



TC

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ



**PİRİNA VE BAĞ ATIĞI KOMPOSTLARININ FARKLI
TEKSTÜRDEKİ TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ**

Nurten ÜNAL

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

TC
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

PİRİNA VE BAĞ ATIĞI KOMPOSTLARININ
FARKLI TEKSTÜRDEKİ TOPRAKLARIN
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN
ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Nurten ÜNAL

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 18/08/2020

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

ÇANAKKALE

Nurten ÜNAL tarafından Prof. Dr. Yasemin KAVDIR yönetiminde hazırlanan ve 18/08/2020 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Pirina ve Bağ Atığı Kompostlarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Zamansal Değişimi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

Başkan

Prof. Dr. Hüseyin EKİNCİ

Üye

Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENÇ

Üye

Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

Üye

Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN

Üye

Doç. Dr. Pelin KANTEN

Müdür V.

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Sıra No:

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: 1366

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Nurten ÜNAL

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans, doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve bu tezin gerçekleştirilmesinde benden yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Yasemin KAVDIR' a sonsuz saygı ve içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora Tez İzleme Komitesinde bulunan saygı değer hocalarım Prof. Dr. Hüseyin EKİNCİ ve Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ' a öneri ve yorumlarıyla sağladıkları katkılar için teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB), Yurt İçi Öncelikli Alanlar Doktora Burs Programı (2211-C) kapsamında, 2018-3 döneminde (No:1649B031806245) desteklenmiştir. Maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK' a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu doktora çalışması ÇOMÜ BAP 1366 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın farklı aşamalarında yardımlarını aldığım Dr. Remzi İLAY', Dr. Gizem AKSU' ya, Dr. Öğr. Üyesi Soner YİĞİT' e ve Dr. Erdinç UYSAL' a, bölüm hocalarıma ve bölüm öğrencilerine teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca maddi, manevi desteğini esirgemeyen Öğ. Gör. Mustafa Onur ÜNAL' a teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde verdikleri sevgi ve destek ile yanımda olan değerli aileme sevgi, saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nurten ÜNAL

Çanakkale, Ağustos 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
ADC	Analog-dijital konvertör
AOÇ	Agregat ortalama ağırlık çapı
AS	Agregat stabilitesi
BBAK	Bağ Budama Atığı Kompostu
C	Karbon
°C	Santigrat derece
C/N	Karbon azot oranı
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
cmol/kg	Kilomol kilogram oranı
CO ₂	Karbondioksit
CPU	Merkezi işlem ünitesi
da	Dekar
EC	Elektriksel iletkenlik
G	Gram
GI	Çimlenme indeksi (Germination İndeks)
ha	Hektar
KDK	Kayon Değişim Kapasitesi
kg	Kilogram
kg/m ³	Kilogram metreküp oranı
KHA	Kuru Hacim Ağırlığı
KMK	Kuru madde kaybı
Kontrol	Kompost uygulanmayan toprak
L	Litre
M	Ağırlık- kütle (mass)
Mb	Başlangıç ağırlığı
MgO	Magnezyumoksit
MN	Mevcut Nem
Ms	Son ağırlık
µS/cm	Mikrosimens santimetre oranı

$\text{NH}_4^+\text{-N}$	Amonyum
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	Nitrat
OKU	Oransal Kök Uzunluğu
OT�	Oransal Tohum �imlenme
pH	Hidrojen iyonları konsantrasyonunun negatif logaritması
PK	Pirina Kompostu
PLC	Programlanabilir Lojik Kontrol
VSM	Verilen Su Miktarı
STK	Su Tutma Kapasitesi
t/ha	Ton hektar oranı
TCS	Toplam Karbon Stoğu
TK	Tarla Kapasitesi
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Porozite
V	Hacim (volume)
W	Nem içeriği (water)
Σ	Fraksiyonların toplamı

ÖZET

PİRİNA VE BAĞ ATIĞI KOMPOSTLARININ FARKLI TEKSTÜRDEKİ TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

Nurten ÜNAL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

18/08/2020, 107

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, pirina ve bağ budama atığı kompost yapımında ana materyal olarak kullanılmış ve iki farklı kompost elde edilmiştir. Kompost yapımında tam otomatik kompost reaktörleri kullanılmıştır. Kompostların oluşumunda her bir aşaması izlenmiş ve olgun kompostun özellikleri belirlenmiştir. Oluşum aşamasında pirina kompostu (PK) ve bağ budama atığı kompostu (BBAK) belirli aralıklarla karıştırılmış, nemlendirilmiş ve sıcaklık değişimi kaydedilmiştir. PK ve BBAK' unun özellikleri sırasıyla şu şekildedir: pH; 8,0-6,8, EC; 5,9-4,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, C/N; 20,7-11,7, nitrifikasyon indeksi; 0,09-0,12, KDK; 35,1-51,7 cmol/kg ve çimlenme indeksi; % 62,7-77,3' dir. Elde edilen kompostlar kil, tın ve kumlu tın topraklara farklı dozlarda uygulanarak 210 gün süre ile kontrollü sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. Bu çalışma üç farklı tekstür, beş farklı uygulama (kontrol, % 3 ve % 6 PK, % 3 ve % 6 BBAK), dört tekerrür ve on farklı zaman olmak üzere toplam 600 toprak örneğinden oluşmaktadır. Bu çalışmada üç farklı tekstürdeki toprağa, farklı dozlarda iki farklı kompost uygulanmış ve uygulamaların toprakların fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerine etkisi zamana bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Kil toprakta tüm uygulamalar kontrole göre, inkübasyonun 15-120 günü arasında agregat stabilitesi değerini arttırmıştır ve en fazla arttıran % 6 BBAK uygulamasıdır. Uygulamalar her üç tekstürde toprakların AOAÇ' nı düşürmüştür ve bu etki kumlu tın toprakta ilk 30 günde görülmüştür. Yapılan uygulamalar her üç tekstürde de KHA' nı düşürmüştür. Her iki kompostun da artan dozları toprakların KHA' nın düşmesine neden olmuştur. Fakat en etkili uygulama % 6 BBAK olmuştur. Her üç tekstürde de yapılan

uygulamalar toprağın STK, TK ve TP değerlerini arttırmıştır. Özellikle kumlu tın toprakta 210 gün inkübasyon sonrası % 6 BBAK uygulaması STK değerini kontrole göre %37,8 arttırmıştır. Kil ve tın toprakta hidrolik iletkenliği en fazla arttıran uygulama % 6 BBAK, kumlu tın toprakta % 6 PK uygulamasıdır.

Toprakların pH içeriği artan kompost dozlarıyla birlikte azalmıştır. EC değeri ise artan dozlarla ve zamana bağlı olarak artmıştır. Genel olarak BBAK uygulamalarında TN miktarı daha fazladır ve artan dozlarla birlikte artış göstermiştir. TN miktarı en fazla kil toprakta artmıştır. Uygulamaların toprağın TC içeriğine ilk 15 günde herhangi bir etkisi olmamıştır. İnkübasyonun 90. gününden sonra PK ve BBAK uygulaması kontrol toprağına göre TC değerini önemli ölçüde arttırmıştır ve AS ve TC arasındaki ilişkinin R^2 değeri 0,77 ve pozitif yöndedir. 90 gün inkübasyon sonrasında toprağın TCS değeri, 15 güne göre, kil toprakta % 131 ile 417 arasında, tın toprakta % 72 ile 251 arasında ve kumlu tın toprakta da % 21 ile 257 arasında artış göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Toprak fiziki, Toprak karbonu, Agregat stabilitesi, Hidrolik iletkenlik, Bağ budama atığı kompostu, Pirina kompostu.

ABSTRACT

TEMPORAL EFFECTS OF OLIVE POMACE AND VINEYARD WASTE COMPOSTS ON THE PHYSICAL PROPERTIES IN SOILS OF DIFFERENT TEXTURE

Nurten ÜNAL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Institute of Graduate Education

Doctoral Dissertation in Soil Science and Plant Nutrition Department

Advisor: Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

18/08/2020, 107

This study consists of two stages. In the first stage, olive pomace and vineyard pruning waste were used as the main material in compost making and two different compost were obtained. Stages of composts were monitored and characteristics of mature compost were determined. During the formation phase, the olive pomace compost (OPC) and the vineyard pruning waste compost (VPC) were mixed at certain intervals, moistened and the temperature change was recorded. The characteristics of OPC and VPC are as follows: pH; 8.0-6.8, EC; 5.9-4.8 μ S/cm, C/N; 20.7-11.7, nitrification index; 0.09-0.12, CEC; 35.1-51.7 cmol/kg and germination index; 62.7-77.3%. The resulting composts were applied to clay, loam and sandy loam soils in different doses and incubated for 210 days under controlled temperature. This study consists of three different soil textures, five different treatments (control, 3% and 6% OPC, 3% and 6% VPC), four replications and a total of 600 soil samples. In this study, different doses of two different composts were applied to the soil in three different textures and the effects of the applications on the physical and some chemical properties of the soil were evaluated depending on time.

In clay soil, all applications increased the AS value between 15-120 days of incubation compared to the control and the highest increase was found in 6% BBAK application.

The pH content of the soils decreased with increasing compost doses. EC value increased with increasing doses and time. In general, the amount of TN is higher in VPC applications and increased with increasing doses. The amount of TN increased most in clay soil. The applications had no effect on the TC content of the soil in the first 15 days. After the 90th day of incubation, OPC and VC application significantly increased TC value

compared to control soil and R² value of the relationship between AS and TC was 0.77 and positive. After 90 days of incubation, the TCS value of the soil increased between 131 and 417 in clay soil, between 72 and 251% in loamy soil, and 21 to 257% in sandy loam soil, compared to 15 days.

Key words: Soil physics, Soil carbon, Aggregate stability, Saturated hydraulic conductivity, Vineyard pruning waste compost, Olive pomace compost.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Kompost Yapımı ve Kalitesinin Belirlenmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	7
2.2. Organik Materyallerin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2.3. Organik Materyallerin Toprakta İnkübasyon Süresinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	15
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Kompost Üretimi	18
3.1.2. Denemede Kullanılan Toprakların Özellikleri	19
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Kompost Üretim Materyallerinin Özelliklerinin Belirlenmesi	21
3.2.2. Kompost Üretimi	21
3.2.3. Kompostların olgunlaştırılması.....	23
3.2.4. Kompost Analizleri.....	26
3.2.5. Denemenin Kurulması	29
3.2.6. Verilen Su Miktarının Belirlenmesi.....	30
3.2.7. Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri	30
3.2.8. Toprak Kimyasal Analiz Yöntemleri.....	36
3.2.9. İstatistik Analiz Yöntemleri.....	37
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	39
4.1. Kompost Oluşum Aşaması İle ilgili Bulgular.....	39
4.1.1. Pirina Kompostunun Oluşum Aşamasında Değişiminin Belirlenmesi.....	39
4.1.2. Bağ Budama Atığı Kompostunun Oluşum Aşamasında Değişimin Belirlenmesi	43

4.2. Pirina Kompostu ve Bağ Budama Atığı Kompostunun Olgunlaştıktan Sonraki Özellikleri	48
4.3. İnkübasyon Sonrası Toprak Fiziksel Özellikleri ile İlgili Bulgular.....	52
4.3.1. Agregat Stabilitesi.....	52
4.3.2. Agregat Ortalama Ağırlık Çapı.....	57
4.3.3. Kuru Hacim Ağırlığı	59
4.3.4. Sature Koşullarda Su Tutma Kapasitesi	62
4.3.5. Tarla kapasitesi	65
4.3.6. Toplam Porozite.....	67
4.3.7. Hidrolik İletkenlik.....	69
4.4. İnkübasyon Sonrası Toprak Kimyasal Özellikleri ile İlgili Bulgular	71
4.4.1. Toprak reaksiyonu (pH).....	71
4.4.2. Elektriksel İletkenlik.....	74
4.4.3. Toplam Azot	77
4.4.4. Toplam Karbon	79
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİş	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Kompost üretim reaktörleri	19
Şekil 2. Denemede kullanılan toprakların temin edilmesi	20
Şekil 3. Kompost üretim materyalleri	22
Şekil 4. Bağ budama atığı kompostunun olgunlaşması	24
Şekil 5. Reaktörün sıcaklık ve nem takibi ekranı	24
Şekil 6. Kompost çimlenme testi işlemleri	26
Şekil 7. Kompost toplam fenol analizi	27
Şekil 8: Gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denklemi	28
Şekil 9. Kompost KDK analizi için ekstraktın hazırlanması	28
Şekil 10. Denemenin kurulması sırasında yapılan işlemler	29
Şekil 11. Topraklara eksilen miktarda su verilmesi	30
Şekil 12. Kuru hacim ağırlığının belirlenmesi	33
Şekil 13. Bozulmamış toprak örneklerinin alınması	34
Şekil 14. Hidrolik iletkenlik analizi için kurulan düzenek	36
Şekil 15. Toprak pH ve EC analizi işlemleri	36
Şekil 16. Pirina kompostu oluşum sürecinde ortalama reaktör iç sıcaklığı (●), ortalama ortam sıcaklığı (■) ve nem (▲) değerleri.	40
Şekil 17. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), pH (■) ve EC (■) değerleri.....	41
Şekil 18. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), TN (■), TC (■) ve C:N (■) değerleri	42
Şekil 19. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), kuru hacim ağırlığı (■) değerleri	43
Şekil 20. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde ortalama reaktör iç sıcaklığı (●), ortalama ortam sıcaklığı (■) ve nem (▲) değerleri.	44
Şekil 21. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), pH (■) ve EC (■) değerleri.	45
Şekil 22. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), TN (■), TC (■) ve C:N (■) değerleri	46
Şekil 23. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (—), $\text{NO}_3\text{-N}$ (—) değerleri.....	47
Şekil 24. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), KHA (■) değerleri.....	48
Şekil 25. Pirina (■) ve bağ budama atığı kompostlarının (■) çimlenme indeksi değerleri .	49
Şekil 26. Agregat stabilitesi (AS) ve carbon (C) arasındaki doğrusal ilişkinin 1.zaman (●), 6.zaman (●) ve 10.zaman (●) R^2 değerleri.....	54
Şekil 27. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının inkübasyon süresince agregasyon indeksi değişimi	56

TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Türkiye’ de ve Çanakkale’ de üzüm ve zeytin üretim miktarı (TÜİK, 2019).....	2
Tablo 2. Organik materyallerin inkübasyon süreleri ile ilgili yapılmış çalışmalar	6
Tablo 3. Kompost üretimde kullanılan ana materyallerin bazı kimyasal özellikleri	18
Tablo 4. Denemede kullanılan üç farklı tekstürde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	20
Tablo 5. Bağ budama atığı kompostu üretiminde kullanılan materyallerin içerikleri ve karışım oranları.....	22
Tablo 6. Pirina kompostu üretiminde kullanılan materyallerin içerikleri ve karışım oranları	23
Tablo 7. Bağ budama atığı kompostu ve pirina kompostunun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	50
Tablo 8. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin agregat stabilitesi değeri sonuçları.....	55
Tablo 9. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin agregat ortalama ağırlık çapı değeri sonuçları.....	58
Tablo 10. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin kuru hacim ağırlığı değeri sonuçları.....	61
Tablo 11. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin sature koşullarda su tutma kapasitesi değeri sonuçları.....	64
Tablo 12. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin tarla kapasitesi değeri sonuçları.....	66
Tablo 13. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam porozite değeri sonuçları.....	68
Tablo 14. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının 10.zamanda (210 gün inkübasyon) alınan örneklerinin hidrolik iletkenlik değeri sonuçları	70
Tablo 15. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toprak reaksiyonu değeri sonuçları.....	73
Tablo 16. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin elektriksel iletkenlik değeri sonuçları.....	76
Tablo 17. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam azot değeri sonuçları.....	79
Tablo 18. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam karbon değeri sonuçları.....	81
Tablo 19. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda toplam karbon stok miktarı	83

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde tarımsal endüstrinin gelişimi ve kentleşme, atıkların artmasına yol açarak ciddi bir atık sorunu ve beraberinde çevre için potansiyel tehdide neden olmaktadır. (Duong, Penfold ve Marschner, 2012). Hem tarımsal üretim atıklarının hem de tarımsal ürünlerin işlenmesi sonrası meydana gelen atıkların, değerlendirilmesi ve çevresel kirliliğin önlenmesi amacıyla geri dönüşümün sağlanması önem kazanmaktadır. Geri dönüşümü sağlama yollarından biri, tarımsal üretim atıklarının tekrar tarım alanlarında değerlendirilmesidir (Benito ve diğerleri, 2005). Tarımsal atıklar, özellikle organik madde miktarı az olan ülkemiz toprakları için kullanılabilecek yüksek kaliteli organik madde kaynağı (Al-Barakah, Radwan ve Abdel-Aziz, 2013) olma potansiyeline sahiptirler. Tarımsal atıkların değerlendirilmesi ve yönetiminin hedeflerinden biri, üretimi ve atıkları fazla olan ürünlerin tercih edilmesi olmalıdır.

Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre, Türkiye üzüm üretimi yapan ülkeler arasında hasat edilen alan bakımından 5. sırada, üretim miktarı bakımından 6. sıradadır (Food Agricultural Organization [FAO], 2016). Çanakkale ili üzüm üretiminde (43628 ton) Türkiye’ de % 1,06’ lık paya sahiptir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Bir yılda yaklaşık 4111 ton bağ budama artığı ortaya çıkmaktadır (Sümer, Kavdır ve Çiçek, 2016).

Türkiye zeytin üretimi yapan ülkeler arasında üretim alanı bakımından 6. sırada, üretim miktarı (1525 000 ton) bakımından 4. sırada yer almaktadır. Çanakkale ilinin zeytin üretim miktarı 36749 ton ile Türkiye’ deki üretim payı % 2,41’dir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019) 100 kg zeytinden 15-22 kg zeytinyağı ve 35- 45 kg pirina (zeytinyağı üretimi sırasında açığa çıkan atık madde, posa) elde edilmektedir (Kalyoncu ve Kalmış, 2016). Üzüm ve zeytinin Türkiye’de ve Çanakkale’de üretim alanı ve üretim miktarı, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019 yılı verilerine göre Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1

Türkiye’ de ve Çanakkale’ de üzüm ve zeytin üretim miktarı (TÜİK, 2019)

		Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Üzüm	Türkiye	4.054.387	4.100.000
	Çanakkale	46.168	43.628
Zeytin	Türkiye	8.791.765	1.525.000
	Çanakkale	325.731	36.749

Tarımsal atıkların geri dönüşümünü sağlamak amacıyla yapılan değerlendirme yöntemlerinden biri kompost yapımıdır. Bu yöntem, atık yönetiminin yürütülmesinde bir mekanizma olması ile birlikte kolay elde edilebilir olması, toprak özelliklerine olumlu etkisi, düşük işletme maliyeti, sera gazı azalımının sağlanması gibi çevre dostu uygulama özelliğine sahiptir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerin çoğunda kullanılmaktadır (Hoornweg, Thomas ve Otten,1999).

Kompost; biyokimyasal olarak ayrışabilir organik materyallerin organizmalar tarafından stabil hale getirilmiş, mineralize olmuş halidir (Diacono ve Montemurro, 2011). Kompostlaştırma ise; mikroorganizmaların ortamın oksijenini kullanarak organik maddeyi biyokimyasal yollarla ayrıştırmasıdır (Erdin, 2005). Kompost; toprağa besin ve organik karbon sağlayan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özelliklerini iyileştiren en yaygın organik materyaldir (Teutscherova ve diğerleri, 2017). Kompost oluşum aşamasında sıcaklık, pH, tane boyutu, nem içeriği, havalandırma ve elektriksel iletkenlik gibi fizikokimyasal parametrelerden etkilenir (Juárez, Prähauser, Walter, Insam ve Franke-Whittle, 2015). Bu nedenle kompost oluşumu süresince koşulların uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir (Gao ve diğerleri, 2010). Kompost yapımında kullanılacak materyalleri ve oranını belirlemede, C (karbon): N (azot) oranı mikroorganizma faaliyetleri için önemli bir parametredir. Bunun için en uygun C/N oranı 25/1- 30/1’ dir (Yan ve diğerleri, 2015; Kumar, Ou ve Lin, 2010). Mikroorganizma faaliyetlerinin artması için C/N > 20 olmalıdır (Tiquia, Tam ve Hodgkiss, 1996; Liang, Das ve McClendon, 2003). Karbon öncelikli olarak mikroorganizmalar için enerji kaynağı olarak kullanılır. Azot ise, mikroorganizmaların büyümesi için gerekli besinlerden biridir ve enzimlerdeki kritik bir elementtir (Yu ve diğerleri, 2017).

Kompostun oluşum sürecinde mikroorganizma faaliyetleri nedeniyle ısı açığa çıkmaktadır. Geleneksel aerobik kompostlama işlemi, sıcaklık ile tanımlanan dört ana

mikrobiyolojik fazdan olşur; mezofilik (30-45 °C), termofilik (45-70 °C), soğuma ve olgunlaşma fazlarıdır (Antizar-Ladislao, Lopez-Real ve Beck, 2005; Ryckeboer, Mergaert, Coosemans, Deprins, Swings, 2003). Bu farklı fazlardaki sıcaklık etkisi, kompostun steril edilmesini, mikroorganizma faaliyetlerinin artmasını sağlar ve aynı zamanda kompostun kimyasal özelliklerini de etkiler (Antizar- Ladislao ve diğerleri 2005; Namkoong, Hwang, Park, Choi, 2002). Kompost kalitesi, tek bir parametre ile belirlenemez (Bernal, Alburquerque ve Moral 2009). Kompost stabilitesini değerlendirmek için farklı yazarlar tarafından (Jimenez ve García, 1992; Bernai, Paredes, Sanchez-Monedero ve Cegarra, 1998; Benito, Masaguer, Moliner, Arrigo ve Palma 2003; Ko, Kim, K. Y., Kim, H. T., Kim, C. N. ve Umeda, 2008) bazı parametreler önerilmiştir. Bunlar; sıcaklık, organik madde kaybı, C/N oranı, katyon değişim kapasitesi, nem miktarı ve tohum çimlenme indeksi gibi çeşitli parametrelerdir.

Kompost yapımı, özellikle tarımsal atıkların ağırlığını ve hacmini azaltmak için yaygın ve teknolojik bir alternatif haline gelmiştir (Benito, Masaguer, Moliner, Hontoria ve Almorox, 2009). Budama sonrası ortaya çıkan atıkların, geleneksel bir yöntem olan yakılarak yok edilmesi yerine, sürdürülebilir yöntem olan kompost yapımının tercih edilmesi ekonomik ve sürdürülebilir kullanımlarını sağlayabilmektedir. Ayrıca, karbondioksit emisyonlarının etkili bir şekilde azaltılmasını da sağlamaktadır (Boldrin, Andersen, Møller, Christensen ve Favoino, 2009). Kompost, toprağın toplam karbon ve azot içeriğini olumlu etkilemekte (Liu ve Takahashi, 2019) ve fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerini geliştirebilmektedir (Dempster, Gleeson, Solaiman, Jones ve Murphy, 2012).

Bir diğer tarımsal atık ülkemizde üretimi çok yapılan zeytinin, zeytinyağı yapımı aşamasında açığa çıkan posası, pirinadır. İçerdiği organik madde miktarı % 94 oranındadır (Abu-Zreig ve Al-Widyan, 2002). Topağın su tutma kapasitesini (Abu-Zreig ve Al-Widyan, 2002) ve özellikle agregat stabilitesini arttırmada (Kavdir ve Killi, 2008) önemli bir kaynak olarak kullanılabilir. Pirininin fazla yağ ve fenol içermesi sonucu bitki büyümesi üzerine olumsuz etkileri (Ilay, Kavdir ve Sümer, 2013) nedeniyle kompost yapılarak toprağa ilave edilmesi önerilmektedir (Cayuela, Bernal ve Roig, 2004; Alburquerque, Gonzálvez, García ve Cegarra, 2004).

Toprak kalitesi genel olarak üç farklı kategoriye ayrılabilir: fiziksel, kimyasal ve biyolojik. Tarım arazilerinin sürdürülebilir üretimi ve çevre kalitesinin korunması için toprağın fiziksel özellikleri önemlidir (Van Leeuwen ve diğerleri, 2015). Bu özelliklerden biri toprak tekstürüdür. Toprakta bulunan farklı çaplardaki tanelerin (kum kil, silt) dağılımına göre sınıflandırılarak ifade edilir. Diğer bir ifade ile o toprağı meydana getiren

taneciklerin yüzde oranıdır. Basit bir şekilde, tane çapına göre kaba bünyeli, orta bünyeli ve ince bünyeli olarak sınıflandırılabilir. Tane çapı küçük olan ($<0,002$ mm) kil tekstüre sahip toprakların küçük tanecikleri arasında makro porların (gözeneklerin) az olması kuru hacim ağırlığı artırarak topraktan suyun infiltrasyonunun azalmasına neden olur (Dexter, 2004). Kum tekstüre sahip topraklarda ise, tane çapı büyük olan (0,05-2 mm) kum fraksiyonları hâkimdir. Bu nedenle iri çaplı gözeneklere sahip olan kum topraklar da suyu tutamayan, agregat stabilitesi düşük olan ve fiziksel özellikleri uygun olmayan topraklardır.

Agregat stabilitesi toprak fiziksel özelliklerinin önemli bir göstergesidir (Moncada, Penning, Timm, Gabriels ve Cornelis, 2014). Agregat stabilitesini etkileyen iki ana faktör vardır: Birincil faktör; toprağın birincil özellikleri veya iç faktörleri, ikincil faktör; toprağa olan dış faktörlerdir. Birincil faktörler; elektrolitler (elektriksel iletkenlik, katyon tipi, sodyum adsorpsiyon oranı, pH vb.) kil mineralojisi, kalsiyum karbonat (CaCO_3), jips, organik madde, demir (Fe) ve alüminyum (Al) oksitler. Dış faktörler ise; iklim, toprak yaşı, biyolojik faktörler ve tarımsal işleme yöntemleridir (Amezket, 1999). Agregat oluşumunda farklı teoriler vardır. Bunlardan biri; hiyerarşik oluşum teorisidir. Mikro agregatların makro agregatları oluşturmak için bir araya geldiği zaman mikro agregatlar içindeki bağların makro agregatlar arasındaki bağlardan daha güçlü olduğu ileri sürülmektedir (Edwards ve Bremner, 1967). Karbon, polisakkaritler ve hümik maddeler gibi organik karbonun çeşitli bileşenleri, agregat oluşum mekanizmasında çok önemli rol oynamaktadır (Bashir, Ali, Ijaz ve Ahmad, 2016). Mineral parçacıklar ve organik bileşenler arasındaki bağlanma kuvvetleri nedeniyle daha fazla bağlanma ile agregatların parçalanmasını azaltabilir (Bronick ve Lal, 2005).

Toprak fiziksel özelliklerinin diğer bir parametresi olan agregat büyüklük dağılımı, mekanik aşınma ve dolayısıyla rüzgâr erozyonuna karşı toprağın stabilitesini ifade etmektedir (Obalum, Uteau-Puschmann ve Peth, 2019). Toprak kuru hacim ağırlığı ise; toprakta bulunan organik madde miktarından, toprak tekstüründen, poroziteden ve minerallerden çok fazla etkilenmektedir (Chaudhari, Ahire, Ahire, Chkravarty ve Maity, 2013).

Toprak fiziki büyük ölçüde toprak ve su arasındaki etkileşimlerle ilişkilidir. Bu nedenle toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler suyun miktarına ve bileşimine bağlıdır. (Brevik ve diğerleri 2015). Toprakların su tutma kapasitesi, toplam porozite ve spesifik yüzey alanı ile ilişkilidir. Kum toprakların su tutma kapasitesi kil topraklardan daha azdır ve daha az su tutar (Vengadaramana ve Jashothan, 2012). Hidrolik iletkenlik, toprak yüzeyinden aşağı yerçekimi etkisi ile suyun akışını ifade eder. Tarım arazilerinde suyun sızma oranını ve kirleticilerin kirlenmiş alanlardan yeraltı suyuna göçünü

kontrol eden en önemli toprak fiziksel özelliklerinden biridir (Mazaheri and Mahmoodabadi, 2012).

Organik materyallerin farklı tekstürdeki topraklara etkileri farklı olabilmektedir. Özellikle kum ve kil topraklarda kompost ilavesinin faydalı etkilerinin belirgin olduğu birçok araştırmada (Tambone, Genevini ve Adani, 2007; Whalen, Benslim, Jiao ve Sey, 2008; Mylavarapu ve Zinati, 2009) bildirilmiştir. Su tutma kapasitesi düşük olan kum topraklarda bitkinin su ve besin kullanılabilirliğini arttırabilmekte (Curtis ve Claassen, 2005), düşük havalanmaya sahip kil topraklarında havalanmayı ve yapısal stabiliteyi iyileştirebilmektedir (Duong ve diğerleri, 2012). Organik materyallerin de farklı mikrobiyal özellikleri nedeniyle, toprak özellikleri üzerindeki etkileri önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir (Sonnleitner, Lorbeer ve Schinner, 2003). Farklı özelliklere sahip kompostlardan karbon içeriği yüksek olanın, toprak organik madde miktarına etkisi de daha fazla olabilmektedir (Annabi, Le Bissonnais, Le Villio-Poitrenaud ve Houot, 2011).

Atmosferik karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) yayınının son yıllarda artması sonucu ortaya çıkan küresel ısınma endişesi, toprakların iyi bir karbon kaynağı olma potansiyeli ve rolü konusundaki araştırmaların artmasına neden olmuştur. Kompost gibi organik materyaller toprağa eklendiğinde, organik karbonun bir kısmı CO_2 üreterek ayrıştırılırken, diğer bir kısmı toprakta kalmaktadır (Diacono ve Montemurro, 2011). Toprağa karbon kaynağı eklenmesinin, hem CO_2 konsantrasyonunda atmosferik bir zenginleşmeye hem de toprakta olan olumlu etkilerine katkıda bulunmak olarak düşünülmesi gerektiği Mondini ve Sequi (2008) tarafından açıklanmıştır. Birçok çalışmada (Adugna, 2016; Mahmoodabadi ve Ahmadbeygi, 2013; Le Bissonnais ve diğerleri, 2007) toprak organik karbonun agregat stabilitesini ve poroziteyi arttırarak, hidrolik iletkenliği arttırdığı bildirilmiştir.

Organik materyallerin topraktaki etki sürelerinin belirlenmesi, organik madde kullanımı ve sürdürülebilirliği için önemlidir. Toprakta karbon tutulması ve toksik elementlerin olası birikimi gibi olayların yavaş yavaş geliştiği ve bu nedenle test edilecek zamana ihtiyaç duyulduğu Diacono ve Montemurro (2011) tarafından bildirilmiştir. Organik materyallerin toprakta bulunma zamanları çok farklı sonuçlar ortaya çıkarabilir. Çünkü toprakta organik madde-bitki-mikroorganizma sistemi çok hızlı değişen karmaşık bir sistemdir. Bu nedenle sıklıkla ve çok sayıda veri elde edilerek test edilmesi gerekir (Teutscherova ve diğerleri, 2017). Kompostun toprağa iki yılda bir uygulanması, toprak mikrobiyal aktivitesini uyararak toprak organik karbon stoklarını arttırdığı Annabi ve diğerleri (2011) tarafından bildirilmiştir. Organik materyallerin toprakta inkübasyon süreleri

ve toprağa olan etkileri ile ilgili yapılmış çalışmaların bir kısmı Tablo 2’ de verilmiştir. Tablo 2’ de görüldüğü gibi yapılan çalışmaların bazıları kompostun kısa sürede meydana gelen etkilerini incelemiş ve bazıları da çok daha uzun sürede meydana gelen etkileri incelemişlerdir.

Tablo 2
Organik materyallerin inkübasyon süreleri ile ilgili yapılmış çalışmalar

Referans	Zaman	Organik madde kaynağı	Tekstür
Duong ve diğerleri (2012)	70 gün	- Bahçe atıkları kompostu - Tarımsal atık ve hayvan gübresi kompostu	Kumlu kil, Tınlı kum ve Kumlu killi tın
Çaycı ve diğerleri (2017)	90 gün	Tavuk gübresi (taze ve kompost)	Killi tın
Zeytin ve Baran (2003)	90 gün	Fındık kabuğu kompostu	Killi tın ve Kumlu tın
Tambone ve diğerleri (2007)	6 ay	Gıda atıkları ve lignoselüloz materyal atıkları kompostu	Siltli kil
Alagöz ve diğerleri (2006)	7 ay	- İşlenmiş tavuk gübresi kompostu - Çöp kompostu - Leonardit	Kil
Annabi ve diğerleri (2007)	336 gün	Kentsel atık kompostu (3 farklı)	Siltli tın
Yazdanpanah ve diğerleri (2016)	2 yıl	Şehir katı atıkları kompostu	Killi tın ve Tın
Montemurro ve diğerleri (2006)	3 yıl	- Kentsel katı atık kompostu - Pirina kompostu	-
Novotná ve Badalíková (2017)	4 yıl	Yeşil atık kompostu (belediye park ve bahçe atıkları)	Killi tın
Annabi ve diğerleri (2011)	9 yıl	- Kentsel atık kompostu (3 farklı) - Çiftlik gübresi	Siltli tın
Sodhi ve diğerleri (2009)	10 yıl	Çeltik kompostu	Kumlu tın
Dorado ve diğerleri (2003)	-	- Arpa samanı ve atıkları 2 yıllık hayvan gübresi	Kumlu tın
Bastida ve diğerleri (2008)	17 yıl	Şehir katı atık kompostu	-

Bu çalışmanın da amaçlarından biri, tarımsal üretimde çevresel kirliliğin önlenmesi ve atıkların değerlendirilmesi için tarımsal atık olan pirina ve bağ budama atıklarından kompost yapılarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın diğer amacı ise; elde edilecek kompostun farklı dozlarda (% 0, % 3 ve % 6), farklı tekstürdeki (kil, tın ve kumlu tın) topraklara uygulanarak, inkübasyon sonrası zamana bağlı olarak toprak fiziksel özelliklerini ve bazı kimyasal özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmaktır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kompost Yapımı ve Kalitesinin Belirlenmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Liu ve Takahashi (2019), budama atıklarından (PM) yapılan kompostun karbon mineralizasyon özelliklerini incelemek için, mineralleştirilebilir karbon (C₀), görünür aktivasyon enerjisi (E_a) ve mineralizasyon hız sabiti (k) parametrelerini incelemiştir. Bu özellikler ayrıca hayvan gübresi (D) düşen yapraklar (L) ve ağaç kabuğundan (B) yapılan geleneksel kompostlarda da incelenmiştir. Aktivasyon enerjisi açısından bitki kompostları (L, B ve PM) arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. İlgili parametrelerin değerleri PM, L ve B' de D' ye göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Budama atığı kompostunun C₀ değeri, diğer kompostlardan önemli ölçüde daha fazla bulunmuştur. Sonuç olarak budama atığı kompostunun toprağa karıştırıldıktan sonra, uzun süre devam eden önemli miktarda mineralleşebilir karbon sağladığı bildirilmiştir.

Khater (2015) yaptığı çalışmada, sığır gübresi, bitkisel üretim atıkları ve şeker kamışı atıklarından elde edilen kompostun fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Bu özellikler; hacim ağırlığı, nem içeriği, su tutma kapasitesi, porozite, pH, EC, toplam organik karbon, toplam organik madde, toplam azot, toplam fosfor, toplam potasyum ve C/N oranıdır. Elde edilen kompostların hacim ağırlığı değeri, 420 ile 655 kg/m³ arasında değişmektedir. Nem içeriği değerleri % 23,50 ile % 32,10 arasında değişmektedir. Porozite değerleri % 60,69 ile % 72,47 arasında değişmektedir. pH değeri 6,3 ile 7,8 arasında değişmekte ve EC değerleri farklı kompost türleri için 2,6 ile 4,1 dS/m arasında değişmektedir. Toplam organik karbon değerleri % 16,6 ile % 23,89 arasında değişmektedir. Toplam organik madde değerleri % 28,60 ile % 41,20 arasında değişmektedir. Toplam azot değerleri % 0,95 ile % 1,68 arasında, toplam fosfor ve toplam potasyum değerleri farklı kompost türleri için sırasıyla % 0,27 ile % 1,13 ve % 0,27 ile % 2,11 arasında değişmektedir. C/N oranı değerleri ise 14,22 ile 18,52 arasında değişim göstermektedir.

Zhang ve Sun (2014) yaptıkları çalışmada, iki aşamalı birlikte kompostlamanın yeşil atıkları faydalı bir kompost haline dönüştürmek için kullanılıp kullanılamayacağını belirlemiştir. Kompost materyalleri olarak, kullanılmış mantar kompostu (% 0, % 35 ve % 55) ve biyokömür (% 0, % 20, % 30) kullanmışlardır. Mantar kompostu ve biyokömürün kombine olarak eklenmesi ile elde edilen kompostların besin içeriği önemli ölçüde arttırmıştır. Ayrıca kompostlama sıcaklığı, parçacık boyutu dağılımı, serbest hava alanı, katyon değişim kapasitesi, azot dönüşümü, organik madde ayrışması, element içerikleri,

çimlenme indeksi gibi özelliklerini arttırmıştır. % 35 mantar kompostu ve % 20 biyokömür karışımı kompostu iki aşamalı birlikte kompostlama teknolojisi ile geleneksel kompostlama için gereken 90-270 gün yerine 24 günde en yüksek kalitede kompost üretilmesini sağlamıştır.

Bustamante ve diğerleri (2013), anaerobik sindirimin yan ürünü olan atıkların geri dönüşümü için kompost yapımını ve karışımda kullanılan hacim arttırıcı materyallerin kompostun özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Kompost yapımı için domuz atıklarının katı kısmını ve hacim arttırıcı materyal olarak ta buğday samanı, bağ sürgün budama atıkları, üzüm posası ve biber bitkisi atıklarını kullanmışlardır. Ayrıca, kompost yığınlarından birini domuz atıklarının sıvı kısmı ile karıştırmışlardır. Kompostlama işlemi boyunca karışımların sıcaklığı takip edilmiş, fiziko-kimyasal, kimyasal, fiziksel özellikler ve olgunluk derecesi belirlenmiştir. Elde edilen kompostlar, potansiyel kullanımları için uygun bir stabilite, olgunluk derecesi ve uygun fiziksel özellikler göstermiştir. Ayrıca, hacim arttırıcı materyaller kompost oluşum aşamasını ve kompostun özelliklerini güçlü bir şekilde etkilemiştir. Budama atıkları ve üzüm posası kullanılarak elde edilen kompostun en uygun koşulları sağladığını bildirmişlerdir.

Karak, Bhattacharyya, Paul, Das ve Saha, (2013) yaptıkları çalışmada, farklı tarımsal atıklar kullanarak çeltik samanı (RS), buğday samanı (WS), patates bitkisi (PP), hardal atıkları (MS) balık havuzu dip tortusuyla karıştırarak veya karıştırmayarak kompost yapmışlardır. Kompost olgunluğunu ve tarımsal üretimde kullanıma uygunluğunu araştırmak için beş farklı karışım hazırlamışlardır. Kompost oluşum sürecinde 7 günde bir örnekleme yapılarak fiziko-kimyasal parametrelerde ve çimlenme indeksinde değişiklikler izlenmiştir. Kompost oluşumunun 56. gününde tüm kompostların rengi, koyu kahverengi ve kokusu orman toprağı gibi olmuştur. Hacim ağırlığı: 0,84 g/cm³; pH: 7,05, EC: 3,52 µS/cm, KDK: 82,4 cmol/kg, toplam karbon: 321,4 g/kg, toplam azot: 16,9 g/kg ve çimlenme indeksi: % 89-96 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak balık havuzu dip tortusu ile RS: WS: PP: MS, 1: 1: 2: 1 oranında hazırlanan karışımdan Hindistan kompost standardına göre daha iyi kompost üretildiği ve kompost kalitesini arttırdığını bildirilmişlerdir.

Gigliotti ve diğerleri (2012), farklı nem içeriğine sahip iki zeytin posasını (pirina) kompost yapımında kullanarak kompost oluşum parametrelerini, organik madde dinamiklerini, kompost kalitesini, kullanılan hacim arttırıcı tarımsal atıkların etkisini ve mekanik havalandırmanın etkisini karşılaştırmışlardır. Yüksek nem içermesine rağmen, tarımsal atıklarla birlikte kompostlama, suda çözünen organik madde miktarının, fenolik

bileşiklerin miktarının ve aşırı fitotoksitesinin azaltılmasında etkili olmuştur Her iki kompostun da kalitesinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Michailides, Christou, Akratos, Tekerlekopoulou ve Vayenas (2011), katı atıkların yeniden kullanımına yönelik, zeytin yaprağı ve posası (üç fazlı) kullanılarak kompost yapmışlardır. Kompostlama, zeytin yaprakları ile pirina 1: 2 oranında karıştırılarak yığın yöntemi ile yapılmıştır. Termofilik faz ilk 40 günde gerçekleşmiş ve kompost 60 gün boyunca yığında bekletilmiştir. Yüksek besin içeriği konsantrasyonuna sahip (N, % 1,7; P, % 0,17; K, % 4,97; Na, % 2,8), C/N oranı 27,1 ve yüksek çimlenme indeksine (% 198) sahip kompost elde edilmiştir.

Cayuela, Sanchez-Monedero, Roi (2010) yaptıkları çalışmada, iki farklı kompost yapımı için materyal olarak, pirina (2 fazlı) ve koyun gübresi (kuru ağırlık bazında) kullanmışlardır. Karışımlardan birine, pirina ve koyun gübresini eşit miktarda karıştırmışlar diğerine ise, kompostlama sürecinin gelişimi ve kompost kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için hacim arttırıcı materyal olarak % 10 oranında üzüm sapı ilave etmişlerdir. Üzüm saplarının kompost karışımına eklenmesi organik madde ayrışma dinamiğini değiştirmiş, daha hızlı ve daha iyi kompost oluşumu göstermiştir. Birkaç olgunlaşma indeksi (C/N, çimlenme indeksi, suda çözünür karbon, humifikasyon indeksi) üzerine etkisinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca olgun kompostun fiziksel (hacim ağırlığı, hava içeriği, toplam su tutma kapasitesi, porozite) ve kimyasal (amonyum, nitrat, katyon değişim kapasitesi, makro ve mikro besin elementleri, ağır metaller) özelliklerinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Hu, Lane ve Wen (2009). laboratuvar ölçekli ve pilot ölçekli (5 L ve 120 L) reaktör kullanarak kompost yapmışlardır. Ana materyal olarak midye atığı ve hacim arttırıcı materyal olarak talaş kullanmışlardır. Laboratuvar ölçekli kompostlama testinde, midye atığı ve talaşlar 1:0,5 ve 1: 3 (yaş ağırlık) oranlarında karıştırılmıştır. Yüksek orana sahip karışım daha iyi sıcaklık performansı, daha yüksek elektriksel iletkenlik ve daha yüksek kül içeriği ile sonuçlanmıştır. Kompostların C/N oranı 9-18 arasında bulunmuştur. Pilot ölçekli kompostlamada 1: 1 oranında midye atığı ve talaş kullanılmıştır. Kompostun kül içeriği $167,0 \pm 14,1$ g / kg kuru madde, C/N oranı 14,6 bulunmuştur. Kompost, başlıca besin elementlerini (karbon, azot, kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, sülfür ve sodyum) içermesinin yanı sıra eser miktarda çinko, manganez, bakır ve bor içermektedir. Bu nedenle iyi bir bitki besin kaynağı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Benito, Masaguer, Moliner ve De Antonio (2006) yaptıkları çalışmada, 12 farklı budama atığı kompostunun bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre süs bitkileri için

yetiştirme ortamı olarak uygun olup olmadıklarını belirlemişlerdir. Mevsimsel farklılık olup olmadığını belirlemek için 18 ay boyunca aynı kompostlama tesisinden periyodik olarak örnekler alınmıştır. Tüm örnekler yeterli düzeyde organik madde ve yüksek kation değişim kapasitesi değerine sahiptir ve C/N oranı 22 ile 48 arasında değişmiştir. Kompostlar farklı mevsimlerde örneklenmesine rağmen, kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar bulunmamıştır. Ancak, su tutma özellikleri mevsimsel değişikliklerden etkilenmiştir. Budama atığı kompostunun saksıda yetiştirilen süs bitkileri için kabul edilebilir bir yetiştirme ortamı olduğunu bildirmişlerdir.

Benito, Masaguer, Antonio ve Moliner (2005) budama atığı kompostunun olgunluk ve stabilite derecesini incelemek için, budama atıkları, yaprak ve çim atıkları kullanarak farklı kompost yığınları oluşturmuşlardır. Kompostlama işleminin farklı aşamalarındaki özelliklerini belirlemişlerdir. Bu aşamalar; başlangıçtaki kompost olmayan materyal (C1), biyo-oksidatif faz sonunda (C2) 2 aylık, olgunlaşma aşamasında (C3) 7 aylık, olgunlaşma evresinin sonunda (C4) 12 aylık. Organik materyaller kil toprağına eklenmiş ve 56 gün aerobik inkübasyon sırasında CO₂ gelişimi ve inorganik N (amonyum ve nitrat) ölçülmüştür. Budama atığı kompostunun olgunluğunu ve stabilitesini değerlendirmek için dehidrogenaz aktivitesinin ve CO₂ evriminin iyi birer gösterge olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kation değişim kapasitesi ve çimlenme indeksi parametrelerinin kompost oluşum süresi boyunca kompost olgunluk derecesini ve stabilitesini değerlendirmek için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Michel, Pecchia, Rigot ve Keener (2004), hayvan gübresini, talaş ve buğday samanı ile ayrı ayrı karıştırılarak yığın kompost metodunu kullanarak kompost yapmışlardır. Kompost oluşumu 110-155 gün devam etmiştir. Başlangıç C:N oranları 25:1-50:1 arasında değişmektedir. Saman karıştırılan kompostun % 75-93 serbest hava boşluğuna sahip olduğu ve talaş karıştırılan komposta göre 2,1-2,6 kat daha fazla hacme sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Talaşla hazırlanan tüm kompostlar 10 gün içinde 55 °C üzeri sıcaklığa ulaşmış ve bu sıcaklıkta 60 günden fazla kalmıştır. Kompost oluşumu sırasında kaybedilen toplam azot % 7 ile % 38 arasında değişmiştir. Talaş veya saman ile hayvan gübresinden kompost yapımında azot kaybını en aza indirmek için başlangıç C:N oranının 40' dan büyük olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Benito, Masaguer, Moliner, Arrigo ve Palma (2003) budama atığı, yaprak ve çim atıklarından kompost yapımını farklı parametrelerle izlenmişlerdir. Kompost, yığın yöntemiyle oluşturulmuştur. Budama atığı kompostunun oluşum fazında amonyum konsantrasyonunda azalma, suda çözünür karbon ve nitrat içeriğinde artış gözlemlenmiştir.

Dehidrogenaz aktivitesi, biyolojik olarak kolay ayrışabilir organik karbon formları, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ içeriği ile organik madde içeriği ve N kayıpları arasında korelasyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Organik maddenin ayrışma verileri kompost olgunluğunun değerlendirilmesine katkıda bulunmamıştır. Katyon değişim kapasitesi, çimlenme indeksi parametrelerinin kompost oluşum sürecinde ve kompost oluşum kriterlerini belirlemede uygun parametreler olmadığı sonucuna varılmıştır.

Liang ve diğerleri (2003), biyosolitlerden (belediye atıksu arıtma çamuru) kompost yapımı sırasında sıcaklık, nem içeriği ve mikrobiyal aktivite arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışmada, kontrollü inkübasyonda altı farklı sıcaklık (22, 29, 36, 43, 50 ve 57 °C), beş farklı nem içeriği (% 30, 40, 50, 60 ve 70), 2 faktörlü, faktöriyel tasarım kullanmışlardır. Sonuç olarak, nem içeriğinin kompost karışımının aerobik mikrobiyal aktivitesini etkileyen baskın bir faktör olduğunu, sıcaklığın kompost oluşumu için önemli bir faktör olduğunu fakat etkisinin nem içeriğinden daha az olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Organik Materyallerin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Liu ve Takahashi (2019, October) yaptıkları çalışmada, budama atığı kompostunun toprağa uygulanması sonucu toprağın özelliklerine bağlı olarak bitki büyümesi üzerine farklı etkilerini araştırmışlardır. Farklı topraklarda 1 ay bitki büyümesi ile toprağın toplam karbon (C), azot (N) içeriği ve mikrobiyal aktivitesi arasında pozitif korelasyon olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak budama atığı kompostunun toprağın toplam C, N içeriğini ve mikrobiyal aktivitesini arttırmak ve bitkilerin verimini artırmak için uygun kompost olduğunu bildirmişlerdir.

Liu (2019) budama atıklarından yapılan kompostun nasıl kullanılacağını önermek için yaptığı çalışmada, budama atığı kompostunun (PM) toprağa uygulanması sonucu toprakta karbon (C) mineralizasyonuna etkisini, bitki büyümesine etkisini ve budama atığı toprak organik madde içeriği ve biyolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Sonuçlar, geleneksel kompostla karşılaştırıldığında, budama atığı kompostunun (PM) toprağa uygulanmasının, C mineralizasyonunu arttırdığını ve böylece topraktaki mikrobiyal aktiviteyi daha uzun süre koruduğunu göstermiştir. Özellikle mikrobiyal aktivitesi düşük topraklarda PM'nin uygulanması, toprağın organik madde miktarını arttırmış ve mikrobiyal aktivite daha uzun süre devam etmiştir.

Teutscherova ve diğeri (2017), biyokömür ve budama atığı kompostunu iki olgunluk aşamasında (biyo-oksidatif fazdan bir ay sonra ve son olgun kompost) tek başına veya birlikte asit karakterli toprağa uygulayarak kısa süreli (60 gün) inkübasyon çalışması yapmışlardır. Karbon ve azot mineralizasyonu, mikrobiyal biyokütle, enzim aktiviteleri, pH, suda çözünür karbon ve azot içeriği parametrelerini incelemişlerdir. Tüm uygulamalar mikrobiyal biyokütleyi azaltmış ve pH' yı arttırmıştır. Olgunlaşmamış kompost uygulaması ve biyokömür ile karışımı uygulaması toprak solunumu arttırmış, biyokömür uygulamasından sonra solunumda belirgin bir artış gözlenmemiştir. Yeterli olgunluktaki budama atığı kompostu ile biyokömürün birlikte uygulamasıyla toprak organik madde miktarı artmıştır.

Novotná ve Badalíková (2017) yaptıkları çalışmada, kil tın topraklara farklı dozlarda (% 0 (kontrol), 20 t/ha ve 40 t/ha) kompost uygulamışlar ve dört yıl boyunca silajlık mısır bitkisi yetiştirmişlerdir. Kompostun toprak durumu yapı katsayısı ve toprak agregat stabilitesine etkilerini incelemişlerdir. Toprak örnekleri iki farklı derinlikten (0-0,15 m, 0,15-0,30 m) alınmıştır. Sonuç olarak kompost, toprak yapı katsayısı ve toprak agregat stabilitesini olumlu etkilemiştir. Farklı örnekleme derinliklerinden elde edilen verilerde farklılıklar olduğu bildirilmişlerdir.

Yılmaz, Akça ve Saçlık (2017) yaptıkları çalışmada, kum topraklara farklı organik materyalleri (ceviz kabuğu, solucan gübresi ve çiftlik gübresi) farklı dozlarda uygulayarak toprakların hidrolik iletkenlik ve su tutma kapasitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, kontrol uygulamasına göre toprağa eklenen organik materyaller kum toprakların hidrolik iletkenliğini azaltmıştır. Kontrol uygulamasına göre toprağa % 8 ceviz kabuğu uygulamasının toprakların hidrolik iletkenliğini % 51 oranında azalttığını, bunu % 35 ile çiftlik gübresi uygulamasının ve % 39 ile solucan gübresi uygulamasını izlediğini bildirmişlerdir. Diğer yandan toprağa eklenen organik materyaller kontrol uygulamasına kıyasla toprakların mevcut su tutma kapasitesini artırmıştır. En önemli etkiye sahip uygulamanın % 1 ceviz kabuğu uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Cayci, Temiz ve Sözüdoğru Ok (2017), taze ve kompostlanmış tavuk gübrelerinin bazı toprak özellikleri üzerindeki etkileri araştırmışlardır. Taze ve kompostlanan tavuk gübreleri, % 0, % 1, % 2, % 3 ve % 4 oranlarında toprakla karıştırılmış ve 90 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda, toprağın bazı fiziksel özellikleri (hidrolik iletkenlik, suya dayanıklı agregat stabilitesi, porozite ve kullanılabilir su içeriği) ve bazı kimyasal özellikleri (organik karbon, toplam azot, pH ve elektriksel iletkenlik) belirlenmiştir. Her iki organik materyalin de dozu arttıkça, suya dayanıklı agregat stabilitesi,

hidrolik iletkenlik ve porozite artarken, kullanılabilir su içeriği azalmıştır. Her iki materyalin de artan dozları toprağın organik karbon miktarını, toplam azot miktarını arttırmıştır. Bununla birlikte elektriksel iletkenlik değerini de arttırmıştır fakat tavuk gúbresi kompostunda sınırlı miktardadır.

Yazdanpanah, Mahmoodabadi ve Cerdà (2016) yaptıkları çalışmada, farklı özelliklere sahip organik materyallerin, farklı oranlarda toprağa uygulanması sonucu, hidrolik iletkenlik ve bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu amaçla, kentsel katı atık (MSW) kompostu ve yonca atıkları (AR) kompostu, arazi koşullarında kil tın ve tın kum topraklarına 0 (kontrol), 10 Mg/ha ve 30 Mg/ha oranlarında uygulanmıştır. Sonuç olarak, iki yıl sonra MSW ilave edilen topraklar AR ilave edilen topraklardan daha yüksek CO₂ değerine ve daha düşük katyon değişim kapasitesine sahiptir. MSW ilave edilen topraklar daha yüksek agregat stabilitesi ve daha fazla makro poroziteye sahiptir. Artan kompost miktarı ile hidrolik iletkenlik daha fazla artmıştır. Toprak tekstürünün yanı sıra, agregat büyüklüğünün, toprağın karbon stokunun ve mikrobiyal solunumunun hidrolik iletkenliğin kontrolünde önemli bir rol oynadığı bulunmuştur. Toprak organik karbonunun, suya dayanıklı agregatların ve makro gözenekliliğin daha fazla toprak hidrolik iletkenliği ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bashir ve diğerleri (2016) geleneksel organik materyallerin temel özelliklerinin agregat oluşumu ve stabilitesi üzerindeki doğrudan etkilerini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. şehir katı atık kompostu, çiftlik gúbresi ve kümes hayvanlarının atıklarından elde edilen kompostlar, toplam organik karbon, toplam polisakkaritler, mikrobiyal biyokütle karbonu, hümitik ve fulvik asit içeriğine göre karakterize edilmiştir. Bu organik materyallerin her biri toprak organik karbon içeriğine göre % 0, % 0,25, % 0,50 ve % 1 toprağa eklenerek iki yıllık bir arazi denemesi yapılmıştır. Kanatlı atıklarından elde edilen kompostun % 0,25 oranında toprağa eklenmesi ortalama ağırlık çapını önemli ölçüde arttırmıştır. şehir katı atık kompostun % 0,25 oranında toprağa uygulanması, suya dayanıklı agregatların ortalama ağırlık çapını arttırmış ve makro agregatların karbon içeriğini de önemli ölçüde arttırmıştır.

Morales-Corts, Gómez-Sánchez ve Perez-Sanchez (2014), bitki yetiştirme ortamı olarak üç farklı kompost kullanmışlardır; yeşil atıklar ve budama atıkları kompostu (GPC) ve vermikompostu (GPV), ve balmumu atıkları kompostu (SLC). Başlıca fiziko-kimyasal ve biyolojik özellikleri belirlenerek dokuz farklı büyüme ortamı oluşturulmuştur. GPC ve GPV 'nin fizikokimyasal özelliklerinin iyi olması iyi birer yetiştirme ortamı olarak kabul edilmelerini sağlamıştır. Sonuç olarak, SLC' nin yüksek EC değerine ve düşük çimlenme

indeksi nedeniyle yüksek oranlarda kullanılmaması gerektiği ve GPV' nin % 25 oranında kullanılmasının sürdürülebilir bir bitki büyüme ortamı sağladığı bildirilmiştir.

Brown ve Cotton (2011), Kaliforniya 'da kompost uygulanan tarım topraklarının değişimini belirlemek için bir saha araştırması yapmışlardır. Toprak örnekleri kompost kullanım öyküsü olan tarım alanlarından alınmıştır. Tüm kompost uygulamaları kontrol topraklarına göre toprak organik karbonunu 3 kat arttırmıştır. Kompost uygulanmış topraklarda infiltrasyon süreleri kontrol topraklarına göre önemli ölçüde azalmıştır. Yüksek kompost uygulama oranları, düşük kompost uygulama oranlarına ve kontrol topraklarına göre daha fazla önemli etkiye sahip bulunmuştur. Kaba bünyeli topraklarda su tutma kapasitesindeki artışlar, ince bünyeli topraklara göre daha önemli bulunmuştur.

Kavdır, İlay, Smucker ve Kavdır (2009) yaptıkları çalışmada, zeytin katı atığı (pirina) ve pirina kompostun toprak yapısının stabilizasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Pirina, pirina+N (azot kaynağı ilaveli) ve pirina kompostunu kil tın topraklara ağırlıkça % 0, 3, 5, 7 oranında karıştırılmıştır. Örnekler 25 °C' de üç ay inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresinin sonunda toprakların agregat stabilitesi belirlenmiştir. Ayrıca, agregat erozyon çemberi kullanılarak toprak agregatlarının soyulma oranları belirlenmiştir. Zeytin atıklarının uygulama oranlarının artmasıyla birlikte toprak agregatlarının organik karbon içerikleri ve agregat stabilitesi artmıştır. Toprak agregat katmanlarının yansıtma spektrumları, FT-NIR spektroskopisi kullanılarak elde edilmiştir. Genel olarak toprak agregatlarının iç bölgelerinin dış bölgelere göre daha yüksek organik karbon içerdiği belirlenmiştir. FT-NIR çalışması, agregatların dış, geçiş ve iç bölgelerinin farklı kimyasal bileşimlere sahip olduğunu doğrulamıştır.

Tambone ve diğerleri (2007), kompost uygulamasının mısır yetiştirilen toprakta toprak özellikleri üzerindeki kısa süreli etkileri belirlemişlerdir. Olgun kompost 50 ton/ha ve 85 ton/ha oranlarında toprağa uygulanmıştır. Sonuçlar, kompost uygulanan toprağın artan miktarları ile toprak organik karbon içeriği arttırdığını göstermektedir. Kullanılan en yüksek kompost dozu pH' yı, toprak azot ve fosfor içeriğini arttırmıştır. Kompost uygulanmış parsellerdeki mısır verimi ile kontrol parselleri arasında fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, olgun kompostun toprağa eklenmesi, toprak organik karbon içeriğini artırarak toprak özelliklerini iyileştirdiğini, bu durumun kullanılan kompostun özelliklerine ve miktarına bağlı olduğunu bildirmiştir.

Ferreras, Gómez, Toresani, Firpo ve Rotondo (2006), evsel katı atıklardan, at ve tavşan gübresinden ve tavuk gübresinden ürettikleri kompostları 10 ve 20 ton/ha oranında ve iki farklı zamanda toprağa uygulamışlardır. Her üç kompostunda 20 ton/ha oranında eklenen

dozu suya dayanıklı agregat stabilitesini önemli derecede arttırmıştır. Etanol stabil agregat oranı, 20 ton/ha uygulanan her üç kompostta ve 10 ton/ha uygulanan tavuk gübresi kompostunda önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. İlk uygulamasından sonra, 20 ton/ha evsel katı atık kompostu, at ve tavşan gübresi kompostu daha yüksek toprak organik karbon değerine sahipken materyaller ve dozlar ikinci uygulamadan sonra toprak organik karbon miktarı önemli derecede artış göstermiştir. Toprak organik karbon, suya dayanıklı agregat ve etanol stabil agregat arasında doğrusal ilişkiler bulunmuştur.

Cambardella, Richard ve Russell (2003), kompostlama işlemi koşullarının etkisini ve toprağa kompost uygulandıktan sonra kompost ayrışmasının toprak C ve N mineralizasyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kurutulmuş öğütülmüş kompostlar, kuvars kumu ve toprakla eşit miktarda karıştırılmış, aerobik olarak 28-30 °C inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar, kompostlama işlemi sırasında uygun olmayan koşullar nedeniyle ayrışmayan organik materyallerin toprağa karıştırıldıktan sonra kolayca mineralize olabileceğini göstermiştir. Kompost karıştırıldıktan sonra topraktaki C ve N dinamiği, kompost yapımında kullanılan materyallerden, oluşum koşullarından ve zamandan etkilenebilmektedir.

2.3. Organik Materyallerin Toprakta İnkübasyon Süresinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Sanusi, Ch'ng ve Othman (2018) tarafından yapılan çalışmanın amacı, çeltik kompostun farklı oranlarda toprağa uygulanması sonucu toprağın fosfor (P) içeriğine etkilerini araştırmaktır. Yapılan inkübasyon çalışmasında, Christmas Adası kaya fosfatı (CIRP) farklı oranlarda (5, 10, 15 ve 20 t/ha) çeltik kompostu ile karıştırılmıştır. Uygulamalar laboratuvarında 30, 60 ve 90 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Çeltik kompostun CIRP ile karıştırılması sırasıyla 30, 60 ve 90 günlük inkübasyonda toprağın P içeriğini ve kullanılabilirliğini önemli ölçüde arttırmıştır. Ayrıca toprağın pH değerini arttırmıştır.

Aranyos, Tomócsik, Makádi, Mészáros ve Blaskó (2016), kanalizasyon atığı kompostun toprağa uygulanması sonucu toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerindeki uzun vadeli etkisini incelemişlerdir. Kompost, kanalizasyon atığı (% 40), saman (% 25), bentonit (% 5) ve riyolitten (% 30) hazırlanmıştır. Kompost, her 3 yılda bir 0-25 cm toprak derinliğine 0, 9, 18 ve 27 ton (kuru ağırlık) /ha oranlarında uygulanmıştır. Sonuç olarak kompost uygulaması toprağın organik madde miktarını artırarak kum toprağın yapısını iyileştirmiştir. Toprak sıkıştırma seviyesi kompostun uygulanmasından sonra ilk yılda azalmıştır. Kuru hacim ağırlığının azalması sonucu toprağın hava geçirgenliği önemli

ölçüde artmıştır. İkinci yılda kompost uygulamasının olumlu etkileri sadece organik maddenin hızlı ayrışması nedeniyle en yüksek kompost dozu uygulamasında gözlenmiştir. Kanalizasyon atıkları kompostunun asidik kum topraklar için etkili bir toprak düzenleyici olduğu ancak uygulamanın faydalı etkisi sadece iki yıl sürdüğü sonucuna varılmıştır.

Duong ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmasının amacı, farklı materyallerden (bahçe atıkları, tarımsal atıklar ve gübreler) elde edilen iki farklı kompostun, farklı kil içeriğine (% 46, % 22 ve % 13) sahip toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ve bitki büyümesi üzerine etkilerini araştırmaktır. Kompostlar toprak yüzeyine 2,5 cm kalınlığında malç tabakası olarak serilmiştir ve buğday yetiştirilmiştir. Bitkinin büyüme sürecinde 35. gün ve tane doldurma döneminde 70. gün örnekleme yapılmıştır. Kompostlar toprak pH değerini 0,3-0,7 birim düşürmüş, toplam organik karbon miktarını arttırmış, elektriksel iletkenlik değerini de arttırmıştır. Toprağa kompost eklenmesi % 46 ve % 22 kil içeren topraklarda katyon değişim kapasitesini daha fazla arttırmıştır. Tarımsal atıklar ve gübreden elde edilen kompost toprak makro agregat stabilitesini ve alınabilir fosfor miktarını arttırmıştır. Her iki kompostta bitki büyümesini arttırmıştır. Kompostların etkisinin toprak özelliklerine ve kompost özelliklerine göre değiştiği ve bu etkileşimin dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kavdır ve Killi (2008) yaptıkları çalışmada, pirinanın toprak pH' sı elektriksel iletkenliği (EC), azot ve karbon içeriği ve agregat stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kaba bünyeli topraklara ağırlıkça % 0, % 2, % 4 ve % 8 oranında pirina uygulanmışlar ve 2 ay inkübasyona bırakmışlardır. Toprağa ilave edilen pirina toprak pH değerlerini düşürmüştür. İnkübasyondan iki ay sonra ölçülen EC değeri, ilk aya göre daha yüksek bulunmuştur. Pirinanın % 8 oranında uygulanması, toprağın toplam organik azot içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır ve bu oranda uygulanması iki aylık inkübasyondan sonra hem toprak organik karbon içeriğini (% 3,5) hem de toplam stabiliteyi (% 88) önemli ölçüde arttırmıştır. Kaba bünyeli topraklarda, toprak yapısını kısa sürede iyileştirmek için büyük bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Wortmann ve Shapiro (2008), hayvan gübresinin ham veya kompost yapılarak uygulanması (1), tekrarlanan yıllık hayvan gübresi uygulaması (2) ve örneklemeden 5-7 yıl önce uygulanan hayvan gübresi kompostunun kalıntı etkisinin (3), siltli tın ve siltli killi tın tekstüre sahip toprakların ile 0-25 mm toprak derinliğindeki toprak agregat stabilitesini nasıl etkilendiğini belirlemek için üç farklı çalışma yapmışlardır. Örnekleme, materyaller toprağa eklendikten 15, 30, 60, 90, 120 ve 150 gün sonra yapılmıştır. Sonuç olarak makro agregatlar (>2 mm), uygulamadan sonraki 15 gün içinde hem gübre hem de kompost uygulaması ile %

200 ve daha fazla oranda artmıştır ve etkisi yedi ay devam etmiştir ve bu etki kompost uygulamasında daha fazla olmuştur. Hayvan gübresinin yıllık uygulaması birkaç yıl süre ile agregatlarda % 20 artış sağlamıştır. Dört yıl kompost uygulanmamasının ardından üç yıl kompost uygulanması sonucu agregat büyüklük dağılımı kompost uygulanmış ve uygulanmamış örneklerde benzer sonuçlar göstermiştir.

Adesodun, Mbagwu ve Oti (2001) yaptıkları çalışmada, kontrol (gübresiz), inorganik gübre (N:P:K), çeltik atıkları (10 t/ha), çeltik atıkları ve inorganik gübre karışımı, kanatlı gübresi (10 t/ha), kanatlı gübresi (5 t/ha) ve çeltik atıkları (5 t/ ha) karışımı olarak altı farklı bileşim oluşturmuşlardır. Oluşturulan bileşimleri kumlu killi tın tekstüre sahip toprağın 0-20 cm derinliğine uygulamışlardır. Toprakların ortalama ağırlık çapı, toplam organik karbon miktarı ve karbonhidrat miktarı ile ilgili değişimleri belirlemek üzere uygulamalarından 3, 6 ve 12 ay sonra örnekleme yapılmıştır. Tüm uygulamalarda ortalama ağırlık çapı artarken, karbonhidrat konsantrasyonları örnekleme süresi ile birlikte azalmıştır. Agregat stabilitesi tüm karbonhidrat fraksiyonları ve organik karbon ile çok zayıf korelasyon göstermiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kompost Üretimi

Kompost Üretim Materyalleri

Bağ budama atığı kompostu (BBAK) üretiminde kullanılan ana materyal olan, bağ budama atıkları Çanakkale İli, Eceabat ilçesinde bulunan tesislerden, pirina kompostu yapımında kullanılan pirina ise, Çanakkale ili, Ezine ilçesinde bulunan zeytinyağı fabrikalarından temin edilmiştir. Temin edilen ana materyaller Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Teknoloji ve Tarımsal Araştırma Uygulama Merkezi' nde bulunan kompostlama ünitelerine aktarılmıştır. Kompost üretiminde kullanılan ana materyallerin, toplam azot (TN), toplam karbon (TC), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC) ve nem içeriği gibi bazı kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo3
Kompost üretimde kullanılan ana materyallerin bazı kimyasal özellikleri

Materyal	N (%)	C (%)	pH (1:10)	EC (1:10) μS/cm	Nem (%)
Bağ Budama Atığı	0,64	43,74	5,51	1,25	2,00
Pirina	1,59	42,24	6,49	1,98	90,00

Kompost Üretim Reaktörleri

Kompost üretiminde 4 adet reaktör kullanılmıştır. Her bir reaktörün iç çapı 47,3 cm yüksekliği 57 cm ve hacmi 100 L' dir. Paslanmaz çelikten üretilmiştir ve silindirik formdadır. Kompost sıcaklığının ölçülmesi K tipi ısı çifti ile gerçekleştirilmektedir. Her bir reaktör üzerinde 3 adet ısı çifti olmak üzere sistemde toplam 12 adet ısı çifti bulunmaktadır. Kompostlama işlemi parametrelerinin ölçümü, kontrolü, veri toplanması ve değerlendirilmesi işlemleri için PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol) kullanılmıştır. PLC cihazı, merkezi işlem ünitesi (CPU), analog-dijital konvertör (ADC) ve ısı çifti konvertör (TC) modüllerinden oluşmaktadır. Merkezi işlem ünitesinde ölçümler yapılmakta ve sonuç kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir. ADC modülü, sensör ve cihazlardan gelen sinyallerin alınması işleminde kullanılmaktadır. TC modülü ise ısı çiftilerden gelen

sinyallerin değeriendirilmesi işleminde kullanılmaktadır. Reaktörlerde giriş havasının kompost materyalinde düzgün olarak dağılımını sağlamak için, reaktör taban boşluğu oluşturulmuştur ve boşluk üzerine kompostları yerleştirmek için 4 mm delikli saç malzeme eklenmiştir. Ayrıca reaktör tabanı kompostlama esnasında altta toplanan sızıntı suyunu ortada toplamak ve vanadan kolaylıkla boşaltabilmek için konik olarak imal edilmiştir. Kompost sıcaklığı belirlenen dereceden (60 °C üzeri) yüksek ise fanlar devreye girmekte ve fanların debi kontrolleri ise frekans değeriilerinin PLC panosuna girilmesi ile yapılmaktadır. Kompost ve ortam sıcaklığı thermocouple probalar (TC) ile veri kaydediciye (data logger) 5 dakika aralıklarla kaydedilmiştir.



Şekil 1. Kompost üretim reaktörleri

3.1.2. Denemede Kullanılan Toprakların Özellikleri

Denemede kullanılmak üzere, farklı alanlardan (Çanakkale-Lapseki ilçesinden, Sarıçay mevkiinden, Umurbey beldesinden, Kumkale köyünden), 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri önce el ile tekstürü belirlenerek seçilmiştir, seçilen toprakların laboratuvarında Bouyoucous tarafından belirtilen esaslara göre hidrometre yöntemiyle toprak tekstürü (tane büyüklük dağılımı) belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Son olarak kil, tın ve kumlu tın olmak üzere üç farklı tekstüre sahip toprakların alınacak yerleri belirlenmiş ve yeterince (her bir tekstürde topraktan yaklaşık bir ton olmak üzere, yaklaşık toplam üç ton) temin edilerek (Şekil 2) hava kuru nem koşullarına gelmesi için uygun koşullarda bekletilmiştir.



Şekil 2. Denemede kullanılan toprakların temin edilmesi

Kil tekstüre sahip toprak Çanakkale ili, Umurbey beldesinden (40°15'04.2''K, 26°34'52.3''D) alınmıştır. Topraklar yüksek kil içerikleri nedeniyle Toprak Taksonomisi' ne göre *Vertisol* ordosu *Chromic Haploxererts* alt grubunda sınıflandırılmıştır. Kumlu tın tekstüre sahip toprak, Çanakkale ili Umurbey beldesinden (40°15'58.8''K, 26°35'40.2''D) temin edilmiştir. Toprak Taksonomisi' ne göre *Entisol* ordosu *Xerofluvents* büyük grubuna dâhil edilmiştir (Yiğini, 2006). Tın tekstüre sahip toprak ÇOMÜ Lapseki MYO' nun (40°18'51.8''K, 26°38'36.4''D) meyve bahçesinden temin edilmiştir. Toprak taksonomisine göre *Mollisol* ordosu *Haploxerolls* büyük grubuna dahil edilmiştir (Çetin ve diğerleri 2009). Denemede kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4

Denemede kullanılan üç farklı tekstürde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	TK (%)	CaCO ₃ (%)	pH (1:2,5)	EC (1:2,5) (µS/cm)	TC (%)	OM (%)	TN (%)	KDK (cmol/kg)
Kil	46,92	34,22	18,86	35,13	11,72	8,33	391	3,32	2,11	0,11	37,64
Tın	23,65	44,86	31,49	33,87	13,09	8,31	365	2,81	2,42	0,13	34,40
Kumlu tın	12,22	22,62	65,16	27,02	1,58	8,07	147	0,86	1,78	0,13	21,16

3.2. Yöntem

3.2.1. Kompost Üretim Materyallerinin Özelliklerinin Belirlenmesi

Kompost üretiminde ana materyal olarak kullanılan bağ budama atığı, pirina ve yardımcı materyal olarak kullanılan hayvan gübresinin pH ölçümü, pH 1: 10 adsorban-su karışımında pH-metre ile potansiyometrik olarak, EC ölçümü (1:10), ise elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Nem (%), örnekler 70 °C’ de 24 saat bekletildikten sonra meydana gelen ağırlık azalması temel alınarak hesaplanmıştır. Toplam azot (TN) ve toplam karbon (TC) analizleri, alınan örnekler kurutulup, öğütülüp, 0,5 mm’ lik elekten elendikten sonra kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) LECO Truspec 2000 CN elementel analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2. Kompost Üretimi

Bağ Budama Atığı Kompostunun Karışım Oranlarının Hesaplanması

Bağ budama atıkları en büyük parçası yaklaşık dört cm olacak şekilde parçalanmıştır (Şekil 3). Kompostun üretiminde kullanılan materyallerin C:N oranı 20-25:1 olacak şekilde eşitlik (3.1) yardımıyla hesaplanmıştır. Karışımın nemi % 45 olacak şekilde eşitlik (3.2) ye göre hesaplanarak karışımların oranı ve miktarları belirlenmiştir. Karışım % 20 hayvan gübresi, % 80 bağ budama atığı olarak hazırlanmıştır. Kullanılan materyallerin özellikleri, karışım oranı ve kütlesi Tablo 5’ te verilmiştir.

$$C:N = \left(\frac{M1x \left(\frac{C1}{100} \right) + M2x \left(\frac{C2}{100} \right)}{M1x \left(\frac{N1}{100} \right) + M2x \left(\frac{N2}{100} \right) + M3x \left(\frac{N3}{100} \right)} \right) \quad (3.1)$$

$$\% Nem = \left(M1x \left(\frac{W1}{100} \right) + M2x \left(\frac{W2}{100} \right) + M3x \left(\frac{W3}{100} \right) \right) \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

M1, M2 ve M3: Karışım içerisindeki 1.materyalin, 2.materyalin ve 3.materyalin kütlesini (kg),

C1, C2 ve C3: 1.materyalin, 2.materyalin ve 3.materyalin % C içeriğini,

W1, W2 ve W3 1.materyalin, 2.materyalin ve 3.materyalin % nem içeriğini, ifade eder.

Tablo 5

Bağ budama atığı kompostu üretiminde kullanılan materyallerin içerikleri ve karışım oranları

İçerik	Nem (%)	Karbon (%)	Azot (%)	C:N	Kütle (kg)	Karışım oranı (%)
Hayvan gübresi	68,0	41,87	2,31	18,1	6,4	20
Bağ budama atığı	2,00	43,74	0,64	68,3	25,6	80
Azotlu Gübre (Üre)	0,50	-	46,0	-	0,70	0,2
Su	100,00	-	-	-	10	45



Şekil 3. Kompost üretim materyalleri

Pirina Kompostunun Karışım Oranlarının Hesaplanması

Pirina kompostu üretiminde kullanılan materyallerin C:N oranı 20-25:1 ve nemi % 45 olacak şekilde sırasıyla eşitlik (3.1) ve (3.2) ' ye göre hesaplanarak, karışım % 50 hayvan

gübresi, % 50 pirina olarak hazırlanmıştır. Kullanılan materyallerin özellikleri, karışım oranı ve kütlesi Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6

Pirina kompostu üretiminde kullanılan materyallerin içerikleri ve karışım oranları

İçerik	Nem (%)	Karbon (%)	Azot (%)	C:N	Kütle (kg)	Karışım oranı (%)
Hayvan gübresi	68,00	41,87	2,31	18,1	25	50
Pirina	90,00	42,24	1,59	26,6	25	50
Su	100,00	-	-	-	5	45

3.2.3. Kompostların olgunlaştırılması

Kompostlar sıcaklığı otomatik olarak kontrol edilebilen 4 adet kapalı sistem kompost reaktöründe 2 paralelli olarak hazırlanmıştır. Kompost sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve nemi saat başı ölçülüp kaydedilerek sıcaklık takibi yapılmıştır (Şekil 5). Bağ budama atığı kompostu başlangıçta 5 günde bir, daha sonra 7 günde bir kompost nemi % 45-60 olacak şekilde nemlendirilip karıştırılmıştır (Şekil 4). Pirina kompostu 4 veya 5 günde bir karıştırılıp, nemi % 45-60 olacak şekilde nemlendirilmiştir. Kompostun nem miktarı % 60 ile sınırlandırılmadığı durumda serbest gözenek alanları su ile dolarak havalanma engellenebilir ve dolayısı ile aerobik mikroorganizmaların aktivitesi sınırlandırılır. Nem miktarı % 45’ in altına düştüğü durumda ise, yeterli su ve dolayısı ile besin ortamı oluşmadığı için mikrobiyal aktivite düşmektedir. Her iki kompostta da her karıştırma işleminden önce hacim değişimini belirlemek amacıyla reaktör üst boşluğu ölçülmüştür. Kompost olgunlaşma aşamasında kütle değişimini belirlemek için karıştırma ve nemlendirme öncesi ve sonrası tartılmıştır. Her karıştırmada örnekleme yapılarak, alınan örneklerde nem, pH, EC, amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), toplam karbon ve toplam azot analizleri yapılarak kompostun olgunlaşma aşamasında değişiminin saptanması amaçlanmıştır. Bağ budama atığının kompostun (BBAK) olgunlaşma süresi 90 gün ve pirina kompostun (PK) olgunlaşma süresi 38 gün sürmüştür. Her iki kompost da reaktörlerden boşaltıldıktan sonra gölgede ve beton zemin üzerinde, üzerine file örtü örtülerek yaklaşık 2 ay kadar bekletilmiştir.



Şekil 4. Bağ budama atığı kompostunun olgunlaşması

Kompostun Sıcaklık Takibi

Kompostun sıcaklık takibi kompost üretim reaktöründe bulunan ısıtıcı çift ile gerçekleştirilmektedir. Her bir reaktör üzerinde 3 adet ısıtıcı çift olmak üzere sistemde toplam 12 adet ısıtıcı çift bulunmaktadır. Ölçülen sıcaklıklar PLC de TC modülüne bağlanmıştır. Reaktörün havalandırılması mekanik havalandırma ile sağlanmıştır. Sıcaklık 60 °C üzerine çıktığında havalandırma sistemi devreye girmektedir.



Şekil 5. Reaktörün sıcaklık ve nem takibi ekranı

Kompost Çimlenme Testi

Her iki kompostun da sıcaklık takibi sonucu, sıcaklığın termofilik (55-70 °C) fazdan soğuma evresine geçtiği dönemden sonra (reaktör iç sıcaklığının ortam sıcaklığı ile aynı olduğu koşullarda) kompost olgunluğunun belirlenmesi amacıyla çimlenme testi yapılmıştır. Kompost ekstraktı hazırlanırken 0, 38, 57, 76, 114 ve 152 ton kompost/ha toprak olacak

şekilde hesaplanarak hazırlanmıştır. Her bir miktar kompost 30 ml saf su içinde karıştırılıp 30 dakika çalkalanarak süzölmüştür (Araújo ve Monteiro, 2005). Farklı konsatrasyonlardaki süzüklerin her biri 4 paralel olacak şekilde 4' er ml alınarak petrilere aktarılmıştır. Petrilere 10' ar tane tere tohumu (*Lepidium sativum*) konulmuş ve 25 °C' de inkübatörde bırakılmıştır (Şekil 6). Beş gün sonunda çimlenen tohum sayısı ve kök uzunluğu belirlenerek oransal tohum çimlenme (OTÇ), oransal kök uzunluğu (OKU) ve çimlenme indeksi (GI) sırasıyla eşitlik (3.3), (3.4), (3.5) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$OTÇ (\%) = \frac{UÇT \text{ sayısı}}{KÇT \text{ sayısı}} \times 100 \quad (3.3)$$

$$OKU (\%) = \frac{UKU \text{ ortalaması}}{KKU \text{ ortalaması}} \times 100 \quad (3.4)$$

$$GI (\%) = \frac{UÇT (\%) \times UKU \times 100}{KÇT (\%) \times KKU} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

UÇT: Uygulamada Çimlenen Tohum

KÇT: Kontrolde Çimlenen Tohum

UKU: Uygulamada Kök Uzunluğu

KKT: Kontrolde Kök Uzunluğu

Kompost Kuru Madde Kaybı ve Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Her iki kompostta da her karıştırma işleminden önce hacim değişimini belirlemek amacıyla reaktör üst boşluğu ölçülmüştür. Kompost olgunlaşma aşamasında kütle değişimini belirlemek için karıştırma ve nemlendirme öncesi ve sonrası tartılmıştır. Kompost kuru madde kaybı (KMK) ve kuru hacim ağırlığı (KHA) eşitlik (3.6) ve (3.7) yardımıyla hesaplanmıştır.

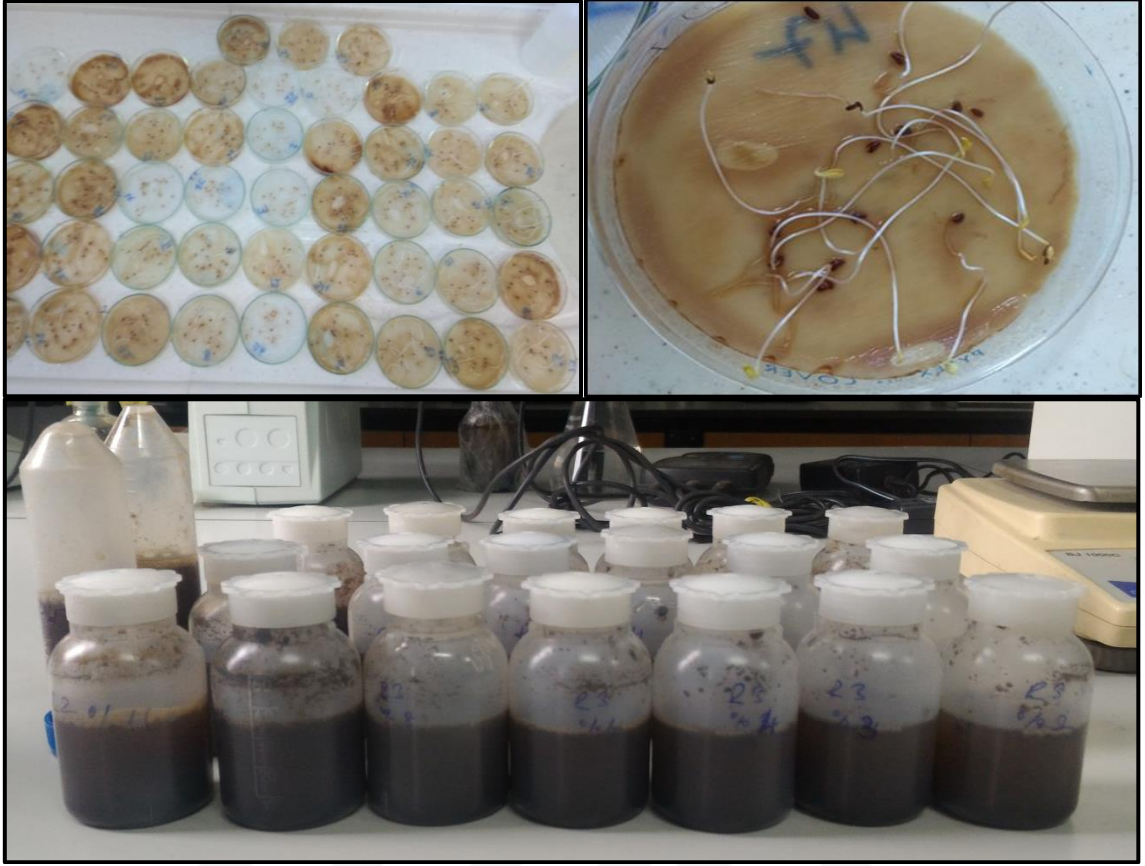
$$KMK (\%) = (1 - (Ms/Mb)) * 100 \quad (3.6)$$

$$KHA (kg/L) = Ma/Vr \quad (3.7)$$

Eşitlikde;

Mb, Mb: Kompost başlangıç kuru ağırlığı (kg), kompost son kuru ağırlığı (kg)

Ma, Vr: Kompost kuru ağırlığı (kg), reaktör hacmi (L)



Şekil 6. Kompost çimlenme testi işlemleri

3.2.4. Kompost Analizleri

Kompostlama işlemi tamamlandıktan sonra (sıcaklık takibi, poşet testi ve çimlenme testi sonrasında kompost olgunluğu belirlenerek), her iki kompost 65 °C’ de kurutularak öğütülmüş ve 0,5 mm’ lik elekten elenmiştir. Kompostların pH, elektriksel iletkenlik (EC), nem, toplam azot ve toplam karbon, fenol içeriği, katyon değişim kapasitesi ve elementel analizleri yapılmıştır Yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

pH ve EC Analizi

Kompostların pH’ sı 1:10 materyal-su karışımında pH-metre (HACH) ile potansiyometrik olarak ölçülmüş, EC ise elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Nem Analizi

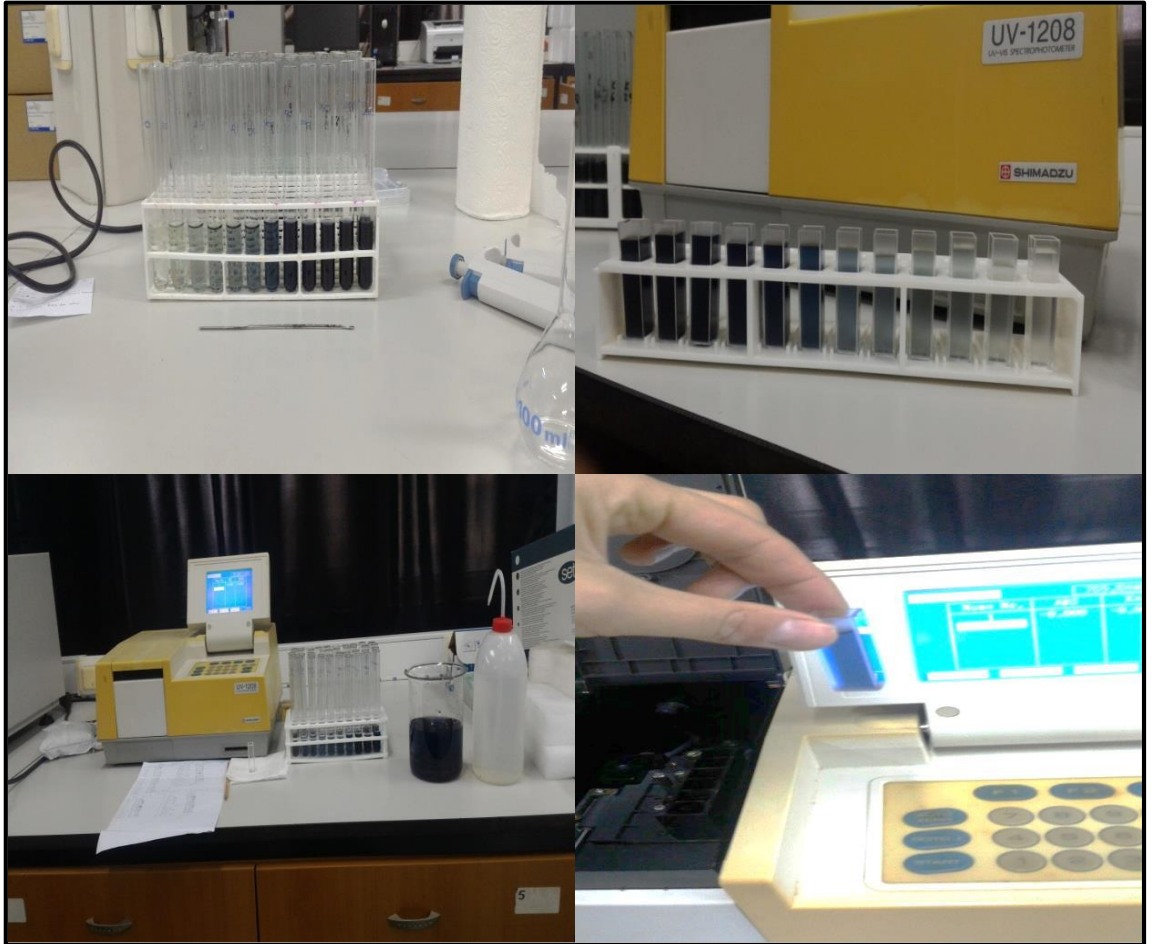
Nem analizi, örnekler 70° C’ de 24 saat bekletildikten sonra meydana gelen ağır azalması temel alınarak hesaplanmıştır.

Toplam Azot ve Karbon Analizi

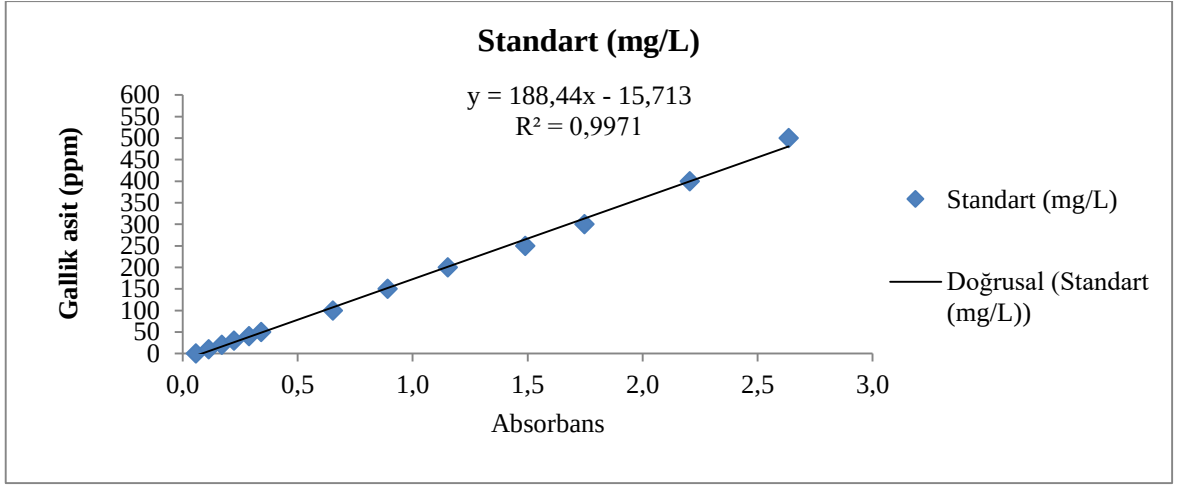
Alınan örnekler kurutulup, 0,5 mm' lik elekten elendikten sonra kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) LECO Truspec 2000 CN elementel analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Toplam Fenol Analizi

Kompost ve ham materyaller sıcak su (1/50 oranında) ile ekstrakte edildikten sonra Folin Ciocalteu'nun fenol reaksiyonuna göre kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Singleton and Rossi, 1965). Oluşan mavi renk UV spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okunmuştur (Şekil 7). Örnekte ölçülecek absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Kompost toplam fenol analizi



Şekil 8: Gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denklemi

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK) Analizi

Kompost örnekleri önce sodyum ve sonra da amonyum ile doyurularak (Şekil 9), açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde belirlenmiştir (Chapman, 1965).



Şekil 9. Kompost KDK analizi için ekstraktın hazırlanması

Amonyum ve Nitrat Analizi

Kompost örneklerinin amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrat ($\text{NO}_3^+\text{-N}$) içerikleri Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner 1965). Potasyum klorür çözeltisinin ilavesi ile elde edilen süzükte, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ için MgO , $\text{NO}_3^+\text{-N}$ için devarda ilave edilerek bu formların borik asit ile toplanması ve 0,005 N H_2SO_4 ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bremner, 1965).

3.2.5. Denemenin Kurulması

Toprak tekstür analiz sonuçlarına göre kil, tın ve kumlu tın tekstüre sahip topraklar hava kuru hale geldikten sonra 6 mm elekten elenerek, BBAK ve PK 65 °C' de kurutulup öğütüldükten sonra topraklarla karıştırılmıştır (Şekil 10). İnkübasyon için 2 litrelik kapaklı ve kilitli saklama kapları kullanılmıştır. Kapların havalanmasını sağlamak (aerobik koşullar) amacıyla yanlardan delikler açılmıştır. Her üç tekstürde toprak için % 0 (kontrol) % 3 ve % 6 bağ budama atığı kompostu (BBAK), % 3 ve % 6 pirina kompostu (PK) karıştırılarak hazırlanmıştır. Deneme 3 farklı tekstür, 5 farklı uygulama (Kontrol, % 3 ve % 6 BBAK, % 3 ve % 6 PK), 4 tekerrür ve 10 farklı dönem olacak şekilde toplam 600 örnek olarak planlanmıştır. İnkübasyonun başlangıcından itibaren ilk 6 dönemde yapılan örnekleme 15 günde bir, son 4 dönem örnekleme 30 günde bir olmak üzere toplam inkübasyon süresi 210 gün (7 ay) devam etmiştir.



Şekil 10. Denemenin kurulması sırasında yapılan işlemler

3.2.6. Verilen Su Miktarının Belirlenmesi

Her iki kompost ve her üç tekstür toprakların belirlenen karışım oranlarıyla karıştırıldıktan sonra, tarla kapasitesindeki su miktarı ağırlık esasına göre belirlenerek (Şekil 11), tarla kapasitesinin % 60' ı kadar su verilmiştir. Haftada bir kez karışımlar tartılarak eksilen miktarda su karışıma ilave edilmiştir. Verile su miktarı eşitlik (3.8) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$VSM = (TK \times 0,6) - MN \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

VSM= Verilen su miktarı (ml),

TK= Tarla kapasitesindeki nem miktarı (g),

MN=Toprakta mevcut nem (g), ifade eder.



Şekil 11. Topraklara eksilen miktarda su verilmesi

3.2.7. Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri

Denemede kullanılan üç farklı tekstüre sahip topraklarda, toprak tekstür analizi (toprak tane irilik dağılımı) analizi yapılmıştır. Toprak ve kompostun belirlenen oranlarda karıştırılarak elde edilen toprak-kompost karışımlarının inkubasyon sonrası belirlenen zamanlarda alınan örnekleride yapılan toprak fiziksel analizleri; agregat stabilitesi, kuru hacim ağırlığı, toplam porozite, tarla kapasitesi, hidrolik iletkenlik analizleridir. Yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Toprak Tekstürü

Toprak tane irilik dağılımı (toprak tekstürü) 2 mm' lik elekten elenmiş, bozulmuş toprak örneklerinde Bouyoucos tarafından belirtilen esaslara göre hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).

Agregat Stabilitesi

Agregat stabilitesi analizi, inkübasyon sonrası toprak-kompost karışımı örneklerin suya dayanımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Analiz için 1-2 mm arası çaptaki agregatlar elenerek ayrılmıştır. Nem içeriği belirlenen agregatlardan 4 g tartılarak ıslak eleme cihazının (Eijelkamp marka) 0,25 elek çapına sahip haznesine konulmuştur. Islak eleme öncesinde agregatların su ile hızlı teması halinde dağılmaması amacıyla örnek üzerine 20-25 kez ince partiküller halinde su püskürtülmüştür. Dakikada 35 devir ve 1,3 cm iniş-çıkış yüksekliğine sahip cihazda 4 dakika boyunca ıslak elemeye tabi tutulmuştur. Elek üstünde kalan kısım etüvde 24 saat 105 °C' de kurutulmuş ve tartılmıştır. Örneklerdeki kum miktarı, elek üstünde kalan ve kurutulan dayanıklı agregatların çeşme altında 0,25 mm' lik elek yardımıyla yıkanarak, elek üzerinde kalan kumun kurutulup tartılmasıyla belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986). Elde edilen ağırlıklar yardımıyla, aşağıdaki eşitlik (3.9) kullanılarak örneklerin agregat stabilitesi hesaplanmıştır.

$$AS = ((ms - a) / (ms - s)) * 100 \quad (3.9)$$

Eşitlikte;

AS: Agregat stabilitesi (%)

a: Cihazda ıslak eleme sonrası çıkan elek üstü kısmın kuru ağırlığı (g)

ms: Islak eleme öncesi agregatların fırın kuru ağırlığı (g)

s: Kum ağırlığı (g), ifade eder.

Agregat Ortalama Ağırlık Çapı

Topraklar, parçalayıcı herhangi bir kuvvet uygulamadan sadece el ile ayrıştırılarak 100 g hava kuru toprak tartılmıştır. Farklı çaplardaki elekler kullanılarak (6, 4, 2, 1, 0,5, 0,125 ve 0,163 mm), 250 dk/ devir de çalışan elek sarsıcı (Eijelkamp) yardımıyla 3 dakika boyunca eleme işlemi yapılmıştır. Her elek üstünde kalan agregatlar (büyüklüklerine göre) tartılarak, yüzde agregat dağılımı hesaplanmıştır (Kemper and Koch, 1966). Eşitlik (3.10) yardımıyla ortalama ağırlık çapı hesaplanmıştır.

$$MWD = \sum_{i=1}^n Xi.Wi \quad (3.10)$$

Eşitlikte;

MWD= Toprak agregatlarının ağırlıklı ortalama çapı (mm)

Xi=Elekt tarafından ayrılan i. agregatlarının herhangi bir parçacık boyut grubunun ortalama çapı (mm)

Wi=Analizi yapılan örneğin toplam kuru ağırlığının i. boyut grubundaki agregatlarının ağırlığı (g)

Kuru Hacim Ağırlığı

Toprakların kuru hacim ağırlığının belirlenmesi bozulmamış toprak örneklerinde Blake ve Hartge (1986) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Örnekleme yaparken daha küçük hacme sahip (12,88 cm³) silindir kullanılarak toprakların sıkışmasını önlemek amaçlanmıştır (Şekil 12). Örnek alınırken silindirin üstte kalan boşluğu ölçülerek birim hacimdeki toprak ağırlığı hesaplanmıştır. Alınan örnekler 105 °C’ de kurutulmuş ve eşitlik (3.11)’ e göre hesaplanmıştır.

$$KHA = \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{Ms}{Vt} \quad (3.11)$$

Eşitlikte;

KHA= Kuru Hacim Ağırlığı (g/cm³)

Ms= Toprak fırın kuru ağırlığı (g)

Vt= Toplam silindir hacmi (cm³)



Şekil 12. Kuru hacim ağırlığının belirlenmesi

Sature Koşullarda Su Tutma Kapasitesi, Tarla Kapasitesi ve Toplam Porozite

Örnekleme için belirlenen dönemlerde 100 cm^3 hacimdeki silindir yardımıyla alınan bozulmamış toprak örneği 2 kat tülbent geçirilip lastikle sabitlendikten sonra 2M KCl çözeltisi ile dolu kabın içerisine yerleştirilmiş (Şekil 13) ve buharlaşmayı önlemek amacı ile üzeri kapatılmıştır. Örnekler 48 saat saturasyona bırakılmıştır. Saturasyon sonrası örnekler suyun drenajı sağlanacak şekilde bir zemine konularak kısa sürede saturasyondaki nem miktarını belirlemek için tartılmıştır. Aynı koşulda 24 saat bekletilerek tekrar tartıldıktan sonra fırında 105°C 'de 24 saat kurutulup tekrar tartılmıştır. Su tutma kapasitesi tarla kapasitesi ve toplam porozite ağırlık hesabı ile sırasıyla eşitlik (3.12), (3.13), ve (3.14) yardımıyla belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986).



Şekil 13. Bozulmamış toprak örneklerinin alınması

$$STK = (Mw_1 - Ms) / Ms * 100 \quad (3.12)$$

$$TK = (Mw_2 - Ms) / Mw_2 * 100 \quad (3.13)$$

$$TP = (Mw_1 - Ms) / Vt \quad (3.14)$$

Eşitlikte:

STK= Sature koşullarda su tutma kapasitesi (%)

TK= Tarla Kapasitesindeki nem miktarı (%)

TP= Toplam porozite (cm³/cm³)

Mw₁= Saturasyondaki nem miktarı (g)

Mw₂= 24 saat sonraki nem miktarı (g)

Ms= Etüv kuru toprak (g)

Vt= Silindir hacmi (cm³)

Hidrolik İletkenlik

Sature hidrolik iletkenlik metoduna (Klute ve Dirksen, 1986) göre belirlenmiştir. Belirli bir hidrolik yük altında birim alandaki toprak gözeneklerinden birim zamanda geçen suyun ölçülmesi metoduna göre yapılmıştır. Bozulmamış toprak örneği alma silindirleri kullanılmıştır. Silindir, 5 cm yükseklik ve 5 cm çapındadır. Silindirin alt kısmına kaba filtre kağıdı yerleştirilmiş ve gözenekli kapaklar yardımıyla kapatılmıştır. Örnekler bir leğen içerisine yerleştirilerek silindirlerin üst seviye hizasına kadar 0,1 M kalsiyum klorür (CaCl_2) çözeltisi ile doldurulmuştur. Örnekler çözelti içerisinde 48 saat bekletilerek saturasyonu sağlanmıştır. Saturasyon sonrası silindirler Şekil 14’ de ki şekilde düzeneğe yerleştirilmiştir. Toprakların üst kısmından 2 saat boyunca sürekli su akışı sağlanarak bekletilmiştir. Sonrasında belirlenen sürelerde toprak sütunundan geçen su miktarı ölçülmüştür. Darcy yasasına göre sonuçlar hidrolik iletkenlik cm/s olarak eşitlik (3.15) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$P = \frac{Q}{T} * \frac{L}{A * H} \quad (3.15)$$

Eşitlikte;

P= Hız (cm/saniye)

Q: Birim zamanda toplanan su miktarı (ml)

T: Zaman (saniye)

L: Toprağın kalınlığı (cm)

A: Toprağın yüzey alanı (cm^2)

H: Hidrolik yükseklik (cm)



Şekil 14. Hidrolik iletkenlik analizi için kurulan düzenek

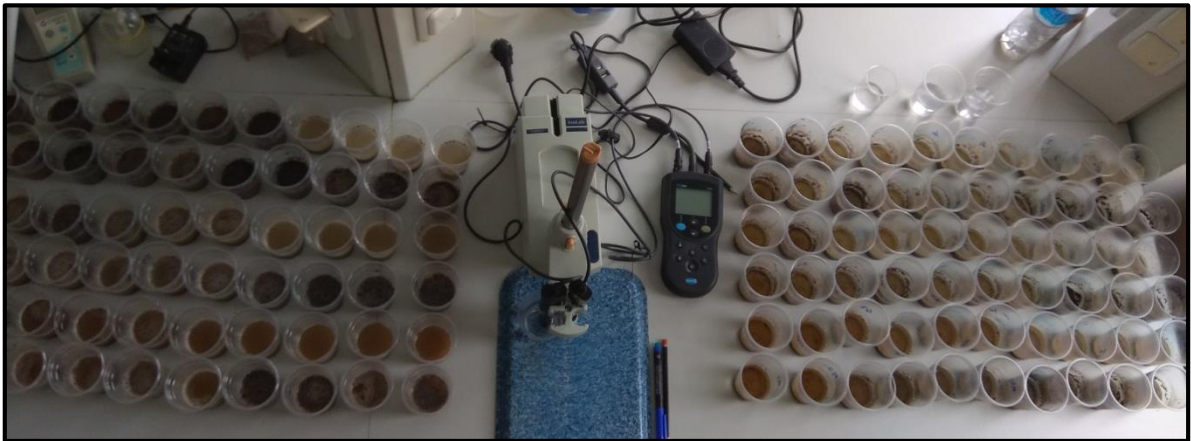
3.2.8. Toprak Kimyasal Analiz Yöntemleri

Toprak Reaksiyonu (pH) Analizi

Denemede kullanılan toprakların ve toprak-kompost karışımlarının inkübasyon sonrası alınan örneklerinde yapılan pH analizi, 1:2,5 toprak-su karışımında pH metre ile potansiyometrik olarak ölçülmüş (Black, 1965).

Elektriksel İletkenlik (EC) Analizi

Toprakların toplam tuz (EC) içerikleri 1:2,5 toprak-su karışımında, elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile EC metre yardımıyla (Şekil 15) belirlenmiştir (Richards, 1954).



Şekil 15. Toprak pH ve EC analizi işlemleri

Kalsiyum Karbonat (CaCO₃) Analizi

Toprak örneklerinin CaCO₃ (kireç) miktarı Scheibler kalsimetresi ile CO₂ hacminin ölçülmesi esasına göre yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Schlichting ve Blume, 1966). Bu yöntemle karbonatlı bileşiklerin hidroklorik asit (HCl) ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan CO₂ gazının hacmi tespit edilerek belirlenmiştir.

Toplam Azot (TN) ve Toplam Karbon (TC) Analizi

Toprak TN ve TC miktarı, kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) LECO Truspec 2000 CN elementel analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. 2 mm' lik elekten elenmiş 15–25 g toprak örneği havanda dövüldükten sonra 0,5 mm' lik elekten geçirilerek 2-3 saat 65 °C'de etüvde bekletilmiştir. Toprak örnekleri 0,1-0,2 g olacak şekilde kalay folyolar kullanılarak 0,0001 hassasiyete sahip terazi ile tartılmıştır. Örnekler 950 °C fırın sıcaklığında bulunan cihazda 390–420 saniyede analiz edilmiş ve sonuçlar yüzde (%) cinsinden verilmiştir.

İnkübasyon sonrası alınan örneklerde belirlenen TC (%) miktarı ve kuru hacim ağırlığı (g/cm³) sonuçlarına göre toprakta toplam karbon stoku (TCS) eşitlik (3.16) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TCS = ((10000 * 0,1 * KHA) * (TC) - (Kontrol)) \quad (3.16)$$

Eşitlikte;

TCS: Toplam Karbon Stoku (t karbon/ha toprak)

10000: 1 ha toprak (m²)

0,1: uygulama yapılan toprak derinliği (m)

KHA: kuru hacim ağırlığı (g/cm³)

TC: Toplam karbon (g karbon/kg toprak)

Kontrol: Uygulama yapılmayan toprak ağırlığı (t/ha)

3.2.9. İstatistik Analiz Yöntemleri

Tekstür, Uygulama ve Zaman'ın (X, Y, Z, ...) özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla Tesadüf Parselleri Deneme Tertibi'nde Faktöriyel Düzeninde Varyans Analizi Tekniği'nden yararlanılmıştır. Farklılığın hangi grup ya da alt gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla da Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler aşağıdaki istatistiksel model kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışmada kullanılan istatistiksel model,

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \epsilon_{ijkl} \quad (3.16)$$

Burada,

Y_{ijkl} : i. Tekstür, j. Uygulama ve k. Zaman'daki l. deney ünitesine ilişkin gözlem değerini,

μ : Genel ortalamayı,

α_i : i. Tekstür'ün etkisini (i=1, 2 ve 3),

β_j : j. Uygulama'nın etkisini (j=1, 2,..., 5),

γ_k : k. Zamanın etkisini (k=1, 2, ..., 10),

$\alpha\beta_{ij}$: i. Tekstür ve j. Uygulama'nın birlikte etkisini,

$\alpha\gamma_{ik}$: i. Tekstür ve k. Zaman'ın birlikte etkisini,

$\beta\gamma_{jk}$: j. Uygulama ve k. Zaman'ın birlikte etkisini,

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$: i. Tekstür, j. Uygulama ve k. Zaman'ın birlikte etkisini,

ϵ_{ijkl} : Tesadüfi hata terimini gösterir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

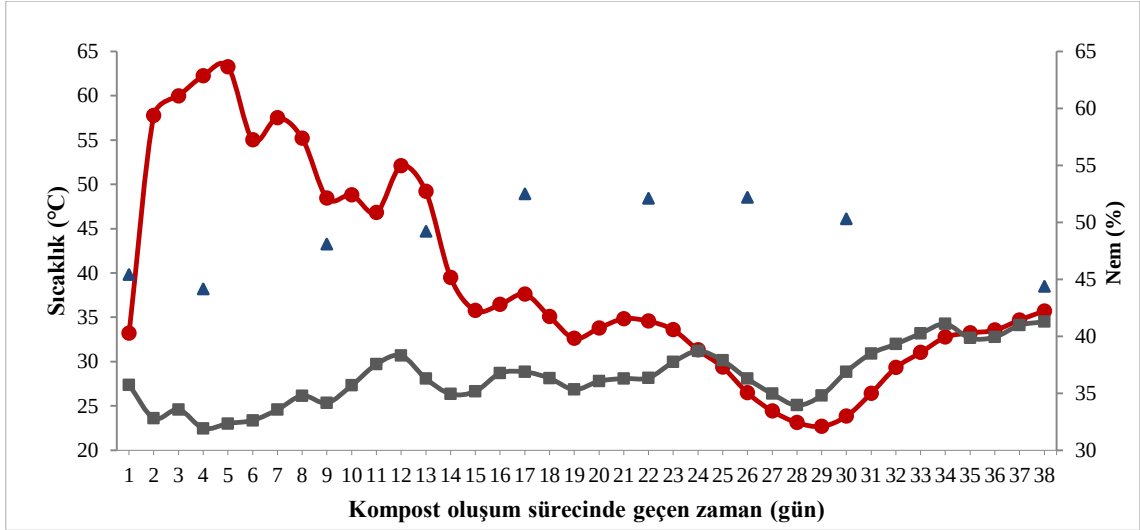
4.1. Kompost Oluşum Aşaması İle ilgili Bulgular

4.1.1. Pirina Kompostunun Oluşum Aşamasında Değişiminin Belirlenmesi

Pirina kompostu üretimi ve sıcaklık takibi 23.05.2017 tarihinde başlamış, 29.06.2017 tarihinde sonlandırılmıştır (38 gün). Kompost üretiminde ana materyal olarak pirina, yardımcı materyal olarak ise hayvan gübresi kullanılmıştır. Karışım % 50 hayvan gübresi, % 50 pirina olarak hazırlanmış ve nem düzeyi ortalama % 45 düzeyinde tutulmuştur. Materyaller tam otomatik kompost üretim reaktörlerine aktarıldıktan sonra, reaktörler üzerinde bulunan K tipi ısıl çift yardımıyla yarım saat aralıklarla reaktör iç (kompost) sıcaklığı ve ortam sıcaklığı ölçülerek kaydedilmiştir. Kompost içindeki sıcaklık değişimi Şekil 16’ da gösterilmiştir. Kompost yapılırken karışım 4 veya 5 günde bir karıştırılıp, nemi % 45-60 olacak şekilde nemlendirilmiştir. Her karıştırmada örnekleme yapılmıştır (1, 4, 9, 13, 17, 22, 26, 30 ve 38. günler). Alınan örneklerde kompostun bazı özelliklerindeki değişimi belirlemek ve kompostun olgunluğunu anlamak için analizler yapılmıştır.

Pirina Kompostunun Sıcaklık ve Nem Değişimi

Sıcaklık, kompostun oluşum sürecini izlemek için önemli bir parametre olarak kabul edilmiştir. Oksijenli koşullarda (aerobik) metabolizma ısı üretir, bu da mikrobiyal popülasyonda değişikliklere ve kompostun ayrışması için önemli sıcaklık artışlarına neden olmaktadır (Hu ve diğerleri, 2009). Farklı fazlardaki sıcaklık etkisi, patojenleri ve zararlı organizmaları yok ederek hijyeni sağlar, aynı zamanda mikroorganizma faaliyetlerini artmasını sağlayarak kompostun kimyasal özelliklerini de etkiler (Antizar- Ladislao ve diğerleri 2005; Namkoong ve diğerleri, 2002). Geleneksel aerobik kompostlama işlemi, sıcaklık ile tanımlanan dört ana mikrobiyolojik fazdan oluşur; mezofilik (30-45 °C), termofilik (45-70 °C), soğuma ve olgunlaşma fazlarıdır (Antizar- Ladislao ve diğerleri, 2005).



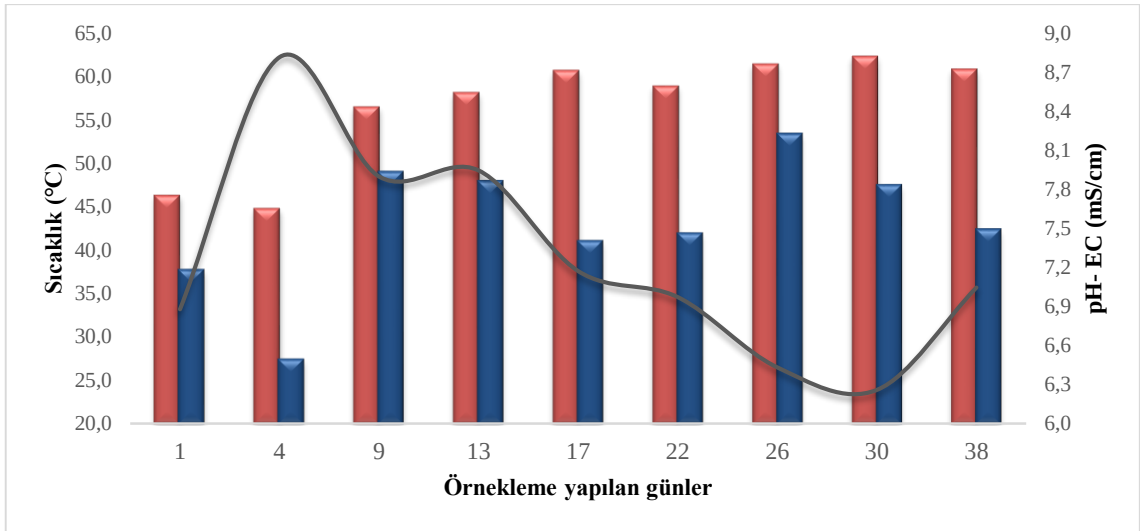
Şekil 16. Pirina kompostu oluşum sürecinde ortalama reaktör iç sıcaklığı (●), ortalama ortam sıcaklığı (■) ve nem (▲) değerleri.

Pirina kompostun oluşum sürecinde 38 gün boyunca sıcaklık takibi yapılmıştır. Reaktör iç sıcaklığı ikinci günde 57,8 °C'ye ulaşmıştır ve 12 gün boyunca termofilik fazda kalmıştır. Patojen ve mikroorganizmalardan arınmayı sağlayan (Cekmecelioglu, Demirci, Graves ve Davitt, 2005; Gea, Artola, Sort ve Sánchez 2005) 55 °C ve üzeri sıcaklıkta 7 gün kalmıştır. Sıcaklığın en yüksek seviyeye ulaşması (63,3 °C) 5. günde olmuştur. Mezofilik evrede olduğu zaman 14. günden 24. güne kadar devam etmiştir. Soğuma evresi yani ortam sıcaklığıyla aynı seviyede devam etmesi 24. günden sonra olmuştur (Şekil 16).

Nem içeriğinin enzim aktiviteleri ve kompostlama sürecinin mikrobiyal solunumu üzerinde önemli etkilerinin olduğu Margesin, Cimadom ve Schinner (2006) tarafından bildirilmiştir. Yüksek mikrobiyal aktivite için genellikle % 50 civarı nem içeriği gereklidir (Liang ve diğerleri, 2003). Pirina kompostu olgunlaşma sürecinde nem miktarı % 44 ile % 53 arasında değişmektedir. En yüksek nem içeriği (% 53) mezofilik evre başlangıcında görülmüştür.

Pirina Kompostunun Elektiksel İletkenlik (EC) ve pH Değişimi

Kompost oluşum aşamasında 4 veya 5 günde bir karıştırılıp, nemi % 45- 60 olacak şekilde su ilave edilmiştir. Her karıştırmada örnekleme yapılmıştır (1, 4, 9, 13, 17, 22, 26, 30 ve 38. günler). Pirina kompostunun pH ve EC değişim grafiği Şekil 17' de gösterilmiştir.



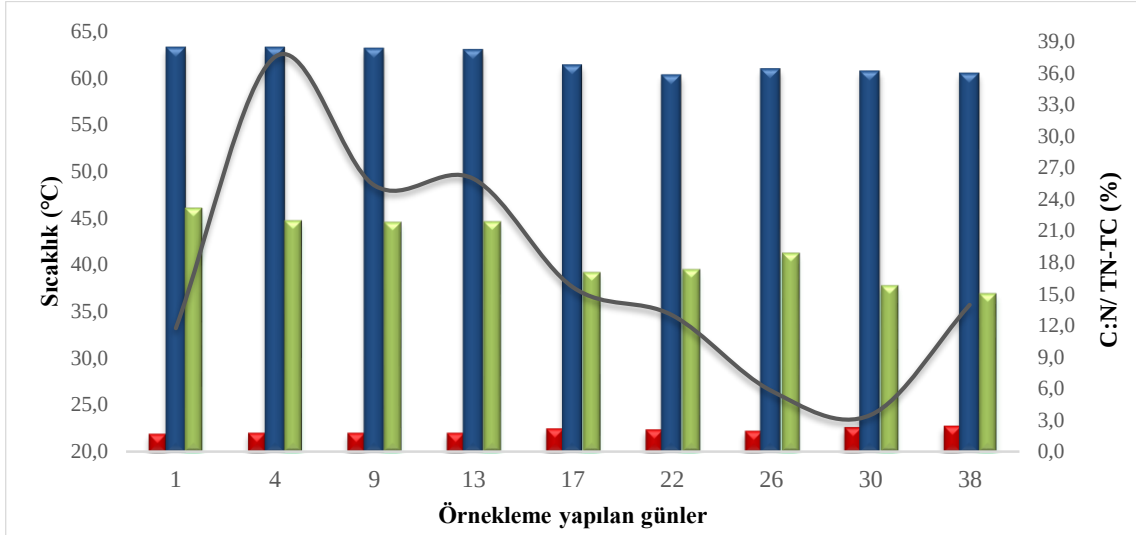
Şekil 17. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), pH (■) ve EC (■) değerleri.

Kompost karışımı başlangıçta (1. gün) 7,75 pH değerine sahiptir. Sıcaklığın en yüksek olduğu dönemde (2 ve 8. günler arası) pH değeri düşüş göstermiştir. Sıcaklığın azalmasıyla birlikte pH değeri 7,7 den 8,4' e hızla yükselmiştir. Kompostun mezofilik fazda (30-45 °C) olduğu süreçte, pH artışı daha yavaş olarak gözlemlenmiştir. Rich ve Bharti (2015), kompost oluşum sürecinde pH' nın 6,7-9,0 aralığında olmasının mikrobiyal aktiviteyi desteklediğini bildirmiştir. Kompost EC değeri başlangıçta 7,18 $\mu\text{S/cm}$ iken 4. günde alınan örnekte 6,49 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur, sıcaklığın artması ile birlikte EC değeri düşmüştür. Daha sonra hızla artmış ve oluşum sürecinde artış azalışlarla devam etmiştir (Şekil 17). Huang, Wong, Wu ve Nagar (2004)' e göre, kompostun oluşumu sırasında EC konsantrasyonunun artması, organik maddenin dönüşümü ile mineral tuzlarının oluşumu sonucu meydana gelmektedir.

Pirina Kompostunun Toplam Azot (TN) ve Toplam Karbon (TC) Değişimi

Kompostun oluşum sürecinde alınan örneklerde toplam azot (TN), toplam karbon (TC) ve karbon azot oranı (C:N) değişim grafiği Şekil 18' de gösterilmiştir. Pirina kompostunun oluşum aşamasında toplam azot (TN) miktarı 1. günde % 1,66 ve 17. günde % 2,15' dir. Sıcaklığın 45 °C' nin altına düşmesiyle TN miktarı artmıştır. Toplam azot miktarı % 43 artarak 38. günde % 2,38' e ulaşmıştır. Toplam karbon (TC) miktarı ise, toplam azot miktarının tam tersi yönünde sıcaklığın azalması ile birlikte azalmıştır. (Şekil 18). Başlangıçta % 38,3 olan toplam karbon miktarı % 6,3 azalarak, örnek alınan son günde % 35,9' a düşmüştür. Kompost oluşum sürecinde karbonun CO_2 olarak ortamdan uzaklaştığı Barrington, Choinière, Trigui ve Knight (2002) tarafından bildirilmiştir. Kompostun başlangıç C:N oranı 23,1' dir. Kompostun olgunlaşmasıyla birlikte azalarak 38. Günde 15,1

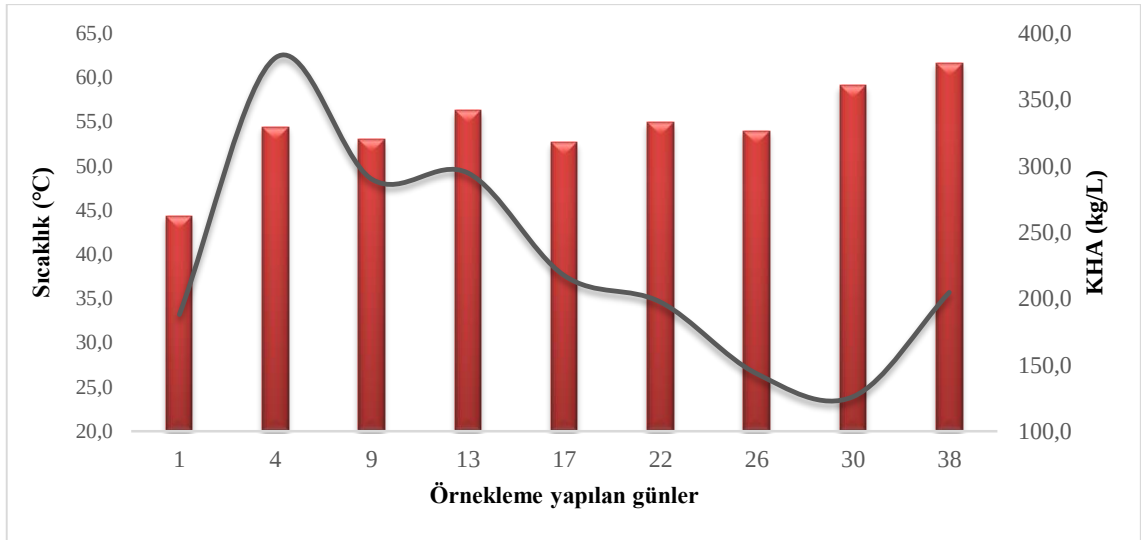
olarak belirlenmiştir. C:N oranı ilk örnekleme zamanından son örnekleme zamanına kadar % 35 azalmıştır. Sonuçlar, Michailides ve diğerleri (2011) ve Cayuela ve diğerleri (2010)'nin yaptıkları çalışma sonuçlarıyla uyumaktadır.



Şekil 18. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), TN (■), TC (■) ve C:N (■) değerleri

Pirina Kompostunun Kuru Hacim Ağırlığı Miktarı Değişimi

Kompost kuru hacim ağırlığı (KHA) birim hacimde kompost ağırlığı (kg/L) olarak belirlenmiştir. Pirina kompostunun oluşum aşamasında ayrışmanın artması ile birlikte KHA artmıştır. Kompost oluşum sürecinde 1. gün KHA değeri 262,25 kg/L' dir. Kompostun olgunlaşması ile birlikte % 44,01 artarak 38. günde 377,669 kg/L değerine ulaşmıştır (Şekil 19). Kompostun oluşum süreci sonunda KHA' nın arttığı Huerta-Pujol, Soliva, Martínez-Farré, Valero ve López (2010) tarafından da bildirilmiştir. Khater (2015) yaptığı çalışmada olgun kompost KHA değerinin 420- 655 kg/m³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Cayuela ve diğerleri (2004), pirina ve koyun gübresini farklı oranlarda karıştırarak yaptıkları kompostların KHA değerlerinin 327-400 kg/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



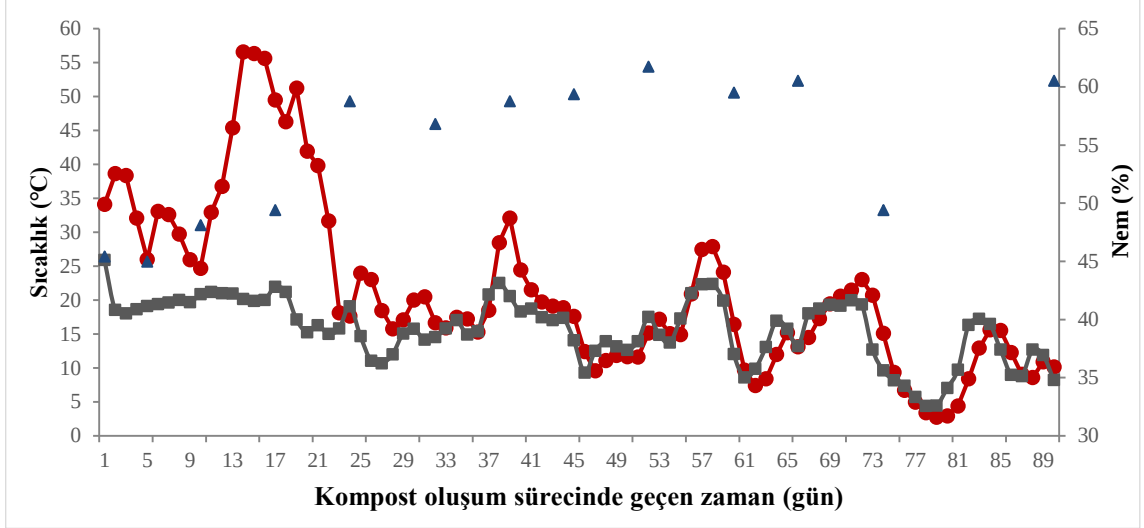
Şekil 19. Pirina kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), kuru hacim ağırlığı (■) değerleri

4.1.2. Bağ Budama Atığı Kompostunun Oluşum Aşamasında Değişimin Belirlenmesi

Bağ budama atığı kompostu (BBAK) üretimi 07.10.2017 tarihinde başlayıp, 19.12.2017 tarihinde sonlanmıştır. Karışım % 20 hayvan gübresi, % 80 bağ budama atığı olarak hazırlanmıştır. Nemi % 45 olacak şekilde su ilave edilmiştir. Materyaller tam otomatik kompost üretim reaktörlerine aktarıldıktan sonra, reaktörler üzerinde bulunan K tipi ısı çift yardımıyla yarım saat aralıklarla reaktör iç sıcaklığı ve ortam sıcaklığı ölçülerek kaydedilmiştir. Kompostun oluşum sürecinde sıcaklığı 90 gün boyunca takip edilmiştir. Başlangıçta 5 günde bir, daha sonra 7 günde bir kompost nemi % 45-60 olacak şekilde nemlendirilip karıştırılmıştır. Her karıştırma işleminde örnek alınarak analizleri yapılmıştır. Örneklem yapilan günler, 1, 5, 10, 17, 24, 32, 39, 45, 52, 60, 66, 74' tür.

Bağ Budama Atığı Kompostunun Sıcaklık Değişimi

Kompost oluşum sürecinde sıcaklık değişimi, materyallerin organik ayrışma oranını gösterir ve mikrobiyal ayrışmayı destekleyen ideal koşulların oluştuğuna dair yeterli gerçek zamanlı bir gösterge sağlar (Hassen ve diğerleri, 2001; Said-Pullicino, Erriquens, Gigliotti, 2007). BBAK' nun sıcaklık ve nem değişimi Şekil 19' da gösterilmiştir.

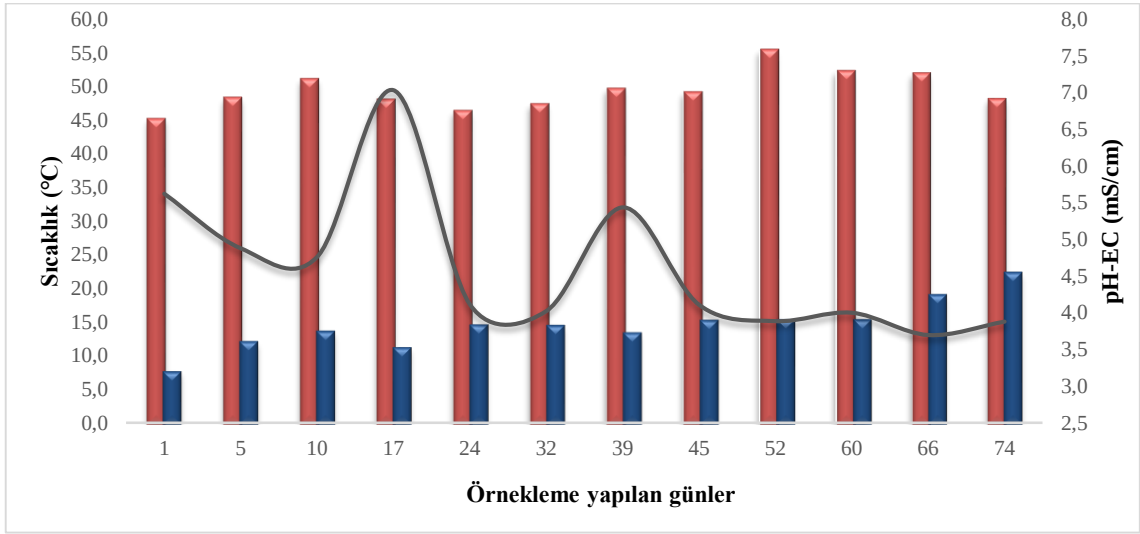


Şekil 20. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde ortalama reaktör iç sıcaklığı (●), ortalama ortam sıcaklığı (■) ve nem (▲) değerleri.

Bağ budama atığı kompostunun ilk karıştırma gününden sonraki iki günde sıcaklığı hızla yükselmiştir ve ortam sıcaklığı ile arasında yaklaşık 20 °C fark açığa çıkmıştır. Bu durum Bustamante ve diğerleri (2013) tarafından bildirilmiştir. Oluşum sürecinde kompost, ilk 12 günü 45 °C' nin altında geçirmiş ve 13. günde sıcaklık ortalaması 45,4 °C' ye yükselerek termofilik faza geçmiştir ve 7 gün termofilik fazda kalmıştır. Sıcaklık ortalamasının 56,6, 56,3 ve 55,6 °C olduğu günler sırasıyla 14, 15 ve 16. günlerdir. Sıcaklığın 55 °C' nin üzerine çıkması ile kompostun parazitler ve patojenlerden arınması, yüksek düzeyde hijyen koşullarının sağlanması (Ravindran ve Sekaran, 2010) ve bu sıcaklıkta 3 gün kalması sonucu yabancı ot tohumlarından da arınmış materyal elde edilmesi (Zhang ve Sun, 2014) sağlanmış olmaktadır. Mezofilik faza geçişi 20. günde 41,9 °C sıcaklık ile başlamış ve 3 gün sürmüştür. Başlangıç ve termofilik faz sonrası olmak üzere 13 gün mezofilik fazda kalmıştır. Kompost oluşum süreci boyunca nem miktarı % 45 ile % 62 arasında değişmektedir. Bu süreçte kompost neminin % 50-60 civarı olması gerektiği Lim, Lee ve Wu (2016) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca uygun nem koşulları, mikrobiyal aktiviteyi optimize ederek sıcaklığın artmasını sağlar ve kompost olgunlaşması için gereken süreyi kısaltır (Iqbal, Nadeem, Sherazi ve Khan, 2015).

Bağ Budama Atığı Kompostunun Elektiksel İletkenlik (EC) ve pH Değişimi

Bağ budama atığı kompostu başlangıçta 5 günde bir, daha sonra 7 günde bir kompost nemi % 45- 60 olacak şekilde nemlendirilip karıştırılmıştır. Her karıştırma işleminde örnek alınmıştır. Alınan örneklerde yapılan analizler yapılmıştır. BBAK' nun oluşum sürecinde sıcaklıkla birlikte pH ve EC' nin değişim grafiği Şekil 21' de gösterilmiştir.

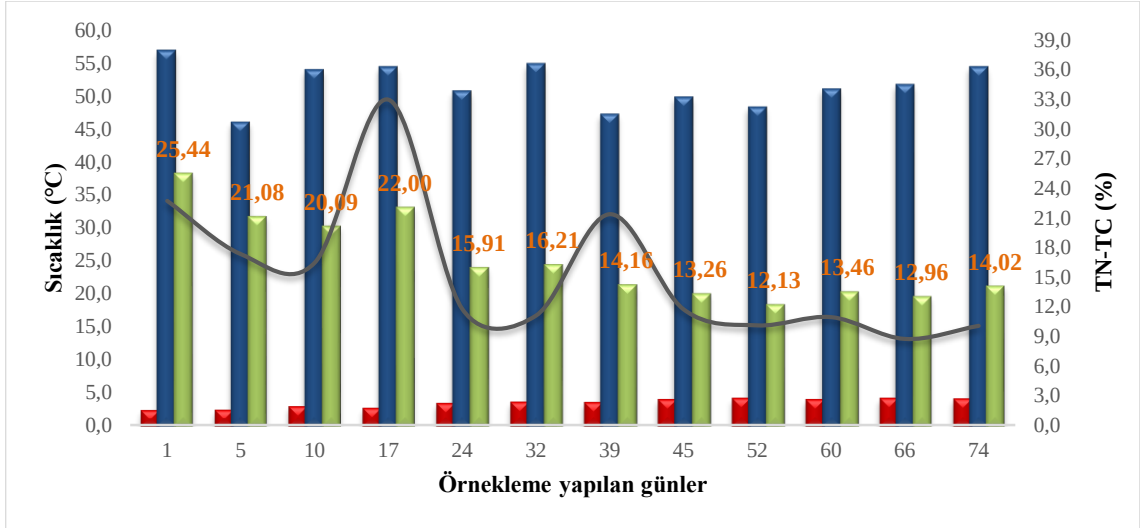


Şekil 21. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), pH (■) ve EC (■) değerleri.

Bağ budama atığı kompostunun oluşum sürecinde pH değeri sıcaklığın artmasıyla birlikte ilk 10 günde yükselmeye devam etmiştir. 1. gün 6,63 olan değer 10. günde 7,17 olarak ölçülmüştür. Kompost oluşum süreçlerinden biri olan termofilik fazdan çıktığında pH değeri düşmüş ve sıcaklık dalgalanmalarıyla değişmeye devam etmiştir. Bu değişimin biyolojik aktivitenin bir göstergesi olduğu Turan (2008) tarafından bildirilmiştir. pH değerinin en yüksek olduğu 52. günde amonyum miktarı da (Şekil 23) artmıştır. Biyolojik ayrışmanın artmasıyla amonyum (NH_4^+) salınımının arttığı ve bu bileşiklerin bir alkali görevi görerek kompost pH'ının genellikle yükselmesine neden olduğu Wichuk ve McCartney (2010) tarafından bildirilmiştir. Kompostun 74. günde ölçülen pH değeri 6,90 olarak bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik (EC) ise, pH değeri ile paralel olarak 10. güne kadar artmıştır. Birinci gün 3,19 $\mu\text{S/cm}$ olan değer 10. günde 3,74 $\mu\text{S/cm}$ 'ye yükselmiştir ve termofilik fazda düşmüştür. Kompostun olgunlaşmasıyla birlikte EC değeri artmış ve 74. günde ölçülen değer 4,54 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 21)

Bağ Budama Atığı Kompostunun Toplam Azot (TN) ve Toplam Karbon (TC) Miktarının Değişimi

Kompostun oluşum sürecinde alınan örneklerde, toplam azot ve toplam karbon analizleri yapılmıştır. TN, TC ve C:N değişimini gösteren grafik Şekil 22' de verilmiştir.

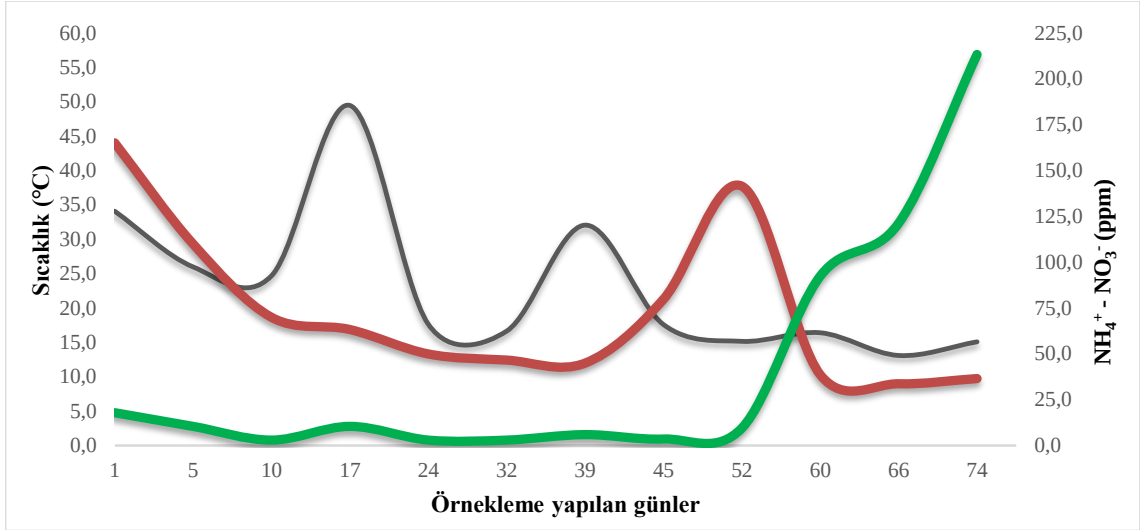


Şekil 22. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), TN (■), TC (■) ve C:N (■) değerleri

BBAK' nun oluşum aşamasında toplam azot (TN) miktarı 1. günde % 1,40 olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın 45 °C' nin altına düşmesiyle (24. gün) TN miktarı % 50 artmış ve % 2,1' e ulaşmıştır. Son örnek alınan zamanda ilk güne göre % 84 artmıştır (Şekil 21). Toplam karbon (TC) miktarı ise, 1. gün % 37,84 olarak belirlenmiş ve kompostun olgunlaşması ile birlikte en son değer % 36,18 olarak belirlenmiştir. Başlangıçta 25,4 olan C:N oranı sıcaklığın artması ile birlikte azalmaya devam etmiştir. Sıcaklığın azalması ve mezofilik faza geçiş sonrası C:N oranı % 37 oranında azalarak 15,9 değerine ulaşmıştır. Kompostun oluşum sürecinde karbon kaybı ile birlikte azot içeriğindeki artış nedeniyle (Liu ve diğerleri, 2011) son örnekleme zamanında C:N oranı ilk güne göre % 45 azalarak 14,02 değerine ulaşmıştır. Bustamente ve diğerleri (2013), sürgün budama atıklarını karbon kaynağı olarak kullanarak ürettikleri kompostun oluşum sürecinde C:N oranının değişimi ile ilgili benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bağ Budama Atığı Kompostunun Amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve Nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) Konsantrasyonu Değişimi

Bağ budama atığı kompostunun oluşum sürecinde amonyum ne nitrat azotu değişimini gösteren grafik Şekil 23' de verilmiştir.

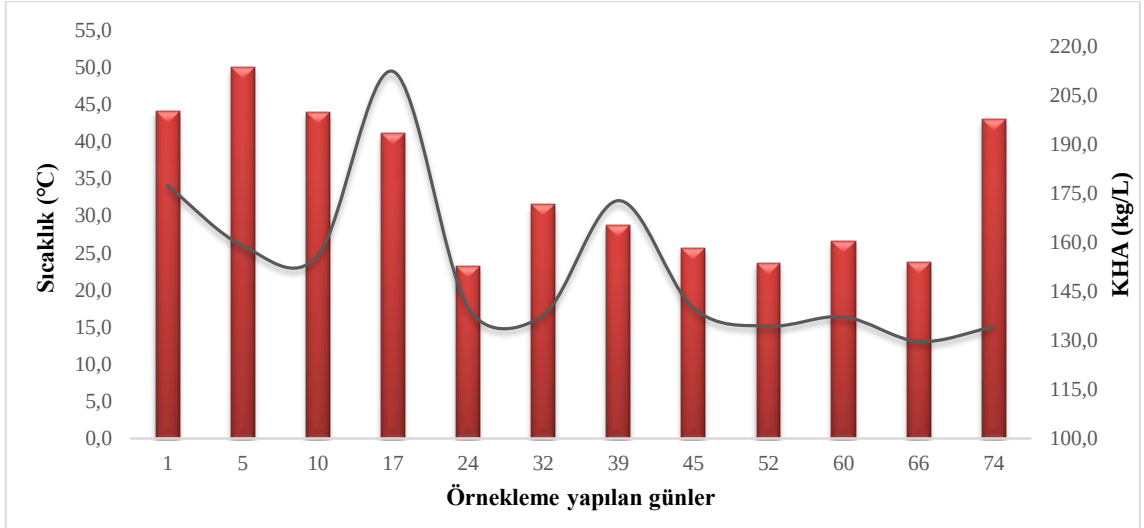


Şekil 23. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), NH₄⁺-N (—), NO₃⁻-N (—) değerleri

Kompostun oluşum sürecinde ilk yapılan örneklemede amonyum miktarı 165,2 ppm olarak belirlenmiştir. Kompost sıcaklığının artması, ayrışmanın artması ile birlikte azalarak son alınan örnekte (74. gün) 36,6 ppm olarak ölçülmüştür. Nitrat miktarı ise, ilk gün 17,9 ppm olarak ölçülmüş ve ayrışma ile artarak 213,4 ppm'e ulaşmıştır. NH₄⁺-N konsantrasyonunun kompostlama işlemi sırasında pH'ının artması sonucu NO₃⁻-N'e dönüşmesi ile NO₃⁻-N konsantrasyonunun artmasını sağladığı veya NH₃ olarak uçucu hale gelmesi nedeniyle azaldığı Benito ve diğerleri (2003) tarafından bildirilmiştir.

Bağ Budama Atığı Kompostunun Kuru Hacim Ağırlığı Miktarı Değişimi

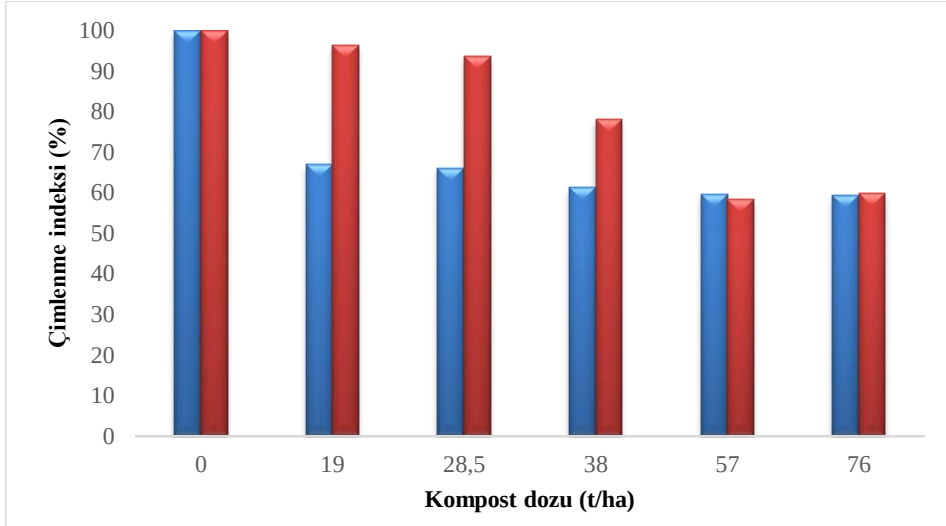
Bağ budama atığı kompostunun kuru hacim ağırlığı (KHA) sıcaklığın artması ile birlikte azalmıştır ve olgunlaşma ile birlikte artış azalışlar devam etmiştir (Şekil 24). Oluşum sürecinde en son örnek alınan (74. gün) günde KHA değerinin 197,9 kg/L olduğu belirlenmiştir. Breitenbeck ve Schellinger (2004), kompost oluşumu sırasında organik maddenin ayrışmasına bağlı olarak kompost hacminin azalmasının, sadece ağırlık kaybı değil, aynı zamanda organik bileşenlerin yapısının bozulması sonucu daha küçük parçacıklara ayrışmasına da bağlı olabileceğini belirtmiştir. Kompost yapımında kullanılan materyalin kuru hacim ağırlığı olgun kompostun KHA değerini etkilemektedir (Chang ve diğerleri, 2019). Bu çalışmada da kuru hacim ağırlığı oldukça az olan bağ budama atıklarının kompost karışımı içindeki oranı % 80'dir. Bu nedenle KHA düşük kompost elde edilmiştir. Tiquia, Wan ve Tam (2002), budama atıkları kullanılarak üretilen kompostun sıcaklığın artması ile birlikte azaldığını ve kompostun olgunlaşması ile birlikte arttığını bildirmiştir ve bu çalışma sonucunu desteklemektedir.



Şekil 24. Bağ budama atığı kompostu oluşum sürecinde sıcaklık (—), KHA (■) değerleri

4.2. Pirina Kompostu ve Bağ Budama Atığı Kompostunun Olgunlaştıktan Sonraki Özellikleri

Kompost kalitesi, tek bir parametre ile belirlenemez (Bernal ve diğerleri, 2009). Kompost stabilitesini değerlendirmek için farklı yazarlar tarafından (Jimenez ve Garcia, 1992, Bernal ve diğerleri, 1998, Benito ve diğerleri, 2003, Ko ve diğerleri, 2008) bazı parametreler önerilmiştir. Bunlar; sıcaklık, organik madde kaybı, C/N oranı, katyon değişim kapasitesi, nem miktarı ve tohum çimlenme indeksi gibi çeşitli parametrelerdir. Her iki kompostun olgunlaşma sürecinde sıcaklık takibi, nemlendirme ve karıştırma işlemleri yapılmıştır. Kompostun sıcaklığı ortam sıcaklığı ile paralel değerler göstermeye bir süre devam ettikten sonra kompostlar reaktörlerden boşaltılarak beton zemin üzerinde, uygun koşullarda yığın halinde üzeri file örtü ile örtülerek bir süre (yaklaşık 2 ay) daha bekletilmiştir. Poşet testi (koku) ve çimlenme testi (Şekil 25) yapıldıktan sonra olgunlaştığı anlaşılmıştır. Pirina kompostu ve bağ budama atığı kompostunun çimlenme indeksi (%) Şekil 25’ te gösterilmiştir. Olgun kompostta pH (asitlik, bazlık), tuzluluk (EC), toplam fenol, toplam azot (TN), toplam karbon (TC), amonyum (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), katyon değişim kapasitesi (KDK), analizleri yapılmıştır. Her iki kompostun kimyasal analiz sonuçları Tablo 7’ de verilmiştir.



Şekil 25. Pirina (■) ve bağ budama atığı kompostlarının (■) çimlenme indeksi değerleri

Her iki kompostun poşet testi sonuçlarına göre, amonyak kokusu yoktur ve toprak, humus benzeri maddeler gibi kokmaktadır. BBA kompostunun rengi kahverengi ve PK' nın rengi koyu kahverengi olarak belirlenmiştir. Çimlenme testi sonuçlarına (Şekil 25) göre PK' nun çimlenme indeksi (kontrol ile kıyaslanması sonucu) uygulamaların değişen dozları olan 19, 28,5, 38, 57, 76 ton kompost/hektar toprak oranına göre sırasıyla, % 67,0, % 66,0, % 61,4, % 59,7, % 59,4 olarak değişmiştir. BBAK' nın çimlenme indeksi ise sırasıyla; % 96,4, % 93,6, % 78,1, % 58,4 % 59,8 olarak değişmiştir. Tiquia ve diğerleri (1996), olgun kompostun çimlenme indeksinin % 80 üzerinde olduğunu, Antil, Raj, Narwal, Singh (2013) ise, % 70 ve üzeri olduğunu bildirmişlerdir. Gigliotti ve diğerleri (2012), tuzluluğun fazla olduğu kompostta çimlenme indeksinin % 66 olduğunu, Albuquerque ve diğerleri (2004), tuzluluğun tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabileceğini, ancak çeşitli bitki türlerinin tuzluluğa tepkisi önemli ölçüde farklılık gösterebileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, her iki kompostta da artan kompost dozlarına göre çimlenme indeksi azalmıştır.

Tablo 7

Bağ budama atığı kompostu ve pirina kompostunun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Bağ Budama Atığı Kompostu	Pirina Kompostu
pH (1:10)	6.82	8.04
EC (1:10 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	4.81	5.95
Toplam Fenol (GAE mg/g kuru madde)	1.99	3.09
TN (%)	2.89	1.77
TC (%)	33.86	36.55
C:N	11.72	20.69
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (ppm)	31.96	1.49
$\text{NO}_3^-\text{-N}$ (ppm)	274.31	17.44
$\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{NO}_3^-\text{-N}$	0.12	0.09
KDK (cmol/kg)	51.66	35.11
KMK (%)	31.93	19.15

Bağ budama atığı kompostunun ve pirina kompostunun pH değerleri sırasıyla 6,82 ve 8,04' tür (Tablo 7). Kavdir, Y. İlay, Camci Cetin, Buyukcan ve Kavdir, I. (2020), pirina kompostunun 7,90 pH değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir, bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Teutscherova ve diğerleri (2017), % 60-70 odunsu materyal kullanarak ürettikleri kompostun olgun koşullardaki pH değerini 8,20 olduğunu, Benito ve diğerleri (2003), budama atığı kompostunun olgunlaştıktan sonra da birkaç ay içinde pH değerinin 7,5 ile 8,1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hachicha ve diğerleri (2009), olgun kompostun pH aralığının 6,0 ve 8,5 olabileceğini ve bununla birlikte Boulter-Bitzer, Trevors ve Boland (2006) yapılan çalışmalarında test edilen pH değeri tüm materyaller için tutarlı olmadığından, stabilite veya olgunluğu belirlemek için pH aralığı belirlemenin doğru olmadığı söylemiştir.

Elektriksel iletkenlik (EC), kompostun kalitesini yansıtan parametrelerdendir ve kompostun toplam tuz içeriğini gösterir (Awasthi ve diğerleri, 2014). Bu çalışmada, BBAK ve PK' da sırasıyla EC değeri 4,81 ve 5,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Birçok araştırmacıya göre (Awasthi ve diğerleri, 2014; Karak ve diğerleri, 2013; Chowdhury ve diğerleri, 2015) toprağa ilave edilecek kompostun toplam tuz içeriği 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ' den düşük olmalıdır. Bununla birlikte, Ofosu-Budu ve diğerleri (2010) farklı tarımsal atıklardan elde ettikleri kompostların EC değerinin 4,25- 10,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiğini ve tarımda kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yüksek EC değeri (>4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) daha fazla çözünabilir tuzların varlığını ifade eder ve bu durum bitki büyümesini olumsuz etkilemektedir; düşük çimlenme oranı, bitki

gelişiminin sınırlandırılması gibi (Wong ve diğerleri, 2001; Yang, Li, Shi, Wang, 2015). Düşük EC değerine sahip kompost doğrudan kullanılabilirken, yüksek EC'ye sahip kompost, ürün yetiştirmek için kullanılmadan önce toprakla veya düşük EC değerine sahip diğer malzemelerle karıştırılarak kullanılabilir (Awasthi ve diğerleri, 2014). Chan, Selvam ve Wong (2016) yaptıkları çalışmada, olgun kompostun EC değeri 6,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken inorganik materyal olan zeolit ile % 5 ve % 10 oranında karıştırılan kompostun EC değerlerinin sırasıyla 3,23 ve 2,82 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek tuz içeren kompostun toprağa daha düşük miktarlarda uygulanması gerektiği Hu ve diğ. (2009) tarafından bildirilmiştir.

Pirinanın fazla miktarda yağ ve fenol içermesi antimikrobiyal ve fitotoksik etkilere neden olmaktadır (Linares, Caba, Ligerio, de la Rubia ve Martínez, 2003). Ayrıca, fazla miktarda fenolik asitler ve uçucu yağ asitleri gibi fitotoksik maddelerin varlığı kompostun olgunlaşmadığını gösterebilir (Kirchmann ve Widen, 1994). Bu çalışmada, pirina kompostunun toplam fenol miktarı 3,09 ve bağ budama atığı kompostunun 1,99 GAE mg/g kuru maddedir. Albuquerque, Gonzálvez, García ve Cegarra (2006) yaptıkları çalışmada, pirina kompostunun başlangıç fenol miktarının 5,7 g/kg ve olgun kompostta ise 2,2 g/kg olduğunu bildirmişlerdir. Cascant ve diğerleri (2016), tarımsal atıklardan üretilen farklı kompostların toplam fenol içeriğinin 0,48 ve 4,83 GAE mg/g kuru madde aralığında olduğunu bildirmiştir.

Bağ budama atığı kompostunun toplam azot (TN) miktarı % 2,89, toplam karbon (TC) miktarı % 33,86 ve C:N oranı 11,72' dir. Pirina kompostunun ise, TN, TC ve C:N oranı sırasıyla, % 1,77, % 36,55 ve 20,69' dur (Tablo 5). Bernal ve diğerleri (1998) kompost C:N oranının 12' den küçük olması gerektiğini bildirmiştir. Birçok araştırmacı (Wong ve diğerleri, 2001; Domeizel, Khalil ve Prudent, 2004; Jimenez ve Garcia, 1992) 20' den daha düşük bir C:N oranının olgunluğu belirtmek için değerlendirilebileceğini fakat bir olgunluk göstergesi olarak kullanılamaması gerektiğini öne sürmektedir. Benito ve diğerleri (2006) ürettikleri budama atığı kompostlarının (% 60-70 odunsu materyal içeren) C:N oranları 22,5 ile 48,4 arasında değiştiğini bildirmiştir. C:N oranının olgun kompostta 20 den küçük olması gerektiği ancak, budama atığı, yüksek miktarda C içeren odunsu materyal olduğu için 30 civarında olmasının kabul edilebileceğini söylemektedir.

Kompost olgunluğunu belirlemek için nitrifikasyon indeksinin ($\text{NH}_4^+-\text{N}/\text{NO}_3^--\text{N}$) kullanılması gerektiği birçok araştırmacı tarafından (Zhang ve Sun, 2014; Rashad, Saleh ve Moselhy, 2010) bildirilmiştir. BBAK amonyum miktarı (NH_4^+-N) ve nitrat miktarı (NO_3^--N) sırasıyla 31,96 ve 274,31 ppm, PK' da ise sırasıyla 1,49 ve 17,44 ppm' dir. Nitrifikasyon indeksi ise, BBAK' da 0,12 ve PK' da 0,09 olarak belirlenmiştir. Kompost 400 ppm' den az

amonyum içerdiğinde olgun kompost olduğu söylenebilir (Huang ve diğerleri, 2004). Juárez ve diğerleri (2015), Bernal ve diğerleri (1998) kompostun nitrifikasyon indeksi için eşik değerin 0,16 olarak kabul etmişlerdir.

Kasyon değişim kapasitesi (KDK) değeri BBAK' da 51,66 cmol/kg ve PK' da 35,11 cmol/kg olarak belirlenmiştir. Morales-Corts ve diğerleri (2014), yaptıkları çalışmada budama atıkları ve yeşil atıklardan ürettikleri farklı kompostların KDK değerinin 45,72 ve 68,67 cmol/kg arasında değiştiğini, Aranda ve diğerleri (2010) budama atığı kompostunun KDK değerinin 46,35 cmol/kg olduğunu bildirmişlerdir. Bernal ve diğerleri (1998), olgun kompostun KDK değerinin kullanılan materyallere bağlı olduğunu ve bu yüzden sınır değerinin olmadığını bildirmiştir.

Kuru madde kaybı (KMK), BBAK ve PK' da sırasıyla % 31,93 ve % 19,15' dir. Ogunwande, Osunade, Adekalu ve Ogunjimi (2008) yaptıkları çalışmada, kompost KMK değerini %7,72- 22,86 aralığında bulmuşlardır. Michel ve diğerleri (2004) hayvan gübresini saman ve talaş ile farklı oranlarda karıştırarak oluşturdukları kompostlarda talaş karıştırılan kompostların KMK' ın % 41-83 arasında ve talaş karıştırdıkları kompostun % 2-83 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.3. İnkübasyon Sonrası Toprak Fiziksel Özellikleri ile İlgili Bulgular

4.3.1. Agregat Stabilitesi

Agregat stabilitesi toprak yapısal özelliklerinin önemli bir göstergesidir (Moncada ve diğerleri, 2014). Birçok iç ve dış faktör tarafından etkilenir (Amezket, 1999). Bu çalışmada ıslak eleme metodu ile yapılan agregat stabilitesi analiz (%) sonuçları Tablo 8' de verilmiştir.

Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostunun inkübasyon süresince farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan agregat stabilitesi (AS) analiz sonuçlarına göre aynı zaman ve aynı tekstürde uygulama ortalamaları arasındaki fark kil toprakta 8, 9 ve 10. zaman hariç diğer tüm zamanlarda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kil toprakta yapılan uygulamalarda 1.zamanda en düşük agregat stabilitesi % 6 PK uygulamasında ve en yüksek AS kontrol uygulamasında bulunmuştur. Bununla birlikte, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7.zamanlarda en az AS kontrol uygulamasında ve en fazla 7.zamanda (120 gün) % 6 BBAK' da bulunmuştur. Tın toprakta, 10.zaman hariç diğer tüm örnekleme zamanlarında, ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$). Tın toprakta 1, 2, 3, 4, 7 ve 9.zamanda en düşük AS ortalaması kontrol uygulamasında, 6 ve 8.zamanda % 3 PK uygulamalarında bulunmuştur. 1 ve 5.zamanda en fazla AS ortalaması

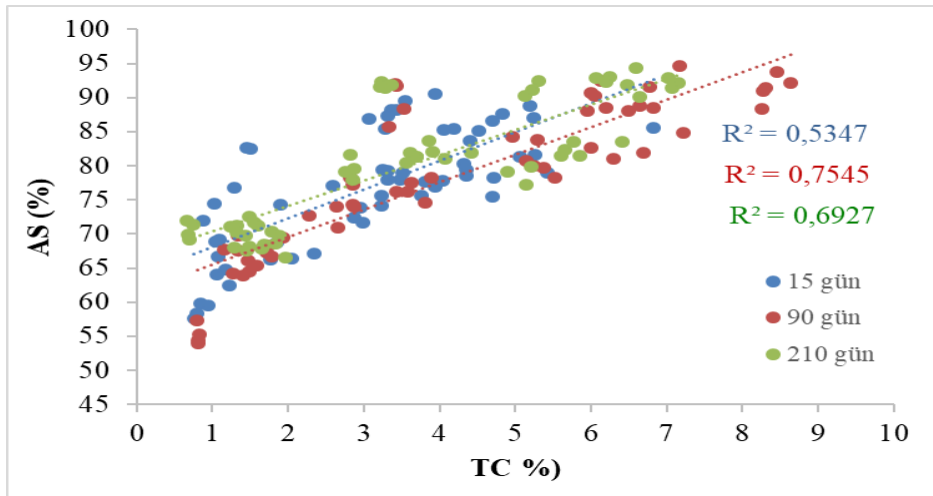
% 3 PK' da iken 2, 3 ve 4. zamanlarda % 6 PK' da bulunmuştur. 6, 7 ve 8.zamanlarda (90, 120 ve 150 gün inkübasyon) % 6 BBAK' dadır. Kumlu tın toprakta da 10. zaman hariç tüm zamanlarda ortalamalar arasındaki fark önemlidir. İnkübasyonun 180 gününe (9.zaman) kadar en düşük AS değeri kontrol uygulamasındadır. En fazla AS değeri ise; 1, 3, 4, 7, 8, 9. zamanlarda % 6 PK ve 2, 4, 5.zamanlarda % 6 BBAK' da bulunmuştur (Tablo 8). Toprağa ilave edilen organik materyallerin miktarı arttıkça agregat stabilitesinin de arttığı Yazdanpanah ve diğerleri (2016) tarafından da bildirilmiştir.

Aynı tekstür ve aynı uygulamada zaman ortalamaları arasındaki fark incelediğinde, kil topraktaki her bir uygulamada örnekleme zamanına göre agregat stabilitesi değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kil toprakta kontrol dışında tüm uygulamaların en düşük AS değerlerinin 1. zamanda (15. gün) olduğu görülmektedir (Tablo 8). % 3 PK ve % 6 BBAK uygulamalarında en fazla AS değeri 10. zamanda (210. gün), % 6 PK uygulamasında 3. zamanda (45. gün) ve % 3 BBAK' da 5. zamanda (75. gün) olduğu belirlenmiştir. Tın tekstüre sahip toprakta, % 3 PK' da en az (% 75,1) ve en fazla (%82,5) AS ortalaması sırasıyla 4 ve 9.zamanlardadır. Aynı tekstürde % 6 PK' nun en az ve en fazla AS değeri sırasıyla 5. ve 6.zamandadır. % 3 BBAK uygulamasında en az 2.zamanda ve en fazla 9.zamanda, % 6 BBAK' nun ise, en az 2.zamanda ve en fazla 6.zamandadır. Annabi, Houot, Francou, Poitrenaud ve Bissonnais (2007), yaptığı inkübasyon çalışmasında, olgun kompostun tın toprağa ilave edilmesi sonucu, agregat stabilitesinin zamana bağlı olarak yavaş ve daha kalıcı arttığını bildirmişlerdir.

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında tüm zamanlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Tüm uygulamalarda en fazla AS ortalaması kil toprakta ve en az ortalama tın toprakta (Tablo 8). Duong ve diğerleri (2012), toprak tekstürüne özgü etkilerin kompost özelliklerindeki farklılıklardan daha önemli olduğunu ve bu durumun ilave edilen topraktaki değişikliklerde küçük rol oynadığını bildirmişlerdir.

Topraktaki karbon miktarının agregat stabilitesini arttırdığı Eibisch ve diğerleri (2015) tarafından bildirilmiştir. Annabi ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada, dört farklı organik kökenli toprak düzenleyicinin dokuz yıl boyunca toprak agregat stabilitesine etkilerinin değişimini incelemişlerdir. Tüm materyallerin agregat stabilitesine etkilerinin kontrole göre yıldan yıla arttığını ve tüm materyallerin toplam organik karbon içeriği ile stabilitesi arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Ferreras ve diğerleri (2006), farklı kökene sahip organik materyalleri toprağa ilave ettikten 7 ay sonra agregat stabilitesi ile organik karbon konsantrasyonu arasında ilişkinin arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada da toplam karbon (TC)

miktarı ve agregat stabilitesi (AS) arasındaki ilişki incelenmiştir. Her bir uygulamanın (kontrol, % 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK) her üç tekstürde (kil, tın ve kumlu tın) olmak üzere inkübasyon süresince 3 farklı zamanında (15 gün, 90 gün ve 210 gün) yapılan analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Şekil 24' te görüldüğü gibi 15 günlük (1.zaman) inkübasyon sonrası AS ve C arasındaki ilişkinin R^2 değeri 0,51 ve pozitif yöndedir. Bu değer 90 günlük inkübasyon sonrası 0,76' ya yükselmiştir ve 10.zamanda (210 gün) ise R^2 değeri 0,70 olarak belirlenmiştir. Bu durumda toplam karbon miktarının 90 gün sonunda agregat stabilitesine etkisinin yüksek olduğu söylenebilir (Şekil 26).



Şekil 26. Agregat stabilitesi (AS) ve carbon (C) arasındaki doğrusal ilişkinin 1.zaman (●), 6.zaman (●) ve 10.zaman (●) R^2 değerleri.

Tablo 8

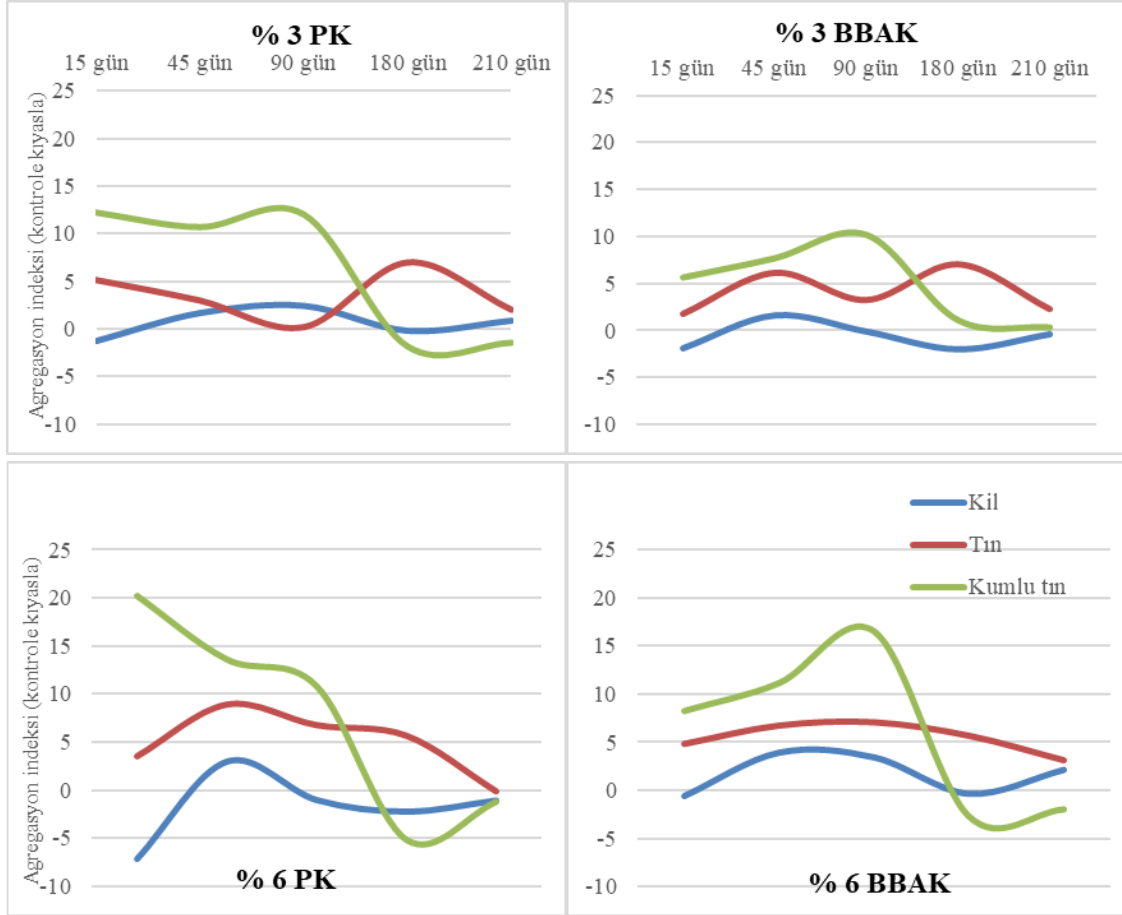
Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin agregat stabilitesi değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	87.88 ± 1.08 AabcdA	88.75 ± 0.78 BabcA	88.41 ± 0.79 BabcdA	84.19 ± 0.16 BdA	85.43 ± 0.37 CcdA	88.39 ± 0.15 BaA	87.21 ± 0.98 BbcdA	91.53 ± 0.29 AabA	92.17 ± 0.05 AaA	91.80 ± 0.21 AaA
		86.61 ± 0.74 AbA	88.42 ± 0.43 BabA	90.12 ± 0.38 ABabA	86.43 ± 0.46 ABbA	87.30 ± 0.12 BCbA	91.94 ± 0.27 ABaA	90.60 ± 0.68 ABabA	92.17 ± 0.31 AaA	92.00 ± 0.25 AaA	92.71 ± 0.19 AaA
	% 3 PK	80.70 ± 0.50 BbA	90.83 ± 0.33 ABaA	91.34 ± 0.51 ABaA	88.41 ± 0.50 AaA	91.15 ± 0.76 ABaA	89.45 ± 1.48 ABabcA	88.59 ± 0.65 ABaA	90.04 ± 0.43 AaA	89.91 ± 0.63 AaA	90.69 ± 0.46 AaA
		86.02 ± 1.10 AbA	90.94 ± 0.49 ABaA	90.06 ± 0.75 ABabA	88.41 ± 0.51 AabA	91.98 ± 0.68 AaA	89.38 ± 0.67 ABabA	89.19 ± 0.23 ABabA	91.24 ± 0.71 AaA	90.20 ± 0.77 AabA	91.44 ± 0.46 AaA
	% 3 BBAK	87.23 ± 0.83 AcA	92.71 ± 0.64 AabA	92.37 ± 0.23 AabA	89.32 ± 0.54 AbcA	91.25 ± 0.51 AabcA	92.91 ± 0.80 AabA	91.92 ± 0.81 AabA	91.70 ± 0.30 AabcA	91.77 ± 0.50 AabcA	93.94 ± 0.55 AaA
	% 6 PK										
	% 6 BBAK										
Tın	Kontrol	73.77 ± 1.19 BcdB	73.93 ± 2.13 BbcdB	73.42 ± 1.13 CcdB	70.91 ± 0.47 CdB	78.41 ± 1.22 BCabB	75.96 ± 1.06 BabcB	73.88 ± 0.62 CbcdB	77.19 ± 0.37 BabcB	75.48 ± 0.57 BabcB	79.55 ± 0.75 AaB
		78.93 ± 0.34 AabcB	75.65 ± 0.54 ABcB	76.40 ± 0.75 BCcB	75.13 ± 0.86 BcB	82.47 ± 0.22 AaB	76.10 ± 0.61 BcB	77.14 ± 0.66 BCbcB	76.51 ± 0.35 BcB	82.52 ± 0.86 AaB	81.55 ± 0.22 AabB
	% 3 PK	77.28 ± 0.56 ABbB	78.68 ± 0.81 AabB	82.31 ± 1.02 AaB	81.54 ± 0.57 AabB	77.03 ± 0.83 CbB	82.70 ± 1.10 AaB	78.93 ± 1.14 ABabB	77.64 ± 1.63 BbB	81.14 ± 0.55 AabB	79.42 ± 0.91 AabB
		75.55 ± 0.60 ABcB	75.17 ± 1.71 ABcB	79.58 ± 0.84 ABabcB	78.51 ± 0.79 ABabcB	81.50 ± 0.79 ABabB	79.23 ± 0.59 ABabcB	80.80 ± 0.73 ABabB	77.99 ± 0.38 ABbcB	82.56 ± 0.77 AaB	81.85 ± 0.67 AabB
	% 3 BBAK	78.62 ± 0.15 AabB	76.02 ± 1.04 ABbB	80.17 ± 0.71 ABabB	78.97 ± 1.03 ABabB	80.78 ± 0.52 ABCaB	83.05 ± 0.82 AaB	81.83 ± 0.84 AaB	81.84 ± 0.48 AaB	81.18 ± 0.25 AaB	82.70 ± 0.50 AaB
	% 6 PK										
	% 6 BBAK										
Kumlu Tın	Kontrol	58.84 ± 0.51 DcdC	62.88 ± 2.17 CbcC	54.86 ± 1.47 CdeC	50.46 ± 1.44 DeC	62.93 ± 1.25 CbcC	55.22 ± 0.76 CdC	55.95 ± 0.63 CdC	56.13 ± 1.67 DdC	61.60 ± 0.83 BcC	70.64 ± 0.65 AaC
		71.12 ± 1.33 BaC	64.09 ± 1.07 BCcdeC	65.61 ± 0.52 ABbcC	60.52 ± 0.40 CdeC	67.19 ± 1.10 BabcC	67.30 ± 1.15 BabcC	71.67 ± 1.76 BaC	59.93 ± 0.41 CDeC	64.90 ± 1.10 ABbcdC	69.19 ± 0.89 AabC
	% 3 PK	79.04 ± 2.07 AaAB	66.92 ± 1.30 ABbC	68.47 ± 2.54 AbC	69.67 ± 0.82 AbC	69.59 ± 0.39 ABbC	66.06 ± 0.92 BbcC	78.57 ± 0.96 AaB	74.79 ± 3.84 AaB	66.74 ± 1.29 AabC	69.44 ± 0.72 AbC
		64.50 ± 0.89 CbcdC	63.20 ± 1.16 BCcdeC	62.59 ± 0.47 BdeC	67.26 ± 0.60 ABabcC	67.55 ± 1.13 BabcC	65.46 ± 0.76 BbcdC	70.08 ± 1.05 BaC	60.70 ± 1.21 CeC	67.82 ± 1.38 AabC	70.95 ± 0.61 AaC
	% 3 BBAK	67.10 ± 0.56 CbcdC	69.34 ± 2.05 AabcC	66.03 ± 0.31 ABbcdC	63.54 ± 0.78 BCdC	72.28 ± 2.22 AaC	71.75 ± 1.00 AaC	70.39 ± 0.93 BabC	65.80 ± 3.85 BcdC	64.06 ± 1.42 ABdC	68.69 ± 1.09 AabcC
	% 6 PK										
	% 6 BBAK										

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kalın harfler**le gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).



Şekil 27. Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının inkübasyon süresince agregasyon indeksi değişimi

Farklı dozlarda (% 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK) yapılan kompost uygulamalarının agregasyon indeksi kontrol uygulaması ile kıyaslanarak hesaplanmış, her bir uygulamanın agregasyon indeksinin kil, tın ve kumlu tın tekstürde zamana bağlı değişimi grafik yardımıyla Şekil 27’ de gösterilmiştir. Her dört uygulama özellikle inkübasyonun 90. gününe kadar agregasyon indeksini en fazla kumlu tın toprakta arttırmıştır. Uygulamaların agregasyon indeksi üzerine etkisi en az kil toprakta ve en fazla kumlu tın topraktır. % 3 PK uygulaması ile kil toprakta agregasyon indeksi zamana bağlı olarak çok fazla değişmemiştir. Tın toprakta 90. güne kadar değişimi daha yavaş olmuş 180 güne kadar hızlı artmıştır. % 6 PK uygulaması kil toprakta agregasyon indeksini inkübasyonun 15. gününde en fazla (-7,18) düşüren uygulamadır ve aynı zamanda (15. gün) kumlu tın toprakta en fazla (+20,21) arttıran uygulama olmuştur. % 3 BBAK uygulaması ile kil ve tın toprakta agregasyon indeksi zamana bağlı çok fazla değişmemiştir. Kumlu tın toprakta ise 90 güne kadar artmış ve sonrasında azalmaya devam etmiştir. % 6 BBAK uygulaması ile de kil ve

tın toprakta agregasyon indeksi zamana bağı çok fazla değişmemiş, kumlu tın toprakta 90 güne kadar artmıştır. 90- 180 gün arası daha hızlı azalmıştır.

4.3.2. Agregat Ortalama Ağırlık Çapı

Agregat ortalama ağırlık çapı (mm) analiz sonuçları Tablo 9’ da verilmiştir. Farklı tekstürdeki topraklara ve farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan agregat ortalama ağırlık çapı (AOAÇ) analizi, farklı çaplardaki elekler kullanılarak kuru eleme yöntemiyle yapılmış ve milimetre (mm) olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda ve aynı tekstürde yapılan farklı uygulamaların istatistik analiz sonuçları Tablo 9’ da verilmiştir. Kil toprakta tüm örnekleme zamanlarında yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($P \leq 0.05$). Kil toprakta kontrol uygulaması 1, 3, 4, 7, 8, 9 ve 10.zamanlarda ve % 3 PK uygulaması 2, 5 ve 6.zamanlarda en fazla AOAÇ’ ına sahiptir. En az AOAÇ değerleri ise, 1 ve 2.zamanlarda % 6 PK uygulamasında, 4, 8, 9, 10.zamanlarda % 3 BBAK uygulamasında ve 3, 6, 7.zamanlarda % 6 BBAK uygulamasındadır. Tın toprakta 7.zamanda uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur, diğer zamanlarda vardır. En fazla AOAÇ ortalaması kontrol toprağında 1, 2, 3 ve 6.zamanlarda, % 6 BBAK’ da 4, 5, 9 ve 10.zamanlarda bulunmuştur. En düşük ortalama da, % 6 BBAK’ da 1, 2 ve 3.zamanlarda, % 3 PK uygulamasında 4, 8, 9 ve 10.zamanlarda % 6 PK uygulamasında 6.zamanda ve % 3 BBAK uygulamasında 5.zamandadır. Kumlu tın toprakta 1 ve 2.zamanda uygulamalar arasında istatistiksel fark bulunmuş, diğer zamanlarda bulunmamıştır. En fazla AOAÇ 1 ve 2.zamanda kontrol uygulamasındadır.

Yapılan birçok çalışmada (Chivenge, Vanlauwe, Gentile ve Six, 2011; Annabi ve diğerler, 2011) toprağa organik madde kaynağının eklenmesi toprakta agreagat oluşumunu teşvik ederek AOAÇ’ ını arttırmıştır. Bununla birlikte toprak özellikleri ve inkübasyon süresi önemlidir. Kolay ayrışabilen organik bileşenler içeren materyallerin makro agregat oluşumuna etkisi, artan miktarlarla doğru orantılı artar. Ancak etkisi kısa sürelidir (Martin, 1971). Toprağa eklenen organik materyallerin kimyasal yapıları bakımından farklılık gösterdiği ve farklı mikroorganizma gruplarının uyarılmasına neden olduğu, bu nedenle toprak agregat stabilitesi üzerindeki etkilerinin farklı olduğu Sonnleitner ve diğerleri (2003) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca Aggelides ve Londra (2000) yaptıkları çalışmada, toprağa eklenen kompostun inkübasyon sonrası toprak agregat stabilitesini arttırmasına rağmen, AOAÇ’ ını arttırmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 9

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin agregat ortalama ağırlık çapı değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	4.39 ± 0.15 AbcdA	4.06 ± 0.08 AcdA	4.90 ± 0.09 AaA	4.45 ± 0.05 AabcA	3.92 ± 0.09 BCdA	4.38 ± 0.07 ABbcdA	4.42 ± 0.05 AabcA	4.63 ± 0.08 AabA	4.42 ± 0.09 AabcA	4.21 ± 0.06 AbcdA
	% 3 PK	4.35 ± 0.09 AabA	4.14 ± 0.15 AbA	4.48 ± 0.08 BabA	4.12 ± 0.09 ABbA	4.63 ± 0.05 AaA	4.56 ± 0.22 AabA	4.20 ± 0.07 ABabA	4.32 ± 0.07 ABabA	4.36 ± 0.01 AabA	3.63 ± 0.18 BcA
	% 6 PK	3.85 ± 0.20 BabA	3.32 ± 0.10 BcA	4.06 ± 0.24 BCaA	3.79 ± 0.09 BabcA	3.35 ± 0.09 DcA	3.71 ± 0.13 CabcaA	3.93 ± 0.12 BCabA	3.99 ± 0.12 BabA	3.65 ± 0.04 BabcA	3.52 ± 0.41 BCbcA
	% 3 BBAK	4.42 ± 0.08 AaA	3.99 ± 0.08 AabcA	4.20 ± 0.11 BCabA	3.94 ± 0.04 BabcA	3.73 ± 0.15 CDbcdA	4.13 ± 0.10 BabA	3.88 ± 0.17 BCbcA	3.51 ± 0.12 CcdA	3.28 ± 0.04 BdeA	2.98 ± 0.16 DeA
	% 6 BBAK	3.88 ± 0.11 BabA	3.88 ± 0.14 AabA	3.97 ± 0.21 CaA	4.13 ± 0.13 ABaA	4.16 ± 0.11 BaA	4.10 ± 0.19 BCaA	3.77 ± 0.22 CabA	3.99 ± 0.19 BaA	3.46 ± 0.10 BbcA	3.21 ± 0.05 CDcA
Tın	Kontrol	3.63 ± 0.19 AabB	3.68 ± 0.15 AaB	3.31 ± 0.15 AabcB	2.94 ± 0.06 BcB	3.09 ± 0.04 ABcB	3.19 ± 0.05 AbcB	3.18 ± 0.10 AbcB	3.26 ± 0.12 AabcB	3.09 ± 0.08 ABcB	3.06 ± 0.06 AcB
	% 3 PK	3.03 ± 0.09 BabB	2.98 ± 0.02 BCabcB	2.82 ± 0.16 BabcdB	2.54 ± 0.12 BcdB	2.71 ± 0.07 BCabcdB	3.16 ± 0.06 AaB	2.79 ± 0.08 AabcdB	2.81 ± 0.13 BabcdB	2.67 ± 0.07 BbcdB	2.41 ± 0.08 BdB
	% 6 PK	3.64 ± 0.11 AaA	2.92 ± 0.07 BCbcdB	2.75 ± 0.15 BcdB	2.60 ± 0.05 BdB	2.67 ± 0.03 CcdB	2.74 ± 0.12 BcdB	3.09 ± 0.16 AbcB	3.37 ± 0.13 AabB	2.76 ± 0.05 ABcdB	2.62 ± 0.23 BcdB
	% 3 BBAK	3.23 ± 0.06 ABaB	3.27 ± 0.11 ABaB	2.89 ± 0.08 BabcB	2.55 ± 0.03 BcB	2.85 ± 0.05 ABCabcB	3.09 ± 0.13 ABabB	2.94 ± 0.10 AabcB	3.13 ± 0.12 ABabB	2.74 ± 0.09 ABbcB	2.52 ± 0.05 BcB
	% 6 BBAK	2.94 ± 0.11 BbcB	2.69 ± 0.01 CcB	2.76 ± 0.06 BbcB	3.46 ± 0.10 AaB	3.23 ± 0.04 AabB	2.91 ± 0.17 ABbcB	3.05 ± 0.11 AabcB	3.20 ± 0.13 ABabB	3.13 ± 0.10 AabcA	3.09 ± 0.06 AabcA
Kumlu Tın	Kontrol	2.76 ± 0.12 AaC	2.69 ± 0.13 AabC	2.36 ± 0.03 AabcC	2.27 ± 0.04 AbcC	2.52 ± 0.02 AabcC	2.34 ± 0.08 AabcC	2.51 ± 0.10 AabcC	2.62 ± 0.07 AabcC	2.14 ± 0.02 AcC	2.51 ± 0.19 AabcC
	% 3 PK	2.65 ± 0.04 ABaC	2.39 ± 0.11 ABabcC	2.38 ± 0.05 AabcC	2.39 ± 0.06 AabcB	2.34 ± 0.06 AabcC	2.15 ± 0.02 AbcC	2.46 ± 0.05 AabcB	2.63 ± 0.09 AabB	2.35 ± 0.04 AabcB	2.14 ± 0.02 AcB
	% 6 PK	2.42 ± 0.10 ABaB	2.35 ± 0.08 ABaC	2.50 ± 0.07 AaB	2.50 ± 0.02 AaB	2.40 ± 0.05 AaB	2.36 ± 0.04 AaC	2.37 ± 0.08 AaC	2.54 ± 0.05 AaC	2.09 ± 0.04 AaC	2.11 ± 0.01 AaC
	% 3 BBAK	2.56 ± 0.08 ABaC	2.34 ± 0.09 ABaC	2.43 ± 0.02 AaC	2.43 ± 0.04 AaB	2.34 ± 0.02 AaC	2.40 ± 0.08 AaC	2.53 ± 0.04 AaC	2.61 ± 0.08 AaC	2.31 ± 0.06 AaC	2.18 ± 0.05 AaB
	% 6 BBAK	2.29 ± 0.08 BaC	2.19 ± 0.09 BaC	2.26 ± 0.07 AaC	2.25 ± 0.06 AaC	2.53 ± 0.04 AaC	2.27 ± 0.06 AaC	2.44 ± 0.09 AaC	2.34 ± 0.13 AaC	2.27 ± 0.05 AaB	2.19 ± 0.09 AaB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kahın harflerle** gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Aynı tekstürde ve aynı uygulamada zamana bağlı değişim incelendiğinde, % 3 PK uygulamasının her üç tekstürde örnekleme zamanları arasında istatistiksel olarak fark vardır. Kil toprakta 5.zamanda, tın toprakta 6.zamanda ve kumlu tın toprakta 1.zamanda en yüksek AOAÇ değeri görülmüştür. En az AOAÇ ise, her üç tekstürde de 10.zamandadır. % 6 PK uygulamasının kil ve tın toprakta örnekleme zamanları arasında istatistiksel olarak fark önemlidir, kumlu tın toprakta önemli değildir ($P \leq 0.05$). En yüksek AOAÇ ortalaması kil toprakta 3.zamanda, tın toprakta 1.zamanda bulunmuştur. En düşük AOAÇ ortalaması ise, kil toprakta 2.zamanda ve tın toprakta 4.zamanda bulunmuştur. % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarının örnekleme zamanları arasındaki fark kil ve tın toprakta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki uygulamanın kil toprakta en büyük değeri sırasıyla 1 ve 5.zamandadır, en küçük değeri ise her iki uygulamanın da 10.zamandadır. % 3 BBAK uygulamasının tın toprakta en büyük değeri 2.zamanda ve en küçük değeri 10.zamandadır. % 6 BBAK' nun tın toprakta en küçük değeri 2.zamanda ve en büyük değeri 4.zamanda bulunmuştur (Tablo 9). Kompost olsun ya da olmasın toprağa karıştırılan organik materyallerin toprak agregat stabilitesi üzerindeki etkisinin zaman aralığı haftalar, aylar ve yıllar arasında değiştiği Monnier (1965) tarafından bildirilmiştir.

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, Kontrol, % 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarının, 10 farklı zamanda kil, tın ve kumlu tın tekstüre sahip topraklar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her bir uygulama her bir zamanda kil toprakta en büyük değere ve kumlu tın toprakta en küçük değere sahiptir.

4.3.3. Kuru Hacim Ağırlığı

Kuru hacim ağırlığı (cm^3/cm^3) analiz sonuçları Tablo 10' da verilmiştir. Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan kuru hacim ağırlığı (KHA) analiz sonuçlarına göre, kil toprakta yapılan uygulamaların 2, 5 ve 10.zamanlarında uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli değildir (Tablo 10), diğer zamanlarda önemlidir ($P \leq 0.05$). En fazla KHA ortalaması 1, 4, 6, 7, 8 ve 9. zamanlarda kontrol uygulamasında 3.zamanda (45 gün) % 3 BBAK' da bulunmuştur. En az ortalama 1. zamanda % 6 PK uygulamasında, 3, 4, 6, 7, 8.zamanlarda % 6 BBAK' da ve 9.zamanda %3 BBAK' da bulunmuştur. Tın toprakta yapılan uygulamalarda 1, 2, 3 ve 9.zamanlarda uygulamalar arasında fark bulunmamıştır. En büyük KHA değeri 4, 5, 6, 7, 8 ve 10.zamanlarda kontrol uygulamasında bulunmuştur. En küçük değer ise 4, 5, 8 ve 10 zamanlarda % 6 BBAK' da ve 6.zamanda % 6 PK' da, 7.zamanda % 3 BBAK' da

bulunmuştur. Kumlu tın toprakta 9. zaman hariç tüm zamanlarda uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En fazla KHA değeri 1, 2, 5, 6, 7, 8 ve 10. zamanlarda kontrol uygulamasında 3.ve 4. zamanlarda % 3 BBAK' da bulunmuştur. En küçük değeri ise, 1.zamanda % 6 BBAK' da 2.zamanda % 3 BBAK' da, 3 zamanda % 3 PK ' da, 4.zamanda % 6 PK' da 5, 6 ve 7.zamanda % 3 BBAK' da, 8 ve 10. zamanda ise, % 6 PK' da bulunmuştur.

Aynı tekstür ve aynı uygulamada zaman ortalamaları arasındaki fark incelediğinde, kil topraktaki % 3 BBAK dışındaki tüm uygulamalarda örnekleme zamanına göre KHA değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kil toprakta % 3 PK uygulamasında en büyük KHA değeri 9.zamanda, en küçük değeri ise 10.zamanda bulunmuştur. % 6 PK uygulamasında 3.zamanda en fazla ve 10.zamanda en az KHA değeri görülmüştür. % 6 BBAK' da en küçük KHA değeri 7.zamanda ve en büyük KHA değeri 9.zamandadır (Tablo 10). Tın toprakta % 3 PK ve % 6 BBAK uygulamalarının kuru hacim ağırlığı zamana bağlı olarak değişmemiştir. Diğer uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur. % 6 PK uygulamasında en az KHA değeri 7.zamanda ve % 3 BBAK uygulamasında 4.zamandadır. Kumlu tın toprakta % 3 PK ve % 3 BBAK uygulamalarında zamana bağlı olarak KHA değerleri arasında fark yoktur. Diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. % 6 PK ve % 6 BBAK uygulamalarının her ikisinde de en fazla KHA değeri 2.zamandadır (30 gün inkübasyon).

Tablo 10

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin kuru hacim ağırlığı değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	0.96 ± 0.02 AabB	0.90 ± 0.02 AabB	0.90 ± 0.02 ABabA	0.91 ± 0.02 AabB	0.94 ± 0.01 AabB	0.92 ± 0.01 AabB	0.90 ± 0.03 AabB	0.92 ± 0.03 AabB	0.99 ± 0.04 AaB	0.86 ± 0.02 AbB
	% 3 PK	0.96 ± 0.03 ABabB	0.91 ± 0.00 AabcB	0.86 ± 0.02 ABbcA	0.90 ± 0.01 ABabcB	0.89 ± 0.01 AabcB	0.88 ± 0.02 ABabcB	0.90 ± 0.01 AabcB	0.83 ± 0.01 ABcB	0.98 ± 0.06 ABaA	0.81 ± 0.01 AcB
	% 6 PK	0.86 ± 0.01 BabB	0.91 ± 0.01 AabB	0.92 ± 0.02 AaA	0.83 ± 0.04 ABabB	0.87 ± 0.02 AabB	0.83 ± 0.02 ABabB	0.86 ± 0.03 AabB	0.82 ± 0.02 ABabB	0.86 ± 0.01 CabB	0.79 ± 0.01 AbB
	% 3 BBAK	0.92 ± 0.05 ABaB	0.88 ± 0.02 AaB	0.92 ± 0.01 AaB	0.87 ± 0.02 ABaB	0.87 ± 0.02 AaB	0.90 ± 0.01 AaB	0.88 ± 0.01 AaB	0.87 ± 0.01 ABaB	0.84 ± 0.01 CaB	0.87 ± 0.01 AaB
	% 6 BBAK	0.86 ± 0.03 ABabA	0.85 ± 0.01 AabB	0.80 ± 0.02 BabB	0.80 ± 0.02 BabB	0.84 ± 0.02 AabB	0.78 ± 0.02 BabB	0.75 ± 0.02 BbB	0.81 ± 0.01 BabB	0.88 ± 0.06 BCaB	0.83 ± 0.04 AabB
Tın	Kontrol	0.96 ± 0.01 AaB	0.93 ± 0.04 AaB	0.86 ± 0.01 AaAB	0.95 ± 0.04 AaB	0.95 ± 0.02 AaB	0.88 ± 0.03 AaB	0.92 ± 0.00 AaB	0.91 ± 0.01 AaB	0.87 ± 0.00 AaC	0.89 ± 0.02 AaB
	% 3 PK	0.92 ± 0.02 AaB	0.90 ± 0.04 AaB	0.84 ± 0.01 AaA	0.88 ± 0.02 ABaB	0.87 ± 0.01 ABaB	0.87 ± 0.01 AaB	0.87 ± 0.03 ABaB	0.81 ± 0.01 ABaB	0.82 ± 0.01 AaB	0.81 ± 0.01 ABaB
	% 6 PK	0.86 ± 0.02 AaB	0.83 ± 0.02 AaB	0.81 ± 0.01 AabB	0.78 ± 0.04 BCabB	0.83 ± 0.02 BaB	0.71 ± 0.07 BbC	0.87 ± 0.02 ABaB	0.77 ± 0.01 BabB	0.84 ± 0.04 AaB	0.86 ± 0.03 AaB
	% 3 BBAK	0.95 ± 0.02 AaB	0.87 ± 0.01 AabB	0.81 ± 0.01 AbcC	0.69 ± 0.13 CcC	0.83 ± 0.02 BabB	0.84 ± 0.01 AaB	0.79 ± 0.01 BbcC	0.80 ± 0.00 BbcB	0.81 ± 0.01 AbcB	0.84 ± 0.02 ABabB
	% 6 BBAK	0.86 ± 0.01 AaA	0.83 ± 0.03 AaB	0.79 ± 0.02 AaB	0.74 ± 0.01 CaB	0.81 ± 0.04 BaB	0.80 ± 0.02 ABaB	0.82 ± 0.02 ABaB	0.76 ± 0.01 BaB	0.80 ± 0.02 AaB	0.74 ± 0.01 BaC
Kumlu Tın	Kontrol	1.16 ± 0.02 AbA	1.29 ± 0.03 AaA	0.81 ± 0.01 BcB	1.08 ± 0.02 ABbA	1.20 ± 0.02 AabA	1.16 ± 0.02 AbA	1.16 ± 0.02 AbA	1.19 ± 0.03 AabA	1.10 ± 0.00 AbA	1.16 ± 0.02 AbA
	% 3 PK	1.09 ± 0.01 ABaA	1.17 ± 0.01 BaA	0.79 ± 0.02 BbA	1.09 ± 0.02 ABaA	1.16 ± 0.02 AaA	1.11 ± 0.01 ABaA	1.10 ± 0.02 ABaA	1.14 ± 0.01 ABaA	1.06 ± 0.01 AaA	1.08 ± 0.02 ABaA
	% 6 PK	1.04 ± 0.03 BbA	1.16 ± 0.02 BaA	1.00 ± 0.03 AbA	1.01 ± 0.03 BCbA	1.04 ± 0.01 BbA	1.05 ± 0.03 BCabA	1.06 ± 0.04 ABabA	1.02 ± 0.00 CbA	1.11 ± 0.01 AabA	1.00 ± 0.02 BbA
	% 3 BBAK	1.08 ± 0.02 ABaA	1.12 ± 0.03 BaA	1.07 ± 0.04 AaA	1.14 ± 0.01 AaA	1.05 ± 0.01 BaA	1.11 ± 0.03 ABaA	1.09 ± 0.02 ABaA	1.13 ± 0.01 ABaA	1.08 ± 0.01 AaA	1.05 ± 0.01 BaA
	% 6 BBAK	0.92 ± 0.01 CcdA	1.15 ± 0.11 BaA	0.97 ± 0.02 AbcdA	0.96 ± 0.02 CbcdA	0.93 ± 0.05 CdA	0.97 ± 0.04 CbcdA	1.01 ± 0.03 BbcdA	1.05 ± 0.01 BCabcA	1.02 ± 0.01 AbcdA	1.06 ± 0.02 ABabA

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kalin harfler**le gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, % 3 PK'ın 3. zamanda farklı tekstürlere etkisi önemli değildir, diğer tüm zamanlarda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bu uygulamanın tüm zamanlarda en büyük kuru hacim ağırlığı değeri kumlu tın topraktır. % 6 PK uygulamasının tüm zamanlarda etkisi önemlidir ve en yüksek ortalama kumlu tın tekstürdedir. % 3 BBAK uygulamasının da tüm zamanlarda tekstüre etkisi önemlidir ve en yüksek ortalama kumlu tın topraktır. % 6 BBAK uygulamasının 1.zamanda her üç tekstür arasındaki fark önemli bulunmamış ($P \leq 0.05$), diğer tüm örnekleme zamanlarında tekstüre göre değişimi önemli bulunmuştur. Diğer uygulamalarda olduğu gibi en yüksek ortalama kumlu tın topraktır.

Toprağa eklenen organik materyalin ve dolayısı ile artan karbon miktarının toprakta kuru hacim ağırlığını azalttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Padbhushan, Rakshit, Das, Sharma, 2016; Novotná ve Badalíková, 2017; Brown ve Cotton, 2011; Bhattacharyya ve diğerleri, 2007). Padbhushan ve diğerleri (2016) yaptığı çalışmada, toprak toplam organik karbon ve kuru hacim ağırlığı arasında güçlü ve negatif yönde bir ilişki ($r = -0.870$) olduğunu bildirmiştir. Özellikle bağ budama atığı kompostunun düşük kuru hacim ağırlığına sahip olması (Benito ve diğerleri, 2006) nedeniyle genel olarak her üç tekstürde de toprak kuru hacim ağırlığının daha fazla düşmesine neden olmuştur.

4.3.4. Sature Koşullarda Su Tutma Kapasitesi

Sature koşullarda su tutma kapasitesi (%) analiz sonuçları Tablo 11' de verilmiştir. Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan, farklı dozlarda pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan sature koşullarda su tutma kapasitesi (STK) analiz sonuçlarına göre, kil, tın ve kumlu tın toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark her örnekleme zamanında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm örnekleme zamanlarında ve tüm tekstürlerde en yüksek STK değeri % 6 BBAK uygulamasında ve en düşük değeri de kontrol toprağında bulunmuştur (Tablo 11).

Aynı tekstür ve aynı uygulamada zaman ortalamaları arasındaki fark incelediğinde, kil topraktaki uygulamaların zaman ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır. Kil toprakta % 3 PK uygulamasının en düşük STK değeri 1.zamanda, en yüksek değeri ise, 9.zamandadır. % 6 PK uygulaması ve % 3 BBAK uygulamasının en yüksek ortalaması 4.zamanda ve en az ortalaması 1.zamanda bulunmuştur. % 6 BBAK uygulamasının en büyük STK değeri 4.zamanda, en küçük STK değeri de 6.zamandadır. Tın toprakta % 3 PK ve % 6 PK uygulamaları 2.zamanda en büyük STK değerine sahipken aynı tekstürde % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamaları 3.zamanda en büyük STK değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

En az STK değerleri % 3 PK ve % 3 BBAK uygulamasında sırasıyla 5 ve 6.zamandadır. % 6 PK ve % 6 BBAK ‘ da ise 1.zamandadır. Kumlu tın toprakta % 3 PK uygulamasının ve % 6 BBAK uygulamasının zaman ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Diğer uygulamalar arasındaki fark önemli değildir. % 3 PK uygulamasında en büyük ve en küçük değer sırasıyla 3 ve 1.zamanda, % 6 BBAK uygulamasında 5 ve 10.zamandadır.

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, her bir uygulama her zamanda istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. % 6 BBAK uygulamasının sadece 6.zamanda en büyük STK değeri tın toprakta bulunmuş, diğer zamanlarda kil toprakta bulunmuştur. En küçük değeri ise, tüm uygulama ve tüm tekstürlerde kumlu tın topraktır. Diğer tüm uygulamaların tüm zamanlarında en büyük STK değeri kil toprakta ve en küçük STK değeri de kumlu tın topraktır.

Toprak tekstürü ve organik madde içeriği, toprağın su tutma kapasitesini belirleyen temel bileşenler olup, toprakların gözenek miktarı dağılımı, gözenek boyutu dağılımı ve yüzey alanı su tutma kapasitesini belirleyen önemli parametrelerdir (Vengadaramana ve Jashothan, 2012). Toprakta gerilim kuvveti (tansiyon) gözenek çapına bağlıdır, bu nedenle küçük gözeneklerde suyun tutulması daha kuvvetlidir (Volk ve Ullery 1993). Bu nedenle, kum topraklar kil topraklardan daha az yüzey alanına sahiptir ve daha az su tutar. Toprağa ilave edilen organik materyallerin su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilediği birçok yazar (Pagliai, Vignozzi, Pellegrini, 2004; Hudson, 1994) tarafından da bildirilmiştir. Brown ve Cotton (2011) yaptıkları çalışmada, toprak tekstürünün su tutma kapasitesini etkileyen birincil faktör olmasına rağmen, artan organik karbon miktarının su tutma kapasitesini arttıran önemli bir faktör olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kompost uygulaması kaba bünyeli topraklarda su tutma kapasitesini daha fazla değiştirmiştir. Al-Widyan ve diğerleri (2005) yaptıkları çalışmada, kil ve siltli tın topraklara uyguladıkları pirina kompostunun artan dozları ile birlikte su tutma kapasitesinin arttığını bildirmişlerdir. Aggelides ve Londra (2000) kentsel katı atık ve arıtma çamurundan elde ettikleri kompostları farklı dozlarda (0-75-150-300 m³/ha) toprağa eklemişlerdir. Inkübasyon sonrası satire koşullarda su tutma kapasitesinin tın toprakta % 44-55 arasında kil toprakta % 59-67 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da kil tekstüre sahip toprak, kumlu tın toprağa göre daha fazla STK’ ne sahiptir. Bununla birlikte 10.zamanda (210 gün) % 6 BBAK uygulamasının STK değerinin kontrole göre kil toprakta % 22,5 daha fazla iken kumlu tın toprakta % 37,8 daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 11).

Tablo 11

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin satire koşullarda su tutma kapasitesi değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	60.88 ± 3.02 BbA	67.47 ± 1.89 BabA	67.28 ± 3.37 DabA	68.86 ± 1.66 CabA	66.74 ± 2.39 CabA	64.21 ± 1.46 BabA	69.56 ± 0.61 CabA	66.67 ± 0.94 CabA	73.40 ± 0.37 BaA	68.28 ± 0.74 CabA
	% 3 PK	63.48 ± 1.01 BdA	72.85 ± 1.46 BbcdA	72.22 ± 1.00 CDbcdA	79.11 ± 0.89 BabA	69.19 ± 0.95 BCcdA	68.87 ± 2.37 ABcdA	75.06 ± 2.21 BCabcA	70.86 ± 1.05 BCbcdA	83.23 ± 1.43 AaA	74.35 ± 1.68 BCabcA
	% 6 PK	67.15 ± 1.42 BbA	75.61 ± 6.25 BabA	81.27 ± 3.01 ABaA	84.26 ± 2.37 ABaA	80.26 ± 2.27 AaA	76.96 ± 1.01 AabA	80.59 ± 2.26 ABaA	78.96 ± 1.10 ABaA	84.77 ± 1.31 AaA	77.07 ± 0.98 ABaA
	% 3 BBAK	66.80 ± 1.25 BdA	67.42 ± 10.24 BcdA	76.80 ± 1.29 BCabcA	85.53 ± 2.61 ABaA	76.15 ± 1.99 ABabcdA	75.72 ± 1.71 AabcdA	79.04 ± 2.87 BabA	78.96 ± 3.10 ABabA	83.65 ± 1.29 AabA	74.57 ± 1.30 BCbcdA
	% 6 BBAK	84.18 ± 2.90 AabA	85.22 ± 0.84 AabA	86.78 ± 2.87 AaA	89.33 ± 3.82 AaA	83.04 ± 0.87 AabA	76.75 ± 1.59 AbA	87.91 ± 2.56 AaA	80.79 ± 3.36 AabA	85.31 ± 1.26 AabA	83.65 ± 1.41 AabA
Tın	Kontrol	64.74 ± 1.87 BabcA	68.17 ± 2.22 BaA	62.89 ± 1.49 CabcdA	67.92 ± 2.95 BabA	53.75 ± 0.80 CdeB	57.66 ± 1.23 CcdeA	55.27 ± 0.77 CcdeB	52.50 ± 0.73 DeB	57.16 ± 0.63 BcdeB	58.31 ± 1.06 DbcdeB
	% 3 PK	64.89 ± 3.51 BabA	72.11 ± 1.66 BaA	69.65 ± 2.57 BCaA	64.74 ± 2.29 BabB	59.05 ± 3.35 CbB	64.09 ± 1.62 BCabA	66.71 ± 1.48 BabB	63.51 ± 1.60 CabB	64.92 ± 1.18 BabB	64.76 ± 1.14 CDabB
	% 6 PK	67.09 ± 3.09 ABbA	81.94 ± 1.73 AaA	75.00 ± 1.43 BabA	68.24 ± 5.55 BbB	72.02 ± 1.57 BbB	71.84 ± 2.20 BbA	73.21 ± 2.43 BabB	73.69 ± 0.74 ABabA	75.16 ± 1.88 AabB	76.78 ± 2.79 ABabA
	% 3 BBAK	66.66 ± 1.04 ABabA	72.85 ± 2.34 BabA	75.08 ± 1.45 BaA	71.37 ± 1.25 BabB	70.88 ± 1.33 BabA	63.79 ± 2.00 BCbB	74.39 ± 1.63 BaA	68.26 ± 0.88 BCabB	74.06 ± 1.06 AaB	70.03 ± 3.10 BCabA
	% 6 BBAK	74.20 ± 3.72 AbB	84.67 ± 1.68 AaA	86.43 ± 3.79 AaA	82.02 ± 3.11 AabB	82.96 ± 3.22 AabA	82.33 ± 3.40 AabA	87.14 ± 1.89 AaA	77.97 ± 1.72 AabA	82.47 ± 1.67 AabA	80.13 ± 1.16 AabA
Kumlu Tın	Kontrol	33.98 ± 2.05 DcB	39.25 ± 1.01 CbcB	48.84 ± 0.80 AabB	48.18 ± 3.00 BaB	43.31 ± 1.08 CabcC	41.47 ± 1.26 BabcB	43.59 ± 0.66 BabcC	41.97 ± 1.07 BabcC	42.17 ± 0.91 BabcC	38.26 ± 1.71 BcC
	% 3 PK	37.10 ± 0.63 CDbB	45.01 ± 0.80 BCabB	50.98 ± 0.92 AaB	49.29 ± 0.84 BaC	44.17 ± 0.85 BCabC	44.27 ± 1.04 BabB	49.06 ± 1.50 ABaC	44.55 ± 0.38 BabC	50.34 ± 0.98 ABaC	49.99 ± 1.91 AaC
	% 6 PK	48.35 ± 0.89 ABaB	51.11 ± 1.91 ABaB	52.90 ± 0.27 AaB	49.46 ± 4.91 BaC	48.81 ± 1.09 BCaC	48.55 ± 1.28 ABaB	54.63 ± 0.98 AaC	56.13 ± 2.45 AaB	52.52 ± 1.07 AaC	51.45 ± 0.88 AaB
	% 3 BBAK	44.92 ± 3.24 BCaB	47.00 ± 2.08 ABCaB	53.05 ± 1.23 AaB	52.54 ± 1.02 ABaC	51.80 ± 2.32 BaB	47.49 ± 1.11 A BaC	53.66 ± 2.66 AaB	49.75 ± 0.91 ABaC	50.02 ± 0.88 ABaC	52.56 ± 1.46 AaB
	% 6 BBAK	56.26 ± 2.06 AbC	53.85 ± 0.46 AbB	57.05 ± 1.71 AabB	60.22 ± 2.92 AabC	66.22 ± 0.70 AaB	54.31 ± 2.77 AbB	57.18 ± 1.43 AabB	55.56 ± 1.34 AbB	56.71 ± 1.50 AabB	52.72 ± 0.98 AbB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kalin harfler**le gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

4.3.5. Tarla kapasitesi

Üç farklı tekstürdeki topraklara uygulanan farklı dozlarda pirina kompostu ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan tarla kapasitesi (TK) analiz sonuçları Tablo 12’ de verilmiştir. Kil toprakta, tın toprakta ve kumlu tın toprakta yapılan uygulamalar (Kontrol, % 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK, % 6 BBAK) arasındaki fark istatistiksel olarak tüm örnekleme zamanlarında önemli bulunmuştur. Kil toprakta en fazla TK değeri (%) 2 ve 9.zaman hariç diğer tüm zamanlarda % 6 BBAK uygulamasında, en az değeri ise, kontrol uygulamasındadır. Tın ve kumlu tın bünyeye sahip topraklarda da tüm zamanlarda en büyük değer % 6 BBAK’ unda ve en küçük değer de kontrol toprağında bulunmuştur.

Aynı tekstür ve aynı uygulamada örnekleme zamanları arasındaki değişim, incelediğinde, kil ve kumlu tın toprakta % 3 PK uygulamasının zamanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş, tın toprakta önemli bulunmamıştır ($P \leq 0.05$). Kil toprakta en fazla TK değeri 9.zamanda (% 43,30) ve en az değeri 1.zamanda (% 35,02) bulunmuştur. Kumlu tın toprakta ise, en yüksek TK değeri 3.zamanda (% 31,34), en az TK değeri de 1.zamanda (% 25,83) bulunmuştur. % 6 PK uygulamasının her üç tekstürde zaman ortalamaları arasındaki fark önemlidir. Kil ve tın toprakta en fazla TK değeri 4.zamanda, en en az değeri 1.zamandadır. Kumlu tın toprakta en fazla 8.zamanda ve en az 1.zamandadır. 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamasının da her üç tekstürde ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur. % 3 BBAK uygulamasının kil, tın ve kumlu tın topraklarda en fazla 4.zamanda sırasıyla % 43,41, % 38,49, % 33,55’ dir. En az değeri her üç tekstürde 1.zamandadır. % 6 BBAK uygulamasının kil, tın ve kumlu tın tekstürde en fazla TK değeri sırasıyla 2.zamanda (% 46,36), 7.zamanda (% 43,57) ve 4.zamanda (% 37,46) bulunmuştur. En az değeri, her üç tekstürde de 1.zamandadır (Tablo 12).

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, her bir uygulama her zamanda istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. % 6 BBAK uygulamasının en büyük TK değeri 7.zamanda tın toprakta bulunmuş, diğer zamanlarda kil toprakta bulunmuştur. En küçük değeri ise, tüm uygulama ve tüm zamanlarda kumlu tın topraktır. Kontrol, % 3 PK, % 6 PK ve % 3 BBAK uygulamalarının en büyük TK değeri her zamanda kil toprakta ve en küçük değeri kumlu tın toprakta bulunmuştur.

Tablo 12

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin tarla kapasitesi değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	34.55 ± 0.68 BbA	36.99 ± 1.39 BCabA	38.39 ± 1.07 BaA	39.23 ± 0.58 BaA	38.83 ± 0.21 BaA	37.24 ± 0.57 BabA	38.00 ± 0.35 BaA	38.29 ± 0.60 BaA	39.31 ± 0.41 BaA	38.18 ± 0.54 BaA
	% 3 PK	35.02 ± 0.28 BdA	37.36 ± 1.14 BCcdA	40.04 ± 0.54 ABabcA	41.66 ± 0.72 ABabA	40.43 ± 0.27 ABabcA	39.43 ± 0.23 ABbcA	39.48 ± 0.85 ABbcA	40.37 ± 0.43 ABabcA	43.30 ± 0.68 AaA	41.16 ± 0.47 AabA
	% 6 PK	36.31 ± 0.40 BcA	39.10 ± 0.69 BbcA	40.69 ± 0.27 ABabA	43.41 ± 0.51 AaA	42.42 ± 0.57 AabA	40.82 ± 0.21 AabA	41.27 ± 1.12 AabA	42.40 ± 0.35 AabA	42.69 ± 0.43 AaA	41.29 ± 0.49 AabA
	% 3 BBAK	36.84 ± 0.26 BcdA	34.84 ± 3.68 CdA	39.16 ± 0.55 BbcA	43.05 ± 0.37 AaA	41.63 ± 0.80 ABabA	40.21 ± 0.41 ABabcA	40.83 ± 0.72 ABabA	41.93 ± 1.23 AabA	42.28 ± 0.23 ABabA	39.93 ± 0.37 ABabcA
	% 6 BBAK	41.80 ± 0.94 AbA	46.36 ± 1.44 AaA	42.56 ± 0.83 AbA	43.82 ± 0.81 AabA	43.16 ± 0.47 AabA	41.97 ± 0.44 AbA	41.86 ± 1.07 AbA	43.14 ± 1.00 AabA	42.79 ± 0.51 AbA	42.42 ± 0.42 AbA
Tın	Kontrol	32.80 ± 0.27 BabA	33.59 ± 2.35 BabB	31.26 ± 0.24 DbB	35.49 ± 0.90 DaB	31.89 ± 0.33 BbB	30.97 ± 0.47 DbB	30.56 ± 0.47 DbB	31.15 ± 0.58 DbB	31.08 ± 0.24 CbB	33.37 ± 0.63 CabB
	% 3 PK	33.32 ± 0.20 BaA	33.83 ± 1.04 BaB	34.83 ± 0.25 CaB	35.63 ± 0.17 CDaB	33.47 ± 0.54 BaB	34.54 ± 0.53 CaB	34.64 ± 0.43 CaB	36.70 ± 0.54 CaB	33.77 ± 0.63 CaB	36.74 ± 0.27 BaB
	% 6 PK	35.02 ± 0.09 ABbA	39.34 ± 0.56 AaA	38.97 ± 1.01 ABaA	40.75 ± 0.47 ABaB	39.05 ± 0.78 AaB	37.71 ± 0.80 BabB	38.82 ± 0.88 BaA	40.66 ± 0.07 ABaA	39.32 ± 0.42 BaB	40.27 ± 0.46 AaA
	% 3 BBAK	35.58 ± 0.41 ABabA	36.34 ± 1.30 BabA	36.52 ± 1.20 BCabB	38.49 ± 0.83 BCaB	39.02 ± 0.59 AaB	34.51 ± 0.94 CbB	38.72 ± 0.41 BaA	38.65 ± 0.33 BCaB	38.05 ± 0.48 BaB	38.50 ± 0.85 ABaA
	% 6 BBAK	37.28 ± 1.07 AcB	39.50 ± 0.93 AbcB	41.90 ± 0.52 AabA	42.83 ± 1.54 AabA	41.19 ± 2.01 AabA	40.88 ± 1.27 AabA	43.57 ± 0.47 AaA	42.22 ± 0.61 AabA	42.94 ± 1.14 AabA	40.54 ± 1.18 AabcA
Kumlu Tın	Kontrol	23.61 ± 1.08 DdB	26.18 ± 0.40 CcdC	30.05 ± 0.21 BabB	30.47 ± 0.44 CaC	27.24 ± 0.36 CabcC	26.89 ± 0.52 CbcdC	26.62 ± 0.18 CbcdC	27.46 ± 0.19 CabcC	26.95 ± 0.33 CbcdC	25.64 ± 0.69 BcdC
	% 3 PK	25.83 ± 0.33 CDbB	29.71 ± 0.35 BaC	31.34 ± 0.47 ABaC	31.19 ± 0.60 BCaC	29.32 ± 0.25 BCaC	29.12 ± 0.11 BCabC	29.66 ± 0.61 BaC	29.29 ± 0.22 BCaC	31.20 ± 0.35 ABaC	30.62 ± 0.69 AaC
	% 6 PK	30.36 ± 0.33 ABbB	31.26 ± 0.30 ABabB	32.27 ± 0.11 ABabB	33.91 ± 0.60 BaC	31.50 ± 0.28 BabC	30.89 ± 0.20 ABabC	31.92 ± 0.28 ABabB	33.93 ± 0.83 AaB	31.85 ± 0.33 ABabC	31.75 ± 0.31 AabB
	% 3 BBAK	28.52 ± 1.20 BCbB	30.20 ± 0.71 BabB	31.99 ± 0.49 ABaC	33.55 ± 0.36 BaC	31.86 ± 0.41 BabC	30.96 ± 0.69 ABabC	31.41 ± 1.37 ABabB	31.35 ± 0.49 ABabC	30.58 ± 0.59 BabC	32.28 ± 0.89 AaB
	% 6 BBAK	32.54 ± 0.46 AcC	33.61 ± 0.31 AcC	33.95 ± 0.80 AcB	37.46 ± 1.34 AaB	37.41 ± 0.32 AabB	33.08 ± 1.31 AcB	33.20 ± 0.45 AcB	33.98 ± 0.55 AbcB	33.57 ± 0.59 AcB	32.74 ± 0.19 AcB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kah** harflerle gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Organik materyallerin hidrofilik özellikleri (Provenzano ve diğerleri, 2006) nedeniyle topraktaki su dengesini korumaktadır (Gonzalez ve Cooperband, 2002; Arthur ve diğerleri, 2011). Kum topraklarda organik madde miktarı ve su tutma kapasitesi arasında pozitif yönde ilişki ($r^2=0.79$) olduğu Hudson (1994) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada da yapılan uygulamalar kumlu tın toprakta tarla kapasitesi değerini daha fazla arttırmıştır. 210 gün inkübasyon sonrası yapılan tüm uygulamalar kontrol toprağına göre tarla kapasitesini, kil toprakta % 4,6 ile % 11,1 arasında, tın toprakta % 10,1 ve 21,5 arasında ve kumlu tın toprakta da % 19,4 ile % 27,7 arasında arttırmıştır (Tablo 12).

4.3.6. Toplam Porozite

Toplam porozite (%) analiz sonuçları Tablo 13’ te verilmiştir. Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan, farklı dozlarda pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan toplam porozite (TP) analiz sonuçlarına göre kil toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark 1, 3, 4, 7 ve 10.zamanlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). 1, 3 ve 7.zamanlarda en fazla TP % 6 BBAK uygulamasında, 4.zamanda % 3 BBAK uygulamasında ve 10.zamanda % 3 PK uygulamasında bulunmuştur. Tın toprakta ilk dört zamanda yapılan uygulamalar arasında fark bulunmamış, diğer zamanlarda bulunmuştur. En fazla TP değeri 6, 7, 8, 9 ve 10.zamanda % 6 BBAK uygulamasında, 5.zamanda % 6 PK uygulamasındadır. Kumlu tın toprakta yapılan uygulamalar arasında 3, 4 ve 7.zamanda fark bulunmamaktadır. En yüksek TP değeri 1, 2, 5, 6, 8, 9 ve 10.zamanda % 6 BBAK uygulamasında bulunmuştur (Tablo 13).

Aynı tekstür ve aynı uygulamada zamana bağlı değişimi belirlemek amacıyla on farklı zamanda alınan örneklerde yapılan toplam porozite analiz sonuçlarına göre (Tablo 11), %3 PK uygulamasının kil, tın ve kumlu tın toprakta zaman ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). En büyük TP değeri kil toprakta 4.zamanda, tın toprakta 2.zamandadır. En küçük değeri, kumlu tın toprakta 1.zamanda, tın toprakta 5.zamanda bulunmuştur. % 6 PK uygulamasının her üç tekstürde zaman ortalamaları arasındaki fark incelediğinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. % 3 BBAK uygulamasının kil toprakta zaman ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuş, diğer tekstürlerde önemli bulunmamıştır. Kil toprakta en fazla TP değeri ($0,69 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) 4.zamanda ve en az TP değeri ($0,58 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) 1.zamanda bulunmuştur. % 6 BBAK uygulamasının kil ve tın toprakta zaman ortalamaları arasındaki fark önemlidir. Kil toprakta en fazla TP değeri ($0,67 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) 3.zamanda ve en az değeri ($0,56 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) 2.zamandadır.

Tablo 13

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam porozite (cm^3/cm^3) değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	0.58 ± 0.01 BabA	0.58 ± 0.01 AabA	0.59 ± 0.03 BabA	0.63 ± 0.01 BaA	0.60 ± 0.03 AabA	0.60 ± 0.00 AabA	0.55 ± 0.02 BbA	0.56 ± 0.01 AabA	0.62 ± 0.00 AabA	0.56 ± 0.01 BabA
	% 3 PK	0.57 ± 0.01 BcA	0.59 ± 0.01 AbcA	0.64 ± 0.00 ABabA	0.66 ± 0.01 ABaA	0.61 ± 0.01 AabcA	0.60 ± 0.00 AabcA	0.58 ± 0.02 ABbcA	0.60 ± 0.01 AabcA	0.63 ± 0.00 AabcA	0.63 ± 0.01 AabcA
	% 6 PK	0.58 ± 0.01 ABaA	0.58 ± 0.03 AaAB	0.64 ± 0.01 ABaA	0.64 ± 0.01 ABaA	0.63 ± 0.03 AaA	0.62 ± 0.01 AaA	0.59 ± 0.01 ABaA	0.61 ± 0.01 AaA	0.63 ± 0.01 AaA	0.60 ± 0.01 ABaA
	% 3 BBAK	0.58 ± 0.00 BdA	0.60 ± 0.01 AcdA	0.66 ± 0.01 AabcA	0.69 ± 0.01 AaA	0.61 ± 0.02 AbcdA	0.63 ± 0.01 AabcdA	0.59 ± 0.01 ABcdA	0.59 ± 0.01 AcdA	0.67 ± 0.00 AabA	0.62 ± 0.01 ABbcdA
	% 6 BBAK	0.64 ± 0.01 AabA	0.56 ± 0.03 AcAB	0.67 ± 0.01 AaA	0.66 ± 0.01 ABabA	0.61 ± 0.02 AabcA	0.61 ± 0.01 AabcA	0.62 ± 0.00 AabcA	0.61 ± 0.02 AabcA	0.64 ± 0.02 AabA	0.60 ± 0.01 ABbcA
Tın	Kontrol	0.58 ± 0.01 AaA	0.55 ± 0.03 AabA	0.58 ± 0.01 AaA	0.59 ± 0.01 AaAB	0.49 ± 0.01 CbB	0.53 ± 0.02 BabB	0.50 ± 0.02 BbAB	0.50 ± 0.02 CbB	0.51 ± 0.01 CbB	0.50 ± 0.03 BbB
	% 3 PK	0.57 ± 0.02 AabcA	0.60 ± 0.01 AaA	0.59 ± 0.02 AabA	0.55 ± 0.01 AabcB	0.51 ± 0.03 BCcB	0.52 ± 0.01 BbcB	0.54 ± 0.01 ABabcAB	0.56 ± 0.01 BCabcA	0.54 ± 0.01 BCabcB	0.56 ± 0.01 AabcB
	% 6 PK	0.59 ± 0.01 AaA	0.59 ± 0.03 AaA	0.60 ± 0.02 AaA	0.58 ± 0.05 AaB	0.57 ± 0.01 AaB	0.61 ± 0.03 AaA	0.57 ± 0.01 AaA	0.60 ± 0.01 ABaA	0.59 ± 0.02 ABaAB	0.60 ± 0.01 AaA
	% 3 BBAK	0.58 ± 0.01 AaA	0.57 ± 0.01 AaA	0.58 ± 0.02 AaB	0.61 ± 0.01 AaB	0.58 ± 0.02 AaAB	0.56 ± 0.02 ABaB	0.56 ± 0.01 ABaA	0.59 ± 0.02 ABaA	0.60 ± 0.01 AaB	0.57 ± 0.03 AaB
	% 6 BBAK	0.58 ± 0.03 AabB	0.60 ± 0.01 AabA	0.62 ± 0.01 AabB	0.61 ± 0.03 AabB	0.55 ± 0.03 ABbB	0.62 ± 0.01 AabA	0.58 ± 0.01 AabAB	0.62 ± 0.01 AaA	0.64 ± 0.01 AaA	0.60 ± 0.01 AabA
Kumlu Tın	Kontrol	0.43 ± 0.01 CcB	0.47 ± 0.01 BbcB	0.52 ± 0.01 AabB	0.54 ± 0.01 AaB	0.47 ± 0.01 CbcB	0.47 ± 0.01 BbcC	0.50 ± 0.01 AabcB	0.47 ± 0.01 CbcB	0.48 ± 0.01 BabcB	0.46 ± 0.00 BbcB
	% 3 PK	0.45 ± 0.00 BCbB	0.50 ± 0.01 ABabB	0.54 ± 0.01 AaB	0.54 ± 0.03 AaB	0.48 ± 0.01 CabB	0.48 ± 0.01 ABabB	0.53 ± 0.01 AaB	0.48 ± 0.01 BCabB	0.54 ± 0.03 AaB	0.53 ± 0.01 AaB
	% 6 PK	0.52 ± 0.01 AaB	0.53 ± 0.03 AaB	0.53 ± 0.00 AaB	0.51 ± 0.04 AaC	0.50 ± 0.01 BCaC	0.51 ± 0.01 ABaB	0.55 ± 0.01 AaA	0.55 ± 0.01 AaB	0.55 ± 0.00 AaB	0.54 ± 0.00 AaB
	% 3 BBAK	0.51 ± 0.01 ABaB	0.51 ± 0.01 ABaB	0.55 ± 0.01 AaB	0.56 ± 0.01 AaB	0.54 ± 0.02 ABaB	0.50 ± 0.00 ABaC	0.55 ± 0.02 AaA	0.53 ± 0.01 ABaB	0.53 ± 0.01 ABaC	0.54 ± 0.01 AaB
	% 6 BBAK	0.56 ± 0.01 AaB	0.53 ± 0.00 AaB	0.57 ± 0.01 AaB	0.57 ± 0.01 AaB	0.58 ± 0.01 AaAB	0.54 ± 0.01 AaB	0.53 ± 0.01 AaB	0.55 ± 0.01 AaB	0.57 ± 0.01 AaB	0.55 ± 0.01 AaA

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kalin harfler**le gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Tın toprakta ise en fazla TP değeri 9.zamanda ve en değeri de 5.zamanda bulunmuştur.

Aynı zaman ve aynı uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, % 3 PK uygulamasının tüm zamanlarda tekstüre göre farklılık göstermiştir. En fazla TP değeri 2.zaman hariç tüm zamanlarda kil toprakta ve en az değeri tüm zamanlarda kumlu tın toprakta. % 6 PK uygulamasında 7.zaman hariç tüm zamanlarda tekstürler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En büyük TP değeri 1, 2.zamanda tın toprakta ve diğer zamanlarda kil toprakta bulunmuştur. En küçük TP değeri de tüm zamanlarda kumlu tın toprakta. % 3 BBAK uygulamasında da 7.zaman dışındaki tüm zamanlarda fark istatistiksel olarak önemlidir. En küçük değer tüm zamanlarda kumlu tın toprakta. % 6 BBAK uygulamasında 10.zaman dışında tüm zamanlarda fark önemli bulunmuştur. En fazla TP değeri 1, 3, 4, 5 ve 7.zamanlarda kil toprakta, 2, 6, 8 ve 9.zamanlarda tın toprakta. En az TP değeri de, 5.zamanda tın toprakta diğer zamanlarda kumlu tın toprakta (Tablo 13).

Kompost, çeşitli organizmalar aracılığı ile toprakta stabiliteyi ve dolayısı ile makro gözenekleri arttırmaktadır (Liu, Gumpertz, Hu ve Ristaino, 2007). Khater (2015) yaptığı çalışmada, farklı özelliklere sahip kompostların porozitesinin % 60,69 ile 72,47 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu durum kompostun toprağa eklenmesi sonucu toprakta toplam porozitenin artmasını sağlamaktadır. Budama atığı kompostunun toprakta poroziteyi arttırdığı Teutscherova ve diğerleri (2017) tarafından bildirilmiştir. Aggelides ve Londra (2000) yaptıkları çalışmada, farklı dozlarda (0-75-150-300 m³/ha) toprağa kompost ekledikten sonra kil toprakta TP değerinin 0,59-0,64 cm³/cm³ arasında ve tın toprakta 0,42-0,56 cm³/cm³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da genel olarak her iki kompostunda tane çapı büyük olduğu için her üç tekstürde de toplam poroziteyi biraz arttırdığı söylenebilir. En fazla arttıran uygulama ise % 6 BBAK olmuştur.

4.3.7. Hidrolik İletkenlik

Farklı dozlarda pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı tekstürdeki topraklara uygulanması sonucu inkübasyonun 210. gününde (10.zaman) alınan örneklerde, satüre olmuş hidrolik iletkenlik (cm/sn) metoduna göre yapılan analiz sonuçları Tablo 14' de verilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, kil toprakta ve kumlu tın toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuş, tın toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Kil toprakta en fazla hidrolik iletkenlik değeri (0,039 cm/saniye) % 6 BBAK uygulamasında ve en az değeri (0,016 cm/saniye) kontrol

toprağındadır. Kumlu tın toprakta en fazla (0,033 cm/saniye) % 6 PK uygulamasında ve en az (0,006 cm/saniye) kontrol toprağındadır.

Aynı uygulamada tekstür ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol toprağında en fazla ve en az hidrolik iletkenlik değeri sırasıyla kumlu tın toprakta ve kil toprakta bulunmuştur. % 3 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarında en fazla hidrolik iletkenlik değeri kil toprakta ve en az değeri tın toprakta. % 6 PK uygulamasında en fazla değeri kumlu tın toprakta ve en az değeri tın toprakta (Tablo 14).

Toprakta suyun infiltrasyon hızı temel olarak, başlangıçtaki nem içeriğı, hidrolik iletkenlik, tekstür, gözeneklilik, toprak kolloidlerinin şişme derecesi, organik madde içeriğı ve kimyasal özellikler gibi toprak özelliklerine bağlıdır (Bagarello ve diğerleri, 2004; Chowdary, Rao ve Jaiswal, 2006). Bunun yanında agregat boyutu ve dağılımı, topraktaki karbon miktarı ve mikrobiyal solunum gibi özellikler hidrolik iletkenliğin kontrolünde önemli rol oynar (Yazdanpanah ve diğerleri, 2016). Toprakta organik karbonunun artması agregat stabilitesini ve poroziteyi artırarak hidrolik iletkenliğin de artmasını sağlamaktadır (Eibisch ve diğerleri 2015; Mahmoodabadi ve Ahmadbeigi, 2013). Bu çalışmada da hidrolik iletkenlik değerinin en fazla olduğu uygulamalar kil toprakta % 6 BBAK uygulaması ve kumlu tın toprakta % 6 PK uygulamasıdır.

Tablo 14

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının 10.zamanda (210 gün inkübasyon) alınan örneklerinin hidrolik iletkenlik (cm/s) değeri sonuçları

	Kil	Tın	Kumlu tın
Kontrol	0.006 ± 0.001 Cb	0.007 ± 0.001 Aab	0.016 ± 0.001 Ca
% 3 PK	0.028 ± 0.004 Ba	0.013 ± 0.002 Ab	0.024 ± 0.003 ABa
% 6 PK	0.029 ± 0.003 ABa	0.014 ± 0.001 Ab	0.033 ± 0.004 Aa
% 3 BBAK	0.028 ± 0.001 ABa	0.015 ± 0.001 Ab	0.020 ± 0.005 Bab
% 6 BBAK	0.039 ± 0.001 Aa	0.016 ± 0.001 Ab	0.022 ± 0.003 Bb

Not 1: Aynı sütunda, Aynı tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not 2: Aynı Satırda, Aynı uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

4.4. İnkübasyon Sonrası Toprak Kimyasal Özellikleri ile İlgili Bulgular

4.4.1. Toprak reaksiyonu (pH)

Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostunun inkübasyon süresince farklı zamanlarda alınan örneklerinde yapılan pH analiz sonuçlarına göre, kil, tın ve kumlu tın tekstüre sahip topraklarda yapılan uygulamalar arasındaki fark tüm örnekleme zamanlarında önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). En yüksek pH değeri her üç tekstürde ve tüm zamanlarda kontrol uygulamasında, en düşük pH değeri de % 6 BBAK' da bulunmuştur (Tablo 15).

Aynı tekstür ve aynı uygulamada uygulamanın zamana göre değişimi incelendiğinde, her üç tekstürdeki tüm uygulamaların pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). % 3 PK uygulamasının kil, tın ve kumlu tın topraklarda en yüksek pH değeri 10.zamanda (210 gün) bulunmuştur. En düşük pH değeri kil toprakta 8.zamanda (150 gün), tın toprakta 9.zamanda (180 gün) ve kumlu tın toprakta 5.zamandadır (75 gün). % 6 PK uygulamasının da her üç tekstürde en yüksek pH ortalaması 10.zamandadır. En düşük ortalama ise, kil toprakta 8.zaman, tın toprakta 9.zaman ve kumlu tın toprakta 4.zamandadır (60 gün). % 3 BBAK uygulamasının kil toprakta en yüksek değeri 2.zamanda, tın toprakta ve kumlu tın toprakta 1.zamandadır. En düşük değeri ise, kil toprakta 8, tın toprakta 9 ve kumlu tın toprakta 5.zamandadır. % 6 BBAK uygulamasının en yüksek pH değeri kil toprakta 10.zamanda, tın ve kumlu tın toprakta 1.zamandadır. En düşük pH değeri, kil ve tın toprakta 9. zamanda, kumlu tın toprakta 5.zamandadır.

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, kontrol uygulamasında her üç tekstüre sahip topraklar arasında 1, 2, 7, 9 ve 10.zamanlarda fark yoktur. Kontrol uygulamasında 3, 4, 5, 8 ve 9. zamanlarda en yüksek pH değeri kil toprakta ve en düşük pH değeri 3. zamanda tın toprakta 4 ve 5.zamanda kumlu tın toprakta, 6.zamanda kil toprakta. % 3 PK uygulamasında 2, 6, 8 ve 9.zamanlarda istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. En yüksek pH değeri 1. zamanda tın toprakta, 3, 4, 5, 7 ve 10.zamanda kil toprakta bulunmuştur. En düşük pH değeri ise, tüm zamanlarda kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 6 PK uygulamasında, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10.zamanlarda yapılan uygulamanın tekstüre göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek pH ortalaması 1, 2 ve 4.zamanlarda tın toprakta 3.zamanda kil toprakta, en düşük ortalama ise tüm zamanlarda kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 3 BBAK uygulamasında 9.zamanda tekstürler arasında fark önemli değildir. En yüksek pH ortalaması 2.zamanda kil toprakta ve 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 10.zamanlarda tın toprakta. En düşük pH değeri diğer uygulamalarla benzer şekilde kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 6 BBAK uygulamasında,

6.zamanda istatistiksel fark bulunmamıştır. Diğer tüm dönemlerde en düşük pH değeri kumlu tın toprakta, en yüksek pH değeri 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10.zamanlarda tın toprakta, 4 ve 5.zamanda kil toprakta bulunmuştur.

Kompost toprağa karıştırıldıktan sonra inkübasyon süresince amonifikasyonla toprak reaksiyonunu (pH) arttırmaktadır (Bolan ve Hedley 2003). Organik asitlerin üretimi (Rashad ve diğerleri, 2010; Duong ve diğerleri, 2012) ve nitrat birikimi (Kotb ve Abdel-Lattif 2019; Tambone ve Adani, 2017), ile eş zamanlı amonyum kaybı (Huang ve Chen, 2009) sonucu pH' yı düşürmektedir. Toprağa eklenen organik materyallerin toprak pH' sına etkisinin olmaması (Graczyk ve Jakubus, 2016; Gonzalez ve diğerleri, 2010) ya da çok az olması (Sciubba ve diğerleri, 2014; Gougoulas ve diğerleri, 2013) yeterli zamanın bulunmadığı anlamına gelebilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda toprak reaksiyonunun (pH) inkübasyon süresince düştüğü (Rashad ve diğerleri, 2010; Kotb ve Abdel-Lattif 2019), bazı çalışmalarda da arttığı (Bolan ve Hedley 2003; Sanusi ve diğerleri, 2018; Barus, 2017; Teutscherova ve diğerleri, 2017) bildirilmiştir. Bu artış, azalışlar, PH değişiminin yönü ve büyüklüğü, toprak özellikleri, organik madde kaynağının özellikleri, toprak tipi ve fizikokimyasal özelliklere bağlı olabilir (Xu, Tang ve Chen, 2006). Bu çalışmada da toprak pH değerine ve kompost materyallerinin özelliklerine göre pH değeri değişmektedir (Tablo 13).

Tablo 15

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toprak reaksiyonu (pH) değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	8.33 ± 0.01 AaA	8.35 ± 0.04 AaA	8.24 ± 0.01 AabcA	8.21 ± 0.01 AabcdA	8.16 ± 0.01 AbcdA	7.78 ± 0.09 ABfB	8.06 ± 0.03 AdeA	8.09 ± 0.01 AcdeA	7.99 ± 0.01 AeA	8.29 ± 0.04 AabA
	% 3 PK	8.07 ± 0.07 BbcAB	8.19 ± 0.02 BabA	8.07 ± 0.05 BbcA	8.05 ± 0.01 BbcA	8.03 ± 0.01 AbcdA	7.84 ± 0.08 AeA	7.94 ± 0.00 ABcdeA	7.94 ± 0.01 BcdeA	7.88 ± 0.00 ABdeA	8.23 ± 0.01 ABaA
	% 6 PK	7.99 ± 0.01 BCbcdA	8.08 ± 0.03 BabA	8.02 ± 0.02 BabcA	7.96 ± 0.01 BCbcdA	7.89 ± 0.01 BcdeA	7.85 ± 0.02 AdeA	7.86 ± 0.02 BCdeA	7.84 ± 0.02 BdeA	7.79 ± 0.01 BCeA	8.15 ± 0.02 BCaA
	% 3 BBAK	7.99 ± 0.09 BbcB	8.16 ± 0.03 BaA	7.84 ± 0.07 CdB	7.84 ± 0.03 CDdA	7.75 ± 0.01 CdA	7.84 ± 0.02 AcdA	7.80 ± 0.01 CdA	7.80 ± 0.01 BdA	7.70 ± 0.02 CDdA	8.04 ± 0.03 CDabA
	% 6 BBAK	7.88 ± 0.09 CabAB	7.85 ± 0.05 CabCB	7.66 ± 0.06 DdeB	7.77 ± 0.03 DbcdA	7.70 ± 0.03 CcdeA	7.66 ± 0.02 BdeA	7.61 ± 0.02 DeAB	7.66 ± 0.01 CdeA	7.59 ± 0.01 DeB	7.97 ± 0.02 DaA
Tın	Kontrol	8.31 ± 0.04 AaA	8.30 ± 0.03 AaA	8.11 ± 0.05 AbcB	8.11 ± 0.01 AbcA	8.09 ± 0.00 AbcAB	7.98 ± 0.01 AcdA	7.97 ± 0.01 AcdA	7.96 ± 0.01 AcdB	7.91 ± 0.02 AdA	8.21 ± 0.03 AabA
	% 3 PK	8.12 ± 0.05 BabA	8.12 ± 0.02 BabcA	7.97 ± 0.02 BbcdA	7.96 ± 0.01 BcdeA	7.82 ± 0.04 BdeB	7.92 ± 0.01 AdeA	7.89 ± 0.02 AdeAB	7.91 ± 0.01 ABdeA	7.81 ± 0.01 ABeA	8.14 ± 0.01 ABaAB
	% 6 PK	8.07 ± 0.02 BabA	8.11 ± 0.02 BabA	7.90 ± 0.05 BcdB	7.98 ± 0.01 ABbcA	7.90 ± 0.01 BcdA	7.89 ± 0.02 ABcdA	7.89 ± 0.01 AcdA	7.91 ± 0.02 ABcdA	7.82 ± 0.01 ABdA	8.16 ± 0.01 AaA
	% 3 BBAK	8.17 ± 0.08 BaA	8.13 ± 0.02 BabA	7.98 ± 0.01 ABbcA	7.87 ± 0.03 BCcdA	7.77 ± 0.03 BCdA	7.76 ± 0.01 BCdA	7.74 ± 0.01 BdAB	7.79 ± 0.01 BCdA	7.71 ± 0.01 BdA	8.02 ± 0.01 BCabcA
	% 6 BBAK	8.06 ± 0.05 BaA	7.96 ± 0.08 CabA	7.87 ± 0.03 BbcA	7.75 ± 0.05 CcdA	7.68 ± 0.02 CdA	7.66 ± 0.02 CdA	7.65 ± 0.01 BdA	7.73 ± 0.01 CcdA	7.71 ± 0.01 BdA	8.00 ± 0.01 CabA
Kumlu Tın	Kontrol	8.27 ± 0.08 AabA	8.33 ± 0.01 AaA	8.13 ± 0.06 AbcAB	7.97 ± 0.07 AdB	8.03 ± 0.02 AcdB	7.90 ± 0.04 AdA	7.98 ± 0.01 AdA	8.04 ± 0.01 AcdAB	7.91 ± 0.01 AdA	8.21 ± 0.01 AabA
	% 3 PK	8.00 ± 0.06 BabB	8.12 ± 0.03 BaA	7.82 ± 0.05 BcdB	7.83 ± 0.05 BcdB	7.73 ± 0.04 BdB	7.85 ± 0.01 AbcdA	7.81 ± 0.06 BcdB	7.89 ± 0.01 BbcA	7.81 ± 0.02 AcdA	8.05 ± 0.01 BaB
	% 6 PK	7.82 ± 0.03 CcB	8.02 ± 0.03 BabA	7.82 ± 0.06 BcB	7.77 ± 0.03 BCcB	7.80 ± 0.04 BcA	7.87 ± 0.01 AbcA	7.86 ± 0.01 ABcA	7.91 ± 0.02 BbcA	7.85 ± 0.01 AcA	8.10 ± 0.02 ABaA
	% 3 BBAK	7.99 ± 0.05 BaB	7.99 ± 0.02 BaB	7.70 ± 0.06 BCbcC	7.66 ± 0.02 CcB	7.57 ± 0.01 CcB	7.62 ± 0.02 BcB	7.65 ± 0.02 CcB	7.63 ± 0.01 CcB	7.62 ± 0.01 BcA	7.81 ± 0.01 CbB
	% 6 BBAK	7.85 ± 0.06 CaB	7.80 ± 0.08 CabB	7.63 ± 0.07 CcdB	7.51 ± 0.07 DdeB	7.44 ± 0.02 CeB	7.61 ± 0.02 BcdA	7.51 ± 0.02 DdeB	7.53 ± 0.03 CcdeB	7.54 ± 0.02 BcdeB	7.69 ± 0.02 CbcB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kahın harflerle** gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

4.4.2. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) analiz sonuçları Tablo 16’ da verilmiştir. Farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostunun farklı zamanlarda alınan örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) analiz sonuçlarına göre, aynı zaman ve aynı tekstürde uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak incelenmiştir. Kil toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark tüm zamanlarda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kil toprakta kontrol uygulaması örnekleme yapılan tüm zamanlarda en düşük EC değerine sahiptir. En yüksek EC ortalamasının % 6 PK uygulamasında 1, 2, 4 ve 5. zamanlarda ve % 6 BBAK 3, 6, 7, 8, 9 ve 10. zamanlarda olduğu görülmüştür. Tın toprakta yapılan uygulamalar arasındaki fark ta önemli bulunmuştur. Tın toprakta kontrol uygulaması inkübasyon süresince tüm örnekleme zamanlarında en düşük EC ortalamasına sahipken, en yüksek ortalamanın tüm zamanlarda % 6 PK uygulamasında olduğu görülmüştür. Kumlu tın tekstüre sahip toprakta da uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Diğer tekstürlerde olduğu gibi tüm zamanlarda kontrol toprağı en düşük EC değeri sahipken, en yüksek EC değeri, 5. zamanda % 6 BBAK’ da ve diğer zamanlarda % 6 PK uygulamasında olduğu görülmüştür (Tablo 16).

Aynı tekstüre sahip toprakta ve aynı uygulamada örnekleme zamanları arasındaki fark incelendiğinde, % 3 PK uygulaması kil, tın ve kumlu tın tekstüre sahip topraklar arasındaki fark 1, 2, 3 ve 10. zamanlarda istatistiksel açıdan önemli bulunmamış, diğer zamanlarda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). % 3 PK uygulamasının en yüksek EC değerleri tın toprakta 4, 5, 7, 8 ve 9. zamanlardadır. En düşük EC değeri ise kumlu tın toprakta 4, 5, 6, 7 ve 8. zamanlarda, bununla birlikte 9. zamanda kil toprakta. % 6 PK uygulamasının 2. zaman hariç tüm zamanlarda tekstürler arasındaki fark önemlidir. En yüksek EC değeri 1, 3 ve 8. zamanlarda kumlu tın toprakta ve 4, 6, 7, 9, 10. zamanlarda tın toprakta, en düşük EC değeri 1 ve 3. zamanda tın toprakta, 4 ve 8. zamanda kil toprakta, 4, 5, 6, 7, 9 ve 10. zamanlarda kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 3 BBAK 3. zaman hariç diğer zamanlarda uygulamalar arasındaki fark önemlidir. 1, 2, 4, 5 ve 10. zamankarda en yüksek EC değeri kil toprakta, 6, 7, 8 ve 9. zamanlarda tın toprakta bulunmuştur. En düşük EC değeri ise, 5. zaman dışında tüm zamanlarda kumlu tın tekstüre sahip toprakta bulunmuştur. % 6 BBAK uygulamasının 1, 2 ve 4. zamanlarında tekstürler arasında fark yoktur. Bu uygulamanın en yüksek EC değeri 3, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. zamanlarda kil toprakta ve en düşük EC değeri aynı zamanlarda kumlu tın toprakta bulunmuştur (Tablo 16).

Aynı zaman ve uygulamada farklı tekstür ortalamaları arasındaki farklar kıyaslandığında, % 3 PK uygulamasının 1, 2, 3 ve 10. zamanlarında tekstürler arasında fark

önemli bulunmamıştır. 4, 5, 7 ve 9.zamanlarda en yüksek değer tın toprakta ve en düşük değer kumlu tın topraktır. 6 ve 8.zamanlarda en yüksek EC değeri kil toprakta ve en düşük değeri kumlu tın topraktır. % 6 PK uygulamasının 2.zaman dışındaki tüm zamanlarda EC değeri açısından tekstür ortalamaları arasında fark vardır. 1.zamanda en yüksek değer kumlu tın toprakta ve en düşük değer tın toprakta bulunmuştur. 3.zamanda en yüksek EC değeri tın toprakta, en düşük değer kil topraktır. 4, 6, 7, 9 ve 10.zamanlarda en büyük değer tın toprakta, 5.zamanda kil topraktır ve en düşük değer kumlu tın topraktır. % 3 BBAK uygulamasında 3 ve 8.zamanlarda tekstürler arasında fark yoktur. En yüksek EC değeri 1, 2, 5, 7 ve 10.zamanlarda kil toprakta, 4, 6 ve 9.zamanlarda tın topraktır. En düşük değer ise, kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 6 BBAK uygulamasının 1, 2 ve 4.örnekleme zamanlarında tekstüre göre değişim yoktur. 3, 6, 7, 8, 9 ve 10.zamanlarda en fazla EC değeri kil toprakta, 5.zamanda kumlu tın topraktır. En az EC değeri ise, 5 ve 9.zamanda tın toprakta, diğer zamanlarda kumlu tın toprakta bulunmuştur.

İnkübasyon sonrası toprakta ölçülen EC değeri topraktaki organik maddenin mineralizasyonunu gösterir ve çözünebilir besin maddelerinin bir ölçüsüdür (Smith ve diğerleri, 1997). Yüksek tuz konsantrasyonu içeren kompost toprağa ilave edildikten sonra toprakta EC miktarının artmasına neden olmaktadır (Gonzalez ve diğerleri, 2010). Farklı özelliklere sahip kompostlarda da çözünebilir tuzların fazla olması nedeniyle EC değeri daha yüksek olan kompost inkübasyon süresince EC' nin daha fazla artmasına neden olmaktadır. Rashad ve diğerleri (2010), Sanusi ve diğerleri (2018) farklı dozlarda toprağa uyguladıkları kompostun 90 günlük inkübasyonu sonucunda, artan dozlarla ve artan inkübasyon süresi ile birlikte EC değerinin arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte kompost uygulamasından sonra toprak EC değerinin önemli ölçüde azaldığını (Duong ve diğerleri, 2012) bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada yüksek EC değerine sahip (Tablo 6) olan kompostların toprağa eklenmesi ile artan dozları ve inkübasyon süresince EC artmıştır. Ayrıca, çalışma kontrollü koşullarda yapıldığı için ve drenaj sağlanmadığı için toprakta çözünebilir tuzların birikmesi sonucu tuzluluğun arttığı düşünülmektedir. Kavdır, Gözel ve Şahiner (2019) yaptıkları çalışmada, toprağa ekledikleri kompostun kontrollü koşullarda toprak EC konsantrasyonunu arttırdığını fakat arazi koşullarında aynı dozlarda uygulanan kompostun toprak EC' sini arttırmadığını bildirmişlerdir.

Tablo 16

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	2. zaman (30 gün)	3. zaman (45 gün)	4. zaman (60 gün)	5. zaman (75 gün)	6. zaman (90 gün)	7. zaman (120 gün)	8. zaman (150 gün)	9. zaman (180 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	391.25 ± 28.05 DaA	368.50 ± 4.37 DaA	359.25 ± 7.81 CaAB	374.25 ± 3.82 DaAB	390.50 ± 11.87 EaAB	473.25 ± 15.48 CaA	536.50 ± 11.27 CaA	523.75 ± 17.16 CaA	564.75 ± 7.60 CaA	571.75 ± 10.76 CaA
	% 3 PK	863.88 ± 42.72 BbcdA	801.75 ± 28.54 BcdA	971.25 ± 28.34 BbcdA	981.00 ± 30.61 CbcdA	775.75 ± 19.33 DdB	1054.75 ± 34.02 BabcA	1042.50 ± 38.45 BabcbAB	1303.25 ± 27.54 BaA	995.25 ± 55.59 BbcdB	1124.50 ± 11.24 BabA
	% 6 PK	1422.50 ± 61.04 AbcAB	1146.75 ± 49.07 AdA	1250.25 ± 57.85 AcdC	1609.50 ± 53.32 AabB	1693.25 ± 34.28 AaA	1558.50 ± 87.95 AabB	1595.50 ± 128.40 AabB	1766.75 ± 66.68 AaB	1673.75 ± 43.61 AabB	1512.75 ± 22.98 AabcB
	% 3 BBAK	570.75 ± 12.70 CDeA	534.62 ± 69.38 CDeA	756.00 ± 29.81 BdeA	932.75 ± 62.38 CbcdA	1081.75 ± 78.23 CabcaA	849.25 ± 61.82 BcdAB	1075.75 ± 35.88 BabcbAB	1150.75 ± 20.91 BabA	1129.75 ± 47.26 BabAB	1227.00 ± 35.02 BaA
	% 6 BBAK	780.25 ± 45.16 BCeA	692.00 ± 33.48 BCeA	1270.25 ± 118.27 AdA	1219.50 ± 81.47 BdA	1390.50 ± 91.30 BcdB	1685.25 ± 112.19 AbA	1790.75 ± 34.95 AabA	1960.00 ± 67.91 AaA	1844.50 ± 47.08 AabA	1644.25 ± 71.41 AbcA
Tın	Kontrol	365.42 ± 44.17 DbA	354.25 ± 15.41 CbAB	482.75 ± 17.82 DabA	492.25 ± 7.09 DabA	509.00 ± 12.25 DabA	556.75 ± 23.10 DabA	654.00 ± 31.57 DaA	645.75 ± 23.12 DaA	634.00 ± 11.01 CaA	648.00 ± 29.14 CaA
	% 3 PK	943.75 ± 27.70 BbcA	841.50 ± 12.51 ABcA	927.00 ± 33.46 BCcA	1076.25 ± 54.09 BCabcA	1072.50 ± 52.47 BCbcA	990.50 ± 26.14 CbcA	1107.25 ± 31.62 CabcaA	1199.25 ± 36.35 CabA	1341.25 ± 78.87 BaA	1209.00 ± 50.57 BabA
	% 6 PK	1262.75 ± 87.85 AbcB	1057.75 ± 63.24 AcA	1897.25 ± 265.74 AaA	1867.75 ± 74.49 AaA	1510.25 ± 40.43 AbA	1851.25 ± 47.75 AaA	1937.75 ± 111.64 AaA	1995.50 ± 32.93 AaA	1902.75 ± 51.34 AaA	1856.25 ± 17.58 AaA
	% 3 BBAK	524.50 ± 27.40 CDcAB	521.75 ± 26.85 CcAB	737.25 ± 9.66 CbcA	933.75 ± 36.75 CabA	925.00 ± 28.36 CabAB	1035.25 ± 43.56 CaA	1171.50 ± 75.13 CaA	1156.00 ± 15.41 CaA	1184.75 ± 41.79 BaA	1126.00 ± 47.76 BaAB
	% 6 BBAK	750.25 ± 49.33 BCdA	752.75 ± 36.87 BdA	990.75 ± 12.30 BcdB	1183.75 ± 82.33 BbcA	1216.00 ± 89.00 BbcB	1445.75 ± 149.30 BabB	1559.00 ± 45.09 BaB	1579.50 ± 48.01 BaB	1226.00 ± 8.30 BbcB	1262.75 ± 51.46 BbbB
Kumlu Tın	Kontrol	147.12 ± 11.90 CaB	170.74 ± 6.10 CaB	199.65 ± 3.55 DaB	206.85 ± 8.73 CaB	224.00 ± 5.36 DaB	228.75 ± 6.30 CaB	259.00 ± 10.96 DaB	309.75 ± 16.82 DaB	293.25 ± 11.54 CaB	328.00 ± 9.92 CaB
	% 3 PK	800.38 ± 56.10 BabcA	717.75 ± 49.89 BcA	775.00 ± 17.39 BCabcA	667.00 ± 18.00 BcB	736.25 ± 27.23 CcB	750.00 ± 28.24 BbcB	880.75 ± 38.97 CabcbB	924.75 ± 41.25 CabcbB	1013.75 ± 46.59 BabB	1036.25 ± 42.04 ABaA
	% 6 PK	1545.12 ± 73.66 AbA	1058.25 ± 66.14 AdA	1457.75 ± 32.78 AbcB	1304.00 ± 44.82 AbcdC	1283.00 ± 40.18 BbcdB	1314.25 ± 41.33 AbcdC	1523.25 ± 57.04 AbB	2064.75 ± 132.12 AaA	1482.25 ± 105.98 AbcB	1237.00 ± 19.84 AcdC
	% 3 BBAK	358.00 ± 49.32 CdB	330.38 ± 36.89 CdB	596.75 ± 48.85 CcdA	673.00 ± 23.62 BbcB	796.75 ± 33.24 CabcbB	798.75 ± 35.71 BabcbB	889.00 ± 20.61 CabB	1013.00 ± 46.95 CaA	939.75 ± 53.16 BabB	996.00 ± 48.53 BaB
	% 6 BBAK	769.50 ± 46.13 BdA	751.00 ± 59.88 BdA	914.75 ± 73.80 BcdB	1225.50 ± 129.01 AbA	1791.25 ± 217.15 AaA	1108.75 ± 58.67 AbcC	1240.75 ± 41.77 BbC	1337.75 ± 92.28 BbC	1372.50 ± 80.12 AbB	1186.75 ± 123.06 ABbB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kahın** harflerle gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir (P≤0.05).

4.4.3. Toplam Azot

Kil, tın ve kumlu tın tekstürdeki topraklara uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostun inkübasyon süresince 3 farklı zamanda (15 gün, 90 gün, 210 gün) alınan örneklerinde yapılan toplam azot (%) analiz sonuçları Tablo 17’ te verilmiştir. Aynı zamanda ve aynı tekstürde yapılan farklı uygulamaların istatistik analiz sonuçlarına göre, kil toprakta yapılan uygulamalar arasında 1.zamanda (15 gün inkübasyon) istatistiksel olarak fark bulunmamış, 6 ve 10.zamanda fark bulunmuştur ($P \leq 0.05$). İnkübasyonun 90. gününde ve 210. gününde kil toprakta en fazla TN miktarı % 6 BBAK uygulamasında, en az toplam azot (TN) miktarı da kontrol toprağında bulunmuştur. Tın toprakta yapılan uygulamalar arasında da 6 ve 10.zamanda istatistiksel olarak fark bulunmuştur. 6.zamanda en fazla TN değeri % 3 BBAK uygulamasında ve en az değeri kontrol toprağında bulunmuştur. 10.zamanda (210 gün) en yüksek TN değeri % 6 BBAK uygulamasında ve en az değeri de kontrol toprağındadır. Kumlu tın tekstürde de 1 ve 10.zamanda uygulamalar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış, 6.zamanda (90 gün) fark bulunmuştur. İnkübasyonun 90. gününde en fazla TN değeri % 6 BBAK uygulamasında ve en az TN değeri de kontrol toprağında bulunmuştur (Tablo 17).

Aynı tekstür ve aynı uygulamada zaman ortalamaları arasındaki fark kil toprakta kontrol uygulaması hariç diğer uygulamalarda önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). % 3 PK uygulamasında en fazla TN değeri 6.zamanda, % 6 PK, % 3 BBAK ve 10.zamanda % 6 BBAK uygulamalarında bulunmuştur. Her dört uygulamada da en az TN değeri kontrol toprağındadır. Tın toprakta kontrol ve % 3 PK uygulamalarında zaman ortalamaları arasında fark yoktur. Diğer üç uygulamada istatistiksel olarak fark bulunmuştur. % 6 PK ve % 6 BBAK uygulamalarında en fazla TN miktarı 10.zamanda ve % 3 BBAK uygulamasında 6.zamanda bulunmuştur. Kumlu tın toprakta % 6 PK ve % 6 BBAK uygulamalarının zaman ortalamaları arasında fark bulunmuş, diğer uygulamalarda bulunmamıştır. Her iki uygulamada da en büyük değeri 6.zamanda (90 gün) ve en küçük değeri de 10.zamandadır (Tablo 17).

Aynı zaman ve aynı uygulamada tekstür ortalamaları arasındaki fark 1.zamanda istatistiksel olarak önemli bulunmamış, 6 ve 10.zamanda önemli bulunmuştur. Her iki zamanda (6 ve 10. zaman) % 3 PK ve % 6 PK uygulamalarının her ikisinde de en fazla TN değeri kil toprakta ve en az değeri de kumlu tın toprakta bulunmuştur. % 3 BBAK uygulamasında 6.zamanda en fazla TN değeri tın toprakta ve 10.zamanda kil toprakta bulunmuştur. En az TN miktarı ise, her iki zamanda kumlu tın topraktır. % 6 BBAK

uygulamasında en fazla TN miktarı her iki zamanda kil toprakta, en az miktarı 6.zamanda tın ve 10.zamanda kumlu tın toprakta bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların TN miktarını en fazla arttırdığı tekstür kil topraktır. Kil toprakta 6.zamanda yapılan uygulamaların (% 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK) sırasıyla kontrol toprağına göre artış oranı 2,1, 2,7, 1,6, 2,8 kattır. 10.zamanda ise sırasıyla, 1,1, 3,3, 1,1, 3,4 kattır (Tablo 17). Topraktaki organik madde mineralizasyonu mikrobiyal aktiviteden etkilenmekte ve toplam azot içeriğinin değişmesine neden olmaktadır (Cambardella, Richard ve Russell, 2003). Toprağı eklenen kompostun toplam azot içeriğini önemli miktarda arttırdığı birçok çalışmada (Tambone ve diğerleri, 2007; Liu ve Takahashi, 2019) bildirilmiştir. Kompost ilave edilen toprakların kompost özellikleri ve mineralizasyon süresine göre azot içeriğı değişebildiğı Cambardella ve diğerleri (2003) tarafından da bildirilmiştir. Bu çalışmada toprağı eklenen pirina kompostunun toplam azot içeriğı % 1,77 ve bağ budama atığı kompostunun toplam azot içeriğı de % 2,89' dur. Bu nedenle genel olarak BBAK uygulamalarında TN miktarı daha fazladır ve artan dozlarla birlikte artış göstermiştir.

Tablo 17

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam azot değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	6. zaman (90 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	0,1130 ± 0,0048 AaA	0,1375 ± 0,0031 DaA	0,1175 ± 0,0091 CaA
	% 3 PK	0,1156 ± 0,0083 AbA	0,2835 ± 0,0245 BCaA	0,2313 ± 0,0349 BaA
	% 6 PK	0,1384 ± 0,0097 AbA	0,3652 ± 0,0186 ABaA	0,3852 ± 0,0678 AaA
	% 3 BBAK	0,1262 ± 0,0024 AbA	0,2249 ± 0,0162 CDaAB	0,2320 ± 0,0505 BaA
	% 6 BBAK	0,1887 ± 0,0211 AbA	0,3848 ± 0,0392 AaA	0,3927 ± 0,0722 AaA
Tın	Kontrol	0,1289 ± 0,0121 AaA	0,1510 ± 0,0135 BaA	0,1290 ± 0,0142 CaA
	% 3 PK	0,1305 ± 0,0049 AaA	0,1881 ± 0,0213 ABaB	0,1862 ± 0,0221 BCaAB
	% 6 PK	0,1524 ± 0,0169 AbA	0,2667 ± 0,0265 AaB	0,2834 ± 0,0224 ABaB
	% 3 BBAK	0,1798 ± 0,0155 AbA	0,2820 ± 0,0527 AaA	0,1939 ± 0,0205 BCbA
	% 6 BBAK	0,1453 ± 0,0107 AbA	0,2295 ± 0,0509 ABbB	0,3378 ± 0,0291 AaA
Kumlu Tın	Kontrol	0,1295 ± 0,0030 AaA	0,1380 ± 0,0015 BaA	0,0999 ± 0,0030 AaA
	% 3 PK	0,1418 ± 0,0140 AaA	0,1576 ± 0,0071 BaB	0,1300 ± 0,0122 AaB
	% 6 PK	0,1722 ± 0,0175 AabA	0,2282 ± 0,0083 ABaB	0,1141 ± 0,0070 AbC
	% 3 BBAK	0,1458 ± 0,0045 AaA	0,1869 ± 0,0125 ABaB	0,1600 ± 0,0102 AaA
	% 6 BBAK	0,1771 ± 0,0142 AabA	0,2606 ± 0,0215 AaB	0,1468 ± 0,0141 AbB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük **kahın** harflerle gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

4.4.4. Toplam Karbon

Kil, tın ve kumlu tın tekstürdeki topraklara farklı dozlarda (% 0, % 3 ve % 6) karıştırılan pirina ve bağ budama atığı kompostunun inkübasyon süresince, üç farklı zamanda (15 gün, 90 gün, 210 gün) alınan örneklerinde yapılan toplam karbon (%) analiz sonuçları Tablo 18’ de verilmiştir. Aynı zamanda ve aynı tekstürde yapılan farklı uygulamaların istatistik analiz sonuçlarına göre, kil toprakta yapılan uygulamaların toplam karbon (TC) değerine etkisi 1.zamanda istatistiksel olarak önemli bulunmamış, 6 ve 10.zamanda ise önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kil toprakta 15 günlük inkübasyon sonrası en yüksek ortalama TC değeri % 6 PK uygulamasında % 4,75 olarak bulunmuştur. 90 günlük inkübasyon sonrası % 6 BBAK’ nda (% 8,13) ve 210 günlük inkübasyon sonrası en yüksek

ortalama TC değeri % 6 PK uygulamasında % 7,80 bulunmuştur. En az ortalama TC değeri ise her üç örnekleme zamanında da kontrol toprağındadır. Bununla beraber 1. 90 gün inkübasyon sonrasında gerek PK ve gerekse BBAK uygulaması kontrol toprağına göre TC değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırmıştır. En yüksek artış PK uygulamasında olmuştur ve bunu BBAK izlemiştir (Tablo 18).

Tın toprakta her üç zamanda da uygulamaların TC değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En fazla TC miktarı 1.zamanda % 3 BBAK uygulamasında (%3.91), 6.zamanda (% 6.20) ve 10.zamanda (% 5.93) % 6 BBAK uygulamasında bulunmuştur. En az TC miktarı her 3 zamanda da kontrol uygulamasındadır. Kumlu tın toprakta yapılan uygulamaların TC değerine etkisi, 1 ve 10.zamanda istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş, 6.zamanda ise önemli derecede fark bulunmuştur. İlk iki zamanda da en fazla TC değeri % 6 BBAK uygulamasında (% 2,0) ve 10.zamanda % 6 PK (% 1,7) uygulamasında bulunmuştur.

Aynı tekstür ve aynı uygulamada, örnekleme zamanının TC değerine etkisi kil toprakta kontrol uygulaması hariç diğer uygulamalarda önemli bulunmuştur. Kil toprakta % 3 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarında en büyük değer 6.zamanda (90 gün), % 6 PK uygulamasında ise 10.zamanda (210 gün) bulunmuştur. % 6 BBAK uygulaması ile 1.zamanda % 3,82 olan TC miktarı % 110 artarak 6.zamanda % 8,13 değerine ulaşmıştır. Tın toprakta kontrol ve % 3 PK uygulamalarının zaman ortalamaları arasında fark yoktur, diğer uygulamalarda vardır. % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarının hepsinde en büyük TC değeri 6.zamanda bulunmuştur. Kumlu tın toprakta yapılan tüm uygulamaların zaman ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Aynı zaman ve aynı uygulamada tekstürün, TC değerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Tüm örnekleme zamanlarında da en yüksek TC ortalaması kil toprakta bulunmuştur. Kil ve silt parçacıkları (örneğin, seskioksitler ve katlı silikatlar), geniş spesifik yüzey alanına ve çok sayıda reaktif alana sahiptir. Bu durum toprak organik karbonun güçlü polivalent katyon köprüleri tarafından absorbe edilmesini sağlar. Kuvars parçacıklarının hâkim olduğu kum tekstürlü topraklarda ise, zayıf bağlama afiniteleri bulunmaktadır (Sposito ve diğerleri, 1999). Ding, Huang, Sun, Jiang ve Chen (2014) yaptıkları çalışmada, kum fraksiyonlarının, hem orman hem de meradan örneklenen topraklardaki silt ve kil fraksiyonlarından daha fazla CO₂ saldığını bildirmişlerdir. Ilıman iklimde ve ekilebilir topraklarda, toprak organik karbonunun, % 50-75' i kil miktarı ile ilişkilendirilirken, % 20-40 'ı silt ve % 10' dan daha azı kum ile ilişkilendirilmektedir (Christensen, 2001).

Tablo 18

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda alınan örneklerinin toplam karbon değeri sonuçları

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	6. zaman (90 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	Kontrol	3.48 ± 0.15 AaA	3.43 ± 0.04 CaA	3.27 ± 0.03 CaA
	% 3 PK	4.13 ± 0.29 AbA	7.13 ± 0.46 ABaA	6.62 ± 0.27 ABaA
	% 6 PK	4.75 ± 0.24 AbA	7.06 ± 0.41 ABaA	7.80 ± 0.58 AaA
	% 3 BBAK	4.70 ± 0.18 AbA	6.05 ± 0.05 BaA	5.54 ± 0.32 BabA
	% 6 BBAK	3.87 ± 1.40 AcA	8.13 ± 0.33 AaA	6.67 ± 0.29 ABbA
Tın	Kontrol	2.43 ± 0.42 BaA	2.45 ± 0.40 CaA	2.83 ± 0.03 CaA
	% 3 PK	3.39 ± 0.06 ABaA	3.61 ± 0.08 BCaB	3.95 ± 0.19 BCaB
	% 6 PK	3.60 ± 0.20 ABbA	5.46 ± 0.42 AaB	5.21 ± 0.15 ABaB
	% 3 BBAK	3.91 ± 0.30 AabA	4.99 ± 0.38 ABaA	3.76 ± 0.08 CbB
	% 6 BBAK	3.82 ± 1.04 ABbA	6.20 ± 0.40 AaB	5.93 ± 0.17 AaA
Kumlu Tın	Kontrol	0.86 ± 0.05 AaB	0.80 ± 0.00 BaB	0.70 ± 0.02 AaB
	% 3 PK	1.01 ± 0.05 AaB	1.27 ± 0.04 ABaC	1.43 ± 0.08 AaC
	% 6 PK	1.53 ± 0.13 AaB	1.63 ± 0.08 ABaC	1.70 ± 0.10 AaC
	% 3 BBAK	1.13 ± 0.04 AaB	1.63 ± 0.08 ABaB	1.48 ± 0.11 AaC
	% 6 BBAK	2.00 ± 0.13 AaB	2.38 ± 0.17 AaC	1.63 ± 0.14 AaB

Not1: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Tekstürde farklı büyük harflerle gösterilen Uygulama ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not2: Aynı Satırda, Aynı Tekstür ve Uygulamada farklı küçük harflerle gösterilen Zaman ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Not3: Aynı Sütunda, Aynı Zaman ve Uygulamada farklı büyük kalın harflerle gösterilen Tekstür ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0.05$).

Kompost, toprağa organik karbon sağlayan en yaygın materyaldir (Teutscherova 2017). Toprağa ilave edilen organik düzenleyicilerin, topraktaki karbon miktarını arttırdığı birçok araştırmacı (Ferrerias ve diğerleri, 2006; Majumder ve diğerleri, 2008; Yazdanpanah ve diğerleri, 2013) tarafından bildirilmiştir. Organik karbon kaynağı olan materyaller toprağa eklendiğinde, organik karbonun bir kısmı, ayrışma hızının iyi bir göstergesi olan CO₂ üreterek ayrışırken, diğer kısmı toprakta kalır (Diacono ve Montemurro, 2011). Kavdir ve Killi (2008) toprağa % 2, 4, 8 oranında uygulanan pirinanın, gerek toprak organik karbonunu ve gerekse toprak agregat stabilitesini oldukça fazla arttırdığını bildirmişlerdir.

Yazdanpanah ve diğerkleri (2016), yaptığı çalışmada farklı özelliklere sahip iki kompostu iki farklı dozda tınlı kum ve killi tın topraklara uygulamışlardır. Yapılan uygulamaların toprak organik karbon miktarını kontrol toprağına göre daha fazla arttırdığını ve artan dozlarla birlikte toprak organik karbon miktarının da arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada 210 gün inkübasyon sonrası TC (%) miktarı % 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulamalarında kontrol toprağına göre sırasıyla kil toprakta % 102,5, % 138,5, % 69,4 ve %103,9 oranında artmıştır. Tın toprakta sırasıyla % 39,6, %84,1, % 32,9 ve % 109,5 oranında artmış ve kumlu tın toprakta da % 104,3, %142,9, %111,4 ve % 132,9 oranında artmıştır. Topraktaki karbon miktarının kontrolünde hem toprak tekstürünün hem de agregat boyutunun rolü önemlidir (Yazdanpanah ve diğerkleri, 2016). Yapılan önceki çalışmalar, daha küçük agregatların organik maddeyi koruma, daha fazla ve daha uzun süre karbon tutma özelliğine sahip olduklarını göstermiştir. (Papadopoulos ve diğerkleri 2009; Mangalassery, Sjögersten, Sparkes, Sturrock ve Mooney, 2013). Makro agregatlara kıyasla mikro agregatlarda karbon ayrışma hızı daha yavaştır (Six, Conant, Paul, Paustian, 2002). Bu durum agregat ortalama ağırlık çapı (Tablo 9) daha az olan kumlu tın toprakta TC miktarının, kontrol toprağına göre tüm uygulamalarda artmasının nedeni olarak açıklanabilir. Pirina kompostu ve bağ budama atığı kompostunun TC miktarları sırasıyla % 36,55 ve % 33,86' dir (Tablo 7). Budama atığı kompostunun toprağına karıştırıldıktan sonra uzun süre devam eden önemli miktarda mineralize edilebilir C sağladığı Liu ve Takahashi, (2019) tarafından bildirilmiştir.

Kil, tın ve kumlu tın tekstürdeki topraklara farklı dozlarda (% 0, % 3 ve % 6) karıştırılan pirina ve bağ budama atığı kompostunun inkübasyon süresince, üç farklı zamanda (15 gün, 90 gün, 210 gün) alınan örneklerinde yapılan analizler sonucunda belirlenen, toplam karbon miktarı ve kuru hacim ağırlığı (g/cm^3) değerleri kullanılarak toprakta toplam karbon stoğu (TCS) miktarı hesaplanmış ve t/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 19).

Tablo 19

Farklı tekstürdeki topraklara, farklı dozlarda uygulanan pirina ve bağ budama atığı kompostlarının farklı zamanlarda toplam karbon stok miktarı

Tekstür	Uygulama	1. zaman (15 gün)	6. zaman (90 gün)	10. zaman (210 gün)
Kil	% 3 PK	6,03	31,18	25,51
	% 6 PK	7,28	27,15	33,83
	% 3 BBAK	9,94	22,95	20,11
	% 6 BBAK	10,12	31,96	27,55
Tın	% 3 PK	3,73	6,24	7,11
	% 6 PK	3,82	13,44	20,02
	% 3 BBAK	9,70	16,71	6,67
	% 6 BBAK	14,21	24,49	19,04
Kumlu Tın	% 3 PK	1,34	4,79	6,04
	% 6 PK	6,30	7,60	7,65
	% 3 BBAK	2,47	8,69	6,19
	% 6 BBAK	8,62	13,56	7,91

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, tarımsal üretim sonrası meydana gelen atıkların tarımsal üretimde tekrar kullanılması ile geri dönüşümün sağlanması amacıyla, tarımsal üretim atıklarından kompost yapılmıştır. Kompost yapımında ülkemizde ve yaşadığımız bölgede üretimi ve dolayısı ile atığı çok fazla olan materyaller tercih edilmiştir. Bu materyaller, bağ budama işlemi sonrası ortaya çıkan atıkları ve zeytinin işlenmesi sonrası ortaya çıkan atıkları, pirinadır. Materyaller tam otomatik kompost reaktörlerinde ayrı ayrı kompostlanmıştır. Kompostların oluşum aşamasında sıcaklık takibi yapılmış ve belirlenen aralıklarla karıştırılmış, nemlendirilmiştir, ayrıca örnekler alınmıştır.

PK üretiminde, karışım % 50 hayvan gübresi, % 50 pirina olarak hazırlanmış ve nemi % 45-60 düzeyinde tutulmuştur. Kompostun oluşum aşamasında sıcaklık takibi 38 gün sürmüştür ve bu süreçte 1, 4, 9, 13, 17, 22, 26, 30 ve 38. günlerde kompost karıştırılmış, nemlendirilmiş ve örnek alınmıştır. Kompost oluşum aşamasının ikinci gününde termofilik faza ($>45^{\circ}\text{C}$) geçmiş ve 12 gün boyunca termofilik fazda kalmıştır. Bu süre kompostun patojenler ve zararlı organizmalardan arınması için yeterli bulunmuştur. Mezofilik fazda 10 gün (14-24 gün arasında) kalmıştır. Başlangıç pH değeri 7,75 olan pirina kompostunun sıcaklığın yükselmesi ile birlikte pH değeri düşüş göstermiştir. Sıcaklığın azalmasıyla birlikte pH değeri hızla yükselmiş ve 8,72' ye (38. gün) ulaşmıştır. Kompost EC değeri başlangıçta 7,18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken sıcaklığın artması ile birlikte düşmüştür, daha sonra hızla artmış ve oluşum süreci boyunca değişkenlik göstermiştir. Son örnekleme gününde (38. gün) 7,49 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu belirlenmiştir. Kompostun başlangıç C:N oranı 23,1' dir. Kompostun olgunlaşmasıyla birlikte azalarak 38. günde 15,1 olarak belirlenmiştir. C:N oranı ilk örnekleme zamanından son örnekleme zamanına kadar % 35 azalmıştır. Pirina kompostunun oluşum aşamasında TN miktarı 1. günde % 1,66' dir. Sıcaklığın 45°C ' nin altına düşmesiyle TN miktarı % 43 artarak 38. günde % 2,38' e ulaşmıştır. TC miktarı ise, toplam azot miktarının tam tersi yönünde sıcaklığın azalması ile birlikte azalmıştır. Başlangıçta % 38,3 olan toplam karbon miktarı % 6,3 azalarak, örnek alınan son günde % 35,9' a düşmüştür. PK oluşum aşaması koşullarını sağlamıştır.

BBAK üretiminde karışım, % 20 hayvan gübresi, % 80 bağ budama atığı olarak hazırlanmıştır. Nemi % 45-60 düzeyinde tutulmuştur. Budama materyallerinin yüksek karbon içeriği nedeniyle kompostun başlangıç C:N oranının sağlanabilmesi için % 0,2 oranında azot kaynağı ilave edilmiştir. Kompostun oluşum sürecinde sıcaklığı 90 gün

boyunca takip edilmiştir. Karıştırma, nemlendirme ve örnekleme 1, 5, 10, 17, 24, 32, 39, 45, 52, 60, 66, 77. günlerde yapılmıştır. BBAK oluşum sürecinde ilk 12 günü 45 °C' nin altında geçirmiş ve 13. günde sıcaklık ortalaması 45,4 °C' ye yükselerek termofilik faza geçmiştir ve 7 gün termofilik fazda kalmıştır. Bu süre materyalin zararlı mikroorganizmalardan ve patojenlerden arınması için yeterli bulunmuştur. Başlangıç ve termofilik faz sonrası olmak üzere 13 gün mezofilik fazda kalmıştır. BBAK' un oluşum sürecinde pH değeri sıcaklığın artmasıyla birlikte ilk 10 günde yükselmeye devam etmiştir. İlk gün 6,63 olan değer 74. günde 6,90 olarak bulunmuştur. EC ise, pH değeri ile paralel olarak 10. güne kadar artmıştır. Birinci gün 3,19 µS/cm olan EC değeri kompostun olgunlaşmasıyla birlikte artmış ve 74. günde 4,54 µS/cm olduğu belirlenmiştir. Başlangıçta 25,4 olan C:N oranı sıcaklığın artması ile birlikte azalmaya devam etmiştir. Sıcaklığın azalması ve mezofilik faza geçiş sonrası C:N oranı % 37 oranında azalarak 15,9 değerine ulaşmıştır. BBAK' nun oluşum aşamasında TN miktarı 1. günde % 1,40 olarak belirlenmiştir. Son örnek alınan zamanda (% 2,58) ilk güne göre % 86 artmıştır. TC miktarı ise, 1. gün % 37,84 olarak belirlenmiş ve kompostun olgunlaşması ile birlikte en son değer % 36,18 olarak belirlenmiştir. BBAK oluşum aşaması kriterlerini sağlamıştır.

Her iki kompost da reaktörlerden boşaltıldıktan sonra gölgede ve beton zemin üzerinde, üzerine file örtü örtülerek yaklaşık 2 ay kadar bekletilmiştir. Sonrasında poşet testi (koku), çimlenme testi yapılarak olgunluğu anlaşılmıştır. Her iki kompostun poşet testi sonuçlarına göre, amonyak kokusu yoktur ve toprak, humus benzeri maddeler gibi kokmaktadır. BBAK' un rengi kahverengi ve PK' un rengi koyu kahverengi olarak belirlenmiştir. Çimlenme testi sonuçlarına göre PK' un çimlenme indeksi uygulamaların değişen dozları olan 19- 28,5- 38- 57 ve 76 ton kompost/hektar toprak oranına göre sırasıyla, % 67,0- % 66,0- % 61,4- % 59,7 ve % 59,4 olarak değişmiştir. BBAK' un çimlenme indeksi ise sırasıyla; % 96,4- % 93,6- % 78,1- % 58,4 ve % 59,8 olarak değişmiştir. PK ve BBAK' un sırasıyla pH değerleri; 8,04 ve 6,82 ve EC değeri; 5,95 ve 4,81 µS/cm olarak bulunmuştur. PK ve BBAK' un sırasıyla toplam fenol miktarı 3,09 ve 1,99 GAE mg/g kuru maddedir. Bağ budama atığı kompostunun TN miktarı % 2,89, TC miktarı % 33,86 ve C:N oranı 11,72' dir. Pirina kompostunun ise, TN, TC ve C:N oranı sırasıyla, % 1,77, % 36,55 ve 20,69' dur. BBAK amonyum miktarı ve nitrat miktarı sırasıyla 31,96 ve 274,31 ppm, PK' da ise sırasıyla 1,49 ve 17,44 ppm' dir. Nitrifikasyon indeksi ise, BBAK' da 0,12 ve PK' da 0,09 olarak belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) değeri BBAK' da 51,66 cmol/kg ve PK' da 35,11 cmol/kg olarak belirlenmiştir.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar, önceki çalışmalarla kıyaslandığında her iki kompostunda da olgunluk ve kalite kriterlerini sağladığı görülmüştür. Ayrıca, her iki kompost da tarım topraklarında kullanıma uygundur ve kaliteli bulunmuştur. Ancak, her iki kompost da tarımsal üretim için yüksek EC değerine sahiptir. Bu durumun bitki gelişimi üzerine olumsuz etkileri olabilmektedir. Topraklara daha az miktarda uygulanması ya da daha az tuz içeren materyallerle karıştırılarak kullanılması önerilebilir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, oluşumunu tamamlayan, olgunluk ve kalite kriterleri belirlenen kompostlar kil, tın ve kumlu tın topraklarla % 0, % 3 ve % 6 oranlarında karıştırılarak 7 ay (210 gün) inkübasyona bırakılmıştır. Farklı dozlarda uygulanan kompostların farklı tekstürdeki toprakların fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerine etkilerinin zamana bağlı değişimini belirlemek üzere inkübasyon süresince 10 farklı zamanda örnekler alınmış ve analizleri yapılmıştır.

Yapılan uygulamaların inkübasyon sonrası toprakların fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlenmiştir. Bu özellikler; toprak agregat stabilitesi (AS), agregat ortalama ağırlık çapı (AOAÇ), kuru hacim ağırlığı (KHA), toprağın satire koşullarda su tutma kapasitesi (STK), tarla kapasitesi (TK), toplam porozite (TP) ve hidrolik iletkenliktir. Toprak agregat stabilitesine etkileri incelendiğinde kil toprakta 15 günlük inkübasyonda % 6 PK agregat stabilitesini düşürmüştür ve kontrol toprağı en yüksek AS' ne sahiptir. Bu durumun nedeni, pirina kompostunun tanecikli yapıda olması ve ayrışmanın henüz artmaya başlamaması olduğu söylenebilir. İnkübasyonun 30-120 günü arasında kil toprakta tüm uygulamalar kontrole göre agregat stabilitesini arttırmıştır. En fazla arttıran % 6 BBAK uygulamasıdır. Kil toprakta 150-210 gün arası inkübasyonda uygulamaların AS' ne etkisi olmamıştır. Tın ve kumlu tın topraklara uygulanan her iki kompost ve dozları AS' nin artmasını sağlamıştır. AS ve toplam karbon (TC) arasındaki ilişki incelendiğinde, 90 günlük inkübasyon sonrası R^2 değeri 0,77 ve pozitif yönde olduğu belirlenmiştir. Bu dönem toprakta karbon miktarının en fazla olduğu zamandır. Yapılan uygulamalar agregat ortalama ağırlık çapını genel olarak düşürmüştür. Tüm uygulamaların kontrole göre daha düşük AOAÇ' ına sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda kompostun kolay ayrışabilen organik materyal olması nedeniyle makro agregat oluşumunu teşvik edebilmesi için daha uzun zaman ihtiyacı olduğu söylenebilir. Yapılan kompost uygulamaları her üç tekstürde de KHA' nı düşürmüştür. Her iki kompostun da artan dozları KHA' nın düşmesine neden olmuştur. Kuru hacim ağırlığı daha düşük olduğu için en etkili uygulama BBAK olmuştur ve artan dozu ile birlikte toprakta KHA daha fazla düşürmüştür.

Her üç tekstürde de yapılan uygulamalar toprağın sature koşullarda su tutma kapasitesini (STK), tarla kapasitesini (TK) ve toplam poroziteyi (TP) arttırmıştır. STK' yı kontrole göre en fazla arttıran uygulama % 6 BBAK uygulaması olmuştur. Özellikle kumlu tın toprakta daha fazla arttırmıştır. 210 gün inkübasyon sonrası % 6 BBAK uygulamasının STK değerinin kontrole göre kil toprakta % 22,5 daha fazla iken kumlu tın toprakta % 37,8 daha fazla olduğu görülmüştür. 210 gün inkübasyon sonrası yapılan tüm uygulamalar kontrol toprağına göre tarla kapasitesini, kil toprakta % 4,6 ile % 11,1 arasında, tın toprakta % 10,1 ve 21,5 arasında ve kumlu tın toprakta da % 19,4 ile % 27,7 arasında arttırmıştır. Çalışmada hidrolik iletkenlik analizi 210 gün inkübasyon sonrası örneklerde yapılmıştır. Kil toprakta % 3 PK, % 6 PK, % 3 BBAK ve % 6 BBAK uygulanması sonucu hidrolik iletkenlik kontrole göre sırasıyla 4,6, 4,8, 4,6 ve 6,5 kat artmıştır. Tın toprakta sırasıyla 1,8, 2,0 2,1 ve 2,3 kat ve kumlu tın toprakta 1,5, 2,1, 1,2 ve 1,4 kat artmıştır. Hidrolik iletkenliği kil ve tın toprakta en fazla arttıran uygulama % 6 BBAK ve kumlu tın toprakta da % 6 PK uygulaması olmuştur.

Bu çalışmada yapılan uygulamalar sonucu toprakların bazı kimyasal özelliklerinde de (toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, toplam azot ve toplam karbon) önemli değişiklikler meydana gelmiştir. PK ve BBAK, uygulama yapılan topraklardan daha düşük pH içeriğine sahip olduğu için uygulama sonrası her üç tekstürde de pH değerini düşürmüştür ve artan dozlarla birlikte pH azalmıştır. Zamana bağlı değişimde ise pH değerinin materyallerin ayrışması ile birlikte değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte her iki kompostun da yüksek elektriksel iletkenliği (EC) nedeniyle uygulandığı toprakların EC değerini oldukça yükseltmiştir. Zamana bağlı olarak artan inkübasyon süresi ile birlikte organik maddenin mineralizasyonunu sonucu EC değeri artmaya devam etmiştir. Bu durumun nedeni, çalışmanın kontrollü koşullarda yapılmış olması ve topraktan drenajın sağlanmaması sonucu çözünebilir tuzların birikmesi olduğu düşünülmektedir ve arazi koşullarında bu sorunun ortadan kalkacağı öngörülmektedir.

Toprağına eklenen pirina kompostunun TN içeriği % 1,77 ve bağ budama atığı kompostunun da % 2,89' dur. Bu nedenle genel olarak BBAK uygulamalarında TN miktarı daha fazladır ve artan dozlarla birlikte artış göstermiştir. Yapılan uygulamaların TN miktarını en fazla arttırdığı tekstür kil topraktır. Zamana bağlı olarak TN içeriğinde değişim yoktur. Yapılan uygulamaların toprağın TC içeriğine ilk 15 günde (1.zaman) herhangi bir etkisi olmamıştır. İnkübasyonun 90. gününden sonra farklı dozlarda PK ve BBAK uygulaması kontrol toprağına göre TC değerini önemli ölçüde arttırmıştır. Toprağın TCS 6.zamanda (90

gün inkübasyon) 1.zamana göre kil toprakta % 131 ile 417 arasında artış oranına, tın toprakta % 72 ile 251 arasında ve kumlu tın toprakta da % 21 ile 257 arasındadır.

Sonuç olarak, her iki kompost da toprakta poroziteyi çok fazla arttırmamasına rağmen hidrolik iletkenliği arttırmıştır. Bu durumun nedeni toprakta karbon miktarının artmasıyla ilişkili olarak stabilitenin artmasıdır ve bunun sonucunda toprakta suyun akışı sırasında varolan gözenekleri tıkayacak nitelikteki toprak parçacıklarının bulunmamasıdır. Özellikle kil toprakta hidrolik iletkenliği en fazla arttıran uygulama olması ve TCS en fazla arttıran uygulama olması nedeniyle % 6 BBAK uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Kil toprakta karbon, ayrışmanın daha yavaş olması nedeniyle daha uzun süre kalabilmektedir. Bu nedenle kil toprakta kompostun daha fazla ve daha uzun aralıklarla toprağa eklenmesinin ekonomik olabileceği söylenebilir. Bununla birlikte kumlu tın toprakta ayrışmanın daha hızlı olması nedeniyle TCS miktarı daha kısa süreli olabilmektedir. Ayrıca kumlu tın toprakta su tutma kapasitesini artan kompost dozları çok fazla değiştirmemiştir. Bu nedenle kumlu tın topraklara daha az miktarda ve sık aralıklarla kompost eklenmesinin daha doğru olduğu söylenebilir. Kompost toprakta 90 gün inkübasyon sonrası TCS ve agregat stabilitesinin daha fazla artmasını sağlamıştır. Bu nedenle tarımsal üretimde ekim, dikimden ortalama 3 ay önce toprağa kompost eklenmesinin daha iyi sonuçlar verebileceği öngörülebilir.

KAYNAKLAR

- Abdelraouf, R. E. (2014). New Engineering Method to Improve Water Use Efficiency of Maize under Drip Irrigation System Using Irregular Volumetric Distribution of Compost along Laterals. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(3), 383-394. Erişim adresi: <http://www.curreweb.com/mejar/mejar/2014/383-394.pdf>
- Abu-Zreig, M., & Al-Widyan, M. (2002). Influence of olive mills solid waste on soil hydraulic properties. *Communications in soil science and plant analysis*, 33(3-4), 505-517. doi: 10.1081/CSS-120002760
- Adesodun, J. K., Mbagwu, J. S. C., & Oti, N. (2001). Structural stability and carbohydrate contents of an ultisol under different management systems. *Soil and Tillage Research*, 60(3-4), 135-142. doi: 10.1016/S0167-1987(01)00164-7
- Adugna, G. (2016). A review on impact of compost on soil properties, water use and crop productivity. *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research*, 4(3), 93-104. doi: 10.14662/ARJASR2016.010
- Aggelides, S. M., & Londra, P. A. (2000). Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource technology*, 71(3), 253-259. doi: 10.1016/S0960-8524(99)00074-7
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., & Öktüren, F. (2006). Organik Materyal İlavesinin Bazi Fiziksel Ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 245-254. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizfderg/issue/1577/19562>
- Al-Barakah, F. N., Radwan, S. M. A., & Abdel-Aziz, R. A. (2013). Using biotechnology in recycling agricultural waste for sustainable agriculture and environmental protection. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 2(12), 446-459. Erişim: https://www.researchgate.net/profile/Fahad_Al-Barakah/publication/285774132_Using_biotechnology_in_recycling_agricultural_waste_for_sustainable_agriculture_and_environmental_protection/links/568b679208aebccc4e1a4878.pdf
- Albuquerque, J. A., González, J., Garcia, D., & Cegarra, J. (2004). Agrochemical characterisation of “alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource technology*, 91(2), 195-200. doi: 10.1016/S0960-8524(03)00177-9
- Albuquerque, J. A., González, J., García, D., & Cegarra, J. (2006). Composting of a solid

- olive-mill by-product (“alperujo”) and the potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. *Waste Management*, 26(6), 620-626. doi: 10.1016/j.wasman.2005.04.008
- Al-Widyan, M. I., Al-Abed, N., & Al-Jalil, H. (2005). Effect of composted olive cake on soil physical properties. *Communications in soil science and plant analysis*, 36(9-10), 1199-1212. doi: 10.1081/CSS-200056896
- Amezketta, E. (1999). Soil aggregate stability: a review. *Journal of sustainable agriculture*, 14(2-3), 83-151. doi: 10.1300/J064v14n02_08
- Annabi, M., Houot, S., Francou, C., Poitrenaud, M., & Bissonnais, Y. L. (2007). Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Science Society of America Journal*, 71(2), 413-423. doi: 10.2136/sssaj2006.0161
- Annabi, M., Le Bissonnais, Y., Le Villio-Poitrenaud, M., & Houot, S. (2011). Improvement of soil aggregate stability by repeated applications of organic amendments to a cultivated silty loam soil. *Agriculture, ecosystems & environment*, 144(1), 382-389. doi: 10.1016/j.agee.2011.07.005
- Antil, R. S., Raj, D., Narwal, R. P., & Singh, J. P. (2013). Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from organic wastes and their response to wheat. *Waste and Biomass Valorization*, 4(1), 95-104. doi: 10.1007/s12649-012-9141-7
- Antizar-Ladislao, B., Lopez-Real, J., & Beck, A. J. (2005). Laboratory studies of the remediation of polycyclic aromatic hydrocarbon contaminated soil by in-vessel composting. *Waste Management*, 25(3), 281-289. doi: 10.1016/j.wasman.2005.01.009
- Aranda, V., Pérez-Lomas, A. L., Párraga, J. F., Delgado, R., Almendros Martín, G., & Delgado, G. (2010). Effects of co-composted sewage sludge amendment on Mediterranean agricultural soils. *a soil microcosm experiment*. Erişim adresi: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/93965/1/439938.pdf>
- Aranyos, J. T., Tomócsik, A., Makádi, M., Mészáros, J., & Blaskó, L. (2016). Changes in physical properties of sandy soil after long-term compost treatment. *International Agrophysics*, 30(3). doi: 10.1515/intag-2016-0003
- Araújo, A. S. F., & Monteiro, R. T. R. (2005). Plant bioassays to assess toxicity of textile sludge compost. *Scientia Agricola*, 62(3), 286-290. doi: 10.1590/S010390162005000300013
- Arthur, E., Cornelis, W. M., Vermang, J., & De Rocker, E. (2011). Amending a loamy sand with three compost types: impact on soil quality. *Soil Use and Management*, 27(1),

- 116-123. doi: 10.1111/j.1475-2743.2010.00319.x
- Awasthi, M. K., Pandey, A. K., Khan, J., Bundela, P. S., Wong, J. W., & Selvam, A. (2014). Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting. *Bioresource technology*, 168, 214-221. doi: 10.1016/j.biortech.2014.01.048
- Bagarello, V., Iovino, M., & Elrick, D. (2004). A simplified falling-head technique for rapid determination of field-saturated hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 68(1), 66-73. doi: 10.2136/sssaj2004.6600
- Barrington, S., Choinière, D., Trigui, M., & Knight, W. (2002). Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. *Bioresource Technology*, 83(3), 189-194. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00229-2
- Barus, J. (2017). Soil Chemical Properties and Soybean Yield Due to Application of Biochar and Compost of Plant Waste. *Journal of Tropical Soils*, 21(1), 1-7. doi: 10.5400/jts.2016.v21i1.1-7
- Bashir, K., Ali, S., Ijaz, S. S., & Ahmad, I. (2016). Effect of organic amendments on distribution, stability and carbon concentration of soil aggregates. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(4). Erişim adresi: <https://pakjas.com.pk/papers/2658.pdf>
- Bastida, F., Kandeler, E., Hernández, T., & García, C. (2008). Long-term effect of municipal solid waste amendment on microbial abundance and humus-associated enzyme activities under semiarid conditions. *Microbial ecology*, 55(4), 651-661. doi: 10.1007/s00248-007-9308-0
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R., & Moliner, A. (2005). Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource technology*, 96(5), 597-603. doi: 10.1016/j.biortech.2004.06.006
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., & De Antonio, R. (2006). Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource technology*, 97(16), 2071-2076. doi: 10.1016/j.biortech.2005.09.011
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., & Palma, R. M. (2003). Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. *Biology and fertility of soils*, 37(3), 184-189. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-003-0584-7>
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R. M., & Efron, D. (2005). Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Science*, 170(5), 360-370. doi:

10.1097/01.ss.0000169909.87237.c5

- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Hontoria, C., & Almorox, J. (2009). Dynamics of pruning waste and spent horse litter co-composting as determined by chemical parameters. *Bioresource technology*, 100(1), 497-500. doi: 10.1016/j.biortech.2008.06.005
- Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource technology*, 100(22), 5444-5453. doi: 10.1016/j.biortech.2008.11.027
- Bernal, M. P., Paredes, C., Sanchez-Monedero, M. A., & Cegarra, J. (1998). Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource technology*, 63(1), 91-99. doi: 10.1016/S0960-8524(97)00084-9
- Bhattacharyya, R., Chandra, S., Singh, R. D., Kundu, S., Srivastva, A. K., & Gupta, H. S. (2007). Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation. *Soil and Tillage Research*, 94(2), 386-396. doi: 10.1016/j.still.2006.08.014
- Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., & Clarke, F. E. (1965). Methods of soil analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, part I, 1-770.
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk density. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*, 5, 363-375. doi: 10.2136/sssabookser5.1.2ed.c13
- Bolan, N. S., & Hedley, M. J. (2003). Role of carbon, nitrogen, and sulfur cycles in soil acidification. *Handbook of soil acidity*. Marcel Dekker, New York, 29-56. Erişim adresi: https://books.google.com.tr/books?id=sU7VDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=tr&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Boldrin, A., Andersen, J. K., Møller, J., Christensen, T. H., & Favoino, E. (2009). Composting and compost utilization: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management & Research*, 27(8), 800-812. doi: 10.1177/0734242X09345275
- Boulter-Bitzer, J. I., Trevors, J. T., & Boland, G. J. (2006). A polyphasic approach for assessing maturity and stability in compost intended for suppression of plant pathogens. *Applied Soil Ecology*, 34(1), 65-81. doi: 10.1016/j.apsoil.2005.12.007
- Breitenbeck, G. A., & Schellinger, D. (2004). Calculating the reduction in material mass and volume during composting. *Compost science & utilization*, 12(4), 365-371. doi: 10.1080/1065657X.2004.10702206

- Bremner, J. T. (1965). Inorganic forms of nitrogen. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1179-1237. doi: 10.2134/agronmonogr9.2.c33
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), 117-129. doi: 10.5194/soil-1-117-2015
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22. doi: 10.1016/j.geoderma.2004.03.005
- Brown, S., & Cotton, M. (2011). Changes in soil properties and carbon content following compost application: results of on-farm sampling. *Compost Science & Utilization*, 19(2), 87-96. doi: 10.1080/1065657X.2011.10736983
- Bustamante, M. A., Restrepo, A. P., Albuquerque, J. A., Pérez-Murcia, M. D., Paredes, C., Moral, R., & Bernal, M. P. (2013). Recycling of anaerobic digestates by composting: effect of the bulking agent used. *Journal of Cleaner Production*, 47, 61-69. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.07.018
- Cambardella, C. A., Richard, T. L., & Russell, A. (2003). Compost mineralization in soil as a function of composting process conditions. *European Journal of Soil Biology*, 39(3), 117-127. doi: 10.1016/S1164-5563(03)00027-X
- Cascant, M. M., Sisouane, M., Tahiri, S., Krati, M. E., Cervera, M. L., Garrigues, S., & De la Guardia, M. (2016). Determination of total phenolic compounds in compost by infrared spectroscopy. *Talanta*, 153, 360-365. doi: 10.1016/j.talanta.2016.03.020
- Cayci, G., Temiz, C., & Sözüdogru Ok, S. (2017). The effects of fresh and composted chicken manures on some soil characteristics. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(13), 1528-1538. doi: 10.1080/00103624.2017.1373794
- Cayci, G., Temiz, C., & Sözüdogru Ok, S. (2017). The effects of fresh and composted chicken manures on some soil characteristics. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(13), 1528-1538. doi: 10.1080/00103624.2017.1373794
- Cayuela, M. L., Bernal, M. P., & Roig, A. (2004). Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use. *Compost science & utilization*, 12(2), 130-136. doi: 10.1080/1065657X.2004.10702171
- Cayuela, M. L., Sanchez-Monedero, M. A., & Roig, A. (2010). Two-phase olive mill waste composting: enhancement of the composting rate and compost quality by grape stalks addition. *Biodegradation*, 21(3), 465-473. doi: 10.1007/s10532-009-9316-5
- Cayuela, M. L., Sanchez-Monedero, M. A., Molina, J., & Roig, A. (2005). Compost

- production from olive oil processing. *BioCycle*, 46(2), 64-65. Erişim adresi: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ef54dcec-c021-45f8-a694-53747e93fd0d%40pdc-v-sessmgr03>
- Cekmecelioglu, D., Demirci, A., Graves, R. E., & Davitt, N. H. (2005). Optimization of windrow food waste composting to inactivate pathogenic microorganisms. *Transactions of the ASAE*, 48(5), 2023-2032. doi: 10.13031/2013.19977
- Chan, M. T., Selvam, A., & Wong, J. W. (2016). Reducing nitrogen loss and salinity during ‘struvite’ food waste composting by zeolite amendment. *Bioresource technology*, 200, 838-844. doi: 10.1016/j.biortech.2015.10.093
- Chang, R., Guo, Q., Chen, Q., Bernal, M. P., Wang, Q., & Li, Y. (2019). Effect of initial material bulk density and easily-degraded organic matter content on temperature changes during composting of cucumber stalk. *Journal of Environmental Sciences*, 80, 306-315. doi: 10.1016/j.jes.2017.10.004
- Chaudhari, P. R., Ahire, D. V., Ahire, V. D., Chkravarty, M., & Maity, S. (2013). Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(2), 1-8. Erişim adresi: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.299.7022&rep=rep1&type=pdf>
- Chivenge, P., Vanlauwe, B., Gentile, R., & Six, J. (2011). Organic resource quality influences short-term aggregate dynamics and soil organic carbon and nitrogen accumulation. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(3), 657-666. doi: 10.1016/j.soilbio.2010.12.002
- Chowdary, V. M., Rao, M. D., & Jaiswal, C. S. (2006). Study of infiltration process under different experimental conditions. *Agricultural Water Management*, 83(1-2), 69-78. doi: 10.1016/j.agwat.2005.09.001
- Chowdhury, A. K. M. M. B., Konstantinou, F., Damati, A., Akratos, C. S., Vlastos, D., Tekerlekopoulou, A. G., & Vayenas, D. V. (2015). Is physicochemical evaluation enough to characterize olive mill waste compost as soil amendment? The case of genotoxicity and cytotoxicity evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 93, 94-102. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.01.029
- Christensen BT (2001) Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *Eur J Soil Sci* 52: 345–353. doi:

10.1046/j.1365-2389.2001.00417.x

- Cornell Waste Management Institute, (1996). Erişim adresi: <http://compost.css.cornell.edu/download.html>
- Curtis, M. J., & Claassen, V. P. (2005). Compost incorporation increases plant available water in a drastically disturbed serpentine soil. *Soil Science*, 170(12), 939-953. doi: 10.1097/01.ss.0000187352.16740.8e
- Çetin, A. Ergüneş, C.A. Özertürk, B. Aynacı, D. Özdemir, E. D. Muzikacı, G. Tiryakioğlu T. (2009). *Lapseki meslek yüksekokulu arazisinin detaylı toprak etüd ve haritalaması*. (Yayınlanmamış Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Dempster, D. N., Gleeson, D. B., Solaiman, Z. I., Jones, D. L., & Murphy, D. V. (2012). Decreased soil microbial biomass and nitrogen mineralisation with Eucalyptus biochar addition to a coarse textured soil. *Plant and Soil*, 354(1-2), 311-324. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-011-1067-5>
- Dexter, A. R. (2004). Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120(3-4), 201-214. doi: 10.1016/j.geoderma.2003.09.004
- Diacono, M., & Montemurro, F. (2011). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. In *Sustainable agriculture volume 2* (pp. 761-786). Springer, Dordrecht. Erişim adresi: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0394-0_34
- Ding, F., Huang, Y., Sun, W., Jiang, G., & Chen, Y. (2014). Decomposition of organic carbon in fine soil particles is likely more sensitive to warming than in coarse particles: an incubation study with temperate grassland and forest soils in Northern China. *PloS one*, 9(4), e95348. doi: 10.1371/journal.pone.0095348
- Domeizel, M., Khalil, A., & Prudent, P. (2004). UV spectroscopy: a tool for monitoring humification and for proposing an index of the maturity of compost. *Bioresource Technology*, 94(2), 177-184. doi: 10.1016/j.biortech.2003.11.026
- Duong, T. T., Penfold, C., & Marschner, P. (2012). Differential effects of composts on properties of soils with different textures. *Biology and Fertility of Soils*, 48(6), 699-707. Erişim: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00374-012-0667-4.pdf>
- Edwards, A. P., & Bremner, J. M. (1967). Microaggregates in soils 1. *Journal of Soil Science*, 18(1), 64-73. doi: 10.1111/j.1365-2389.1967.tb01488.x
- Eibisch, N., Durner, W., Bechtold, M., Fuß, R., Mikutta, R., Woche, S. K., & Helfrich, M. (2015). Does water repellency of pyrochars and hydrochars counter their positive effects on soil hydraulic properties?. *Geoderma*, 245, 31-39. doi:

10.1016/j.geoderma.2015.01.009

- Erdin, E. (2005). *Atıkların Kompostlanması*. DE Ü. Müh. Fak. Çevre Müh. Böl. Ders Notları, İzmir., http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/ders/kati_atik/ders_not/kompost.pdf
- FAO, (2016). Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics Division. Erişim Adresi (12.12.2016): <http://Www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/QC>
- Ferreras, L., Gómez, E., Toresani, S., Firpo, I., & Rotondo, R. (2006). Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource technology*, 97(4), 635-640. doi: 10.1016/j.biortech.2005.03.018
- Gao, M., Li, B., Yu, A., Liang, F., Yang, L., & Sun, Y. (2010). The effect of aeration rate on forced-aeration composting of chicken manure and sawdust. *Bioresource Technology*, 101(6), 1899-1903. doi: 10.1016/j.biortech.2009.10.027
- Gea, T., Artola, A., Sort, X., & Sánchez, A. (2005). Composting of residuals produced in the Catalan wine industry. *Compost science & utilization*, 13(3), 168-174. doi: 10.1080/1065657X.2005.10702237
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. *Particle-size analysis*. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, 2nd ed. Agron. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 383–413.
- Gigliotti, G., Proietti, P., Said-Pullicino, D., Nasini, L., Pezzolla, D., Rosati, L., & Porceddu, P. R. (2012). Co-composting of olive husks with high moisture contents: organic matter dynamics and compost quality. *International biodeterioration & biodegradation*, 67, 8-14. doi: 10.1016/j.ibiod.2011.11.009
- González, M., Gomez, E., Comese, R., Quesada, M., & Conti, M. (2010). Influence of organic amendments on soil quality potential indicators in an urban horticultural system. *Bioresource technology*, 101(22), 8897-8901. doi: 10.1016/j.biortech.2010.06.095
- Gonzalez, R. F., & Cooperband, L. R. (2002). Compost effects on soil physical properties and field nursery production. *Compost Science & Utilization*, 10(3), 226-237. doi: 10.1080/1065657X.2002.10702084
- Gougoulas, N., Vagelas, I., Papachatzis, A., Stergiou, E., Chouliaras, N., & Chouliara, A. (2013). Chemical and biological properties of a sandy loam soil amended with olive mill waste, solid or liquid form, in vitro. *International journal of Recycling of Organic waste in Agriculture*, 2(1), 13. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1186/2251-7715-2-13>
- Graczyk, M., & Jakubus, M. (2016). Changes of chosen properties of sandy soil in result of

- compost application. In *Colloquium Biometricum* (Vol. 46). -. Erişim adresi: http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-e880fbc4-d5c7-4946-9f4c-9bf352b34293/c/cb46_59.pdf
- Hachicha, S., Sellami, F., Cegarra, J., Hachicha, R., Drira, N., Medhioub, K., & Ammar, E. (2009). Biological activity during co-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manure—Physico-chemical characterization of the processed organic matter. *Journal of Hazardous Materials*, 162(1), 402-409. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.05.053
- Hassen, A., Belguith, K., Jedidi, N., Cherif, A., Cherif, M., & Boudabous, A. (2001). Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Bioresource technology*, 80(3), 217-225. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00065-7
- Hoornweg, D., Thomas, L., & Otten, L. (1999). Composting and its applicability in developing countries. *World Bank working paper series*, 8, 1-46. Erişim adresi: <https://www.elaw.org/es/system/files/composting%20and%20developing%20countries.pdf>
- Hu, Z., Lane, R., & Wen, Z. (2009). Composting clam processing wastes in a laboratory- and pilot-scale in-vessel system. *Waste Management*, 29(1), 180-185. doi: 10.1016/j.wasman.2008.02.016
- Huang, C. C., & Chen, Z. S. (2009). Carbon and nitrogen mineralization of sewage sludge compost in soils with a different initial pH. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55(5), 715-724. doi: 10.1111/j.1747-0765.2009.00410.x
- Huang, G. F., Wong, J. W. C., Wu, Q. T., & Nagar, B. B. (2004). Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. *Waste management*, 24(8), 805-813. doi: 10.1016/j.wasman.2004.03.011
- Hudson, B. D. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of soil and water conservation*, 49(2), 189-194. Erişim adresi: <https://www.jswnonline.org/content/jswn/49/2/189.full.pdf>
- Huerta-Pujol, O., Soliva, M., Martínez-Farré, F. X., Valero, J., & López, M. (2010). Bulk density determination as a simple and complementary tool in composting process control. *Bioresource technology*, 101(3), 995-1001. doi: doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.096
- Ilay, R., Kavdir, Y., & Sümer, A. (2013). The effect of olive oil solid waste application on soil properties and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 254-259. doi:

10.1016/j.ibiod.2013.07.008

- Iqbal, M. K., Nadeem, A., Sherazi, F., & Khan, R. A. (2015). Optimization of process parameters for kitchen waste composting by response surface methodology. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(5), 1759-1768. doi: 10.1007/s13762-014-0543-x
- Jimenez, E. I., & García, V. P. (1992). Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agriculture, ecosystems & environment*, 38(4), 331-343. doi: 10.1016/0167-8809(92)90154-4
- Juárez, M. F. D., Prähauser, B., Walter, A., Insam, H., & Franke-Whittle, I. H. (2015). Co-composting of biowaste and wood ash, influence on a microbially driven-process. *Waste management*, 46, 155-164. doi: 10.1016/j.wasman.2015.09.015
- Kalyoncu, F., & Kalmış, E. (2016). Pirinanın farklı Pleurotus türlerinin yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 87-92. Erişim adresi: <http://fbed.balikesir.edu.tr/index.php/dergi/article/view/180/163>
- Karak, T., Bhattacharyya, P., Paul, R. K., Das, T., & Saha, S. K. (2013). Evaluation of composts from agricultural wastes with fish pond sediment as bulking agent to improve compost quality. *Clean-Soil, Air, Water*, 41(7), 711-723. doi: 10.1002/clen.201200142
- Kavdir, Y., İlay, R., Smucker, A. J., & Kavdir, İ. (2009, June). Soil structure stabilization of olive oil solid waste and compost applied soils. In *International Soil Tillage Research Organization 18th Triennial Conference, İzmir, Turkey, June* (Vol. 15). Erişim adresi: https://www.academia.edu/download/45775965/Soil_structure_stabilization_of_olive_oil20160519-21231-wjps9.pdf
- Kavdir, Y., & Killi, D. (2008). Influence of olive oil solid waste applications on soil pH, electrical conductivity, soil nitrogen transformations, carbon content and aggregate stability. *Bioresource Technology*, 99(7), 2326-2332. doi: 10.1016/j.biortech.2007.05.034
- Kavdir, Y., Gozel, U., & Sahiner, N. (2019). Akıllı mikrojellerle kaplanmış ham pirina ve yeşil ceviz kabuğunun ve bunların kompostlarının kök-ur nematodu mücadelesinde kullanılma potansiyelinin araştırılması. (Proje no: TOVAG 214O422). Erişim adresi: <https://app.trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/project/TVRreE1qYzM=>
- Kavdir, Y., İlay, R., Camci Cetin, S., Buyukcan, M. B., & Kavdir, I. (2020). Monitoring composting process of olive oil solid waste using FT-NIR

- spectroscopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(6), 816-828. doi: 10.1080/00103624.2020.1729375
- Kemper, W. D., & Koch, E. J. (1966). Aggregate stability of soils from western United States and Canada (No. 1488-2016-124039). doi: 10.22004/ag.econ.171386
- Kemper, W. D., & Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, 5, 425-442. doi: [10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17](https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17)
- Khater, E. S. G. (2015). Some physical and chemical properties of compost. *International Journal of Waste Resources*, 5(1), 1-5. doi: 10.4172/2252-5211.1000172
- Kirchmann, H., & Widen, P. (1994). Separately collected organic household wastes. Chemical composition and composting characteristics. *Swedish Journal of Agricultural Research* (Sweden). Erişim adresi: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SE9410706>
- Kirsten, W. J. (1983). *Organic elemental analysis: Ultramicro, micro, and trace methods*. doi: 10.1016/B978-0-12-410280-4.X5001-3
- Klute, A., & Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, 5, 687-734. doi: 10.2136/sssabookser5.1.2ed.c28
- Ko, H. J., Kim, K. Y., Kim, H. T., Kim, C. N., & Umeda, M. (2008). Evaluation of maturity parameters and heavy metal contents in composts made from animal manure. *Waste management*, 28(5), 813-820. doi: 10.1016/j.wasman.2007.05.010
- Kotb, M., & Abdel-Lattif, H. M. (2019). Assessment the Effect of Compost Amendments on Soil Characteristics and Barley Plant. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 10(11), 693-697. doi: 10.21608/jssae.2019.67361
- Kumar, M., Ou, Y. L., & Lin, J. G. (2010). Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. *Waste management*, 30(4), 602-609. doi: 10.1016/j.wasman.2009.11.023
- Le Bissonnais, Y., Blavet, D., De Noni, G., Laurent, J. Y., Asseline, J., & Chenu, C. (2007). Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*, 58(1), 188-195. doi: 10.1111/j.1365-2389.2006.00823.x
- Liang, C., Das, K. C., & McClendon, R. W. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource technology*, 86(2), 131-137. doi: 10.1016/S0960-8524(02)00153-

- Lim, S. L., Lee, L. H., & Wu, T. Y. (2016). Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. *Journal of Cleaner Production*, 111, 262-278. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.083
- Linares, A., Caba, J. M., Ligeró, F., de la Rubia, T., & Martínez, J. (2003). Detoxification of semisolid olive-mill wastes and pine-chip mixtures using *Phanerochaete flavidol-alba*. *Chemosphere*, 51(9), 887-891. doi: 10.1016/S0045-6535(03)00096-1
- Liu, B., Gumpertz, M. L., Hu, S., & Ristaino, J. B. (2007). Long-term effects of organic and synthetic soil fertility amendments on soil microbial communities and the development of southern blight. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(9), 2302-2316. doi: 10.1016/j.soilbio.2007.04.001
- Liu, D., Zhang, R., Wu, H., Xu, D., Tang, Z., Yu, G., ... & Shen, Q. (2011). Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource technology*, 102(19), 9040-9049. doi: 10.1016/j.biortech.2011.07.052
- Liu, E. (2019). A study on the practical use of compost made from pruning materials based on mineralization characteristics June 2019. Erişim adresi: <https://core.ac.uk/download/pdf/287879276.pdf>
- Liu, E. X., & Takahashi, T. (2019, October). Effect of urban green biomass (pruning materials) compost on the growth of komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis* LH Bailey) in different soils. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 346, No. 1, p. 012079). IOP Publishing. doi: :10.1088/1755-1315/346/1/012079
- Liu, E., & Takahashi, T. (2019). Carbon mineralization characteristics of compost made from pruning material. *Landscape and Ecological Engineering*, 15(2), 199-204. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11355-018-00369-0>
- Mahmoodabadi, M., & Ahmadbeigi, B. (2013). Dry and water-stable aggregates in different cultivation systems of arid region soils. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(8), 2997-3002. doi: 10.1007/s12517-012-0566-x
- Majumder, B., Mandal, B., Bandyopadhyay, P. K., Gangopadhyay, A., Mani, P. K., Kundu, A. L., & Mazumdar, D. (2008). Organic amendments influence soil organic carbon pools and rice–wheat productivity. *Soil science society of America journal*, 72(3), 775-785. doi: 10.2136/sssaj2006.0378

- Mangalassery, S., Sjögersten, S., Sparkes, D. L., Sturrock, C. J., & Mooney, S. J. (2013). The effect of soil aggregate size on pore structure and its consequence on emission of greenhouse gases. *Soil and Tillage Research*, 132, 39-46. doi: 10.1016/j.still.2013.05.003
- Margesin, R., Cimadom, J., & Schinner, F. (2006). Biological activity during composting of sewage sludge at low temperatures. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 57(2), 88-92. doi: 10.1016/j.ibiod.2005.12.001
- Martin, J. P. (1971). Decomposition and binding action of polysaccharides in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 3(1), 33-41. doi: 10.1016/0038-0717(71)90029-0
- Mazaheri, M. R., & Mahmoodabadi, M. (2012). Study on infiltration rate based on primary particle size distribution data in arid and semiarid region soils. *Arabian Journal of Geosciences*, 5(5), 1039-1046. doi: 10.1007/s12517-011-0497-y
- Michailides, M., Christou, G., Akratos, C. S., Tekerlekopoulou, A. G., & Vayenas, D. V. (2011). Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65(3), 560-564. doi: 10.1016/j.ibiod.2011.02.007
- Michel Jr, F. C., Pecchia, J. A., Rigot, J., & Keener, H. M. (2004). Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw. *Compost Science & Utilization*, 12(4), 323-334. doi: 10.1080/1065657X.2004.10702201
- Moncada, M. P., Penning, L. H., Timm, L. C., Gabriels, D., & Cornelis, W. M. (2014). Visual examinations and soil physical and hydraulic properties for assessing soil structural quality of soils with contrasting textures and land uses. *Soil and Tillage Research*, 140, 20-28. doi: 10.1016/j.still.2014.02.009
- Mondini, C., & Sequi, P. (2008). Implication of soil C sequestration on sustainable agriculture and environment. *Waste Management*, 28(4), 678-684. doi: 10.1016/j.wasman.2007.09.026
- Monnier, G. (1965). Action des matieres organiques sur la stabilite structurale de sols: 1ere these. Le concept de sol et son evolution: 2eme these (Doctoral dissertation, Université de Paris). Erişim adresi: <https://hal.inrae.fr/tel-02859676/document>
- Montemurro, F., Maiorana, M., Convertini, G., & Ferri, D. (2006). Compost organic amendments in fodder crops: effects on yield, nitrogen utilization and soil characteristics. *Compost Science & Utilization*, 14(2), 114-123. doi: 10.1080/1065657X.2006.10702272
- Morales-Corts, M. R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Perez-Sanchez, R. (2014). Evaluation of

- green/pruning wastes compost and vermicompost, slungum compost and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae*, 172, 155-160. doi: 10.1016/j.scienta.2014.03.048
- Mylavarapu, R. S., & Zinati, G. M. (2009). Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils. *Scientia horticulturae*, 120(3), 426-430. doi: 10.1016/j.scienta.2008.11.038
- Namkoong, W., Hwang, E. Y., Park, J. S., & Choi, J. Y. (2002). Bioremediation of diesel-contaminated soil with composting. *Environmental pollution*, 119(1), 23-31. doi: 10.1016/S0269-7491(01)00328-1
- Novotná, J., & Badalíková, B. (2017). Influence of soil organic matter on its water stability of soil aggregates. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 17, 323-329. doi: 10.1016/10.5593/sgem2017/32
- Obalum, S. E., Uteau-Puschmann, D., & Peth, S. (2019). Reduced tillage and compost effects on soil aggregate stability of a silt-loam Luvisol using different aggregate stability tests. *Soil and Tillage Research*, 189, 217-228. doi: 10.1016/j.still.2019.02.002
- Ofosu-Budu, G. K., Hogarh, J. N., Fobil, J. N., Quaye, A., Danso, S. K. A., & Carboo, D. (2010). Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in two compost types in Ghana. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(3), 205-209. doi: 10.1016/j.resconrec.2009.08.001
- Ogunwande, G. A., Osunade, J. A., Adekalu, K. O., & Ogunjimi, L. A. O. (2008). Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency. *Bioresource Technology*, 99(16), 7495-7503. doi: 10.1016/j.biortech.2008.02.020
- Padbhushan, R., Rakshit, R., Das, A., & Sharma, R. P. (2016). Effects of various organic amendments on organic carbon pools and water stable aggregates under a scented rice–potato–onion cropping system. *Paddy and Water Environment*, 14(4), 481-489. doi: 10.1080/00103624.2016.1254785
- Pagliai, M., Vignozzi, N., & Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79(2), 131-143. doi: 10.1016/j.still.2004.07.002
- Papadopoulos, A., Bird, N. R. A., Whitmore, A. P., & Mooney, S. J. (2009). Investigating the effects of organic and conventional management on soil aggregate stability using X-ray computed tomography. *European Journal of Soil Science*, 60(3), 360-368. doi:

10.1111/j.1365-2389.2009.01126.x

- Provenzano, M. R., Gigliotti, G., Cilenti, A., Erriquens, F., & Senesi, N. (2006). Spectroscopic and thermal investigation of hydrophobic and hydrophilic fractions of dissolved organic matter. *Compost science & utilization*, 14(3), 191-200. doi: 10.1080/1065657X.2006.10702283
- Rashad, F. M., Saleh, W. D., & Moselhy, M. A. (2010). Bioconversion of rice straw and certain agro-industrial wastes to amendments for organic farming systems: 1. Composting, quality, stability and maturity indices. *Bioresource Technology*, 101(15), 5952-5960. doi: 10.1016/j.biortech.2010.02.103
- Ravindran, B., & Sekaran, G. (2010). Bacterial composting of animal fleshing generated from tannery industries. *Waste management*, 30(12), 2622-2630. doi: 10.1016/j.wasman.2010.07.013
- Rich, N., & Bharti, A. (2015). Assessment of different types of in-vessel composters and its effect on stabilization of MSW compost. *Int Res J Eng Technol*, 2, 37-42. Erişim adresi: <https://www.academia.edu/download/37918881/Irjet-v2i308.pdf>
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (Vol. 78, No. 2, p. 154). LWW. Erişim adresi: https://journals.lww.com/soilsci/citation/1954/08000/diagnosis_and_improvement_of_saline_and_alkali.12.aspx
- Ryckeboer, J., Mergaert, J., Coosemans, J., Deprins, K., & Swings, J. (2003). Microbiological aspects of biowaste during composting in a monitored compost bin. *Journal of Applied microbiology*, 94(1), 127-137. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.01800.x
- Said-Pullicino, D., Erriquens, F. G., & Gigliotti, G. (2007). Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity. *Bioresource technology*, 98(9), 1822-1831. doi: 10.1016/j.biortech.2006.06.018
- Sanusi, S., Ch'ng, H. Y., & Othman, S. (2018). Effects of incubation period and Christmas Island rock phosphate with different rate of rice straw compost on phosphorus availability in acid soil. *AIMS Agric Food*, 3, 384-396. doi: 10.3934/agrfood.2018.4.384
- Schlichting, E., & Blume, H. P. (1966). *Bodenkundliches Praktikum; eine Einfuhrung in pedologisches Arbeiten fur Okologen, insbesondere Land-und Forstwirte, und fur Geowissenschaftler*. doi: 10.1002/jpln.19671160209

- Sciubba, L., Cavani, L., Negroni, A., Zanaroli, G., Fava, F., Ciavatta, C., & Marzadori, C. (2014). Changes in the functional properties of a sandy loam soil amended with biosolids at different application rates. *Geoderma*, 221, 40-49. doi: 10.1016/j.geoderma.2014.01.018
- Šindelková, I., Novotná, J., & Badalíková, B. (2017). The influence of vineyard greening on soil properties. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 17, 595-602. doi: 10.5593/sgem2017/32
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00106-X.
- Six J, Conant RT, Paul EA, Paustian K (2002) Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 241: 155–176. Erişim adresi: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1016125726789.pdf>
- Smith, J. L., & Doran, J. W. (1997). Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. *Methods for assessing soil quality*, 49, 169-185. doi: 10.2136/sssaspepub49.c10
- Sodhi, G. P. S., Beri, V., & Benbi, D. K. (2009). Soil aggregation and distribution of carbon and nitrogen in different fractions under long-term application of compost in rice–wheat system. *Soil and Tillage Research*, 103(2), 412-418. doi: 10.1016/j.still.2008.12.005
- Sonnleitner, R., Lorbeer, E., & Schinner, F. (2003). Effects of straw, vegetable oil and whey on physical and microbiological properties of a chernozem. *Applied Soil Ecology*, 22(3), 195-204. doi: 10.1016/S0929-1393(02)00159-2
- Sposito G, Skipper NT, Sutton R, Park S-h, Soper AK, et al. (1999) Surface geochemistry of the clay minerals. *P Natl Acad Sci USA* 96: 3358–3364. doi: 10.1073/pnas.96.7.3358
- Sümer S.K., Kavdir Y. ve Çiçek G. (2016) "Türkiye de Tarımsal ve Hayvansal Atıklardan Biyokömür Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi *Doğa Bilimleri Dergisi*, cilt.19, ss.379-387. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Sarp_Korkut_Suemer/publication/315107704_Turkiye'de_Tarimsal_ve_Hayvansal_Atiklardan_Biyokomur_Uretim_Potansiyelinin_Belirlenmesi/links/58ca709592851c7262988992/Tuerkiyede-Tarimsal-ve-Hayvansal-Atiklardan-Biyokoemuer-Uretim-Potansiyelinin-Belirlenmesi.pdf
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı (2019), *Çanakkale Tarımsal*

https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/canak_kale.pdf

- Tambone, F., & Adani, F. (2017). Nitrogen mineralization from digestate in comparison to sewage sludge, compost and urea in a laboratory incubated soil experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 180(3), 355-365. doi: 10.1002/jpln.201600241
- Tambone, F., Genevini, P., & Adani, F. (2007). The effects of short-term compost application on soil chemical properties and on nutritional status of maize plant. *Compost science & utilization*, 15(3), 176-183. Doi: 10.1080/1065657X.2007.10702330
- Teutscherova, N., Vazquez, E., Santana, D., Navas, M., Masaguer, A., & Benito, M. (2017). Influence of pruning waste compost maturity and biochar on carbon dynamics in acid soil: Incubation study. *European Journal of Soil Biology*, 78, 66-74. doi: 10.1016/j.ejsobi.2016.12.001
- Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55(3), 201-206. 10.1016/0960-8524(95)00195-6
- Tiquia, S. M., Wan, J. H., & Tam, N. F. (2002). Dynamics of yard trimmings composting as determined by dehydrogenase activity, ATP content, arginine ammonification, and nitrification potential. *Process Biochemistry*, 37(10), 1057-1065. doi: 10.1016/S0032-9592(01)00317-X
- Turan, N. G. (2008). The effects of natural zeolite on salinity level of poultry litter compost. *Bioresource technology*, 99(7), 2097-2101. doi: 10.1016/j.biortech.2007.11.061
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019). Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Van Leeuwen, J. P., Lehtinen, T., Lair, G. J., Bloem, J., Hemerik, L., Ragnarsdóttir, K. V., ... & De Ruiter, P. C. (2015). An ecosystem approach to assess soil quality in organically and conventionally managed farms in Iceland and Austria. *Soil*, 1(1), 83. doi: 10.5194/soil-1-83-2015
- Vengadaramana, A., & Jashothan, P. T. J. (2012). Effect of organic fertilizers on the water holding capacity of soil in different terrains of Jaffna peninsula in Sri Lanka. *J. Nat. Prod. Plant Resour*, 2(4), 500-503. Erişim adresi: <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>

- Volk, V. V., & Ullery, C. H. (1993). Dep. of Soil Sci. *Oregon state Univ., Coruallis*, 50p.
- Whalen, J. K., Benslim, H., Jiao, Y., & Sey, B. K. (2008). Soil organic carbon and nitrogen pools as affected by compost applicationsto a sandy-loam soil in Québec. *Canadian Journal of Soil Science*, 88(4), 443-450. doi: 10.4141/CJSS07077
- Wichuk, K. M., & McCartney, D. (2010). Compost stability and maturity evaluation—a literature review. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 37(11), 1505-1523. doi: 10.1139/L10-101
- Wong, J. W. C., Mak, K. F., Chan, N. W., Lam, A., Fang, M., Zhou, L. X., ... & Liao, X. D. (2001). Co-composting of soybean residues and leaves in Hong Kong. *Bioresource Technology*, 76(2), 99-106. doi: 10.1016/S0960-8524(00)00103-6
- Wortmann, C. S., & Shapiro, C. A. (2008). The effects of manure application on soil aggregation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 80(2), 173-180. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-007-9130-6>
- Xu, J. M., Tang, C., & Chen, Z. L. (2006). The role of plant residues in pH change of acid soils differing in initial pH. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(4), 709-719. doi: 10.1016/j.soilbio.2005.06.022
- Yan, Z., Song, Z., Li, D., Yuan, Y., Liu, X., & Zheng, T. (2015). The effects of initial substrate concentration, C/N ratio, and temperature on solid-state anaerobic digestion from composting rice straw. *Bioresource Technology*, 177, 266-273. doi: 10.1016/j.biortech.2014.11.089
- Yang, F., Li, G., Shi, H., & Wang, Y. (2015). Effects of phosphogypsum and superphosphate on compost maturity and gaseous emissions during kitchen waste composting. *Waste Management*, 36, 70-76. doi: 10.1016/j.wasman.2014.11.012
- Yazdanpanah, N., Mahmoodabadi, M., & Cerdà, A. (2016). The impact of organic amendments on soil hydrology, structure and microbial respiration in semiarid lands. *Geoderma*, 266, 58-65. doi: 10.1016/j.geoderma.2015.11.032
- Yiğini, Y. (2006). *Çanakkale ili umurbey ovası topraklarının detaylı toprak etüt haritalanması ve arazi değerdendirmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Yilmaz, S., Akça, Y., & Saçlık, S. (2017). Green husk and inshell biomass production capabilities of six walnut cultivars. *J Int Sci Publ*, 5, 389-397. Erişim adresi: http://www.academia.edu/download/55389471/1500300219369995_scientific_publication.pdf
- Yu, C., Harrold, D. R., Claypool, J. T., Simmons, B. A., Singer, S. W., Simmons, C. W., &

- VanderGheynst, J. S. (2017). Nitrogen amendment of green waste impacts microbial community, enzyme secretion and potential for lignocellulose decomposition. *Process Biochemistry*, 52, 214-222. doi: 10.1016/j.procbio.2016.11.002
- Zeytin, S., & Baran, A. (2003). Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresource Technology*, 88(3), 241-244. doi: 10.1016/S0960-8524(03)00005-1
- Zhang, L., & Sun, X. (2014). Changes in physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage co-composting of green waste with spent mushroom compost and biochar. *Bioresource technology*, 171, 274-284. doi: 10.1016/j.biortech.2014.08.079



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurten ÜNAL
Doğum Yeri : Düzce
Doğum Tarihi : 20.06.1983

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 2010
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2012
Doktora Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2020
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Katıldığı Projeler

- 1) Farklı Toprak Düzenleyicilerin Toprak Nemi Üzerine Etkileri ve HYDRUS-2D ile Modellenmesi -Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - ÇOMÜ BAP 2012/018- Yüksek Lisans Tez Projesi (2011-2012)
- 2) Bursa, İzmir ve Manisa Bölgelerinde Yetiştirilen Sanayi Domatesinin Bor İle Beslenme Durumu ve Farklı Bor Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi- Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü Proje No:32- Bursiyer – Doktora Öğrencisi (2014-2016)
- 3) Pirina ve Bağ Atığı Kompostlarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkisinin Zamansal Değişimi- ÇOMÜ BAP- Proje ID: 1366- Doktora Tez Projesi (2017-2020)
- 4) Pirina ve Bağ Atığı Kompostlarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Zamansal Değişimi- TUBİTAK BİDEB- 2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurtiçi Doktora Burs Programı (2018-2019)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Lapseki MYO- 31.
Madde ile görevlendirme -2016-2017 Güz dönemi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Lapseki MYO- 31.
Madde ile görevlendirme -2016-2017 Bahar dönemi

İLETİŞİM

E-posta Adresi : nurtenisler83@gmail.com

ORCID : 0000-0001-7879-6959

