri hem toprak için hem de bitki için önem arz etmektedir. Tablo 4.2’de bazı ağır metal değerleri ve besin değerleri verilmektedir. Tabloya bakıldığında, kontrol parselleri baz alındığında diğer parsellerde artış olduğu görülmektedir. Her parsel grubu kendi içerisinde değerlendirildiğinde bariz bir artış olduğu görülmektedir. Bazı parseller kontrol parselleri ile kıyaslandığında düşüş meydana geldiği görülmektedir. Bu düşüşün birçok sebebi olabilmektedir. Ancak en belirgin sebep olarak, tarım arazisi değil de konut bahçesi olmasından kaynaklanabilmektedir. Daha önceki zamanlarda bahçe alanının uygulama yapılan bölgeye küllük ve atık toplama yeri olarak kullanıldığı sonradan öğrenilmiştir. bu durum, yapılan çalışma arazisinden kaynaklı olarak da bu değerlerin değişkenlik gösterdiğini düşündürmektedir.

Tüm parsel örnekleri için yine Tablo 4.2’de ağır metal konsantrasyonları verilmektedir. Ağır metal durumu EK1 ve EK2’deki yönetmeliklere göre değerlendirilmiştir. Yönetmeliklere göre; Zn (çinko) değeri, artıma çamuru uygulanan bazı parseller için sınır değerlerden daha yüksektir. Bu durumun hem çamurdan hem de toprak yapısından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Pb (Kurşun) değeri için ise en yüksek değer 7 (AÇ-M) parselinde görülmektedir. Yine çamur uygulaması olan parsellerin bazılarında bu değer yüksek olduğu söylenebilmektedir. Ni için de yine çamur uygulamalarının bazılarında yüksek değerde olduğu görülmektedir. Ancak kontrol parsellerinden birinde de bu değer yüksek olduğu görülmektedir. Cr, ve Cu metalleri için ise sınır değerlerin aşağısında sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Cd için ise herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde uygulama alanından kaynaklı olarak bazı değerlerin yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4. 2 İyon analiz verileri

Örnek Element (mg/kg)	B	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Zn
1 (0-0)	133,84	178843,3	0	0	6,1	31,96	10140,24	5532,73	10564,34	242,64	0	10151,76	87,13	868,66	159,26	3405962	172,19
9 (0-0)	288,14	134262,6	0	0	6,03	19,25	9892,481	4738,41	9391,34	285,48	0	8127,86	58,27	1321,14	83,01	3350180	247,23
12 (0-0)	62,95	192842,7	0	0	11,08	33,92	12036,5	5904,83	12425	341,71	0	7186	45,3	1096,47	181,71	3617797	267
2 (0-M)	188,26	200113	0	0	4,94	36,17	11176,11	6024,18	11 500,36	219,85	0	7770,34	40,76	797,72	199,05	3708219	143,99
10 (0-M)	239,82	146008,4	0	0	30,59	48,19	21288,05	5835,67	10515,4	283,47	0	11302,07	133,44	1500,08	214,85	3994897	218,28
11 (0-M)	113,85	205839,7	0	0	12,81	37,64	18684,99	5479,74	12991,23	372,55	0	11358,35	47,89	1000,54	311,8	3595010	287,88
3 (AÇ-M)	523,82	246279	0	0	0,32	26,28	9420,033	4422,1	9285,07	410,95	0	6569,67	38,75	1337,5	28,96	3848114	195,93
7 (AÇ-M)	431,1	195484,3	0	0	4,62	27,45	10661,64	6190,05	11593,69	265,83	0	12361,41	86,41	1974,15	2900,45	3665790	384,07
15 (AÇ-M)	220,69	590386,5	0	0	29,22	67,87	15350,59	4504,34	10675,52	969,18	0	12662,62	100,6	3763,28	377,86	5395047	414,76
4 (AÇ-M2)	276,09	418686,2	0	0	14,54	70,88	11606,15	3237,44	7207,29	680,1	0	11084,75	86,16	2034	132,84	6147952	356,72
6 (AÇ-M2)	69,826	193893,4	0	0	10,57	39,06	15345,84	6457,63	13128,69	356,74	0	7566,45	68,33	999,36	69,59	3953829	528,47
13 (AÇ-M2)	121,85	182092,7	0	0	7,47	31,52	12848,78	7376,02	12019,85	351,31	0	8540,32	67,65	1271,94	41,37	3635547	205,85
5 (AÇ-0)	89,82	166562,2	0	0	27,06	43,09	13917,21	4981,8	11025,3	320,36	0	7528,64	112,61	1544,71	543,32	3792781	262,28
8 (AÇ-0)	73,27	162302,5	0	0	19,38	26	9580,217	6077,51	9398,91	268,82	0	6352,38	42,18	1255,42	158,69	3531369	173,18
14 (AÇ-0)	1252,15	374190,9	0	0	4,3	37,95	12362,86	4050,24	8468,21	1317,53	0	22452,87	77,23	2148,24	310,93	3619214	304,88

4.1.2. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analiz verileri, her bir fiziksel ve kimyasal analiz verisine göre ANOVA ve LSD programları ile yapılmıştır.

Buna göre Tablo 4.3’de geleneksel parametre değerlerinin LSD programlama ile yapılan değerleri verilmektedir. LSD programlama sonucuna göre her ay için tekerrür ortalaması alınan parsel örneklerinin genel pH ortalaması 8,5-9 aralığında değişmektedir. 3 ayın genel pH ortalaması ise 8.86 olarak bulunmuştur. Ancak LSD programlama için ay, kompost oranı veya her ikisi baz alındığında ($P<0,01$ ve $P<0,05$) önemli olduğu sonucu çıkmamıştır. Tablo 4.4’de geleneksel parametre değerlerinin varyasyon değerleri verilmektedir. Tabloya göre pH değeri istatistiksel olarak hem ay bazında ($P<0,01$) hem de kompost oranı bazında ($P<0,05$) önemli olmamıştır. pH değeri genellikle 6-9 aralığındadır (Vanlalimawii ve Awasthi, 2016). Bu test sonucuna göre yapılan çalışma da pH değerinin bu aralıkta olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.3’de EC (iletkenlik) değerinin LSD programlamaya göre istatistiksel verileri yer almaktadır. İstatistiksel hesaplama için yine her bir parsel örneği için tekerrürlerin ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır. İlk iki ayın ortalama değerleri için ‘b’ gruplandırılması yapılmıştır. Son ayda EC değerlerinin arttığı görülmektedir. Artan EC değerinden kaynaklı olarak ortalama değeri için ‘a’ gruplandırılması yapıldığı görülmektedir. Tüm parsellerde artışın olması toprağın ay bazında etkilendiğini göstermektedir. Bu hipotezden yola çıkarak yapılan 3 aylık çalışma sonucunda elde edilen veri değerlerinin LSD programlamada ay bazında ($P<0,01$) önemli olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca Tablo 4.4 için EC verilerinin ($P<0,01$) ay bazında önemli olduğu saptanmıştır. Genel olarak EC değerini 2 dS/cm aşağısında olması toprağın tuzsuz olduğunu göstermektedir (URL7; Zengin, 2013).

Tablo 4.3’de arazi pH değerinin istatistiksel verileri bulunmaktadır. Tabloya göre arazi 3 aylık yürütülen çalışma parselleri için pH değerinde genellikle ağustos-eylül aylarında bir artış olduğu görülmektedir. Tabloda her parsel örneği için farklı sınıflandırmaların mevcut olduğu görülmektedir. Tabloda ‘cd’ grubu parsel örnekleri için pH aralığı 6,77-6,9 aralığındadır. Bu grup, kontrol parselleri hariç diğer parsellerde farklı aylarda bu değerleri vermiştir. ‘b-d’ grupları için ise pH değerleri 7-7.08 aralığında değişmektedir. Bu grupta 0-0 ve AÇ-M grupları için bu değerdedir. ‘d’ grubu için ise ilk ayda ve AÇ-M2 ve AÇ-0 parselleri için pH değeri 6.62-6.63 aralığındadır. Diğer gruplara da bakıldığında örnek parsellerdeki pH değişimi 6,5-8 aralığında olduğu görülmektedir. Arazide AEK-TECH cihazı ile ölçüm pH değeri için LSD_{ay, 0,05}

ve LSD kompost oranı x ay, 0,05 için önemli olduğu kanısına varılmaktadır. Tablo 4.4’de arazi pH değerinin varyans analizine göre istatistikleri yer almaktadır. Bu istatistiksel verilere göre önemli ($P<0,01$ veya $P<0,05$) bir sonuç elde edilmediği görülmektedir.

Tablo 4.3’de tüm parsellerin arazi nem yüzdesinin istatistiksel verileri bulunmaktadır. İstatistiksel verilere göre arazi nem yüzdeleri 6-9,5 aralığında değişkenlik göstermektedir. İstatistiksel veriler ay bazında incelendiğinde her ay nem yüzdesinde artış olduğu görülmektedir. Arazide AEK-TECH cihazı ile ölçüm yapılan nem yüzdesi için LSD ay, 0,01 ve LSD kompost oranı x ay, 0,01 bazında önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca Tablo 4.4’te de LSD verileri destekleyecek nitelikte sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Tablo 4.4’de ‘kompost oranı*ay’ ve ‘ay’ bazında ($P<0,01$) önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3’te % KM analiz verileri yer almaktadır. % KM verileri %79-95 aralığında değişkenlik göstermektedir. Ay bazında değerlendirildiğinde parsellerdeki % KM içeriğinin azaldığı söylenebilmektedir. % KM içeriği LSD ay, 0,05 ve LSD kompost 0,01 değerleri açısından önemli çıktığı söylenebilmektedir. Ayrıca Tablo 4.5’de % KM için varyans analiz değerleri verilmektedir. Tabloya göre % KM değerlerinin LSD programlamayla benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Hem ay ($P<0,05$) hem de kompost oranı ($P<0,01$) bakımından % KM değerlerinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4.3’te organik madde yüzdesinin LSD programı ile yapılan istatistiksel verileri bulunmaktadır. Tabloya göre organik madde yüzdeleri temmuz ayında en düşük oranlarda iken, ağustos-eylül ayları arasında en yüksek oranlarda olduğu görülmektedir. Tüm parsellerdeki ortalama organik madde içeriği; temmuz ayında % 7.75, ağustos-eylül arasında % 14.8 ve ekim ayında % 9.41 seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir. LSD programlamada organik madde içeriği LSD ay, 0,01 bazında yani ay bazında ($P<0,01$) önemli sonucu ortaya çıkmıştır. Tablo 4.4’e bakıldığında organik madde yüzdesinin yine ay bazında ($P<0,01$) önemli olduğu çıkarımında bulunulabilmektedir.

% C/N değerinin LSD programlamaya göre istatistiksel verileri Tablo 4.3’te verilmektedir. İstatistiksel veri sonuçları temmuz, ağustos-eylül ve ekim aylarındaki ölçüm hesaplarına göre belirlenmiştir. Tabloya bakıldığında ortalama % C/N değerinin temmuz ayında en yüksek seviye olduğu görülmektedir. En düşük değer ise ağustos-eylül ayları arasında görülmektedir. Ekim ayında ise yine bir artış olduğu görülmektedir. LSD programlamaya göre % C/N değeri için LSD ay, 0,01 ve LSD kompost oranı x ay, 0,01 bazında yani hem ay ($P<0,01$) hem de kompost oranını ve aya göre ($P<0,01$)

baz alındığında önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. % C/N içeriği için Tablo 4.4'te varyans analiz değerleri yer almaktadır. Varyans analizine göre % C/N değerleri için LSD programlamadaki verileri destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Varyans analizine göre de yapılan çalışma hem ay bazında hem de kompost oranı ve ay bazında ($P<0,01$) önemli olduğu kanısına varılmaktadır.

% Nem içeriği için LSD programlamada yapılan istatistiksel veriler Tablo 4.3'de verilmektedir. Tabloya göre çalışma parsellerinin ortalama nem yüzdelerinin her ay arttığı görülmektedir. LSD programlama da çalışma alanındaki parseller için nem yüzdesinin LSD ay, 0,05 ve LSD kompost, 0,01 sonucuna göre önemli olduğu sonucuna varılmaktadır. Yani yapılan çalışmanın hem ay ($P<0,05$) hem de kompost oranı ($P<0,01$) açısından etkili sonuçlar verdiği söylenebilir. Tablo 4.4'te ise parsellerin nem yüzdelerinin varyans analiz değerleri verilmektedir. Parsellerin nem yüzdelerinin varyans analizi sonucu, LSD programlamadaki gibi kompost oranı ($P<0,01$) ve ay ($P<0,05$) bazında önemi olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4. 3 Geleneksel parametre değerlerinin varyasyon analizi F değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD	pH	EC	Arazi pH	Arazi Nem	% KM	% OM	% C/N	%Nem
Genel	44								
Tekerrür	2	1.57	0.43	0.01	0.31	1.69	4.33	0.52	0.23
Kompost Oranı	4	1.27	2.28	0.24	2.51	9.05**	0.12	1.51	8.17**
Hata	8	-	-	-					
Ay	2	0.77	38.78**	5.00		4.40*	141.32**	18.99**	3.32*
Kompost oranı*Ay	8	1.32		2.95	6.06**	1.70	0.78	3.60**	1.71
Hata	20								
CV (%)		1,58	22,70	4,56	15,28	4,41	11,24	40,29	36,12

* $P<0,05$, ** $P<0,01$

Tablo 4. 4 Geleneksel parametre değerlerindeki değişimin istatistiksel incelenmesi (LSD programlamada)

Ay	Kompost oranı	pH	EC	Arazi pH	Arazi Nem	% KM	% OM	% C/N	% Nem
Temmuz	0-0	8.82	130.67	7.08 b-d	3.4 f	94.78	7.39	28.96 a-c	5.54
	0-M	8.84	133.67	6.88 cd	7.12 a-d	86.75	8.84	25.66 a-d	15.53
	AÇ-M	8.84	130.67	6.75 cd	6.12 b-e	89.34	8.27	39.55 a	12
	AÇ-M2	8.84	150	6.62 d	7.87 ab	84.3	6.87	37.13 ab	19.61
	AÇ-0	8.84	132.33	6.63 d	5.78 b-e	92.55	7.36	24.97 a-d	8.12
	Ortalama	8.84	135.6 b	6.79 b	6.05 b	89.54 a	7.75 c	31.25 a	12.17 b
Ağustos - Eylül	0-0	8.92	131.67	7 b-d	4.37 ef	93.16	13.72	8.27 d	7.36
	0-M	8.9	104	7.27 a-c	5.33 c-f	88.23	15.4	8.98 d	13.35
	AÇ-M	8.89	116.33	7 b-d	6.97 b-d	79.46	15.54	23.97 a-d	26
	AÇ-M2	8.89	128.67	7.5 ab	5.67 b-f	85.35	13.65	7.68 d	17.21
	AÇ-0	8.87	137	6.9 cd	7.53 a-d	88	15.57	12.47 cd	13.62
	Ortalama	8.89	123.53 b	7.13 a	5.97 b	86.85 ab	14.8 a	12.28 b	15.51 ab
Ekim	0-0	9.05	220	7.13 a-d	7.33 a-d	87.42	8.5	18.18 b-d	14.4
	0-M	8.97	189	6.87 cd	7.67 a-c	83.26	9.86	37.85 ab	20.18
	AÇ-M	8.8	222.33	7.03 b-d	9.33 a	85.67	10.3	13.64 cd	16.84
	AÇ-M2	8.66	313.67	6.77 cd	9.37 a	83.6	9.7	8.97 d	19.7
	AÇ-0	8.72	218.33	7.63 a	5.2 d-f	87.25	8.68	20 a-d	14.68
	Ortalama	8.84	232.67 a	7.09 a	7.78 a	85.44 b	9.41 b	19.74 b	17.16 a
Genel Ortalama		8.86	163.93	7	6.6	87.28	10.65	21.09	14.95
LSD ay, 0,01		-	38.66	-	1.05	-	1.243	8.829	-
LSD ay, 0,05		-	-	0.24	-	2.93	-	-	4.112
LSD kompost oranı x ay, 0,05		-	-	0.54	-	-	-	-	-
LSD kompost oranı x ay, 0,01		-	-	-	2.34	-	-	19.74	-
LSD kompost, 0,01		-	-	-	-	4.99	-	-	6.966

ICP laboratuvarında yaptırılan iyon analiz sonuçlarının varyasyon değerleri Tablo 4.5'te verilmektedir. İyon analizlerinde B, Ca, Cu, Fe; K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Zn ve Cr için iyon analizi yaptırılmıştır. Tablo 4.6'da ise iyon analizlerinin LSD programına göre istatistiksel analiz verileri yer almaktadır.

Tablo 4.5'e göre B için yapılan varyasyon analiz değerinde istatistiksel olarak 'önemli değildir' ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucuna varılmamaktadır. B için en yüksek değer AÇ-0 ve ardından AÇ-M olarak sıralanabilmektedir. Tablo 4.6'ya bakıldığında B için istatistiksel veriler doğrultusunda 'önemli değildir' ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucu ortaya çıkmamaktadır.

Tablo 4.5'te Cu için varyasyon analiz verileri yer almaktadır. Tabloya göre AÇ-m, 0-M ve AÇ-M2 parsellerinde diğerlerine nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Varyasyon analizine göre Cu için istatistiksel analiz sonucunun önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) söylenebilmektedir. Tablo 4.6'da ise Cu için LSD programına göre istatistiksel analiz verileri hesaplanmıştır. Yine bu tabloya göre istatistiksel verilerin önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.5'te Ni için varyasyon analiz değerleri verilmektedir. Cu ve B'da olduğu gibi Ni için de varyasyon analiz sonucuna göre önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucu ortaya çıkmıştır. Tablo 4.6'da LSD programına göre yapılan istatistiksel analiz verilerine göre de Ni için 'önemli olmamıştır' ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4.5'te Zn için varyasyon analiz değerleri verilmektedir. varyasyon analiz verileri sonucunda elde edilen istatistiksel verilerin önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucu ortaya çıkmaktadır. Yine Tablo 4.6'da LSD programına göre elde edilen istatistiksel analiz verileri de varyasyon analizine destekler niteliktedir.

Diğer iyonlar için tablo 4.5'te verilen istatistiksel analiz sonuçları da elde edilen sonuçların istatistiksel bazda önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) yönündedir. Yine Tablo 4.6'da bu iyonların LSD programına göre istatistiksel analiz verileri yer almaktadır. LSD programına göre de elde edilen sonuçların önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. 5 İyon analiz değerlerinin LSD programlamada elde edilen istatistiksel veri değerleri (mg/kg)

Kompost oranı	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Zn	Cr
0-0	161.64	168649	28.37	10689.33	5391.33	10793	289.94	8487.67	63.56	1095	141.33	3457979.67	228.80	7.727
0-M	180.64	183986.3	40.66	17049.33	5779.33	11668.67	291.97	10143.33	74.03	1099	241.89	3766042	216.71	16.11
AÇ-M	391.86	344049.3	40.53	11810.33	5038.67	10517.67	548.65	10530.67	75.25	2358	1189.08	4302983.33	331.58	11.38
AÇ-M2	155.92	264890.3	47.15	13266.33	5690	10784.67	462.71	9063.33	74.04	1434.33	81.257	4579108.67	363.67	10.85
AÇ-0	471.73	234351.3	35.65	11953	5036	9630.33	635.56	12110.67	77.34	1649	337.643	3647788	246.78	16.90
Ortalama	272.36	239185.3	38.47	12953.67	5387.07	10678.87	445.77	10067.13	72.84	1527.07	398.241	3950780.33	277.51	12.6

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4. 6 İyon analiz değerlerinin varyasyon analizi sonucunda elde edilen istatistiksel F değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Zn
Genel	14													
Tekerrür	2	0.2130	1.85	0.62	1.35	0.90	0.70	2.38	1.06	0.09	0.90	0.64	0.46	0.96
Kompost Oranı	4	0.5471	1.07	0.57	2.07	0.25	0.45	0.85	0.29	0.064	1.76	1.27	1.04	1.25
Hata	8													
CV (%)	127.7	49.09	41.55	22.93	22.46	17.72	64.75	44.62	50.41	44.45	174.65	20.26	37	93.43

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4. 7 İnfiltrasyon hızının varyasyon analizine göre elde edilen istatistiksel F değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Süre	İnfiltrasyon
Genel	74		-
Tekerrür	2	4.2405	2.4496
Kompost Oranı	4	4.6804*	4.6277*
Hata	8		
Derinlik	4	107.7818**	151,8181**
Kompost Oranı x Derinlik	16	3.1840**	5.2180**
Hata	40	-	-
CV (%)		29.09	9.76

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4.7’de infiltrasyon hız ve süresi ile ilgili varyasyon analiz verileri verilmektedir. İnfiltrasyon için hem süre hem de hız bakımından istatistiksel analiz verileri elde edilmiştir. Süre açısından varyans verilerine bakıldığında ‘kompost oranı (P<0,05)’, ‘derinlik (P<0,01)’ ve ‘kompost oranı*derinlik (P<0,01)’ için önemlidir sonucuna varılmaktadır. İnfiltrasyon hızı açısından da varyasyon verileri ‘kompost oranı (P<0,05)’, ‘derinlik (P<0,01)’ ve ‘kompost oranı*derinlik (P<0,01)’ için önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4.8’de LSD programında yapılan infiltrasyon veri değerleri yer almaktadır. Bu veri değerleri, farklı derinliklerde farklı sürelerdeki infiltrasyon hız değerlerinin istatistiksel olarak ifade edilen halidir. 5, 7.5, 10, 15 ve 20 cm derinlikler baz alınarak yapılan infiltrasyon hızı için yapılan istatistiksel veri değerleri yapılan çalışmanın önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu derinlikler bazında AÇ-M, AÇ-M2 ve AÇ-0 parsellerinde su alma hızı süresinin daha kısa olduğu görülmektedir. Ayrıca süre ile ters orantılı olan infiltrasyon hızının da bu parseller için daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. 10 cm derinliğindeki infiltrasyon hızının diğer derinliklere kıyasla daha az sürede daha fazla su alma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. Parselleri infiltrasyon hızları açısından sıralandığında AÇ-0, AÇ-M2, AÇ-0, 0-M ve 0-0 şeklinde bir sıralama oluşmaktadır. LSD programlamada infiltrasyon veri değerlerinin süre bazında LSD $\text{kompost oranı} \times \text{derinlik}$, 0,01, LSD derinlik , 0,01 ve LSD kompost oranı , 0,05 için önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Yani süre açısından incelendiğinde hem derinliğin, hem kompost oranının hem de kompost oranı ve derinliğin bu çalışma için önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. İnfiltrasyon hızı için ise LSD derinlik , 0,01 ve LSD kompost oranı , 0,05 açısından önemli olduğu sonucuna varılmaktadır. Yani infiltrasyon hızı içinde hem derinlik hem de kompost oranı bu çalışma açısından önem arz etmektedir.

Tablo 4. 8 İnfiltrasyon hızının LSD programlamaya göre değişiminin istatistiksel verileri

Derinlik (cm)	Kompost Oranı	Süre (saniye)	İnfiltrasyon hızı (m ³ /sa)
20	0-0	1305.667 bc	563.000 j-l
	0-M	611.000 d-f	667.333 i-k
	AÇ-M	496.667 e-g	762.667 g-j
	AÇ-M2	362.000 e-h	1319.333 c
	AÇ-0	138.333 gh	739.333 h-j
	Ortalama	582.733 ab	810.333 b
15	0-0	1969.333 a	408.333 l
	0-M	1208.667 bc	499.333 kl
	AÇ-M	639.333 de	628.333 jk
	AÇ-M2	403.000 e-h	750.000 h-j
	AÇ-0	172.000 gh	1162.333 c-e
	Ortalama	878.467 a	689.667 b
10	0-0	677.333 de	1575.000
	0-M	430.000 e-h	1293.000 cd
	AÇ-M	235.000 f-h	1096.000 d-f
	AÇ-M2	139.667 gh	2139.333 a
	AÇ-0	86.333 h	1989.667 a-b
	Ortalama	313.667 b	1618.600 a
7,5	0-0	1314.333 bc	669.667 i-k
	0-M	680.000 de	971.000 e-g
	AÇ-M	506.000 e-g	869.333 g-i
	AÇ-M2	297.000 e-h	1225.000 cd
	AÇ-0	179.000 gh	1110.667 c-f
	Ortalama	595.267 ab	969.133 b
5	0-0	1459.333 b	496.000 kl
	0-M	933.667 cd	581.000 j-l
	AÇ-M	516.333 e-g	700.333 h-k
	AÇ-M2	298.333 e-h	907.667 f-h
	AÇ-0	137.000 gh	1317.000 c
	Ortalama	668.9 a	800.400 b
Derinlik Ortalama	0-0	1345.2 a	646.600 e
	0-M	772.7 b	802.333 d
	AÇ-M	478.7 c	902.467 c
	AÇ-M2	300 d	1104.133 b
	AÇ-0	142.5 d	1432.600 a
Genel Ortalama		607.8	977.627
LSD Kompost oranı, 0,05		305,5	563,8
LSD Derinlik, 0,01		174,6	94,27
LSD Kompost oranı x derinlik,0,01		390,5	-

Kısacası yapılan küçük ölçekli çalışmanın infiltrasyon hızı için istatistiksel analizler sonucunda önem arz ettiği söylenebilmektedir.

Tablo 4.9’da penetrasyon direnci ve porozite değerinin varyasyon değerleri yer almaktadır. Penetrasyon direncinin varyans analizi sonucunda önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) söylenebilmektedir. Tablo 4.10’da LSD programlama sonucunda elde edilen istatistik değerleri bulunmaktadır. LSD programlamada da elde edilen veri değerlerinin önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) çıkarımında bulunmaktadır. Hem hacimsel metotla hem de arazide penetrasyon aleti ile yapılan ölçümlerde istenilen veriler elde edilemediği için varyans analizi ve LSD programlama sonucunda önemli olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4. 9 Penetrasyon direnci ve porozite varyasyon F değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD	PENETRASYON	POROZİTE
Genel	14	-	-
Tekerrür	2	0.8979	0.1225
Kompost Oranı	4	1.6124	0.6183
Hata	8	-	-
CV (%)		254.36	19

* $P<0,05$, ** $P<0,01$

Tablo 4. 10 İstatistiksel LSD programlamaya göre penetrasyon direnci ve porozite değerleri

Kompost oranı	PENETRASYON	POROZİTE
0-0	0.001	0.306
0-M	0.073	0.316
AÇ-M	0.002	0.366
AÇ-M2	0.008	0.368
AÇ-0	0.001	0.324
Ortalama	00017	0.336

Tablo 4.9’da porozite değerinin varyans analizine göre istatistiksel verileri bulunmaktadır. Varyans analizi sonucunda porozite değerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) varsayımı yapılmaktadır. Tablo 4.10’da porozite değerinin LSD programlama için yapılan istatistiksel verileri yer almaktadır. LSD programlamaya göre de yapılan istatistiksel verilen önemli olmadığı ($P<0,01$ veya $P<0,05$) varsayımı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4. 11 Bitkinin fide boyu, kök, gövde, yaprak ve ağırlık varyasyon değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD	KÖK	YAPRAK	GÖVDE	AĞIRLIK	FİDE BOYU
Genel	14	-	-	-	-	-
Tekerrür	2	4,13	2,83	0,05	1,25	0,52
Kompost Oranı	4	0,40	2,23	13,97**	1,74	2,12
Hata	8	-	-	-	-	-
CV (%)		28,67	22,04	14,22	39,80	18,81

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4. 12 Bitkinin fide boyu, kök, gövde, yaprak ve ağırlık istatistiksel LSD verileri

Kompost oranı	KÖK	YAPRAK	GÖVDE	AĞIRLIK	FİDE BOYU
0-0	11.33	20.52	22.55 a	1	9.61
0-M	13.66	14.19	23.16 a	1	8.94
AÇ-M	11.44	23.76	10.44 b	1,5	13.28
AÇ-M2	13.71	22.98	20.13 a	1,83	11.41
AÇ-0	11.22	18.94	27.58a	1	11.72
Ortalama	12.27	20.08	20.77	1,267	10.99
LSD kompost, 0,01	-	-	8,09	-	-

Tablo 4.11’de ekimi yapılan bitkinin fide boyu, kök, yaprak, gövde ve ağırlık verilerinin varyans analiz sonuçları yer almaktadır. Varyans analizi sonucunda ekimi yapılan bitki için sadece gövde gelişiminde istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,01) sonucu ortaya çıkmıştır. Tablo 4.12’de ekimi yapılan bitkinin fide boyu, kök, yaprak, gövde ve ağırlık verilerinin LSD programına göre elde edilen istatistiksel değerleri yer almaktadır. LSD programlamaya göre de sadece gövde gelişiminde etkili sonuç alındığı söylenebilmektedir. LSD programlama da LSD_{kompost, 0,01} yani kompost oranını (P<0,01) bakımından önem arz ettiği söylenebilmektedir. Tabloya göre gövde gelişiminde etkili sonucun AÇ-0 parsellerinde elde edildiği görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Konya ovası gibi kurak iklime sahip bölgelerde bu uygulamaların yaygınlaştırılması hem toprak kalitesi açısından hem de toprak için gerekli diğer besin elementlerin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Yapılan uygulama çalışmasında mısır sapı ve endüstriyel çamur kullanılarak toprak kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda arıtma çamuru ve mısır sapı karışımının farklı oranlarda kullanımının toprak kalitesi üzerinde etkili sonuçlar verdiği söylenebilmektedir. Uygulama örneklerinden özellikle arıtma çamuru (AÇ) ve mısır sapı (M) örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla daha etkili sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

Yapılan fiziksel ve kimyasal analizler dışında uygulama alanına bitki materyali ekimi yapılmıştır. Bitki materyali olarak ıspanak bitkisi kullanılmıştır. Şekil 5.1’de uygulama parsellerinde yapılan bitki ekimi ile ilgili görseller verilmektedir. Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’te her bir parsel için bitki gelişiminin kasım, aralık, ocak, şubat ve nisan aylarındaki gelişimi ile ilgili görseller verilmektedir. Ek olarak Şekil 5.5’te bitkinin şubat ayındaki ilk ölçümü yapılmıştır. Şekil 5.6’da ise nisan ayındaki son ölçümü yapılmıştır. Şekil 5.5’teki ilk ölçüm sonuçlarına göre AÇ-M, AÇ-M2 ve AÇ-0 parsellerindeki bitki gelişiminin 0-0 ve 0-M parsellerine kıyasla daha etkili olduğu görülmektedir. Şekil 5.6 (a)’da parsellerdeki kök gelişimi ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Buna göre kök gelişimi açısından 0-M ve AÇ-M2 parsellerinde daha etkili sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 5.6 (b)’de her bir parseldeki ıspanak bitkisinin yaprak uzunluğu ile ilgili bilgiler verilmektedir. Buna göre yaprak uzunluğu açısından AÇ-M ve AÇ-M2 parsellerinin diğer parsel örneklerine kıyasla daha etkili sonuçlar elde edildiği söylenebilir. 0-M parsellerinde en az etkiye sahip olduğu görülmektedir. Şekil 5.6 (c)’de yaprak ve gövde arasındaki uzunluk ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Buna göre en etkili sonuçlar AÇ-M ve AÇ-0 parsellerinde görülmektedir. Yine en az verim elde edilen parseller ise 0-M parselleri olarak söylenebilmektedir.

Toprak kalitesini etkileyen en önemli etmen organik madde eksikliğidir. Ekin hasadı sonrası anız yakma olayı, topraktaki organik madde ve diğer makro ve mikro besin elementlerinin eksikliğine sebep olmaktadır. Yaklaşık 1 yıl süren çalışma için pH, EC, KOİ, kuru madde miktarı (KM), organik madde miktarı (OM), penetrasyon direnci,

infiltrasyon hızı gibi parametre değerlerine bakılmıştır. Yapılan çalışmada AÇ-M, AÇ-M2 ve AÇ-0 uygulamalarında etkili sonuçlar elde edildiği söylenebilmektedir. Bitki gelişimi açısından değerlendirildiğinde genel olarak AÇ-M, AÇ-M2 parsellerinde etkili bir büyüme gerçekleştiği görülmüştür. Varyasyon ve LSD analizleri açısından da AÇ-M2, AÇ-M ve AÇ-0 parsellerinin etkili sonuçlar verdiği görülmektedir.

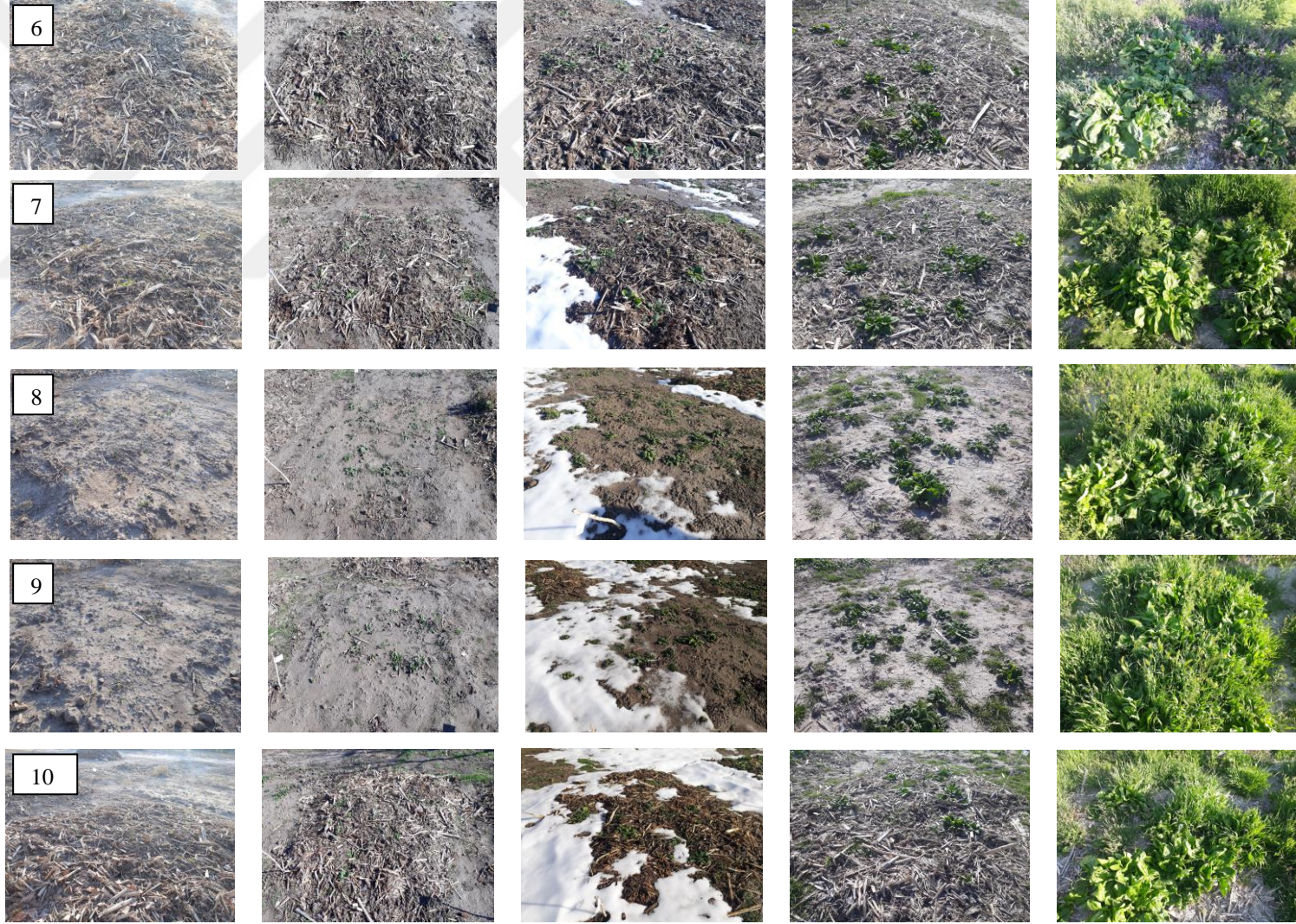
Bu araştırma ile çamur ve hacim artırıcı malzemelerin birlikte kompostlanmasının çamur bertafıtı için uygun nitelikte olduğu kanısı ortaya çıkmaktadır.



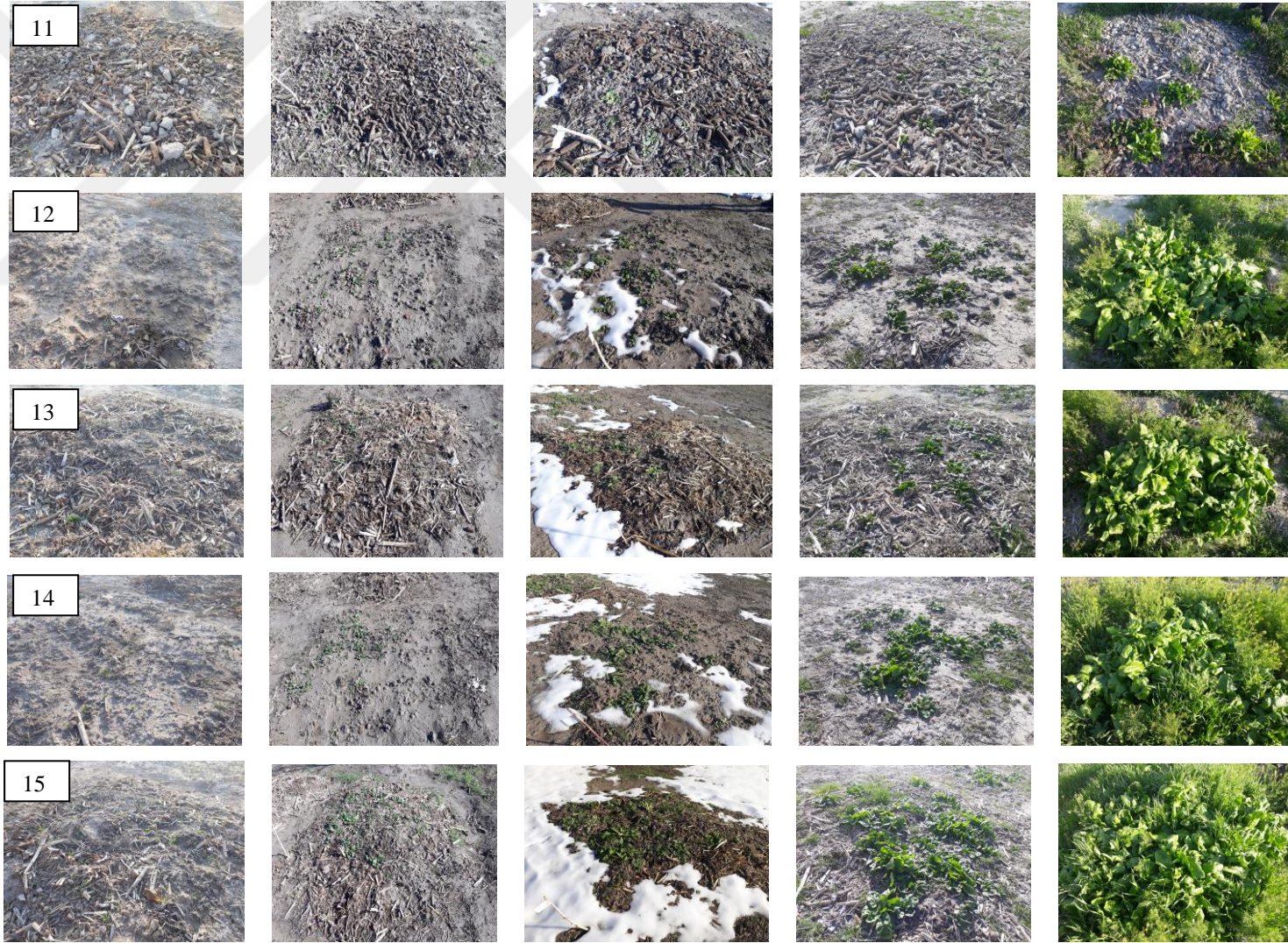
Şekil 5. 1 Bitki ekim zamanı (Ekim ayı)



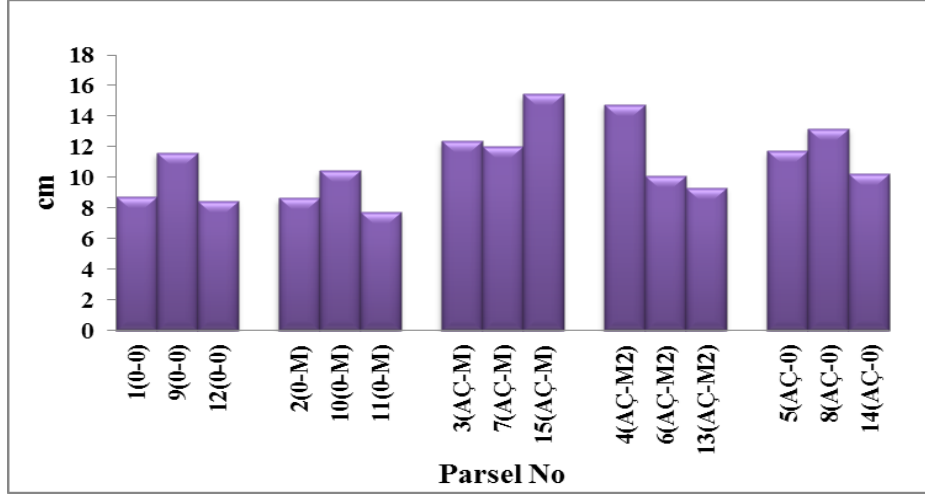
Şekil 5. 2 Sırasıyla 1(0-0); 2(0-M); 3(AÇ-M); 4(AÇ-M2); 5(AÇ-0) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi



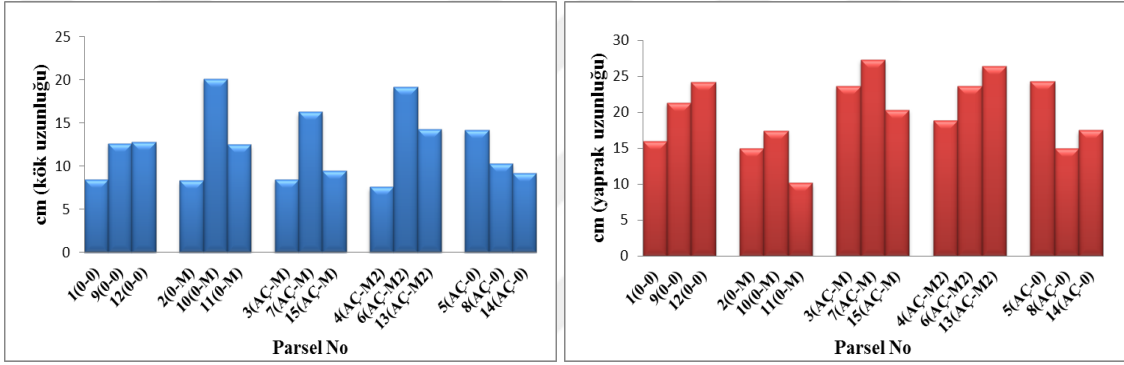
Şekil 5. 3 Sırasıyla 6(AÇ-M2); 7(AÇ-M); 8(AÇ-0); 9(0-0); 10(0-M) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi



Şekil 5. 4 Sırasıyla 11(0-M); 12(0-0); 13(AÇ-M2); 14(AÇ-0); 15(AÇ-M) nolu parsellerin sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Nisan aylarındaki bitki gelişimi

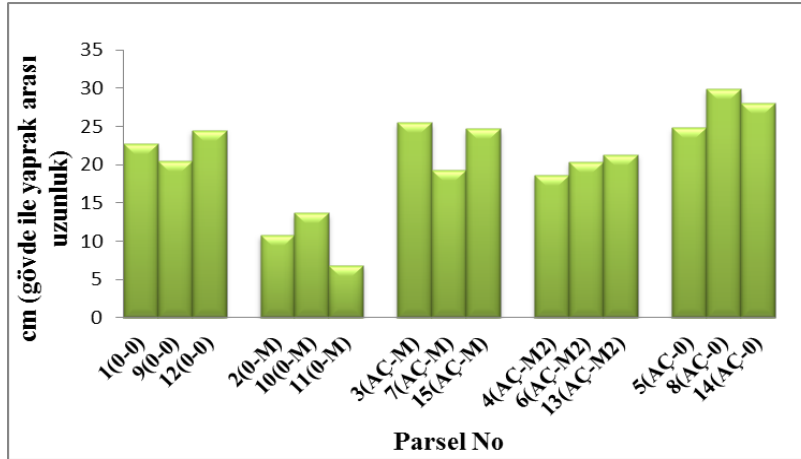


Grafik 5. 1 Uygulama alanındaki parsellerin başlangıç ölçüm bitki büyümesi



(a)

(b)



(c)

Grafik 5. 2 Uygulama alanındaki parsellerin son ölçüm bitki büyümesi

5.2 Öneriler

Çalışma alanı olarak küçük ölçekli ve deneysel çalışmaların mümkün olduğu bir alan kullanılmıştır. Bahçe alanının önceki dönemlerde çeşitli amaçlarla kullanıldığı, mesela ısınma amaçlı kullanılan yakıt materyal kalıntısının atıldığı vb. birçok amaçla kullanılmıştır. Bu yüzden çalışma alanındaki tekerrür olarak kullanılan parsel alanları arası farklılıklar meydana geldiği düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçlarının değerlendirilebilmesi ve verimi ile ilgili daha detaylı sonuçları ortaya koyabilmek için daha geniş kapsamlı olarak tarım arazisinde de uygulama çalışılması yürütülmelidir. Ayrıca bu çalışmaya nisan- mayıs aylarında başlanılmıştır. Kompost için daha verimli sonuçlar elde edilmesi için bu sürenin kış aylarında tutulabileceği düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan endüstriyel çamurla ilgili daha fazla araştırma yapıp farklı hacim arttırıcı malzemelerle de kompost çalışması yürütülmelidir.

KAYNAKLAR

- Alvarenga, P., Farto, M., Mourinha, C. ve Palma, P., 2016, Beneficial use of dewatered and composted sewage sludge as soil amendments: behaviour of metals in soils and their uptake by plants, *Waste and biomass valorization*, 7 (5), 1189-1201.
- Ammari, T. G., Al-Omari, Q. ve Abbassi, B. E., 2012, Composting sewage sludge amended with different sawdust proportions and textures and organic waste of food industry–assessment of quality, *Environmental technology*, 33 (14), 1641-1649.
- Angın, İ. ve Yağanoğlu, A. V., 2009, Arıtma çamurlarının fiziksel ve kimyasal toprak düzenleyicisi olarak kullanımı, *Ekoloji*, 19 (73), 39-47.
- Asses, N., Farhat, A., Cherif, S., Hamdi, M. ve Bouallagui, H., 2018, Comparative study of sewage sludge co-composting with olive mill wastes or green residues: Process monitoring and agriculture value of the resulting composts, *Process Safety and Environmental Protection*, 114, 25-35.
- Banegas, V., Moreno, J., Moreno, J., Garcia, C., Leon, G. ve Hernandez, T., 2007, Composting anaerobic and aerobic sewage sludges using two proportions of sawdust, *Waste Management*, 27 (10), 1317-1327.
- Bayraklı, F., 1987, Toprak ve Bitki Analizleri, In, Eds, *Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, p.
- Dede, O. H. ve Ozdemir, S., 2018, Development of nutrient-rich growing media with hazelnut husk and municipal sewage sludge, *Environmental technology*, 39 (17), 2223-2230.
- Delibacak, S. ve Ongun, A. R., 2016, Influence of treated sewage sludge applications on corn and second crop wheat yield and some properties of sandy clay soil, *Turkish Journal of Field Crops*, 21, 1-9.
- Demiralay, İ., 1993, Toprak Fiziksel Analizleri *Erzurum*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:143, p.
- Doublet, J., Francou, C., Poitrenaud, M. ve Houot, S., 2010, Sewage sludge composting: Influence of initial mixtures on organic matter evolution and N availability in the final composts, *Waste Management*, 30 (10), 1922-1930.
- Ek1, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete p, Url: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana52/toprak.doc>.
- Ek2, Çevre ve Orman Bakanlığı, Eysel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik Resmi Gazete p, Url: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100803-5.htm>.
- EPA, 2002, Use of composting for biosolids management, Biosolids technology fact sheet, United States Environmental Production,.

- Erdener, U., 2010, Farklı Karıştırma Uygulamalarının Kompost Üzerine Etkisi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ*.
- Eriçyel, K., 2008, Maya Endüstrisi Arıtma Çamurlarının Katkı Malzemesi Olarak Fındık Kavşağı Ve Parçalanmış Mısır Sapı Kullanarak Kompostlaştırılması, *Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*.
- Fersiz, S., Veli, S., Türker, M. ve Dagasan, L., 2013, Arıtma Çamuru ve Vinas Kompost Karışımı Kinetiğinin İncelenmesi, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3 (2), 26-33.
- Gajalakshmi, S. ve Abbasi, S. A., 2008, Solid Waste Management by Composting: State of the Art, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 38 (5), 311-400.
- Gusiatin, Z. M. ve Kulikowska, D., 2016, Behaviors of heavy metals (Cd, Cu, Ni, Pb and Zn) in soil amended with composts, *Environmental technology*, 37 (18), 2337-2347.
- Haug, R. T., 1993, *The Practical Handbook of Compost Engineering*, Lewis Publishers, USA, USA, p. 752.
- Khai, N., Quang Ha, P., Cong Vinh, N., Gustafsson, J. ve Oborn, I., 2008, Effects of biosolids application on soil chemical properties in peri-urban agricultural systems, 24, 202-212.
- Mañas, P. ve De Las Heras, J., 2018, Nutrient content in wheat grain and straw using sludge and compost from a wastewater treatment plant as a fertiliser, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (12), 4707-4714.
- Mantovi, P., Baldoni, G. ve Toderi, G., 2005, Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soil and crop, *Water research*, 39 (2-3), 289-296.
- MEB (T.C. Millî Eğitim Bakanlığı), 2011, Arıtma Çamurları 850CK0101. Ankara p, Url:
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ar%C4%B1tma%20%C3%87amurlar%C4%B1.pdf.
- MEGEP (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı), 2011, Toprakta Makro Besin Elementi Analizleri-1 524LT0108, Ankara p, Url:
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Toprakta%20Makro%20Besin%20Elementi%20Analizleri%201.pdf.
- Meng, L., Li, W., Zhang, S., Wu, C. ve Lv, L., 2017, Feasibility of co-composting of sewage sludge, spent mushroom substrate and wheat straw, *Bioresource technology*, 226, 39-45.
- Mondal, S., Singh, R., Patra, A. ve Dwivedi, B., 2015, Changes in Soil Quality in Response to Short-Term Application of Municipal Sewage Sludge İn A Typic

- Haplustept Under Cowpea-Wheat Cropping System, *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 4, 37-41.
- Morales, A. B., Bustamante, M. A., Marhuenda-Egea, F. C., Moral, R., Ros, M. ve Pascual, J. A., 2016, Agri-food sludge management using different co-composting strategies: study of the added value of the composts obtained, *Journal of cleaner production*, 121, 186-197.
- Moretti, S. M. L., Bertoncini, E. I. ve Abreu-Junior, C. H., 2015, Composting sewage sludge with green waste from tree pruning, *Scientia Agricola*, 72 (5), 432-439.
- Nafez, A. H., Nikaeen, M., Kadkhodaie, S., Hatamzadeh, M. ve Moghim, S., 2015, Sewage sludge composting: quality assessment for agricultural application, *Environmental monitoring and assessment*, 187 (11), 709.
- Negiş, H., Şeker, C., Gümüş, İ., Özaytekin, H. H., Atmaca, E. ve Karaca, Ü., 2016, Şeker Pancarı Tarımında Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 272-279.
- Nikaeen, M., Nafez, A. H., Bina, B., Nabavi, B. F. ve Hassanzadeh, A., 2015, Respiration And Enzymatic Activities As Indicators Of Stabilization Of Sewage Sludge Composting, *Waste Management*, 39, 104-110.
- Ozdemir, S., Dede, O. H. ve Dede, G., 2014, Comparison of the composting performance of four different sewage sludge amendments, *Compost Science & Utilization*, 22 (4), 207-215.
- Özdemir, N. ve Durmuş, Ö. T. K., 2016, Organik Düzenleyicilerin Asit, Nötr Ve Alkalın Toprakların Agregat Stabilitesi Üzerine Etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (1), 22-26.
- Öztürk, İ., Timur, H. ve Koşkan, U., 2005, Atıksu Arıtımının Esasları: Evsel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü Principals of Wastewater Treatment: Municipal, *Industrial Wastewater Treatment and Sludge Control*). Çevre ve Orman Bakanlığı (Ministry of Environment and Forestry), Ankara, Turkey.
- Öztürk, İ., 2014, Katı atık yönetimi ve AB uyumlu uygulamaları (2. baskı), *İstanbul, Türkiye Belediyeler Birliği*, p.
- Öztürk, İ., Çallı, B., Arıkan, O. ve Altınbaş, M., 2016, Katı Atık Geri Dönüşüm Ve Arıtma Teknolojileri (El Kitabı-2.baskı), *Ankara, Türkiye Belediyeler Birliği*, p.
- Özyazıcı, M. A., Özyazıcı, G. ve Bayraklı, B., 2012, Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Ekstrakte Edilebilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Kapsamı Üzerine Etkileri, *Toprak Su Dergisi*, 2012; 1 (2): 110-118.
- Roca-Pérez, L., Martínez, C., Marcilla, P. ve Boluda, R., 2009, Composting rice straw with sewage sludge and compost effects on the soil-plant system, *Chemosphere*, 75 (6), 781-787.

- Soyergin, S., 2003, Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri, *Yalova, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü*.
- Standart5220, 2017, 5220 Chemical Oxygen Demand (COD) (2017), In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, Eds, p.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. ve Stensel, H. D., 2003, Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy Inc, p.
- Topçuoğlu, B., 2005, Effects of Repeated Applications of Sewage Sludge and MSW Compost on the Bioavailability of Heavy Metals in Greenhouse Soil, *Polish Journal of Environmental Studies*, 14 (2), 217-222.
- Turgut, B. ve Öztaş, T., 2008, Toprak Penetrasyon Direncine Etki Eden Toprak Özelliklerinin Yersel Değişim Paternlerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi, *Journal of Agricultural Sciences*, 18 (2).
- Uçaroğlu, S., 2014, Use of sunflower stalks as a bulking agent in sewage sludge composting, *Fresenius Environmental Bulletin*, 23 (6), 1302-1308.
- Uçaroğlu, S. ve Alkan, U., 2016, Composting of wastewater treatment sludge with different bulking agents, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66 (3), 288-295.
- Uçaroğlu, S. ve Gümrah, B. G., 2016, Gıda Endüstrisi Proses Atıklarının Kompostlanmasında Farklı Katkı Maddeleri Ve Aşı Kullanımı, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 21 (2), 403-414.
- URL1, http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/ders/kati_atik/ders_not/kompost.pdf, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL2, <https://learn.eartheasy.com/guides/composting/>, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL3, <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=28512>, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL4, <httpswww.csb.gov.trdbdestekeditorodnyaEK4.pdf>, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL5, <http://agronomy.ifas.ufl.edu/research/forage-evaluation-support-laboratory/dry-and-organic-matter/>, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL6, https://www.waterboards.ca.gov/rwqcb9/water_issues/programs/stormwater/docs/oc_permit/updates_040512/OC_TGD_Appendices_5-19-11.pdf, Erişim Tarihi: 10.03.2019.
- URL7, <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=28512>, Erişim Tarihi: 10.03.2019.

- Uzun, P. ve Bilgili, U., 2011, Arıtma çamurlarının tarımda kullanılma olanakları, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 135-146.
- Uzuner, B. A., 2007, Çözümlü problemlerle Temel Zemin Mekaniği, *Trabzon, Derya Kitabevi*, p.
- Vanlalmawii, E. ve Awasthi, M., 2016, Municipal Solid Waste Composting - A Review, *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 4 (2), 13-16.
- Varank, G., 2006, Aerobik olarak stabilize edilmiş katı atıklar ile kompost ürününün karıştırılması, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*.
- W. Speir, T., Horswell, J., P. van Schaik, A., McLaren, R. ve Fietje, G., 2004, Composted biosolids enhance fertility of a sandy loam soil under dairy pasture, 40, 349-358.
- Yañez, R., Alonso, J. ve Díaz, M., 2009, Influence of bulking agent on sewage sludge composting process, *Bioresource technology*, 100 (23), 5827-5833.
- Yıldız, Ş., Ölmez, E. ve Kiriş, A., 2009, Kompost teknolojileri ve İstanbul'daki uygulamaları, *Kompostlaştırma sistemleri ve kompostun kullanım alanları çalıştayı, İstanbul*, 18-19.
- Zengin, M., 2013, Toprak Bilgisi Ders Notları, *Konya, Ziraat Fakültesi-Toprak ve Bitki Besleme Bölümü*, p.
- Zhang, D., Luo, W., Li, Y., Wang, G. ve Li, G., 2018, Performance of co-composting sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste at different proportions, *Bioresource technology*, 250, 853-859.

EKLER

EK-1 TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ EKLERİ (Resmi Gazete: 31.05.2005 ve 25831 sayı)

EK I-A

TOPRAK KİRLİLİK PARAMETRELERİ SINIR DEĞERLERİ

a)Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri

Ağır Metal (Toplam)	PH 5- 6 mg/kg Fırın Kuru Toprak	pH>6 mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır*	50 **	140 **
Nikel*	30 **	75 **
Çinko *	150 **	300 **
Civa	1 **	1,5 **

*pH değeri 7'den büyük ise çevre ve insan sağlığına özellikle yer altı suyuna zararlı olmadığı durumlarda Bakanlık sınır değerleri %50'ye kadar artırabilir.

** Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.

b)Kirlenmiş Toprakta Arıtma Sonucu Uyulması Gereken Sınır Değerler

Kirlilik Parametreleri	Sınır Değerler
Klorür İyonu (mg Cl ⁻ /l) (Toplam)	25
Sodyum (mg Na/l)	125
Kobalt (mg/kg Fırın Kuru Toprak)	20
Arsenik "	20
Molibden "	10
Kalay "	20
Baryum "	200
Florür "	200
Serbest siyanid "	1
Kompleks siyanid "	5
Sülfür "	2
Brom "	20
Benzen "	0,05
Bütıl benzen "	0,05
Toliol "	0,05
Xylol "	0,05
Fenol "	0,05
Selenyum "	5
Talyum "	1
Uranyum "	5
Polisiklik aromatik hidrokarbon bileşikleri "	5
Organo klorlu bileşikler "	0,5
Tarımsal Mücadele İlaçları –Bireysel "	0,5
Tarımsal Mücadele İlaçları –Toplam "	2
PCB Poliklorlandırılmış bifeniller "	0,5
Hexaklor benzol "	0,1

Pentaklor benzol	"	0,1
Ψ- HCH (lindan)	"	0,1

EK I-B

TOPRAKTA KULLANILABİLECEK STABİLİZE ARITMA ÇAMURUNDA MÜSAADE EDİLECEK

MAKSİMUM AĞIR METAL MUHTEVALARI

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg/kg fırın kuru materyal)
Kurşun	1200
Kadmiyum	40
Krom	1200
Bakır	1750
Nikel	400
Çinko	4000
Cıva	25

EK I-C

TOPRAKTA ON YILLIK ORTALAMA ESAS ALINARAK BİR YILDA VERİLMESİNE MÜSAADE

EDİLECEK AĞIR METAL YÜKÜ SINIR DEĞERLERİ

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Yük Değeri (gr/da/yıl, kuru maddede) *
Kurşun	1500
Kadmiyum	15
Krom	1500
Bakır	1200
Nikel	300
Çinko	3000
Cıva	10

* Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.

EK-2 EVSEL VE KENTSEL ARITMA ÇAMURLARININ TOPRAKTA KULLANILMASINA DAİR YÖNETMELİK EKLERİ
(Resmi Gazete: 3 Ağustos 2010 SALI ve Sayı : 27661)

EK I-A

TOPRAKTAKİ AĞIR METAL SINIR DEĞERLERİ

Ağır Metal (Toplam)	6≤pH<7 mg. kg⁻¹ Fırın Kuru Toprak	pH≥7 mg. kg⁻¹ Fırın Kuru Toprak
Kurşun	70	100
Kadmiyum	1	1,5
Krom	60	100
Bakır	50	100
Nikel	50	70
Çinko	150	200
Cıva	0,5	1

EK I-B

TOPRAKTA KULLANILABİLECEK STABİLİZE ARITMA ÇAMURUNDA MÜSAADE EDİLECEK MAKSİMUM AĞIR METAL MUHTEVALARI

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg kg⁻¹ kuru madde)
Kurşun	750
Kadmiyum	10
Krom	1000
Bakır	1000
Nikel	300
Çinko	2500
Cıva	10

EK I-E

TOPRAKTA ON YILLIK ORTALAMA ESAS ALINARAK BİR YILDA VERİLMESİNE MÜSAADE EDİLECEK AĞIR METAL YÜKÜ SINIR DEĞERLERİ

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Yük Değeri (g da⁻¹ yıl⁻¹, kuru madde)
Kurşun	225
Kadmiyum	3
Krom	300
Bakır	300
Nikel	90
Çinko	750
Cıva	3

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ümmügülsüm GÜNAY
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Çumra, 15.01.1992
Telefon : 05342086235
Faks : -
E-Posta : ummu_muhi_20@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Zeki Özdemir Lisesi,	Meram,	KONYA	2009
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,	Selçuklu,	KONYA	2015
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Çevre Bil.),	Selçuklu,	KONYA	Devam ediyor
Doktora	:			

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce, Korece

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Ummugulsum Gunay, Sukru Dursun, 2018, Utilization of Wastewater Treatment Sludge and Agricultural Wastes Together as A Compost, *Int. J. of Environmental Pollution & Environmental Modelling*, Vol. 1(4):103-109 (2018) (Research Paper).. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır.)

Ümmügülsüm Günay, Şükrü Dursun, 2018, Arıtma Çamuru ve Zirai Atıkların Kompostlanarak Tarım Arazilerinde Kullanımı, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 1(1): 1-6. (2018). (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

Ummugulsum Gunay, Sukru Dursun, 2019, Effects On Soil Quality Of Composting Together Of Sewage Sludges With Agricultural Wastes, *International Symposium for Environmental Science and Engineering Research (ISESER)*, Konya, Turkey, May 25-27, Abstract Book of ISESER 2019. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır.)

Ummugulsum Gunay, Sukru Dursun, 2017, Utilization of Fly Ash Raw Material as Brick Production : A Review, *J. Int. Enviromental Application a Science, JIEAS, Vol. 12(3): 173-179 (2017).*

Ummugulsum Gunay, Sukru Dursun, 2018, Utilization Of Plastic Waste As Road Building Material, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, Nov. 23-25,Page: 295-300, (2018).*

Sukru DURSUN, Ummugulsum GUNAY, Emre DALKILIC, 2018, The World and Turkey Waste Minimisation and Zero Waste Applying Project, *5th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment (5th ICSAE), October, 08-10 (2018), Hammamet, Tunisia.*

