



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**AHIR GÜBRESİ VE KOMPOST KULLANIMININ BİBERDE VERİM VE
SÜRDÜRÜLEBİLİR YETİŞTİRİCİLİK ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABDİRİZAK MOHAMED SHEİKH ABDİ

Danışman: Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

TOKAT- 2022

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof.Dr. Naif GEBOLOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “Ahır Gübresi ve Kompost Kullanımının Biberde Verim ve Sürdürülebilir Yetiştiricilik Üzerine Etkileri” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

21/06/2022

Abdirizak Mohamed Sheikh Abdi

Abdirizak Mohamed Sheikh Abdi Tarafından Hazırlanan “**Ahır Gübresi ve Kompost Kullanımının Biberde Verim ve Sürdürülebilir Yetiştiricilik Üzerine Etkileri**” Adlı Tez Çalışmasının Savunma Sınavı 21 Haziran 2022 Tarihinde Yapılmış Olup Aşağıda Verilen Jüri Tarafından Oy Birliği İle Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak Kabul Edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Fikret YAŞAR
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Sezer ŞAHİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

ONAY

24/06/2022

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

AHIR GÜBRESİ VE KOMPOST KULLANIMININ BİBERDE VERİM VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YETİŞTİRİCİLİK ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdirizak Mohamed Sheikh Abdi
Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
Haziran 2022, vii + 68 sayfa

Sürdürülebilir tarımın vazgeçilmez unsurlarından biri olan kompost, sebze yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılmaktadır. Kompost yapımında çok çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Bu çalışmada meyve suyu ve salça sanayisi atıklarından elde edilen domates, elma ve üzüm kompostlarının biber ve ikinci ürün ıspanak yetiştiriciliğindeki etkileri ve toprak yapısında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışma 2020 yılında kompost yapımı ile başlamıştır. Domates, elma ve üzüm posalarına ahır gübresi, üre, saman ve kireç ilave edilerek kompost hazırlığı başlatılmıştır. Kompost materyallerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri incelenmiştir. Kompost materyalleri farklı konsantrasyon ve karışımlar halinde biber ve ıspanak yetiştiriciliğinde kullanılmıştır. Denemede gübresiz kontrol, kimyasal gübre (NPKCaMg + mikro elementler), 10 ve 20 ton ha⁻¹ domates, elma, üzüm ve ahır gübresi kompostu ve 10 ve 20 ton ha⁻¹ domates, elma, üzüm ve ahır gübresi kompostu + kimyasal gübre uygulamaları yapılmıştır. Kompost uygulanan parsellerde biber yetiştiriciliği yapılmış ve kompostun biberin verim ve kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Biber yetiştiriciliğinden sonra ikinci ürün olarak ıspanak yetiştirilmiş ve ıspanakta biyomas ölçümü yapılmıştır.

Deneme sonunda kompost uygulanan parsellerden alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Denemede kullanılan kompostun organik madde içeriği % 55.58 ile 68.82, pH değeri 7.84 ile 8.68 arasında, elektriksel iletkenliği 2.51 ile 6.10 dS/m arasında, N içeriği %2.71 ile 4.09 arasında, P içeriği % 0.58 ile 0.88 arasında, K içeriği % 1.38 ile 3.26 arasında ve bakteri sayıları 4.75*10⁶ ile 3.60*10⁷ arasında değişmiştir. Biberde pazarlanabilir verim kontrol uygulamasında 42.38 ton ha⁻¹ olurken, 20 ton ha⁻¹ üzüm kompostunda 63.79 ton ha⁻¹ olmuştur. En yüksek pazarlanabilir verim 84.20 ton ha⁻¹ ile 20 ton ha⁻¹ ahır gübresi + kimyasal gübre uygulamasından elde edilmiştir. Kompost uygulamaları ile biber meyvelerinde pH, suda çözünebilir kuru madde ve titrasyon asitliği arasında bir ilişki bulunamamıştır. Ispanakta biyomas kontrol parsellerinde 7.03 ton ha⁻¹, 20 ton ha⁻¹ üzüm kompostunda 1.21 ton ha⁻¹ olmuştur. Kompost kullanılması biber meyvelerinde makro ve mikro besin elementlerinin birikimini önemli düzeyde artırmıştır. Vejetasyon sonunda toprağın organik madde içeriği %2.3'ten %3,87'ye, azot içeriği % 0,094'den %0,128'e, fosfor içeriği 9,93 mg.kg⁻¹'den 14,17 mg.kg⁻¹'a ve potasyum içeriği 121,33 mg.kg⁻¹'den 161,33 mg.kg⁻¹'a yükselmiştir.

Sonuç olarak, domates, elma ve üzüm posalarından kaliteli kompostlar elde edilmiş, biber ve ıspanak yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılmıştır. Kompostlar aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileşmesinde de önemli rol oynamışlardır. Kompost materyalleri arasında en etkilisi üzüm kompostu olurken, bunu elma ve domates kompostu izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Verimliliğı, Organik Tarım, Kalite, Ispanak, Kompost



ABSTRACT

EFFECT OF ANIMAL MANURE AND COMPOST USE ON TIELD AND SUSTAINABLE CULTIVATION OF PEPPER

Abdirizak Mohamed Sheikh Abdi
Master's Thesis, Department of Horticulture
Supervisor: Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU
June 2022, viii + 68 pages

Compost, which is one of the most important factors of sustainable agriculture, is successfully used in vegetable cultivation. A lots of materials are used in making compost. In this study, the effects of composts obtained from fruit juice and tomato paste industry wastes on pepper and second crop spinach cultivation and changes in soil structure were investigated. Study started in 2020 with composting. Compost preparation was started by adding cow manure, urea, straw and lime to tomato, apple and grape wastes. The physical, chemical and biological properties of compost materials were investigated. Compost materials were used in pepper and spinach cultivation in different concentrations and mixtures. In the study, non fertilized control treatment, chemical fertilizers (NPKCaMg plus micro elements), 10 and 20 tons ha⁻¹ tomato, apple, grape and cow manure compost and compost + chemical fertilizers were applied. Pepper cultivation was carried out in compost-applied plots and the effects of compost on yield and quality of pepper was investigated. Spinach was grown as the second product after pepper cultivation and biomass measurement was made in spinach.

At the end of the experiment, the physical and chemical properties of the soil samples taken from the composted plots were examined. The organic matter content of the compost used in the experiment varied between 55.58% and 68.82. pH and electrical conductivity of composts varied between 7.84 - 8.68 and 2.51 - 6.10 dS/m, respectively. N, P and K content of composts determined 2.71% - 4.09%, 0.58% - 0.88% and 38% - 3.26%, respectively. Bacterial content of composts determined between 4.75*10⁶ and 3.60*10⁷. While the marketable yield in pepper was 42.38 tons ha⁻¹ in control, it was 63.79 tons ha⁻¹ in 20 tons ha grape compost. The highest marketable yield was obtained from 20 tons ha⁻¹ cow manure compost + chemical fertilizer application (84.20 tons ha⁻¹). No relationship was found between composts and pH, brix and titretable acidity of pepper fruits. Biomass in spinach ranged from 7.03 tons ha⁻¹ (control) to 1.21 tons ha⁻¹ (20 tonnes ha⁻¹ grape compost). Compost had a significant impact on the development of spinach as second crop. At the end of vegetation, the organic matter content of the soil increased from 2.3% to 3.87%, nitrogen content from 0.094% to 0.128%, phosphorus content from 9.93 mg.kg⁻¹ to 14.17 mg.kg⁻¹ and potassium content from 121.33 mg.kg⁻¹ to 161.33 mg.kg⁻¹.

As a result, high quality composts were obtained from tomato, apple and grape wastes and were used successfully in pepper and spinach cultivation. Composts also increased the physical and chemical structure of the soil. Grape compost was the most effective compost, followed by apple and tomato composts.

Keywords: Soil Fertility, Ordanic Farming, Quality, Spinach, Compost



ÖNSÖZ

Tokat'ta meyve suyu ve salça fabrikaları atıkları arasında bol miktarda domates, elma ve üzüm posası bulunmaktadır. Bu atıkların çevre kirliliği yapmaması ve geri dönüşümünün sağlanması için kompost olarak değerlendirilmesi planlanmış ve biber ve ıspanak yetiştiriciliğinde denenmiştir. Ayrıca toprak yapısına yaptığı katkılar takip edilmiştir.

Sürdürülebilir ve çevre dostu bir uygulamayı tez çalışması olarak yürütmemi sağlayan çalışmamın her aşamasında sonsuz desteklerini gördüğüm ve çalışma fikrinin sahibi danışman hocam Prof.Dr. Naif GEBOLOĞLU'na teşekkür ederim.

Denemenin kurulması, toprak ve bitki örneklerinin alınıp analiz edilmesi ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında fikir ve desteklerinden yararlandığım Doç.Dr. Sezer ŞAHİN hocama, yaprak ve toprak örneklerinin analizinde bizzat yanımda durarak ve bana her aşamayı detaylıca anlatıp öğreten Dr. Öğretim Üyesi Seda BİCE ATAĞLI hocama ve Arş.Gör. Yağmur KAYA'ya teşekkür ederim.

Denemelerimin her aşamasında destek olan doktora öğrencileri Hakan KARTAL ve Nurullah BAYRAM ile yüksek lisans öğrencileri Emine POLAT ve İbrahim KARATAŞ'a, bölümümüz lisans öğrencilerine ve TOĞÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde binlerce kilometre uzakta olsalar da maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kompost yapımında kullandığım elma üzüm posalarını temin eden DİMES meyve suyu fabrikası yetkililerine ve Kazova salça fabrikası yetkililerine ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışmamın Türkiye ve Somali tarımına ve dünya bilimine katkılar sağlamasını temenni ederim.

Abdirizak Mohamed Sheikh Abdi

21/06/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	6
2.1. Kompostun Amacı ve Önemi.....	6
2.2. Kompostun Gübre ve Toprak Düzenleyici Olarak Kullanılması.....	7
2.3. Tarımda Kompost Kullanımı.....	7
2.4. Sebzelerde Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri	9
2.5. Biber Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri.....	11
2.6. Kompost Uygulamalarının Toprak Kökenli Patojenler Üzerine Etkisi.....	15
2.7. Türkiye’de Kompost Kullanımı.....	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1. Deneme alanı.....	17
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri.....	17
3.1.3 Deneme arazisinin toprak özellikleri	19
3.1.4. Kompost yapımında kullanılan materyaller.....	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Kompost yapımı.....	19
3.2.2. Biber parsellerine kompost uygulaması.....	21
3.2.3. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal analizleri.....	24
3.2.4. Biberde yapılan gözlemler.....	26
3.2.5. Kompost uygulamasının ikinci ürün ıspanakta biyomas üzerine etkisi.....	29
3.2.6. Kompost uygulanan parsellerde toprak özelliklerinin belirlenmesi.....	29
3.2.7. Verilerin analizi.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1. Kompostların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri.....	32
4.2. Kompostun Biber ve Ispanak Yetiştiriciliğinde Kullanılması.....	35
4.3. Kompost Uygulamasının Biberde Pazarlanabilir Verim, Meyve Sayısı ve Meyve Ağırlığına Etkisi.....	36
4.4. Kompost Uygulamalarının Yaprak ve Meyve Kuru Ağırlıklarına Etkisi.....	39
4.5. Kompost Uygulamalarının Biber Meyvelerinde Ph, Suda Çözünebilir Kuru madde Miktarı ve Titrasyon Asitliğine Etkisi.....	41
4.6. Kompost Uygulamalarının İkinci Ürün Ispanakta Biyomas Üzerine Etkisi.....	44
4.7. Kompost Uygulamalarının Biberde Makro Besin Elementi Birikimine Etkisi.....	48
4.8. Kompost Uygulamalarının Biberde Mikro Besin Elementi Birikimine Etkisi.....	50
4.9. Kompost Uygulamalarının Vegetasyon Sonunda Toprak Yapısına Etkisi.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
6. KAYNAKLAR	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Tokat ilinin uzun yıllar ve 2021 yılına ait meteorolojik verileri.....	18
Şekil 3.2. Elma, üzüm ve domates posalarının kompost yapımına hazırlanması.....	20
Şekil 3.3. Kompost yapım aşamaları.....	22
Şekil 3.4. Kompostun deneme alanına uygulanışı.....	23
Şekil 3.5 Deneme alanından toprak örneklerinin alınması.....	25
Şekil 3.6. Toprak örneklerinin besin elementi analizine hazırlanması.....	25
Şekil 3.7. Biber meyvelerinde pH, SÇKM ve titrasyon asitliği ölçümleri.....	27
Şekil 3.8. Süzüklerde besin elementi okuma aşamaları.....	28
Şekil 3.9. Toprak örneklerinde N analizi (Kjheldal yöntemi).....	30
Şekil 4.1. Pazarlanabilir verimin uygulamalara göre gösterdiği farklılıklar.....	38
Şekil 4.2. Kompost uygulamalarına göre yaprak ve meyve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler.....	41
Şekil 4.3. Kompost uygulamalarına bağlı olarak ıspanakta biyomas miktarları	46
Şekil 4.4. İkinci ürün ıspanak bitkilerinin gübre uygulamalarına göre görünümü.....	47
Şekil 4.5. Kompost uygulamalarına bağlı olarak biber yapraklarında mikro besin elementlerinin değişimi.....	53

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Gıda atıkları kompostlarının bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik Özellikleri.....	35
Çizelge 4.2. Kompost uygulamalarının biberde bazı verim parametrelerine etkisi.....	38
Çizelge 4.3. Uygulamaların yaprak ve meyve kuru ağırlığına etkileri.....	40
Çizelge 4.4. Kompost uygulamalarının biber meyvelerinde pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) içeriğine etkisi	43
Çizelge 4.5. Kompost uygulamalarına bağlı olarak ıspanakta biyomas miktarları.....	45
Çizelge 4.6. Kompost uygulamalarının biberde makro besin elementi birikimine etkisi	49
Çizelge 4.7. Kompost uygulamalarının biber de mikro besin elementi birikimine etkisi	52
Çizelge 4.8. Kompost uygulamalarının toprağın fiziksel yapısına etkisi.....	55
Çizelge 4.9. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi.....	56

GİRİŞ

Bitkisel üretimde daha yüksek verim elde etmek için birçok hata yapılmaktadır. Yanlış uygulamalar sonucunda toprağın organik maddesi ve verimliliği azalmakta, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı bozulmaktadır. Bu durum dünya genelinde büyük bir çevresel ve tarımsal sorun haline gelmiştir. Artan dünya nüfusu ve kentleşme akımı gıda ihtiyacını her geçen gün artırmaktadır. Bu durumla baş edebilmek ve sürdürülebilir gıda arzını güvence altına almak için bitkisel üretimde bitki besleme uygulamaları büyük öneme sahiptir.

FAO tarafından 2019 yılında yayınlanan Dünya gübre trendleri ve 2022'ye bakış raporunda dünyanın gübre ($N+P_2O_5 +K_2 O$) ihtiyacının 2016 yılında 185 milyon ton olduğunu ve bu ihtiyacın 2022 yılında 201 milyon tona ulaşacağı belirtilmektedir (FAO, 2019), bitkisel üretimde yoğun kimyasal gübre kullanımının ekosistemde ciddi kirlenmelere yol açtığı birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Savci, 2012; Kumar ve ark. 2019), bitkisel üretim için kullanılan tarım alanlarının son yıllarda çok az arttığı ve hatta kentleşme ile beraber azaldığı düşünüldüğünde birim alan başına düşen besin yükü sürekli artmaktadır (Kaarstad, 1997), bütün bunlar gıda üretiminin her zamankinden daha yoğun ve verimli olması anlamına gelmektedir.

Bitkisel üretimde sentetik gübrelerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve ortadan kaldırmak için günümüzde organik tarım, sürdürülebilir tarım veya ekolojik tarım gibi yeni ve alternatif tarım uygulamaları geliştirilmiştir. Çevre dostu bu yöntemler uygulanırken bitki besin elementi kaynağı olarak kompost, hayvan gübresi ve bitkisel atıkların sentetik gübrelerin yerine kullanılması birçok bakımdan daha avantajlıdır. Organik gübreler, biyolojik olarak parçalanabilen organik materyaller kullanılarak üretilmekte ve böylece oluşan gübreler toprağın besin elementi içeriğini artırmaktadır. Bu nedenle doğal olarak oluşan ve biyolojik olarak kolayca parçalanabilen her madde organik ve toprağın besin elementi içeriğini artırıyorsa organik gübre olarak adlandırılmaktadır. Bu organik maddeler çok sayıda mikroorganizma tarafından parçalanıp çözünmekte ve basit bileşiklere dönüşmektedir (Hazra, 2016).

Organik veya organik kökenli gübreler daha uygun maliyetlidir ve kimyasal gübrelere göre yerel ürünlerden kolayca temin edilebilirler (Maynard, 2000; Viaene ve ark., 2016;

Li ve ark., 2017), birçok materyal organik gübre üretiminde kullanılmakta ve farklı gübre şeklinde üretilmektedir. Bitki besleme ve toprak yapısını düzeltmek için organik materyallerden üretilen ürünlerden biri de komposttur.

Yeryüzünde tarımsal faaliyetlere bağlı olarak her geçen gün organik atıkların miktarı artmaktadır. Organik atıkların uygun şekillerde ortadan kaldırılamaması veya yararlı faktörlere dönüştürülememesi durumunda ciddi kirlenmelere yol açmaktadır. Bu sorunun çözümünde en geçerli yol organik atıkların geri dönüşümünün sağlanmasıdır. Organik atıkların kompostlaştırılması bu alandaki en etkili çözümlerden biridir (Raj ve Antil, 2011; Pankhurst ve ark., 2011), kompostlaştırma değişik mikroorganizmaların yardımı ile organik atıkların organik maddelere dönüştürülmesidir. Bu proses esnasında organik atıkların içindeki yabancı ot tohumları ölmekte, hastalık ve zararlı etmenler yok olmaktadır (Bernal ve ark. 2009), organik atıklardan elde edilen kompost önemli bir toprak düzenleyicidir. Organik madde kaynağı olup, toprağın su tutma kapasitesini artırmakta, başta azot ve fosfor olmak üzere toprağa besin elementi kazandırmakta, toprakta yararlı mikroorganizma sayısını ve faaliyetini artırmakta, toprak porozitesini ve kation değişim kapasitesini artırmaktadır (Çelik ve ark. 2004). Faydalarının yanında kompost yapımında kullanılan atıklara ve kompostlaştırma prosesine bağlı olarak kompostun toprağa zararlı etkileri de vardır. Toprakta ağır metal birikmesi, zararlı patojenlerin toprağa bulaşması vb. olumsuz etkiler hem toprağa zarar vermekte hem de insan besin zincirine katılarak insan sağlığını tehdit edebilmektedir (Chaney ve ark., 2001; Jordao ve ark., 2006), Sözü edilen olumsuzlukların ortaya çıkmaması için kompost yapımında kullanılacak materyallerin seçiminde dikkatli olunmalı ve kompost yapım tekniği usulüne uygun seçilmelidir. Bu nedenle birçok ülke kompost standardı yayınlamıştır. Türkiye’de de Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre hareket edilmesi gerekmektedir (14.03.1991 Tarih ve 20814 Sayılı Resmi Gazete). Bu yönetmeliğe göre kompostun hijyen bakımından eksiksiz olması, insan ve çevre sağlığını tehdit etmemesi, C/N oranının 35’ten yüksek olmaması, toprak ıslahında kullanılacaksa organik madde miktarının % 35 olması, su içeriğinin % 50’yi ve içindeki yabancı madde miktarının % 2’yi geçmemesi gerekir.

Gübreden farklı olarak, yüksek organik madde içeriği nedeniyle toprak ıslahında önemli bir materyal olan kompost, katı atık içerisindeki organik maddelerin, mikroorganizmalar vasıtasıyla yeterli oksijenle reaksiyona girerek çözülmesi ve bu esnada karbondioksit, su

ve ısının oluşturulması ile meydana gelir. Toprağa karıştırılan kompost sayesinde topraktaki boşluk hacmi artarak toprağın daha iyi havalanması, kolay işlenmesi ve su tutma kapasitesinin artmasını sağlamaktadır. Ayrıca kompost, toprağın organik yapısının düzelmesine katkı sağlayarak, topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini ve dolayısıyla besin elementi dönüşümünü hızlandırmaktadır. Aynı zamanda kompostta kullanılan organik materyaller, materyalin kalitesi ve organik madde içeriğine bağlı olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısına pozitif etki etmektedir (Flaig ve ark., 1977; Clapp ve ark., 1986; Ünsal ve Ok, 2001).

Kompost yapımında organik kökenli birçok materyal kullanılmaktadır. Ağaç kabuğu, büyük ve küçük baş hayvan gübresi, bitkisel üretimden çıkan atıklar, mantar kompostu, yiyecek atıkları, sebze ve meyve atıkları, çim, saman, mezbahane atıkları, katı atık tesisi atıkları bu materyallerden bazılarıdır. Yardımcı madde olarak kireç ve üre kullanılır (Rynk ve Richard, 2001), organik materyal olarak sahip olduğu avantajlar yanında ucuz ve sürdürülebilir olması ve dışa bağımlılığının olmaması da kompostun önemini daha çok artırmaktadır. Kompost, bitkilere bir taraftan besin kaynağı sağlarken diğer taraftan da organik asitler gibi funguslara toksik olan maddelerin topraktaki miktarını artırabilmektedir. Daha da önemlisi antagonizm, antibiyosis ve rekabet sonucu toprak patojenlerini baskılayabilen faydalı mikroorganizmaların popülasyonunun artmasına neden olmaktadır (Hoitink ve Boehm, 1999; De Clercq ve ark., 2004), farklı materyallerden oluşturulan kompost ve kompost ekstraktlarının bazı toprak patojenleri ve bitkilerin toprak üstü aksamında sorun olan patojenlerin baskılanmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Craft ve Nelson, 1996; Diab ve ark., 2003; Scheuerell ve ark., 2005; Termorshuizen ve ark., 2006).

Kompost, özelliklerine bağlı olarak tohum çimlenmesinden bitkinin gelişimine kadar tüm aşamalarda etkili olmaktadır (Emino ve Warman, 2004), Değişik bitki atıklarının yanı sıra organik ürünleri işleyen kuruluşların çıkardıkları atıklar da kompost yapımında ham madde olarak kullanılmaktadır. Salça, sos, meyve suyu, maya ve bira fabrikaları, et, süt ve yumurta işleyen tesisler, şeker ve pirinç fabrikaları, patates işleyen fabrikalar, zeytin yağı, ayçiçek yağı, ceviz ve fındık işleyen tesislerde geriye kalan atıklar kompost yapımında kullanılabilir (Russ ve Meyer- Pittroff, 2004; Gülser ve ark., 2015; Thiyareshwari ve ark., 2018).

Kompost yapımında kullanılabilecek materyaller arasında yaş meyve-sebze işleyen tesislerin oluşturdukları posa niteliğindeki katı atıklar da yer almaktadır. Meyve suyu ve salça sanayisinde kullanılan elma (Shalini ve Gupta, 2010), üzüm (Eleonora ve ark. 2014) ve domates (Kakabouki, 2021), atıkları kompost yapımına uygun en önemli materyallerdendir.

Günümüzde konvansiyonel tarım uygulamalarının insan ve çevre sağlığına verdiği zararlar artık daha hassasiyetle ele alınmakta ve her geçen gün sentetik ilaç ve gübrelerden uzaklaşılarak organik kökenli malzemeler tercih edilmektedir. Bu kapsamda organik tarım ve iyi tarım uygulamaları her geçen gün daha fazla yayılmaktadır. İnsan sağlığını önemseyen ve çevre dostu teknikleri kullanarak tarım yapılması için ülke genelinde teşvikler yapılmaktadır.

Günümüzde tarımda ileri ülkelerin birçoğunda kompost yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye tarımda önemli ülkelerden biri olmasına rağmen bitkisel üretimde kompost kullanılması yok denecek kadar azdır. Oysa salça fabrikaları, meyve suyu fabrikaları, şarap, maya ve sirke fabrikalarından çok miktarda atıklar çıkmakta, bu atıklar hayvan yemi olarak kullanılmakta, yakılmakta veya çöpe atılmaktadır. Bu atıklar kompost yapımı için oldukça elverişli materyallerdir.

Tokat'ta meyve suyu ve salça sanayisi gelişmiş olup, bu fabrikaların her yıl düzenli olarak atıkları oluşmaktadır. Domates, üzüm ve elma gibi meyvelerin suyu alındıktan sonra geriye önemli miktarda posası kalmaktadır. Bu atıkların kısa sürede ve uygun metotlar kullanılarak kolayca kompostlaştırılması mümkündür.

Bu çalışmada Tokat'ta meyve suyu ve salça fabrikalarında oluşan atıkların geri dönüşümünün sağlanarak biber tarımı yapılan alanlarda kullanılması amaçlanmaktadır. Tokat sebze tarımında önemli illerden biridir. Yoğun sebze yetiştiriciliği bölgede tarım topraklarının yorulmasına ve fakirleşmesine neden olmuştur. Üreticilerin yeterli ve uygun özellikte ahır gübresi bulamaması ve yeşil gübreleme konusunda bilgi ve tecrübe eksikliği nedeniyle tarım alanlarında yeterli organik madde kullanılmamaktadır. Bu çalışmadan elde edilecek veriler özelde biber tarımı genelde sebze tarımı yapılan alanlarda toprağın organik madde ihtiyacını karşılamada önemli rol oynayacaktır.

Dünya’da değişik organik materyallerin kompost haline getirilerek tarımda kullanım olanaklarının belirlenmesi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış olmasına karşın bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntem üzerinde sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, daha önce üzerinde çalışılmamış olan; salça, şarap ve meyve suyu üretiminde kullanılan meyvelerin katı atıklarının kompost haline getirilerek sebze tarımının değişik yöntem ve dönemlerinde kullanım olanaklarını ortaya koyması bakımından önemlidir.

Oluşturulacak kompostun olumlu etkilerinin bitkisel üretimde ortaya konması dünya’da benzerleri görüldüğü gibi Türkiye’de de yaş meyve-sebze işleyen tesislerde oluşan atıkları kompostlaştırma ve atıkların geri kazanılmasına yönelik çalışmaları teşvik edecektir. Çalışmada sebze tarımı yapılan alanlara uygulanacak kompost ve ahır gübresi uygulamasının biber bitkisinin verim, meyve özellikleri ve topraktaki fiziksel ve kimyasal özelliklerde oluşturduğu farklılıklar belirlenmiş, ayrıca kompost uygulamasının biberden sonra ikinci ürün ıspanak yetiştiriciliğine etkileri de incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Kompostun Amacı ve Önemi

Dünya üzerinde artan gıda tüketimi beraberinde gıda atıklarının ortadan kaldırılması sorununu da ortaya çıkarmaktadır. Bu atıkların ekonomik olarak, insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyecek yöntem(ler) kullanılarak yok edilmesi veya geri dönüşümünün sağlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yemek atıkları, belediye organik atıkları, hasat sonu atıkları, meyve ve sebze işleme sanayisi atıkları, maya fabrikası ve yağ fabrikalarının atıkları gibi birçok yönden organik atık ortaya çıkmaktadır. Organik atıkların geri dönüşümünün sağlanması kaynakların korunması, tarımda bitki beslemede dışa bağımlılığın azaltılması, insan ve çevre sağlığının korunması gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Ayrıca artan gıda ihtiyacı tarımda sentetik gübre kullanımı hızla artırmış ve bu durum ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Organik atıkların tarıma geri kazandırılması sentetik gübrelerin oluşturduğu tehlikelerin de önüne geçecektir. Tarımsal ve tarım dışı kaynaklardan ortaya çıkan organik atıkların geri dönüşümünün sağlanmasının en etkili yollarından biri bu atıklardan kompost üretilmesidir.

Tarımda ve özellikle bitkisel üretimde kompost kullanılması uzun zamandan beri bilinen ve amatör/profesyonel yaklaşımlarla geniş kabul görmüş ve pratiğe yansımış durumdadır. Dünyada 18. yüzyılda kullanılmaya başlayan kompost yapımı ve kullanımı 20. yüzyıldan itibaren teknolojik düzeyde kabul görmüştür. Ancak sanayileşmenin beraberinde getirdiği acımasız konvansiyonel tarım teknikleri ile beraber çiftlik yapıları da değişmiş ve kompost yapımı ve kullanımı önemini kaybetmiştir. Son yıllarda ise özellikle çevre bilincinin artması, konvansiyonel tekniklerin insan ve çevreye verdiği zararların görülmeye başlanması ve doğada bıraktığı ağır tahribatlar sonucunda tarım teknolojileri ve girdileri konusunda daha çevreci teknik ve materyallere geri dönüş başlamıştır. Bu süreçte yeniden önem kazanan uygulamalardan biri de bitkisel üretimde kompost kullanılması olmuştur (Tunç, 2021).

Kompost yapımı veya kompostlaştırma organik atıkların doğal yöntemler kullanılarak ayrıştırılması işlemidir (Hande ve Deshpande, 2014), kompost genellikle toprak yapısını düzeltici organik madde veya gübre olarak kullanılır. Bununla beraber organik atıklar enerji üretiminde de kullanılabilir.

2.2. Kompostun Gübre ve Toprak Düzenleyici Olarak Kullanılması

Bitkisel kökenli atıklar, gıda atıkları, akuatik atıklar ve biyo atıklar gibi organik atıklar gübre ve toprak düzenleyiciye dönüştürülebildikleri için önemli bir alternatif kaynaktır. Bitkisel kökenli atıklar ve gıda atıkları bol miktarda karbonhidrat, protein, lipit ve organik asitlerin yanı sıra azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementleri de içerdiğinden yüksek kaliteli kompost kaynağıdır (Chew ve ark., 2018; Ma ve Liu, 2019), biyoatıklardan elde edilen kompostların toprak yapısını düzenleyici olarak kullanılmalarının yanında besin elementi içerikleri yüksek olduğunda organik gübre olarak ta kullanılabileceğini belirten Mieldazys ve ark. (2019), büyük çaplı kompost üretiminin fosfat bazlı mineral gübrelerin % 30'unu karşılayabileceğini savunmaktadırlar. Bunun yanında Chen ve ark. (2020), organik atıklardan elde edilen kompostun yeterince kabul görmediğini ve kullanılmadığını, bunun nedeninin de kompost hakkında bilgi eksikliği olduğunu savunmaktadırlar.

Kompostun besin içeriği esas olarak üretildiği kaynağa bağlıdır. Genel olarak düşük besin içeriğine sahip kompostların toprak düzenleyici olarak kullanılması, besin elementi içeriği yüksek olan kompostların da organik veya organik kökenli gübre olarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu konuda Kelley ve ark. (2020), gıda atıklarından elde edilen kompostun ahır gübresine göre daha yüksek besin değerine sahip olduğunu, bu nedenle daha yüksek besin değerine sahip gıda atığı kompostunun gübre olarak, ahır gübresinin ise toprak düzenleyici olarak kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmektedirler. Kısacası, toprak ıslahında ve bitki beslemede kompostun önemi son yüzyılda birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Bununla birlikte bitkisel üretimde kompostun kullanımının yaygınlaştırılması için daha çok çaba gerekmektedir.

2.3. Tarımda Kompost Kullanımı

Dünyada çiftlik gübresi özellikle kompostlaştırmasını tamamlamış gübreler tahılların verimliliğini artırmada, sebzecilikte, seralarda ve süs bitkilerinin yetiştirme harçlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Hayvan gübrelerinin iyi fermente olup bekletilmesi ile toprağa uygulanması toprak organik maddesinin artırılmasında, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin düzelmesini sağlamaktadır. Ancak çiftlik gübresi maliyetinin yüksek olması, hastalık veya zararlı etmenlerini barındırması ve ayrıca temininde yaşanan sorunlar kullanımını sınırlandırmaktadır. Ahır gübresinin yanında

bitkisel kökenli materyallerin ve atıkların kompostlaştırılması ve toprak içerisine uygulanması toprak organik madde miktarının artması yanında topraktaki besin elementi miktarında da artışlara neden olabilecektir. Bazı araştırmacılar organik gübre uygulamaları yapıldığında toprakların organik madde ve azot içeriklerinde önemli artışlar meydana gelmektedir. Ayrıca organik atıkların yetiştirme ortamlarına uygulanması ile bu ortamların mikrobiyolojik aktiviteleri, ortamın yapısı, hava ve su dengesini de olumlu etkilemektedir (Eriksen, 2005; Randhawa, 2005; Chaturvedi, 2008).

Çıtak ve ark. (2011), açık tarlada kış döneminde ıspanak bitkisinin gelişimi üzerine vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının bitki gelişimine ve toprak verimliliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Toprağa vermikompost olarak dekara 100 ve 200 kg da⁻¹ ve ahır gübresini dekara 1500 ve 3000 kg da⁻¹ olarak uygulamışlardır. Çalışmada ahır gübresinin ikinci dozu kontrol ve vermikompost dozlarına göre ıspanak bitkisini yaprak sayısı, bitki boyu ve yaprak sapı uzunluğu ve gövde kalınlığı daha yüksek çıkmıştır. Ahır gübresinin 3000 kg da uygulamasında verim 852.2 kg da⁻¹ tespit edilirken vermikompost birinci dozunda 241.9 kg da⁻¹, ikinci dozunda 309.3 kg da⁻¹ ve kontrolde ise ıspanak verimi 76.5 kg da⁻¹ olarak ölçülmüştür. Ispanak bitkisinin mineral madde üzerine etkileri ahır gübresinin ikinci dozunda en yüksek çıkmıştır. AG₂ uygulamasında bitki N içeriği % 3.23 iken kontrolde % 3.26 ve V1 ve V2 uygulamalarında sırasıyla % 2.99 ve % 2.86 olarak tespit edilmiştir. En yüksek bitki fosfor içerikleri yine AG₂ uygulamasından % 0.18 olarak tespit edilmiştir. AG₂ uygulamasıyla toprak organik maddesi % 3.97 olarak tespit edilirken kontrolde toprak organik maddesi uygulamalar sonunda % 1.83 bulunmuştur. Organik madde miktarı ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarıyla artış göstermiştir.

Taheri ve ark. (2012), patatesin verimi üzerine kompost ve hayvan gübresi uygulamalarının (0.10 ve 20 ton ha⁻¹) yanında fosfor (0.75, 150 ve 225 kg ha⁻¹) ve çinkonun (0 ve 50 kg ha⁻¹) etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar kompost+çinko+fosfor ve ahır gübresi+çinko+fosfor şeklinde yürüttükleri iki ayrı çalışma sonucunda kompost ve ahır gübresinin patates verimi üzerine kayda değer bir etkisinin olmadığını, bunun nedeninin de denemenin yürütüldüğü toprağın organik madde düzeyinin çok düşük olduğunu ve bu miktarda kompost ve ahır gübresi uygulamasının patates verimi üzerinde yüksek bir etkisinin olmayacağını belirtmektedirler. Esasen literatürle karşılaştırıldığında

da kullanılan organik gübre dozlarının çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim araştırmacılar düzenli olarak organik gübre uygulanması durumunda ileriki yıllarda etkili sonuçlar ortaya çıkabileceğini savunmaktadırlar.

Yukarda örnekleri verilen çalışmalar çok sayıda tür üzerinde yürütülmüştür. İbrahim ve ark. (2008) buğdayda, Singer ve ark. (2004) soya, mısır ve buğdayda, Gharib ve ark. (2011) çilekte, Kavitha ve Subramanian (2007) ise çeltik yetiştiriciliğinde kompost kullanımının ürünün verim ve bitki gelişimini artırdığını ve yetiştiriciliğin yapıldığı toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının düzelmesine katkıda bulunduğunu belirtmektedirler.

2.4. Sebzelerde Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri

Domates, biber, patlıcan, hıyar, kavun ve karpuz gibi birçok sebze türü yüksek miktarda besin elementine ihtiyaç duyan türlerdir. Bu nedenle yetiştiriciliklerinde yüksek miktarlarda sentetik gübreler kullanılmakta, bunun sonucunda da toprak kalitesi azalmakta, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı bozulmakta. toprak kökenli patojenler birikmekte, sulama suyu miktarı artmakta ve gübre fiyatlarının yüksek ve dışa bağımlı olunması nedeniyle maliyetler artmaktadır. Sebze tarımında sentetik gübrelerin aşırı kullanılmasının benzer birçok olumsuz etkisinden söz etmek mümkündür. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için günümüzde önerilen en geçerli yöntem yetiştiricilik yapılan toprakta organik madde verilmesidir. Organik maddeler içinde de kompost en önemlilerinden biridir. Sebze türlerinin yetiştiriciliğinde kompost kullanılmasının olumlu etkiler oluşturduğu birçok araştırma ile ortaya konmuştur.

Çağlar (2014), marul yetiştiriciliğinde çay kompostu ve findık zurufunun verim ve kalite özelliklerine etkilerini saksı çalışması kurarak incelemiştir. Denemede % 100 findık zurufu kompostu, % 80 findık zurufu kompostu + % 20 çay kompostu, % 60 findık zurufu kompostu + % 40 çay kompostu, % 50 findık zurufu kompostu + % 50 çay kompostu, % 40 findık zurufu kompostu + % 60 çay kompostu, % 20 findık zurufu kompostu + % 80 çay kompostu ve % 100 çay kompostu karışımlarını yetiştirme ortamı olarak kullanan araştırmacı marulda birçok bitki parametresini incelemiş ve en yüksek verimin 5549 g/m² ile % 40 findık zurufu kompostu + % 60 çay kompostu karışımından elde edildiğini belirlemiştir.

Demirtaş ve ark. (2016), kentsel atıkların kompostlaştırılması ile oluşan organik materyallerin domates bitkisinin gelişimi ve bitkideki ağır metal miktarı üzerine etkilerini araştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada domates bitkisinin yetiştirildiği alana 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 ton da^{-1} olacak şekilde uygulama yaparak ısıtmasız cam serada iki yıl olarak yürütmüşlerdir. Kentsel kompost uygulamaları dozları arttıkça kontrole göre domates veriminde istatistiksel olarak artışlar gerçekleşmiştir. Araştırmacılar bitki yapraklarında ağır metal içeriklerini incelediklerinde uygulamalardan 2 ve 4 ton da^{-1} kompost uygulamalarının izin verilebilir miktarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Yağmur ve Okur (2017), kompost (sebzeye atıkları) ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sera koşullarında saksı ortamına materyallerin belli oranlarda toprağa karıştırılması ile yürütülmüş, dekara 2-4-8 ton olacak şekilde kompost, kompost+ahır gübresi (1/2+1/2), ahır gübresi uygulaması ve kontrol (toprak) uygulaması olarak da mineral gübre (NPK) uygulaması yapılmıştır. Kompost ve ahır gübre uygulama fasulye bitkisinin kuru madde miktarları 16.19 g saksı $^{-1}$ ile 20.53 g saksı $^{-1}$ arasında değişim göstermiş olup en yüksek değer ahır gübresi 8 ton da^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Aynı durum fasulye bitkisinin saksı verimi değerlerinde de (133.22 g da^{-1}) yaşanmıştır. Bitkinin makro ve mikro besin elementi içerikleri uygulamalara göre değişiklik göstermiştir. Yüksek ahır gübresi dozlarında toplam N, K, Fe, Cu ve Zn miktarları artış göstermiştir.

Tavuk gübresi kompostu ve kullanılmış mantar kompostunu (56 ve 112 ton ha^{-1}) 1989-1991 yılları arasında 3 yıl süreyle domates, biber, patlıcan, brokkoli ve karnabahar yetiştiriciliğinde kullanan Maynard (1994), kontrol parsellerinde 1.5 t ha^{-1} 10-10-10 NPK gübrelemesi yapmışlardır. Araştırmacılar denemede kullandıkları bütün türlerde kompost oranı arttıkça verimin de arttığını, hasat sonrasında toprak analizlerinde topraktaki besin elementi miktarının (N, P, K, Ca ve Mg) kontrole eşit veya daha yüksek olduğunu, tavuk gübresi kompostunun kullanılmış mantar kompostuna göre daha etkili olduğunu belirtmektedirler.

Kompostun verim ve bitki gelişimine etkisini inceleyen Rady ve ark. (2016), fasülyede. Seran ve ark. (2010) ise, soğanda verimde önemli artışlar sağladığını ve toprak yapısının iyileşmesine de önemli katkı sağladığını belirtmektedirler.

2.5. Biber Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri

Biber gerek açıkta gerekse örtü altında yetiştiriciliği yapılan önemli sebze türlerinden biridir. Biber yetiştiriciliğinde önemli faktörlerden biri bitki beslemesidir. Yüksek veya tatmin edici düzeyde ve kalitede verim elde etmek için biberin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin yetiştiricilik boyunca toprağa verilmesi gerekir. Diğer sebze türlerinde olduğu gibi biberde de bitki beslemede yaygın olarak sentetik gübreler kullanılmaktadır. Sentetik gübrelerin olumsuz etkilerinin yanında biber organik maddece zengin, iyi havalanabilen ve su tutma kapasitesi yüksek toprak yapısından hoşlanmakta ve sentetik gübreler bu ortamı sağlamamaktadır. Bu nedenlerle biber yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kullanılması zorunluluk haline gelmiştir. Birçok kaynaktan organik gübrelerin karşılanması mümkündür. Bunlar içinde en avantajlılarından biri kompost olup, bugüne kadar biber yetiştiriciliğinde yapılan kompost uygulamaları genellikle olumlu sonuç vermiştir. Biber yetiştiriciliğinde kompost kaynağı olarak değişik materyallerin kullanıldığı çalışmalarda kompost materyaline bağlı olarak değişmekle beraber biberin verim ve kalitesine olumlu katkı sağlarken, aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına da olumlu etkileri olmuştur.

Aynacı ve Erdal (2016), evsel atıkların kompostlaştırılarak sera koşullarında saksı ortamında mısır ve biber bitkisinin gelişimi ve bitki besin elementi içeriklerine etkisini araştırmışlardır. Saksı ortamına (2 kg toprak) kompostun 6 dozu uygulanmıştır. Araştırma sonunda uygulanan kompost miktarı arttıkça bitkilerin kuru madde miktarları artmıştır. Biber bitkisinin kuru ağırlık kontrolde 1.52 g iken 4 ton da^{-1} kompost uygulamasında 5.12 g olarak tespit edilmiştir. Biber yapraklarında N konsantrasyonunda kontrole göre 2-2.4 kat arasında artışlar görülmüştür. Bitkilerin makro besin elementi konsantrasyonlarının kompost uygulama dozları arttıkça artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çerçioğlu ve ark. (2017), seralardan hasat sonrası elde edilen atık bitkilerin kompostlaştırılarak ahır gübresi ile birlikte kullanılmasının biberde verim ve toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemedeki uygulamalar; (1) NPK, (2) 4 t da^{-1} ahır gübresi+NPK, (3) 4 t da^{-1} kompost+NPK, (4) 8 t da^{-1} kompost+NPK. (5) Kontrol. (6) 4 t. da^{-1} kompost. (7) 4 t. da^{-1} ahır gübresi. (8) 8 t. da^{-1} kompost olarak belirlenmiştir. Bütün uygulama dozlarının toprak örneklerinin pH'sı

üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kompost ve ahır gübresi uygulamaları ile bu değer 7.70 ile 7.85 arasında bir değişim göstermiştir. Denemenin gerçekleştiği toprakta $8.5 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$, $18.04 \text{ kg da}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ve $20.28 \text{ kg da}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (azotun ilk yıl % 40'ı; fosforun % 30'u ve potasyumun % 40'ı dikkate alındığında) analiz edilmiştir. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarıyla toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinde artış olmuş ve 1457 ile $1493 \mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişen değerler elde edilmiştir. En yüksek tuzluluk değerleri 4 t da^{-1} ahır gübresi+NPK parsellerinde belirlenmiştir. Kompostun EC değeri $1772 \mu\text{S cm}^{-1}$, ahır gübresinin ise $2700 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve bu atıkların uygulamasıyla tuzsuz olan deneme alanının tuz içeriği çok az miktarda artmış ve tuzsuz ($0\text{--}2000 \mu\text{S cm}^{-1}$) sınıfına (USDA, 2002) girmiştir. Tüm uygulamalar biber bitkisinin verimini istatistiksel ($p<0.05$) olarak arttırmıştır. Maksimum toplam verim ise 2 numaralı uygulama olan 4 ton da^{-1} ahır gübresi + NPK uygulamasından 2856 kg. da^{-1} olarak elde edilmiştir.

Biyo yakıt atıklarının ve bahçe atıklarından üretilmiş kompostun ticari gübre uygulamaları ile birlikte kullanılmasının biberde verim ve besin elementi içeriğine etkisini araştıran Roe ve ark. (1997), 134 ton ha^{-1} kompost ve ticari gübre uygulamalarının ($71\text{N-}39\text{P-}44\text{K kg ha}^{-1}$ serpmeye ve $283\text{N-}278\text{K kg ha}^{-1}$ şeritvari) % 0-% 50 ve % 100'ünü uyguladıkları çalışmada kompost uygulamasının yaprakta P, K ve Ca miktarını artırdığını, Cu miktarını azalttığını belirtmektedirler. Araştırmacılar kompost+ ticari gübre uygulamasında (ticari gübrenin % 0-% 50 ve % 100'ü) pazarlanabilir verimin sırasıyla 30.3, 35.7 ve 31.1 ton ha^{-1} ; kompost uygulanmayan ve sadece ticari gübre uygulanan parsellerde ise pazarlanabilir verimin sırasıyla 19.8, 31.1 ve 32.0 ton ha^{-1} olduğunu, kompostun düşük düzeyde ticari gübrelerle kombine uygulanmasının diğer uygulamalara göre verimi daha fazla artırdığını, biberden sonra aynı alanda hıyar yetiştirildiğinde kompost kalıntılarının hıyarda da verim artışı sağladığını, biyo yakıt atıkları ve bahçe atıklarından elde edilmiş kompostun düşük düzeyde kimyasal gübre ile beraber kullanıldığında biberde yüksek verim alınmasını sağladığını belirtmektedirler.

İspanya'da zeytinyağı üretiminden sonra geriye kalan ve "alperujo" olarak adlandırılan atıkların biber yetiştiriciliğinde kompost olarak değerlendirilmesini araştıran Alburquerque ve ark. (2005, zeytin atıklarının yılda 4 milyon tonu aştığını ve bu atıkların bertaraf edilmesinin en iyi yolunun kompostlaştırmak olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar zeytin atık kompostunu (20 ton ha^{-1}) ahır gübresi (44 ton ha^{-1}) ve

kanalizasyon katı atık kompostu (50 ton ha^{-1}) ile karşılaştırdıkları çalışmada biber veriminin sırasıyla 99.6, 98.3 ve 97.7 t ha^{-1} olduğunu, kompost ve ahır gübresi uygulanmayan parsellerde (kontrol) ise verimin 90.0 ton ha^{-1} olduğunu belirlemişlerdir. Ahır gübresi ve kompost uygulamalarının kontrole göre verimde artış sağladığını, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını savunan araştırmacılar deneme sonunda ahır gübresi ve kanalizasyon atığı kompostu kullanılan parsellerde toprak organik madde miktarında azalma görülürken, zeytin atığı kompostu uygulanan parsellerde toprak organik maddesinin değişmediğini belirtmektedirler.

Selvakumar ve ark. (2018), yeşil kompost ürettikleri tüylü fiğ kompostu, ahır gübresi kompostu ve bu iki kompostu birlikte kullanarak kırmızı biberde verim, kalite ve toprağın mikrobiyal yapısına etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar gübresiz ve kimyasal gübreleme uygulamalarını da kontrol olarak kullanmışlardır. Biberde yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve gövde kuru ağırlığının tüylü fiğ kompostu + ahır gübresi kompostu uygulanan parsellerde en yüksek çıkarken genelde kuru ağırlıkta gübresiz uygulama en düşük etkiyi gösterirken bunu kimyasal gübre uygulaması izlemiş, meyve kuru ağırlığında ise en iyi sonucu kimyasal gübreleme verirken, bunu kompost uygulamaları takip etmiştir. Yaprakta en yüksek N, P, K, Ca ve Mg sırasıyla 46.67 g kg^{-1} ile tüylü fiğ kompostu, 1.96 g kg^{-1} ile tüylü fiğ kompostu, 50.32 g kg^{-1} ile ahır gübresi kompostu ve 9.74 g kg^{-1} ile tüylü fiğ kompostu+ahır gübresi kompostundan elde edilmiştir.

Tarla koşullarında biber yetiştiriciliğinde kompost kullanımının biberde meyve kalitesi ve antioksidant bileşenlerine etkisini inceleyen Aminifard ve ark. (2013), standart kimyasal gübrelemesine ($120-150-100 \text{ kg NPK ha}^{-1}$) ek olarak kompost uygulaması yapmışlardır ($0, 5, 10$ ve 15 ton ha^{-1}). Araştırmacılar kompost uygulamasının biberde antioksidant aktivitesi, toplam fenolik ve karbonhidrat miktarında artış sağladığını, flavonoid içeriğine etki etmediğini, meyve kalite özelliklerinden pH, suda çözünabilir şeker miktarı, C vitamini, meyve setliği ve titrasyon asitliğinin arttığını, kompost miktarı arttıkça kalite parametrelerinde de artış olduğunu belirtmektedirler.

Kahve kabuğundan üretilmiş kompostun biberde bitki gelişimi ve verime etkisini inceleyen Basri ve ark. (2021), kompost uygulamalarına bağlı olarak dikimden 45 gün sonra bitki boyunun 57.92 cm (0 ton ha^{-1} kompost), 58.17 cm (10 ton ha^{-1} kompost).

59.33 cm (20 ton ha⁻¹ kompost) ve 63.67 cm (30 ton ha⁻¹ kompost) olarak ölçüldüğünü. bitki başına meyve sayısının kompost uygulamalarına göre sırasıyla 255.08, 282.67, 294.71 ve 346.48 adet, parsel veriminin ise sırasıyla 826.06, 900.62, 972.29 ve 1045.36 gram olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar artan kompost dozlarının bitki gelişimini, meyve sayısını ve verimi önemli düzeyde artırdığını ve bu artışın lineer olduğunu belirtmektedirler.

1993-2001 yılları arasında rotasyon uygulayarak biberin de aralarında bulunduğu bazı bitki türlerinin yetiştiriciliğinde ağırlıklı olarak kümes ve hayvan gübreleri ve yaprak karışımından elde edilmiş kompostların etkisini araştıran Hepperly ve ark. (2009), 9 yılın sonunda sentetik gübre uygulanan parsellerde C ve N miktarının değişmediği ve azaldığını belirtirken, kompost kullanılan parsellerde kompost çeşidine bağlı olarak toprağın C içeriğinin % 16-27, N içeriğinin % 13-16 arasında arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar kompostun biberin veriminde de önemli artış sağladığını ve yağışlı dönemlerde topraktan besin elementi yıkanmasını önlediğini belirtmektedirler.

Lee ve ark. (2015), kırmızı biberde kimyasal gübre ve kompostun verim, yaprak besin elementi içeriği, meyve kalitesi ve toprağın fizikokimyasal özelliklerine etkisini araştırmak için tarla koşullarında yürüttükleri çalışmada pirinç samanı ve sığır gübresinden elde edilmiş kompostu (20 ton ha⁻¹) kullanmışlardır. Araştırmacılar kompostu tek ve NPK gübreleri ile birlikte (190 kg ha⁻¹ N + 112 kg ha⁻¹ + P₂O₅; 149 kg ha⁻¹ K₂O) kullandıkları çalışmada ayrıca kimyasal gübreleme ve sıfır gübre (kontrol uygulaması) uygulamalarını da kullanmışlardır. Çalışmada kontrol, NPK, NPK+kompost ve kompost uygulamalarında toprak özellikleri (5-15 cm derinlik) sırasıyla pH 9.2, 7.7, 7.4 ve 7.2; EC (dS m⁻¹) 0.21, 0.41, 0.56 ve 0.28; organik madde (g kg⁻¹) 6.6, 9.0, 19.4 ve 16.1 ölçmüşlerdir. Biber yapraklarında uygulamalara göre sırasıyla N (g kg⁻¹) 36.6, 43.2, 46.1, 43.1; P (g kg⁻¹) 2.31, 4.41, 5.24, 4.05; K (g kg⁻¹) 46.4, 50.2, 54.0 ve 51.0 ölçülmüştür. Çalışmada kırmızı biber veriminin sırasıyla 256.2, 1183.1, 1481.2 ve 827.0 kg 10a⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda hayvan gübresinin uzun süreli uygulanmasının toprağın organik madde içeriğini ve kırmızı biber yetiştiriciliği için gerekli olan besin maddelerinin topraktaki kapasitesini arttırmıştır. Kırmızı biberde en yüksek verim NPK+ kompost uygulamasından elde edilirken, bunu NPK (kimyasal gübre), kompost ve kontrol izlemiştir.

2.6. Kompost Uygulamalarının Toprak Kökenli Patojenler Üzerine Etkisi

Bitkisel üretimde kompostun bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine sağladığı katkıların yanında toprak kökenli patojenleri baskılama özelliğinin de olduğu bilinmektedir. Bu alanda yapılan ilk çalışmada 1954 yılında kompostlanmış talaşın çileklerde *Phytophthora* kök çürüklüğü zararını sınırladığı belirlenmiştir (Vaughn ve ark., 1954).

Domates ve biberde zeytin posası, kümes dışkısı ve belediye kompost atıklarının kök-ur nematotlarını baskılama ve nematodla bulaşık toprakta bitki gelişimine etkisini araştıran Marull ve ark. (1997), organik madde uygulanan topraklarda biber köklerinde nematod gelişiminin kontrole göre önemli düzeyde azaldığını belirlemişlerdir. Daha sonra yapılan çalışmalarda da kompost kullanımının toprakta *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Pythium spp.* gibi toprak kökenli patojenleri baskıladığı ortaya konmuştur (Van Assche ve Uyttebroeck, 1981; Nelson ve ark., 1983; Kuter ve ark., 1988; Gorodeck ve Hadar, 1990; Zhu ve ark., 2006).

Biber yetiştiriciliğinde kompost kullanımının toprakta kök çürüklüğü (*Phytophthora capsici* L.) hastalığının baskılanmasına etkisini araştıran Gilardi ve ark. (2013), patojenin baskılanmasının kompost kullanımının oldukça etkili olduğunu ve ucuz olmasının yanında diğer avatjları nedeniyle kompostun öneminin daha da arttığını vurgulamaktadırlar.

2.7. Türkiye’de Kompost Kullanımı

Türkiye sahip olduğu kalabalık nüfusu, dünyada üst sıralarda yer alan bitkisel üretim istatistikleri, salça, maya, meyve suyu fabrikaları, zeytin yağı, ceviz, fındık ve üzüm işleme tesisleri sayesinde çok fazla miktarda kompost yapımına uygun organik atık üretmektedir. Ancak özellikle beslenme amaçlı kullanılan gıda atıklarının çöp olarak dev çöplüklerde biriktirilmesi, salça ve meyve suyu sanayisi atıklarının hayvan yemi olarak ve ceviz-fındık gibi atıkların ise yakacak olarak kullanılması önemli bir handikap olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sonucunda bir yandan çevre kirliliği artmakta, diğer yandan bu atıkların yok edilmesi ekonomik yük getirmektedir. Oysa bu atıkların

ayrıştırılarak kompost haline getirilmesi bir yandan çevre kirliliği ve ekonomik yükü ortadan kaldıracak, diğer yandan büyük ölçüde dışa bağımlı olduğumuz kimyasal gübre ihtiyacını azaltacaktır. Son yıllarda organik atıkların geri dönüşümüne yönelik kamu. üniversite ve özel sektörde bir farkındalık oluşmuş ve bu alanda çabalar artarak devam etmektedir (Yüksek ve ark. 2019), bu konuda geç kalınmasına karşın önemli adımlar atılmaktadır. Atık Yönetim Yönetmeliği 02 Nisan 2015 tarihli resmi gazetede, Kompost Tebliği ise 05.03.2015 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. İsrafin önlenmesi, kaynakların daha verimli kullanılması, atık miktarının azaltılması, etkin toplama sisteminin kurulması ve atıkların geri dönüştürülmesi maksadıyla Türkiye’de “Sıfır Atık” projesi başlatılmış ve bu proje sayesinde organik atıklardan kompost üretiminin daha modern tekniklerle yapılması yaygınlaştırılmaktadır.

TÜİK raporlarına göre Türkiye’de 2020 yılında 127.4 milyon ton atığın 78.3 milyon tonunun bertaraf edildiği, 49.1 milyon tonunun ise geri kazandırıldığı ve toplam işlenen atık miktarının 2018 yılına göre % 22 arttığı belirtilmektedir. Türkiye’de 2020 yılında 9 kompost tesisinin bulunduğu ve bu tesislerde 127 046 ton atığın işlem gördüğü rapor edilmiştir. TÜİK tarafından yayınlanan bu veriler aslında kompost konusunda hala çok gerilerde olduğumuzu göstermektedir. Sentetik gübrelerde büyük oranda dışa bağımlılığımız devam ederken ve sentetik gübrelerin maliyetinin çok yüksek seyrettiği günümüzde milyonlarca ton organik atıktan sadece 127 046 tonunun kompost olarak değerlendirilmesi düşündürücüdür. Bu konuda çok daha ciddi çalışmalara ve tedbirlere ihtiyaç vardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1. Deneme alanı

Bu çalışma 2021 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi araştırma arazisinde yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alan 600 metre rakıma sahiptir. Tokat ili Orta Karadeniz Bölgesinde, Karadeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında geçiş iklimine sahip olup, 39° 51' 40° 55' Kuzey enlemleri ile 35°27' 37°39' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Tokat ilinin Kuzeyinde Samsun, Kuzeydoğusunda Ordu, Güney ve Güneydoğusunda Sivas, Güneybatısında Yozgat ve Batısında Amasya illeri bulunmaktadır.

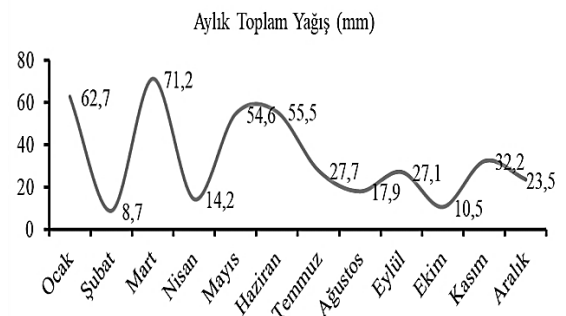
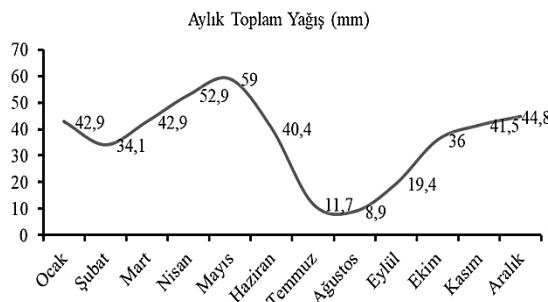
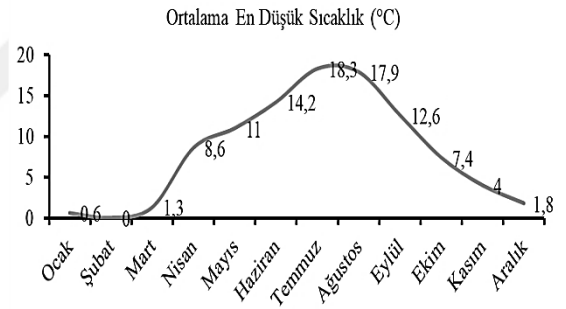
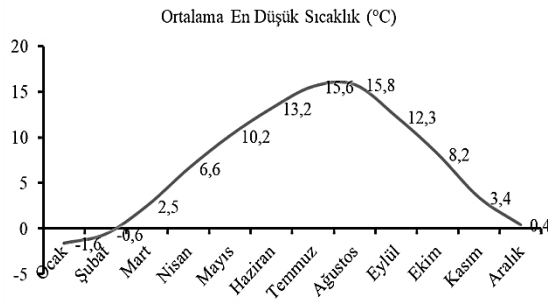
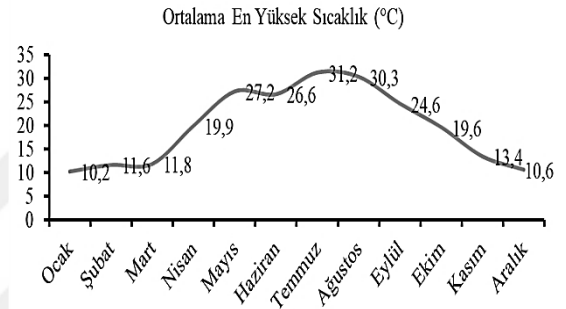
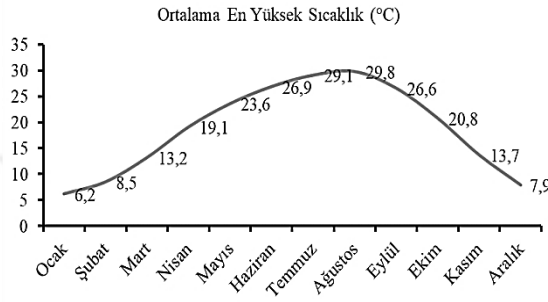
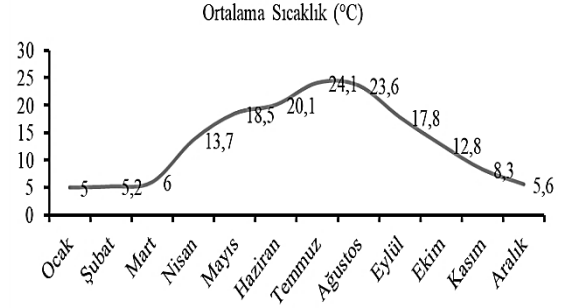
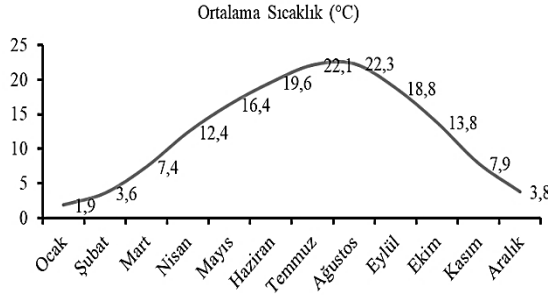
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Tokat ilinde 2021 yılı ve uzun yıllar (1929-2021) sıcaklık ve yağış değerleri incelendiğinde bölgede ağırlıklı olarak geçit kuşağı ikliminin yanında karasal iklime doğru bir geçişin olduğu görülmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2021 yılındaki minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasının 1-1.5 °C üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Sıcaklık değerlerindeki bu fark biber yetiştiriciliği için herhangi bir engel oluşturmamaktadır.

Denemenin yürütüldüğü Tokat ilinde 2021 yılındaki yağış miktarı ve yağışın aylara dağılımı uzun yıllar ortalamasına göre önemli sapmalar göstermiştir. Tokat'ın uzun yıllar yıllık ortalama yağış miktarı 434.5 mm olmasına karşın, 2021 yılında 405.8 mm yağış gerçekleşmiştir. Tokat iline ait 2021 yılı ve uzun yıllar içinde gerçekleşen sıcaklık değerleri ile yağış değerleri şekil 3.1'de verilmiştir.

1929-2021 yılları arası
(Kaynak: <https://www.mgm.gov.tr>)

2021 yılı
(Kaynak: <https://mevbis.mgm.gov.tr>)



Şekil 3.1. Tokat ilinin uzun yıllar ve 2021 yılına ait meteorolojik verileri

3.1.3 Deneme arazisinin toprak özellikleri

Deneme alanına kompost uygulaması yapılmadan önce 2020 yılı Kasım ayında arpa+fiğ karışımı ekimi yapılmış, 2021 yılı Mayıs ayında arpa-fiğ karışımı hasat edilmiş ve ardından toprak sürümü yapılmıştır. Sürümden 1 hafta sonra rototil yardımı ile toprak ikinci kez sürülmüş ve denemenin kurulmasına hazır hale getirilmiştir. Kompost uygulamasından önce deneme alanını temsil edecek şekilde 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır. GOÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde analizleri yapılmıştır. Deneme alanı toprağının potasyumu (K_2O) 161.67 mg kg^{-1} ; fosforu (P_2O_5) 10.87 mg kg^{-1} ; azotu (N) % 0.120; pH'sı 6.87; elektiriksel iletkenliği (EC) 233.33 $\mu s/cm$; kireç içeriği % 9.39 ve organik maddesi % 2.11 olarak ölçülmüştür.

Killi-tınlı bünyeye sahip olan deneme alanının toprak yapısı biber yetiştiriciliğine uygun yapıdadır.

3.1.4. Kompost yapımında kullanılan materyaller

Çalışmada kullanılmak üzere hazırlanan kompostların ham maddeleri Tokat'ta faaliyet gösteren kuruluşlardan temin edilmiştir. Elma ve üzüm posaları Dimes Gıda San. ve Tic. A.Ş. meyve suyu fabrikasından, domates posası ise Kazova Salça Fabrikasından temin edilmiştir. Denemede compost yapımında domates, elma ve üzüm posalarına karıştırılmak üzere taze ahır gübresi, sönmüş toz kireç, buğday samanı, üre, toprak ve su kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Kompost yapımı

Kompost yapımı için bir yıl önce bir ön çalışma yapılmış, bu çalışmada domates, elma, üzüm ve şeftali posalarından kompost yapılmış, ancak şeftali posasının aşırı nemli ve havalanma düzeyinin çok düşük olması nedeniyle kompost yapımına uygun olmadığı kanaatine varılarak denemede üzüm, elma ve domates posalarından kompost yapımına karar verilmiştir.



Şekil 3.2. Elma, üzüm ve domates posalarının kompost yapımına hazırlanması

Kompost yapımı Stoffella ve Kahn (2001) ile Diacono ve Montemurro (2019), tarafından önerilen kompost yapım tekniği modifiye edilerek kullanılmıştır. Kompost yapımında kullanılan materyaller hacim ölçüsüne göre hesaplanıp kullanılmıştır. Üzüm, elma ve domates posaları ayrı ayrı 2 m³ olacak şekilde ölçülmüş ve beton zemin üzerine yığılmıştır. Ana materyal içine 200 dm³ taze kuru ahır gübresi, 100 dm³ kuru saman (sıkıştırılmış balya formunda), 5 kg üre ve 5 kg sönmüş toz kireç ilave edilmiştir. Karışım gübre seperatörü ile homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Karıştırma esnasında

yıgın yağmurlama sistemle sulanmıştır. Materyalin nem içeriği % 50 oluncaya kadar sulamaya devam edilmiştir. Beton zemin üzerinde ham materyal homojen hale geldiğinde 1 metre yükseklikte yığın olacak şekilde istiflenmiş ve üzeri şeffaf plastik ile örtülmüştür. Kompost materyallerinin hazırlanmış hali şekil 3.1’de verilmiştir. Daha sonra haftada bir yığın karıştırılmış, nem içeriği % 50 olacak şekilde sulanmış ve tekrar üzeri kapatılmıştır. Günlük düzenli olarak kompost sıcaklığı yığının 50 cm derinliğinde ölçülmüştür. Kompost sıcaklığı sabitleninceye kadar kompost karıştırılmış ve nem içeriği ayarlanmıştır. 22. haftadan sonra karıştırma işlemi sonlandırılmış ve kompost yığının üzeri açılarak havalanması ve kuruması sağlanmıştır. Kompost nem içeriği % 20 oluncaya kadar kurutulmuş (avuç içine alınıp sıkıldığında kompost tekrar dağılacak şekilde) ve daha sonra denemede kullanılmak üzere çuvallara doldurularak depolanmıştır. Kompost yapım aşamaları şekil 3.2’de verilmiştir.

3.2.2. Biber parsellerine kompost uygulaması

Kompost uygulamasının etkilerini araştırmak için domates, üzüm ve elma kompostu (10 ve 20 ton ha^{-1}), ahır gübresi 10 ve 20 ton ha^{-1}) ve kimyasal gübreler kullanılmıştır. Bu gübreler tek başına ve kombinasyonlar şeklinde kullanılmıştır. Kimyasal gübreleme Del Amor (2007) ve Coolong ve ark. (2019), dikkate alınarak hazırlanmıştır. Kimyasal gübre uygulamasında 250 kg ha^{-1} azot, 170 kg ha^{-1} P_2O_5 , 250 kg ha^{-1} K_2O , 80 kg ha^{-1} MgO ve 60 kg ha^{-1} CaO kullanılmıştır. Kimyasal gübreler hazırlanırken tüm mikro elementleri içeren (TE) gübreler seçilmiştir. Kompostlar ve ahır gübreleri dikimden 10 gün önce freze ile karıştırılarak toprağın 0-15 cm derinliğine karıştırılmıştır. Kimyasal gübre uygulamasına dikimden 1 hafta sonra başlanmış ve 3 seferde damlama sulama ile birlikte verilmiştir. Kompostların deneme alanına uygulanma şekli şekil 3.3’te görülmektedir.



Şekil 3.3. Kompost yapım aşamaları



Şekil 3.4. Kompostun deneme alanına uygulanışı

Biberlerin yetiştirilmesinde 13.44 m² büyüğünde parseller oluşturulmuştur. Fideler sıra arası 80 cm, sıra üzeri 30 cm olacak şekilde dikilmiştir. Yetiştiricilik 4 sıra şeklinde yapılmış ve başlardaki sıralar kenar tesiri olarak değerlendirilmiştir. Her sıraya 14 biber fidesi dikilmiş ve sıra başlarında 2 bitki kenar tesiri olarak kullanılmıştır. Böylece her parselde ortadaki 20 bitkide gözlem yapılmıştır. Kompost, ahır gübresi ve kimyasal gübreler kombinasyonlar şeklinde kullanılmış, kontrol parsellerine kompost veya gübre uygulaması yapılmamıştır. Denemede gübre uygulamaları aşağıdaki gibi planlanmıştır;

T₀ (Kontrol-gübresiz)

T₁ (NPK)

T₂ (10 ton ha⁻¹ Domates Kompostu-D₁)

T₃ (20 ton ha⁻¹ Domates Kompostu-D₂)

T₄ (10 ton ha⁻¹ Elma Kompostu-E₁)

T₅ (20 ton ha⁻¹ Elma Kompostu-E₂)

T₆ (10 ton ha⁻¹ Üzüm Kompostu-Ü₁)

T₇ (20 ton ha⁻¹ Üzüm Kompostu-Ü₂)

T₈ (10 ton ha⁻¹ Ahır Gübresi-AG₁)

T₉ (20 ton ha⁻¹ Ahır Gübresi-AG₂)

T₁₀ (D₁ + NPK)

T₁₁ (D₂ + NPK)

T₁₂ (E₁ + NPK)

T₁₃ (E₂ + NPK)

T₁₄ (Ü₁ + NPK)

T₁₅ (Ü₂ + NPK)

T₁₆ (AG₁ + NPK)

T₁₇ (AG₂ + NPK)

3.2.3. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal analizleri

Biber parsellerine gübre uygulaması yapılmadan önce alınan örneklerde ve yetiştiricilik sonrasında bütün parsellerden alınan toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH), elektiksel iletkenlik (EC), organik madde, C/N oranı, toplam azot (N), P₂O₅ ve K₂O analizleri yapılarak compost ve ahır gübresinin toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına

etkisi incelenmiştir. Deneme alanından toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması şekil 3.4 ve şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. Deneme alanından toprak örneklerinin alınması



Şekil 3.6. Toprak örneklerinin besin elementi analizine hazırlanması

3.2.4. Biberde yapılan gözlemler

Pazarlanabilir meyve sayısı:

Hasatlar başladıktan sonra her hasatta toplanan pazarlanabilir özelliğe sahip meyveler sayılmış ve bitki başına düşen meyve sayısı belirlenmiştir.

Ortalama meyve ağırlığı (g):

Her hasatta 20 bitkiden hasat edilen meyvelerin ağırlıkları tartılmış ve 20'ye bölünmüştür. Hasat dönemi sonunda ortalaması alınarak ortalama meyve sayısı hesaplanmıştır.

Pazarlanabilir verim (ton ha⁻¹):

Hasatlar başladıktan sonra her hasatta toplanan ve pazarlanabilir özellikteki meyveler sayı ve ağırlık olarak kaydedilmiştir. Daha sonra parsel verimleri hektara ton olarak hesaplanmıştır.

Suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%):

Hasatlar başladıktan sonra 4. ve 6. hasatlarda alınan meyvelerin katı meyve sıkacağı ile suları çıkarılmış ve filter edildikten sonra zaman geçirilmeden dijital refraktometre kullanılarak uygulamalara göre SÇKM ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitlik (%):

Katı meyve sıkacağı ullanılarak biber meyvelerinin suyu çıkarılmış. filter edilmiş ve titrasyon yöntemi kullanılarak titrasyon asitliği ölçülmüştür. Bunun için 10 ml meyve suyu alınmış ve 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon sonuçları aşağıdaki formüle göre sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010),

$$\text{Titre Edilebilir Asitlik (\%)} = V \times F \times E/M \times 100$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml)

F: Titrasyonda kullanılan bazın normalitesi (çözeltinin normalitesi 0.1 ise F=1'dir)

E: 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (g)

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (mL veya g)

Meyvede pH:

Meyve suyunun pH miktarı pH metre yardımı ile ölçüm yapılmıştır. Her parsel için ayrı ayrı alınan meyvelerin suyu katı meyve sıkacağından geçirilerek elde edilen meyve suyunda pH metre kullanılarak pH ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.7. Biber meyvelerinde pH, SÇKM ve titrasyon asitliği ölçümleri

Makro ve mikro besin elementi analizleri:

Hasatların başlamasından 10 gün sonra bitkilerden sağlıklı ve canlı genç yaprak örnekleri toplanmış ve etüvde 68 °C’de kurutulmuştur. Yaprak örneklerinde toplam azot (N) tayini Kjeldahl yöntemine göre (Chapman ve Pratt, 1961) yapılmıştır. Yaprak örneklerinde fosfor (P), potasyum (K), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) analizleri için kurutulmuş yaprak örneklerinden 0.5 gram alınmış ve kül fırınında 550 °C’de yakılmıştır. Daha sonra elde edilen kül üzerine 10 ml hidroklorik asit ilave edilmiş ve ardından filte kağıdından geçirilerek süzükler hazırlanmıştır. Süzükler saf su ile 50 ml’ye

tamamlanmış ve besin elementi okumaları ICP-OES cihazında (Inductively Coupled Plasma) yapılmıştır (Halvin ve Soltanpour, 1980). ICP-OES okuma aşamaları şekil 3.7’de görülmektedir.



Şekil 3.8. Süzüklerde besin elementi okuma aşamaları

Yaprak ve meyve kuru ağırlıklarının belirlenmesi (%):

Hasat döneminin başlangıcında ve ortasında bitkilerden sağlıklı ve canlı yapraklar (her parselden yaklaşık 300 gram) ve pazarlanabilir özelliğe sahip meyveler (her parselden 10 meyve) alınmış ve 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazide yaprak ve meyvelerin yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yaprak ve meyveler daha sonra kese kağıtlarına konmuştur. Kese kağıtları etüve yerleştirilmiş ve 80 °C’de kurumaya bırakılmıştır. Yaprak ve meyve örneklerinin ağırlıkları sabit oluncaya kadar kurutma işlemi sürdürülmüştür. Daha sonra kurumuş yaprak ve meyve örnekleri aynı terazide tartılmıştır. Yaprak ve meyve

örneklerinin kuru ağırlıkları yaş ağırlıklarına oranlanarak kuru ağırlıkları % olarak hesaplanmıştır.

3.2.5. Kompost uygulamasının ikinci ürün ıspanakta biyomas üzerine etkisi

Kompost uygulanan parsellerde biber hasatları 15 Ekim 2021 tarihinde tamamlanmıştır. Daha sonra biber bitkileri kök kalıntısı olmayacak şekilde deneme alanından uzaklaştırılmıştır. Parseller birbiri ile karışmayacak şekilde işaretlenmiş ve rototiller ber yetiştiriciliğinde hasatlar tamamlandıktan sonra bitkiler sökülerek tarladan uzaklaştırılmış ve parsellerde freze ile toprak işleme yapıldıktan sonra ıspanak tohumları ekilmiştir. Her parselde sıravari olarak 3 sıra halinde ekim yapılmıştır. Tohum ekiminde sıra arası 30 cm, sıra üzeri 10 cm olacak şekilde tohum ekimi yapılmıştır. Bitkiler pazarlanabilir boya geldiğinde hasat edilmişlerdir.

3.2.6. Kompost uygulanan parsellerde toprak özelliklerinin belirlenmesi

pH Tayini :

Toprak reaksiyonu Uluslararası Toprak İlmi Derneği'nin önerdiği şekilde 1:2.5 (toprak:su) oranında toprak saf su kullanılarak sulandırılmış ve cam elektrotlu pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Sağlam, 2008).

Tuzluluk Tayini (%):

Toprak örneklerinde tuzluluk değerleri saturasyon çamuru yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bayraklı, 1986).

Organik Madde Tayini:

Toprakların organik maddeleri Walkey-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Greweling ve Peech, 1960).

Kireç Tayini:

Kireç miktarlarının belirlenmesi Scheibler Kalsimetresi ile (Gedikoğlu, 1990) volümetrik olarak yapılmıştır.

Makro ve Mikro Element Analizleri:

Toprakların yarayışlı fosfor erikleri asit florrde çözünebilir fosfor yöntemi ile, toplam azot miktarı buhar damıtma (Kjeldahl) metodu ile (Sağlam, 2008), yarayışlı potasyum içeriği ise ICP-OES yöntemi ile belirlenmiştir (Kaçar, 2009).



şekil 3.9. Toprak rneklerinde N analizi (Kjeldahl yöntemi)

3.2.7. Verilerin analizi

Deneme süresince elde edilen verilerde uygulamalara göre oluşan farklılıkların önem düzeyleri SPSS 18 programında varyans analizi uygulanarak belirlenmiş ve varyans analiz sonuçlarına göre oluşan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak (≤ 0.05) karşılaştırılmıştır.



4. BULGULAR

4.1. Kompostların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri

Denemede domates, elma ve üzüm posalarından elde edilen kompostların organik madde içerikleri sırasıyla % 55,58, % 59,11 ve % 68.82 olarak ölçülmüştür. Organik atıklardan elde edilmiş olan kompostlar içerinden bakteri sayısı sırasıyla en yüksek olan üzüm kompostu, elma kompostu ve domates kompostundan elde edilmiştir. Literatürde değişik organik materyallerden elde edilmiş kompostların organik madde içerikleri incelendiğinde denemede geliştirilen kompostların organik madde içeriklerinin literatüre göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Aggelides ve Londra (2000), organik maddeyi % 31,2; Çerçioğlu ve ark. (2017) % 30; Aydınşakir ve ark. (2011) % 1,5-1,9; Demir ve ark. (2010) % 35-45; Varank (2006) % 36,7; El-Mahrouk ve Dewir (2016) 50,8-50,1; Yağmur ve Okur (2018), % 45.72 ve Baltazar ve ark. (2013), 49,7 olarak bulmuşlardır. Bizim denememizde elde ettiğimiz kompostların organik madde miktarının literatüre göre daha yüksek çıkması kompost yapımında kullanılan materyallerin yapısından, kompostun kompozisyonundan ve özellikle ilave edilen ahır gübresinden ve kompost yapım tekniğinden kaynaklanmaktadır. Denemede kullanılan kompostların organik madde içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Kompost materyallerinin nem içerikleri değişiklik göstermiş, domates kompostu % 47,01, elma kompostu % 71,55 ve üzüm kompostu % 48,77 olarak ölçülmüştür. Farklı organik gübreler ile kompost yapan araştırmacılar organik gübrenin nem içeriğinde farklı sonuçlar bulmuştur. Arıkan ve Öztürk (2005) nem içeriğini % 55-64; Pathak ve ark. (2017) % 18,9; Demir ve ark. (2010) % 35-40 ve Hussain ve ark. (2015) % 42 olarak tespit etmişlerdir. Denemede kullanılan domates ve üzüm kompostlarının nem içeriği literatürle uyumlu bulunmuştur. Elma kompostunun nem içeriğinin literatüre göre daha yüksek bulunması materyalin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Denemede kullanılan kompostların nem içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Denemede kullanılan domates, elma ve üzüm kompostlarının pH değerleri sırasıyla 8.68, 7.84 ve 8.52 bulunmuştur. Kompostların pH içerikleri yüksek gibi görünse de literatürle karşılaştırıldığında benzer veya yakın sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Kompost materyallerinin pH değerlerini ölçen Raclavska ve ark. (2021) pH’I 3.09; Wu (2001)

7.63; Aggelides ve Londra (2000) 7.3; El-Mahrouk ve Dewir (2016) 8.51; Abad ve ark. (1993) 7.3-6.1; Varank (2006) 7.7; Arıkan ve Öztürk (2005) 7.1- 7.4; Çerçioğlu ve ark. (2017) 8.79; Aydınşakir ve ark. (2011) 8.0; Yağmur ve Okur (2018) 7.29; Demir ve ark. (2010) 7.2-7.4; Rodríguez (2004) 4.37-6.92 ve Baltazar ve ark. (2013) 8.33 olarak bulmuşlardır. Denemede kullanılan kompostların nem içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Kompostun yapısı hakkında fikir veren önemli özelliklerden biri de kompostun elektriksel iletkenliğidir. Denemede kullanılan domates, elma ve üzüm kompostlarının EC değerleri sırasıyla 5.84 dS/m, 6.10 dS/m ve 2.51 dS/m olarak ölçülmüştür. Denemede kullanılan materyallerin elektriksel iletkenliği birbirinden farklı çıkmıştır. Literatürde de kompost materyallerine bağlı olarak EC değerlerinin birbirinden çok farklı olduğu görülmektedir. Yürüttükleri çalışmalarda kullandıkları kompostun elektriksel iletkenliğini ölçen Raclavska ve ark. (2021) EC değerini 3.4 dS/m; El-Mahrouk ve Dewir (2016) 2.34-2.49 dS/m; Abad ve ark. (1993) 0.59-1.38 dS/m; Çerçioğlu ve ark. (2017) 1.17 dS/m ve Baltazar ve ark. (2013) 6.10 dS/m olarak bulmuşlardır. Denemede kullanılan kompostların elektriksel iletkenliği çizelge 4.1’de verilmiştir.

Kompost yapımı ve kullanılmasında en çok dikkat edilen konulardan biri de kompostun besin elementi içeriğidir. Denemede kullanılan kompost materyallerinin azot içeriği % 2.71 ile % 4.09 arasında, fosfor içeriği % 0.58 ile % 0.88 arasında ve potasyum içeriği % 1.38 ile % 3.26 arasında değişmiştir. Denemede kullanılan kompostların makro ve mikro besin elementi içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Denemede kullanılan kompostların azot içeriği literatüre yakın ve/veya üzerinde çıkmış olup, bu durum kompostun elde edildiği materyal ve bileşimi ile alakalıdır. Çalışmalarında kompostun azot içeriğini ölçen Pathak ve ark. (2017) azot miktarını % 1.31; Demir ve ark. (2010) % 1.5-2.5; Raclavska ve ark. (2021) % 4.3; Castillo ve ark. (2000) % 0.53-1.25; Wu (2001) % 12.6; Hussain ve ark. (2015) % 1.16; Abad ve ark. (1993) % 7.4-16.3; Varank (2006) % 1.43; Arıkan ve Öztürk (2005) % 2.1-2.2; Çerçioğlu ve ark. (2017) % 2.18; Yağmur ve Okur (2018) % 1.32 ve Baltazar ve ark. (2013) % 5.44 olarak ölçmüşlerdir. Literatür çalışmalarında da görüldüğü gibi kompost N içeriği oldukça değişkenlik gösteren elementlerden biridir. Kompostun azot içeriğinde olduğu

gibi fosfor içerikleri de değişkenlik göstermiştir. Bizim çalışmamızda kompostlarda ölçülen fosfor miktarı literatürle uyumlu olduğu kadar literatüre göre farklılıklar da göstermektedir. Bu durum normal bir sonuç olup, kompostun kaynağı ve kompozisyonu en etkili faktörlerdir. Çalışmalarında kullandıkları kompostun fosfor içeriğini ölçen Raclavska ve ark. (2021) fosfor miktarını % 0.1; Demir ve ark. (2010) % 2.0-2.5; Varank (2006) % 0.77; Çerçioğlu ve ark. (2017) % 0.13; Baltazar ve ark. (2013) % 1.07; Hussain ve ark. (2015) % 1.84 ve Yağmur ve Okur (2018) % 0.30 olarak bulmuşlardır. Kompost materyallerinin azot ve fosfor içeriklerine benzer şekilde potasyum içerikleri de geniş bir varyasyon göstermiştir. Denemede ölçülen K miktarları literatürde belirtilen sınırlar içinde yer almıştır. Yürüttükleri çalışmalarında kompostun K içeriğini ölçen Raclavska ve ark. (2021) kompostun K içeriğini % 15.2; Demir ve ark. (2010) % 2.5-3.0; Hussain ve ark. (2015) % 0.69 ve Yağmur ve Okur (2018) % 2.56 olarak bulmuşlardır.

Kompostların biyolojik özellikleri hakkında fikir vermesi bakımından bakteri içeriğı önemli parametrelerden biridir. Denemede kullanılan domates, elma ve üzüm kompostlarının bakteri sayıları sırasıyla $3.85 \cdot 10^7$, $3.60 \cdot 10^7$ ve $4.75 \cdot 10^6$ ölçülmüştür. Denemede kullanılan kompostların bakteri sayıları çizelge 4.1’de verilmiştir. Bakteri içeriğı literatüre göre farklılık göstermiştir. Bu farklılık kabul edilebilir sapmalardır. Zira kompost yapımında kullanılan materyale ve kompostun bileşimine göre bakteri sayıları değişmektedir. Nitekim yapım tekniğı ve ilave edilen katkı maddeleri aynı olmasına karşın denemede kullanılan kompostların bakteri içerikleri de birbirinden farklı çıkmıştır. Kullandıkları kompost materyallerinde bakteri sayımı yapan Demir ve ark. (2010) bakteri sayısını $1.5 \cdot 10^{12}$ ve Black ve ark. (2014), bakteri sayısını $1.4 \cdot 10^8 - 6.6 \cdot 10^7$ arasında bulmuşlardır.

Çizelge 4.1. Gıda atıkları kompostlarının bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri

Kompost Özellikleri	Domates Kompost	Elma Kompost	Üzüm Kompost
Nem %	47.01	71.55	48.77
Organik Madde (%)	55.58	59.11	68.82
pH	8.68	7.84	8.52
C/N oranı	13.8	13.1	14.9
EC (dS/m)	5.84	6.10	2.51
Toplam Azot (N) (%)	3.06	4.09	2.71
Toplam Potasyum (K) (%)	1.38	2.85	3.26
Toplam Bakır (Cu) (ppm)	180	200	210
Toplam Fosfor (P) (%)	0.68	0.88	0.58
Toplam Kalsiyum (Ca) (%)	15.80	8.91	6.54
Toplam Magnezyum (Mg) (%)	1.10	1.17	0.72
Toplam Demir (Fe) (%)	0.75	0.29	0.71
Toplam Mangan (Mn) (ppm)	360	288	204.5
Toplam Çinko (Zn) (ppm)	0.17	0.20	0.25
Bakteri sayısı	3.85*10 ⁷	3.60*10 ⁷	4.75*10 ⁶

4.2. Kompostun Biber ve Ispanak Yetiştiriciliğinde Kullanılması

Biber yetiştiriciliğinde toprağa kompost uygulamanın etkilerinin araştırıldığı çalışmada uygulamalara bağlı olarak değişmekle beraber kompostun ahır gübresi kadar olmasa da biberde verim ve bitki gelişimi, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına ve biber hasadı tamamlandıktan sonra herhangi bir ilave gübreleme yapılmaksızın ikinci ürün olarak yetiştirilen ıspanak bitkisinin biyomas yapısına önemli katkılar sağladığı anlaşılmıştır. Çalışmada toprağa herhangi bir gübre uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde ve sadece sentetik gübrelerin uygulandığı parsellerden elde edilen sonuçlar kompost uygulanan birçok parsele göre daha zayıf kalmışlardır. Özellikle sentetik gübrelerin yanında ahır gübresi veya kompost kullanılması daha üstün sonuçlar alınmasını sağlamıştır. Özellikle organik gübre uygulamalarında ikinci ürünlerdeki etkinin daha belirgin ortaya çıkması dikkat çekmektedir. Buradan anlaşıldığı kadarıyla toprağa verilen ahır gübresi ve kompost materyallerinin toprakta da yarıyışlı hale geçme süreçleri devam

etmektedir. Uygulamaların etkilerinin daha iyi anlaşılması için tez çalışmasında daha detaylı gözlemler yapılmıştır.

4.3. Kompost Uygulamasının Biberde Pazarlanabilir Verim, Meyve Sayısı ve Meyve Ağırlığına Etkisi

Kompost ve ahır gübresi uygulamasının çoğu kombinasyonları kontrol ve kimyasal gübre kullanımına göre meyve sayısında önemli düzeyde artış sağlamıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Bitki başına meyve sayısı kontrol parsellerinde 52, yalnız kimyasal gübrelerin kullanıldığı parsellerde 63.21 olurken, 20 ton ha^{-1} üzüm kompostu + kimyasal gübre uygulamasında 91.96 adet, 20 ton ha^{-1} ahır gübresi + kimyasal gübre uygulamasında 97.39 adet olmuştur. Denemede en yüksek meyve sayısının elde edildiği T17 uygulaması kontrole göre % 87.29, kimyasal gübre uygulamasına göre % 54.07'lik artış sağlamıştır. Sadece kompost uygulamasının etkisine baktığımızda 20 ton ha^{-1} üzüm kompostu uygulaması kontrole göre % 45.21, kimyasal gübre uygulamasına göre % 19.46 artış sağladığı görülmektedir. Bu artış kompostun kimyasal gübrelerle beraber kullanıldığı parsellerde daha yüksek çıkmıştır. Kompost materyalleri arasında domates kompostu etkisi en düşük kompost olurken, tek başına kullanıldığında kontrole yakın sonuç verdiği görülmektedir. Uygulamalara göre meyve sayıları ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Pazarlanabilir meyve ağırlığı kompost uygulamalarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kompost kullanılan parsellerde meyve ağırlığı kontrole göre daha yüksek olurken, denemede en yüksek meyve ağırlıkları ahır gübresi uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Gübre uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde meyve ağırlığı en düşük çıkmıştır (22.15 g). Kimyasal gübre uygulaması 10 ve 20 ton ha^{-1} domates, elma ve üzüm kompostu uygulamalarından daha yüksek etki yapmıştır. Bununla beraber kompost uygulamasına ilaveten kimyasal gübre uygulanan parsellerde meyve ağırlıkları kontrol ve kimyasal gübre uygulanan parsellerden daha yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak kompost uygulamasının kontrol uygulamasına göre bir artış sağlasa da kimyasal gübrelerin kullanıldığı parsellere göre meyve ağırlığını artırmadığı, ancak ahır gübresinin meyve ağırlığının artmasında önemli etki sağladığı anlaşılmıştır. Uygulamalara göre meyve sayıları ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Pazarlanabilir verim meyve ağırlığından çok meyve sayısından etkilenmiştir. Bütün uygulamalarda pazarlanabilir verim kontrol uygulamasından önemli düzeyde yüksek çıkmıştır. Kontrol parsellerinden elde edilen pazarlanabilir verim 42.38 ton ha⁻¹ olurken, kompost uygulamaları arasında en düşük verimin elde edildiği 10 ton ha⁻¹ domates kompostu parsellerinde 51.62 ton ha⁻¹ olarak gerçekleşmiş ve % 21.80 artış sağlanmıştır. Kimyasal gübre uygulanan parsellere göre verim artışı incelendiğinde % 0.12 ile % 51.17 arasında değişen oranlarda artış elde edilmiştir. Kimyasal gübre uygulanan parsellerde pazarlanabilir verim 55.70 ton ha⁻¹ olurken, kompost uygulamaları arasında 20 ton ha⁻¹ uygulamasında 63.79 ton. ha⁻¹'a ulaşmıştır. En yüksek pazarlanabilir verim ise 84.20 ton ha⁻¹ ile 20 ton ha⁻¹ ahır gübresi + kimyasal gübre uygulamasından elde edilmiştir. Pazarlanabilir verim bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamalara göre pazarlanabilir verim değerleri çizelge 4.1'de ve şekil 4.2'de verilmiştir.

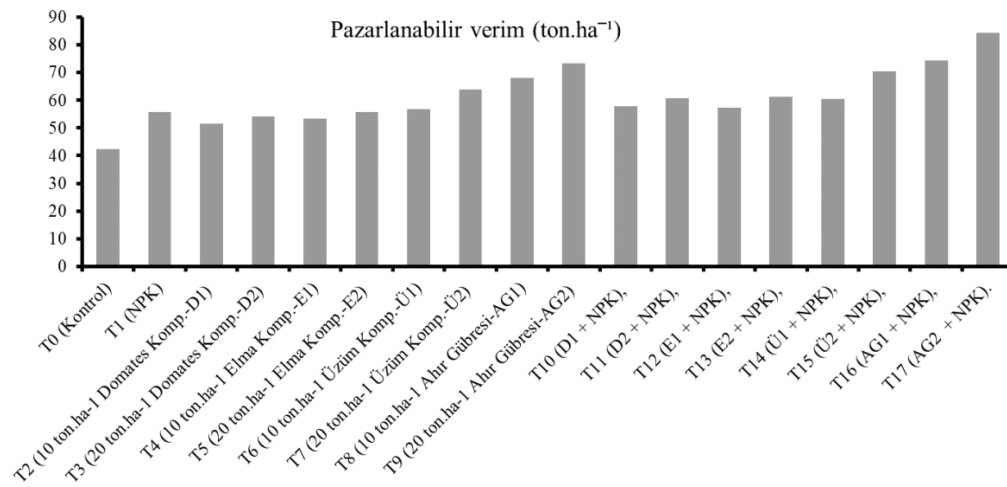
Literatürde birçok bitki türünün yetiştiriciliğinde bitkilerin besin elementi ihtiyacının karşılanması ve toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısının korunması maksadıyla kompost kullanılmış ve sonuçları paylaşılmıştır. Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi kompostun elde edildiği ham materyal, kompostun uygulama miktarı ve uygulama süresi gibi faktörlere bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmektedir. Bununla beraber genelde kompostun çok yönlü olumlu etkisinin olduğundan söz edilmektedir. Değişik kompost materyallerini biber yetiştiriciliğinde deneyen Adhikari ve ark. (2016), kompost materyallerinin gübresiz ve kimyasal gübrelerle göre biberde ortalama meyve ağırlığı ve verimi önemli düzeyde artırdığını, kompost materyalleri arasında en iyi sonucun ahır gübresinden elde edildiğini belirtmektedirler. Yu ve ark. (2019), kümes hayvanlarının atıkları ve bitkisel atıkların karışımından elde ettikleri kompostun biber yetiştiriciliğinde kompost uygulanmayan parsellere göre biberde meyve sayısı ve pazarlanabilir verimi önemli düzeyde artırdığını belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da kompost kullanımı biberde meyve sayısı, meyve ağırlığı ve pazarlanabilir verimde önemli düzeyde artış sağlamıştır.

Çizelge 4.2. Kompost uygulamalarının biberde bazı verim parametrelerine etkisi

Gübre Uygulamaları	Meyve sayısı (adet bitki ⁻¹)	Meyve ağırlığı (g)	Pazarlanabilir verim (ton ha ⁻¹)
T ₀ (Kontrol)	52.00 g	22.15 e	42.38 i
T ₁ (NPK)	63.21 d-g	25.19 de	55.70 fg
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	54.85 fg	23.60 e	51.62 h
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	58.84 efg	24.93 de	54.21 g
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	70.72 c-f	23.70 de	53.48 gh
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	75.12 b-e	24.77 de	55.82 fg
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	74.69 b-e	24.29 de	56.79 f
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	75.51 b-e	24.43 e	63.79 d
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	81.73 abc	25.91 de	68.13 c
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	88.47 ab	28.28 bcd	73.34 b
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	74.73 b-e	25.86 de	57.75 f
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	80.49 abc	28.02 cde	60.76 e
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	78.40 bcd	26.68 de	57.30 f
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	83.82 abc	28.19 cde	61.26 e
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	83.79 abc	27.40 bc	60.45 e
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	91.96 ab	28.36 ab	70.36 c
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	83.80 abc	28.07 ab	74.35 b
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	97.39 a	32.78 a	84.20 a
Önem düzeyi	***	***	***

Sütunlardaki harfler uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0,001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.



Şekil 4.1. Pazarlanabilir verimin uygulamalara göre gösterdiği farklılıklar

Ahır gübresi ve domates atıklarını kompostlaştırıp kimyasal gübrelerle beraber ve tek başına biber yetiştiriciliğinde deneyen Cercioglu (2019), kompost kullanımının biberde önemli düzeyde verim artışı sağladığını, kompost ve ahır gübresine kimyasal gübre ilave edilerek uygulanmasının verimi daha da artırdığını, 40 ton ha⁻¹ ahır gübresi+NPK uygulamasının kontrole göre verimde % 305 artış sağladığını belirtmektedir. Roe (1998), kompost+NPK uygulamasının sebzelerde verimi artırdığını, Togun ve Akanbi (2003), kompostun tek başına veya kimyasal gübrelerle beraber kullanılmasının kontrole göre domateste verimi önemli düzeyde artırdığını, Roe ve ark. (1997), kompostun kimyasal gübrelerle beraber kullanılmasının biber ve hıyarda verimi artırdığını belirtmektedirler. Bu sonuçlar denemede elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Denemede komposta ilave olarak toprağa kimyasal gübre verilmesi verimdeki artışı daha üst düzeye çıkarmıştır.

4.4. Kompost Uygulamalarının Yaprak ve Meyve Kuru Ağırlıklarına Etkisi

Deneme sonuçlarına göre uygulamalar ile yaprak kuru ağırlığı arasında anlamlı bir ilişkiden söz edilememektedir. Üzüm kompostunun tek başına ve kimyasal gübrelerle beraber uygulandığı parsellerde yaprak kuru ağırlığı en yüksek sonucu verirken, uygulamalar arasındaki farklar önemli çıkmamıştır. Denemede kontrol parsellerinde yaprak kuru ağırlığı % 20.19 olurken, uygulamalara göre yaprak kuru ağırlıkları % 19.68 (10 ton ha⁻¹ elma kompostu) ile % 26.48 (20 ton ha⁻¹ üzüm kompostu) arasında değişmiştir. Birim alana verilen kompost ve ahır gübresi miktarı yaprak kuru ağırlığında artış sağlasa da bu yaklaşım bütün uygulamalar için geçerli değildir. Üzüm kompostu dışın diğer uygulamalar kimyasal gübrelerle beraber kullanıldığında aratan dozlar yaprak kuru ağırlığında artış sağlamamıştır. Uygulamalara göre yaprak kuru ağırlıkları çizelge 4.3'te, yaprak kuru ağırlığının uygulamalara göre değişimleri şekil 4.2'de verilmiştir.

Çalışmada meyve kuru ağırlığı ile kompost uygulamaları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Denemede kontrol parsellerinde meyve kuru ağırlığı % 7.24 olurken, sadece üç uygulamada /10 ve 20 ton ha⁻¹ ahır gübresi, 10 ton ha⁻¹ domates kompostu + kimyasal gübre) meyve ağırlığı kontrol uygulamasından yüksek çıkmıştır. Ayrıca artan kompost dozlarının da meyve kuru ağırlığına etkisi olmamıştır. Denemede meyve kuru ağırlığı % 6.23 (10 ton ha⁻¹ elma kompostu) ile % 7.98 (10 ton ha⁻¹ ahır gübresi) arasında

değişmiştir. Uygulamalara göre meyve kuru ağırlıkları çizelge 4.3'te, uygulamalara göre meyve ağırlıklarındaki değişimler ise şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların yaprak ve meyve kuru ağırlığına etkileri

Gübre Uygulamaları	Yaprak kuru ağırlığı (%)	Meyve kuru ağırlığı (%)
T ₀ (Kontrol)	20.19	7.24b
T ₁ (NPK)	20.46	7.02bcd
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	21.28	6.72cde
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	21.61	6.67cde
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	19.69	6.23e
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	20.64	6.73cde
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	21.63	6.94cd
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	26.48	6.80cde
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	24.21	7.98a
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	23.29	7.40bc
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	23.85	7.47b
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	22.52	6.69cde
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	23.41	6.87cde
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	24.10	6.87cde
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	22.53	6.42e
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	25.33	8.30a
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	20.82	6.94cd
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	21.51	6.57cde

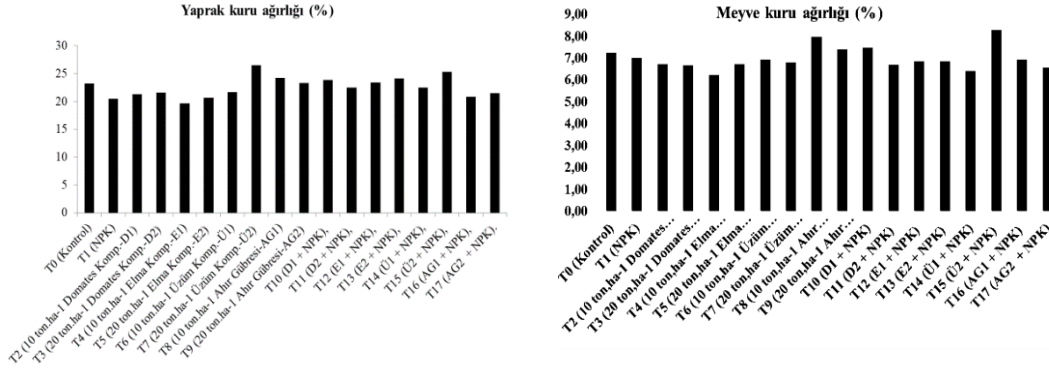
Önem düzeyi

ö.d.

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)

Ö.d. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.



Şekil 4.2. Kompost uygulamalarına göre yaprak ve meyve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

Literatürde biber yetiştiriciliğinde kompost kullanılması bitki ve meyve kuru ağırlığını önemli ölçüde artırdığı belirtilmektedir. Çeltik kavuzu, saman ve diğer bitki atıklarını 25:25:50 oranında karıştırarak kompostlaştıran Ghazi (2020), biber yetiştiriciliğindeki etkilerini araştırmış ve kompost kullanımının bitkide kuru ağırlığı önemli düzeyde artırdığı, artan kompost miktarının kuru ağırlıkta da artış sağladığını belirlemiştir. Al-Harbi ve ark. (2020), kompost kullanımının biberde kuru ağırlığa etkisini araştırmış ve meyve kuru ağırlığının kontrol uygulamasında % 7.91 iken, kompost uygulamalarında kuru ağırlığın % 7.91-8.58 arasında değiştiğini, kompost miktarı yüksek olan parsellerde kuru ağırlıktaki artışın önemli olduğunu belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda kompost uygulamasına göre yaprak kuru ağırlığında artış olmasına karşın bu artış istatistiksel olarak önemli çıkmamış, meyve kuru ağırlığındaki artış ise literatürdeki sonuçlarla benzer şekilde önemli çıkmıştır.

4.5. Kompost Uygulamalarının Biber Meyvelerinde Ph, Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı ve Titrasyon Asitliğine Etkisi

Meyve pH'sı ile kompost uygulamaları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Kompost, ahır gübresi veya kimyasal gübre uygulaması kontrol uygulamasına göre meyve pH'sında bir artış sağlamış ancak bu artış veya uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli çıkmamıştır. Denemede pH değerleri 5.80 ile 5.93 arasında değişirken, toprağa uygulanan kompost veya ahır gübresi miktarının artması biber meyvelerinde pH artışı sağlamazken, genelde azalmaya neden olmuştur.

Kompost uygulamalarının biber meyvelerinde suda çözünabilir kuru madde (brix) miktarına etkisi $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Bununla beraber kontrol ve kimyasal

gübre uygulaması dahil 14 uygulama arasında fark önemli çıkmamıştır. SÇKM miktarı % 5.17 (10 ton ha⁻¹üzüm kompostu + kimyasal gübre) ile % 6.53 (10 ton ha⁻¹üzüm kompostu) arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında SÇKM miktarının % 6.07 olduğu dikkate alındığında kompost veya kimyasal gübreleme ile meyvede SÇKM miktarı arasında bir ilişki kurulamamıştır. Ayrıca toprağa verilen kompost miktarının artması ile SÇKM arasında da bir ilişki bulunamamıştır.

Denemede biber meyvelerinde titre edilebilir asit (sitrik asit) miktarı % 0.18 (10 ton ha⁻¹ahır gübresi + kimyasal gübre) ile % 0.23 (kontrol uygulaması) arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamış, ayrıca kompost uygulamaları ile biber meyvelerinde titre edilebilir asit miktarı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bununla beraber bütün uygulamalarda olmamakla beraber genelde artan kompost dozları titre edilebilir asit miktarında azalmaya neden olmuştur.

Kompost uygulamalarına bağlı olarak biber meyvelerinde pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asit miktarı arasındaki ilişkiler çizelge 4.4’de verilmiştir.

Biberde meyve pH değeri ile bitki besleme arasında bir ilişki olmasına karşın meyvenin pH içeriği kompost uygulamasından etkilenmemiştir. Bu sonuçlar literatür ile de uyumlu çıkmıştır. Domates atıklarından elde ettikleri kompostu domates yetiştiriciliğinde kullanan Pane ve ark. (2015), domates meyvelerinin pH içeriğinde uygulamalara bağlı olarak bir değişimin olmadığını tespit etmişlerdir.

Biberde kompost kullanımı ile SÇKM arasındaki ilişkiyi araştıran Al-Harbi ve ark. (2020), kompost kullanılmayan kontrol parsellerinde SÇKM miktarının % 5.41, kompost uygulamasında ise kompost miktarına bağlı olarak % 5.63-6.29 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Araştırmacılar yüksek kompost dozlarında oluşan farkın önemli olduğunu belirtmektedirler. Yu ve ark. (2019)’da kompost kullanılmasının SÇKM miktarını artırdığını bildirmektedirler. Bizim çalışmamızda aradaki fark istatistiki olarak önemli olmamakla beraber düşük doz kompost uygulaması biber meyvelerinde SÇKM miktarında artış sağlarken, artan kompost dozları ve NPK gübreleri ile beraber kullanılması SÇKM miktarının düşmesine neden olmuştur. Literatürle farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni olarak kullanılan kompost materyalinin farklılığı olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.4. Kompost uygulamalarının biber meyvelerinde pH, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) içeriğine etkisi

Gübre Uygulamaları	pH	SÇKM (%)	T.A. (%)
T ₀ (Kontrol)	5.80	6.07ab	0.231
T ₁ (NPK)	5.90	6.03abc	0.201
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	5.87	6.37ab	0.193
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	5.90	6.17abc	0.196
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	5.93	6.33ab	0.204
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	5.90	6.17abc	0.204
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	5.83	6.53a	0.198
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	5.87	6.27ab	0.190
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	5.90	6.37ab	0.195
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	5.80	6.10abc	0.208
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	5.90	6.00abc	0.194
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	5.87	6.17abc	0.201
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	5.90	5.90abc	0.187
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	5.90	5.60cd	0.190
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	5.90	5.17d	0.215
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	5.83	6.07abc	0.193
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	5.93	5.60cd	0.184
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	5.80	5.77bc	0.186
Önem düzeyi	ö.d.	**	ö.d.

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)

** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Çalışmada kompost uygulamaları meyvede titrasyon asitliğine etki etmemiştir. Al-Harbi ve ark. (2020), kompost kullanımına bağlı olarak biber meyvelerinde titre edilebilir asit miktarının kontrol uygulamasında % 0.269 iken kompost uygulamasında % 0.176 ile 0.302 arasında değiştiğini, artan kompost miktarının titrasyon asitliğinde de artışa neden olduğunu belirtmektedirler. Bizim çalışmamızda buna zıt sonuç çıkmıştır. Bunun nedeninin denemelerde kullanılan kompost materyallerinin farklılığı, uygulama şekli ve kompostun içeriği ile alakalı olduğu düşünülmektedir.

4.6. Kompost Uygulamalarının İkinci Ürün Ispanakta Biyomas Üzerine Etkisi

Bitkisel materyallerin yetiştiriciliğinde bitki besleme ve/veya toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltmek maksadıyla kompost veya ahır gübresi kullanılmış ise ana ürünün yetiştiriciliğinden sonra da bu materyallerin etkilerinin hangi düzeyde devam ettiğini takip etmek gerekmektedir. Bizim çalışmamızda bu maksatla biber hasadı bittikten sonra deneme parsellerine ıspanak ekimi yapılmış ve uygulamalar içinde parsellerden herhangi biri hasat büyüklüğüne geldiğinde bütün parsellerde bitkiler sökülmüş ve biyomas ölçümleri yapılmıştır. Denemede kompost uygulamaları ile ıspanağın biyomas ölçümü arasında lineer bir ilişki gözlenmiş, kompost uygulamaları biyomasda önemli düzeyde artış sağlamıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.5). Çalışmada biyomas miktarları 7.01 ton ha^{-1} (kontrol parselleri) ile $23.43 \text{ ton ha}^{-1}$ (20 ton ha^{-1} ahır gübresi + kimyasal gübre) arasında değişmiştir. Tek başına kompost uygulamaları kimyasal gübre uygulanan parsellere göre daha yüksek biyomas üretmiştir. Toprağa uygulanan kompost miktarı arttıkça biyomas da artmıştır. Kompost uygulamasına ilaveten kimyasal gübre uygulanması biyomas artışını sürdürmüştür. Çalışmada uygulamalara arasında ahır gübresi en iyi sonucu vermiş, kompost materyallerine göre önemli düzeyde fark oluşturmuştur. Tek başına kompost uygulaması (20 ton ha^{-1} üzüm kompostu) kontrol uygulamasına göre % 59.91, kimyasal gübre uygulamasına göre % 51.49 biyomas artışı sağlamıştır. Denemede en yüksek biyomasın elde edildiği 20 ton ha^{-1} ahır gübresi + kimyasal gübre uygulaması kontrole göre % 234.24, kimyasal gübre uygulanan parsellere göre % 216.62 biyomas artışı sağlamıştır.

İkinci ürün ıspanak yetiştiriciliğinde kompost uygulamasına bağlı olarak biyomasta önemli artışlar görülmesi kompost hakkında önemli veriler ortaya koymaktadır. Ispanak biyomas miktarında etkinin çok belirgin olması toprağa verilen kompostun ana ürünün vegetasyonu süresince ayrışmasının devam ettiğini göstermektedir. Kompost ve kompost + azot uygulamasının ıspanakta bitki gelişimine etkisini inceleyen Machado ve ark. (2020), gübreleme yapılmayan kontrol parsellerine göre kompost uygulamasının ıspanakta önemli düzeyde biyomas artışı sağladığını ve kompost+N uygulamasının daha çok biyomas ürettiğini belirtmektedirler. Irshad ve ark. (2002), kompost uygulaması yapılmış toprakta mısırın biyomas ve mineral madde miktarında önemli artış olduğunu belirtmektedirler. Benzer çalışmaları yürüten araştırmacılar kompost uygulanmış

topraklarda bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementi karşılandığı için verim ve bitki gelişimine önemli katkı sağladığını vurgulamaktadırlar (Gul ve ark. 2016; Irshad ve ark. 2014).

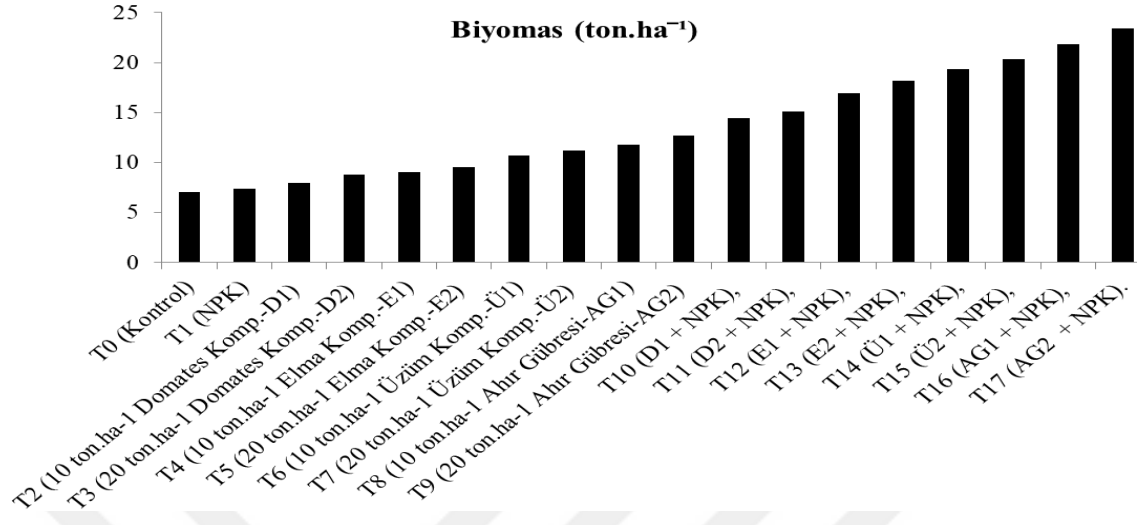
Çizelge 4.5. Kompost uygulamalarına bağlı olarak ıspanakta biyomas miktarları

Gübre Uygulamaları	Biomass (ton. ha⁻¹)
T ₀ (Kontrol)	7.01 p
T ₁ (NPK)	7.40 op
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	7.93 o
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	8.81 n
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	9.00 mn
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	9.55 l
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	10.72 k
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	11.21 jk
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	11.76 j
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	12.68 i
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	14.41 h
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	15.13 g
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	16.93 f
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	18.20 e
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	19.33 d
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	20.37 c
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	21.80 b
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	23.43 a
Önem düzeyi	***

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Ana ürün domates yetiştiriciliğinde kompost kullanan Bryan ve ark. (1994), domatesten sonra ikinci ürün kabak yetiştirdiklerinde kompost uygulanan parsellerde kabak veriminin önemli düzeyde arttığını ve artan kompost dozlarının verimde de artışı devam ettirdiğini belirtmektedirler.



Şekil 4.3. Kompost uygulamalarına bağlı olarak ıspanakta biyomas miktarları



Şekil 4.4. İkinci ürün ıspanak bitkilerinin gübre uygulamalarına göre görünümü

4.7. Kompost Uygulamalarının Biberde Makro Besin Elementi Birikimine Etkisi

Kompost uygulamalarının biber yapraklarında K birikimine etkisi uygulamalara göre değişmekle beraber uygulamalar arasındaki farklılıklar $K \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Denemede kullanılan bütün uygulamalarda K birikimi kontrolden daha yüksek olmuş, artan kompost dozları potasyum birikiminin de artmasına neden olmuştur. Kontrol parsellerinde K miktarı % 1.46 olurken, 20 ton ha⁻¹ ahır gübresi+NPK uygulamasında % 1.8 olarak gerçekleşmiştir. Bununla beraber kompost uygulamasına NPK ilave edilmesi K içeriğini etkilememiştir. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında K birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Potasyum birikimine benzer şekilde P birikimi kompost uygulamalarına göre farklılıklar göstermiş ve uygulamalar arasındaki farklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Ağırlıklı olarak kompost+NPK uygulanan parsellerde P birikimi daha yüksek olurken, lineer bir ilişkiden söz edilememektedir. Kontrol uygulamasında P içeriği % 0.4 olurken, kompost uygulamalarında P miktarı % 0.32 ile % 0.50 arasında değişmiştir. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında P birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Biber yapraklarında ölçülebilecek önemli besin elementlerinden biri de N olup, denemede kompost kullanılması kontrole göre yaprak azot içeriğini artırmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kontrol parsellerinde yaprak N içeriği % 1.81 olurken, kompost uygulamasında % 2.02 ile % 2.27 arasında değişmiş, en yüksek birikim 20 ton ha⁻¹ domates kompostu+NPK uygulamasından elde edilmiştir. Bununla beraber kompost uygulanan parseller ilaveten kimyasal gübre uygulanmasının biber yapraklarında N birikimine belirgin bir etkisi olmamıştır. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında N birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kompost uygulamalarının biberde makro besin elementi birikimine etkisi

Gübre Uygulamaları	Makro Besin Elementleri (% kuru ağırlık)		
	K	P	N
T ₀ (Kontrol)	1.46 d	0.40 bcd	1.81 g
T ₁ (NPK)	1.69 a-d	0.47 ab	2.15 a-e
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	1.65 bcd	0.50 a	2.13 b-f
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	1.74 abc	0.36 cde	2.02 f
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	1.62 cd	0.46 ab	2.16 a-e
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	1.74 abc	0.34 de	2.09 c-f
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	1.72 a-d	0.36 cde	2.08 def
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	1.74 abc	0.32 e	2.02 f
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	1.74 abc	0.45 ab	2.19 a-d
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	1.77 ab	0.33 de	2.02 f
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	1.73 a-d	0.40 bcd	2.10 c-f
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	1.73 a-d	0.36 cde	2.25 ab
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	1.70 a-d	0.32 e	2.06 ef
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	1.65 bcd	0.40 bcd	2.27 a
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	1.69 a-d	0.45 ab	2.24 ab
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	1.70 a-d	0.47 ab	2.21 abc
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	1.61 cd	0.43 abc	2.15 a-e
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	1.80 a	0.47 ab	2.10 c-f
Önem düzeyi	***	***	***
Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)			
*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.			

Biber yetiştiriciliğinde kompost kullanımının etkisini ölçmenin alternatif yollarından biri de bitkide makro besin elementi birikimini ölçmektir. Denemede yapılan ölçümlerde yaprakta NPK birikiminin kompost kullanımına bağlı olarak arttığını, ancak yaprak NPK içeriği ile kompost uygulamaları arasında kesin bir ayırmadan söz edilememektedir. Literatür çalışmalarında da benzer bulgular karşımıza çıkmaktadır. Aynacı ve Erdal (2016), evsel atıklardan elde ettikleri kompostun biberde NPK birikimine etkisinin önemli olduğunu, artan kompost dozlarının N ve P birikimini artırdığını ancak K birikimine etki

etmediğini, Díaz-Pérez ve ark. (2021), 10 t ha⁻¹ kompost uygulamasının kontrole göre biber yapraklarında makro besin elementlerinden N ve P içeriğini etkilemediğini, K, Ca ve Mg birikimini artırdığını, kullanılmış mantar kompostunun 15, 30 ve 60 ton ha⁻¹ dozlarının biberin besin elementi içeriğine etkisini araştıran Önal ve Topcuoğlu (2007), kompost uygulamasının makro besin elementlerinden N, P ve K içeriğini artırdığını ve aynı zamanda artan kompost dozlarının NPK birikimini de önemli düzeyde artırdığını belirtmeleri denemede elde edilen sonuçları desteklemektedir. Gerek bizim çalışmamızda ve gerekse literatürde karşılaşılan bu farklılıklar denemelerde kullanılan kompost materyallerinin ve içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.8. Kompost Uygulamalarının Biberde Mikro Besin Elementi Birikimine Etkisi

Denemede domates kompostunun tek başına kullanıldığı uygulamalar dışında diğer uygulamalarda Fe birikimi genelde artış göstermiştir. Kontrol uygulamasında Fe içeriği 49.7 mg.kg⁻¹ olurken, uygulamalara bağlı olarak 40.84-58.75 mg.kg⁻¹) arasında değişmiştir. Kompost uygulamalarında kontrole göre bir artış sağlansa da bu artış önemli çıkmamıştır. Sadece en düşük Fe birikiminin görüldüğü uygulama diğer uygulamalardan önemli düzeyde ($P \leq 0.01$) farklı çıkmıştır. Biber yaprakları ile uygulamalar arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında Fe birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.7 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

Yaprakta Cu birikimi kompost kullanımına bağlı olarak artmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli ($P \leq 0.01$) çıkmıştır. En düşük bakır içeriği 24.27 mg.kg⁻¹ ile kontrol uygulamasından elde edilirken kompost uygulamalarına bağlı olarak birikim 26.67-33.03 mg.kg⁻¹ arasında değişmiştir. Kompostun tek başına veya NPK gübreleri ile birlikte kullanılmasının etkisi önemli çıkmamıştır. Biber yapraklarında bakır birikimi kompost türü ve miktarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında Cu birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.7 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

Yaprakta Zn birikimi Fe ve Cu içeriğine göre daha farklı gelişmiştir. En düşük Zn miktarı (20.1 mg.kg⁻¹) kontrol uygulamasında elde edilirken, kompost uygulamalarına bağlı olarak Zn birikimi 21.37-26.80 mg.kg⁻¹ arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki

farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kompostun NPK gübreleri ile beraber verilmesi yaprakta Zn birikimini artırmıştır. Bununla beraber kompostun 10 ton ha^{-1} dozunda yapraktaki Zn miktarı genelde daha yüksek çıkmıştır. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında Zn birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.7 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

Kompost ve özellikle ahır gübresi kullanılması biberde Mn birikimini önemli düzeyde artırmış, uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kontrol bitkilerinde Mn birikimi 34.36 mg.kg^{-1} olurken, kompost ve ahır gübresi uygulamalarında 41.03 ile 61.69 mg.kg^{-1} arasında değişmiştir. Sapmalar olmakla beraber kompost miktarı arttıkça Mn birikimi de artmıştır. Kompost ve ahır gübresine NPK ilave edilmesinin Mn birikimine etkisi bulunamamıştır. Kompost materyalleri içinde üzüm kompostu en etkili materyal olmuştur. Kompost uygulamalarının biber yapraklarında Mn birikimine etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyi çizelge 4.7 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

Denemede mikro besin elementi birikimi ile kompost uygulamaları arasındaki ilişkiler mikro elemente ve uygulamalara göre farklılıklar göstermektedir. Benzer etkiler literatürde de vurgulanmıştır. Aynacı ve Erdal (2016), evsel atıklardan elde ettikleri kompostun biberde mikro besin elementlerin etkilerini araştırmışlar ve kompostun Fe ve Cu birikimini etkilemediğini, ancak Zn ve Mn birikimini önemli miktarda artırdığını belirlemişlerdir. Díaz-Pérez ve ark. (2021), $10 \text{ t } ha^{-1}$ kompost uygulamasının kontrole göre biber yapraklarında mikro besin elementlerinden Cu ve Mn içeriğine etki etmezken, Fe ve Zn içeriğini artırdığını belirtmektedirler. Kullanılmış mantar kompostunun 15, 30 ve 60 ton ha^{-1} dozlarının biberin besin elementi içeriğine etkisini araştıran Önal ve Topcuoğlu (2007), kompost uygulamasının mikro besin elementlerinden sadece Fe ve Zn'nun birikimini artırdığını ve bu birikimin sadece en yüksek doz olan 60 ton ha^{-1} kompost uygulamasında gerçekleştiğini vurgulamaktadırlar.

Çizelge 4.7. Kompost uygulamalarının biber de mikro besin elementi birikimine etkisi

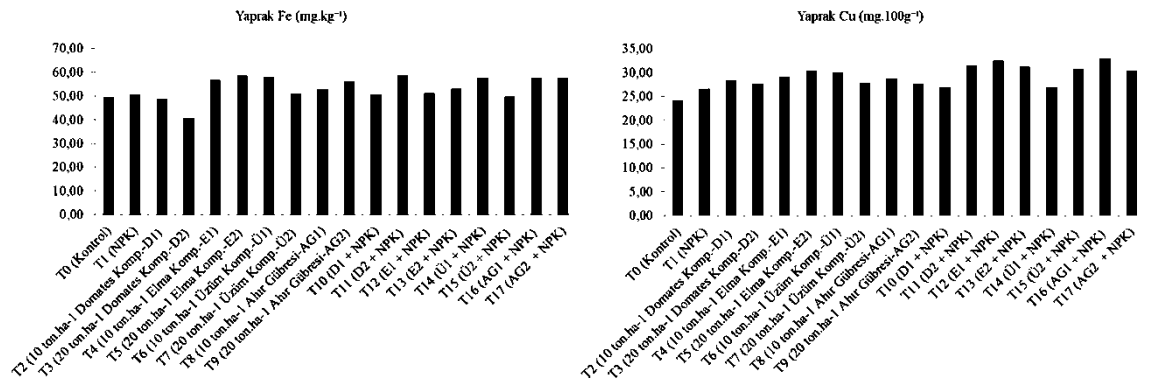
Gübre Uygulamaları	Mikro Besin Elementleri (mg.kg^{-1}) kuru ağırlık)
--------------------	--

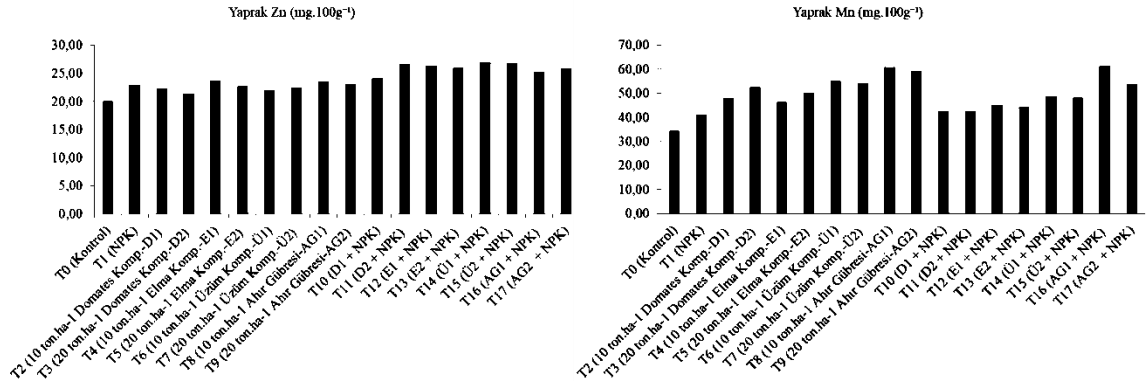
	Fe	Cu	Zn	Mn
T ₀ (Kontrol)	49.70ab	24.27c	20.10 g	34.36 d
T ₁ (NPK)	50.46ab	26.67bc	22.97 c-g	41.03 cd
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	48.97b	28.37abc	22.33 efg	47.89 a-d
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	40.84c	27.70abc	21.37 fg	52.61 abc
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	56.83ab	29.17abc	23.77 a-f	46.41 bcd
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	58.65a	30.50ab	22.73 d-g	50.18 abc
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	57.86ab	30.00ab	22.00 efg	55.04 abc
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	50.97ab	27.87abc	22.57 d-g	54.22 abc
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	52.75ab	28.73abc	23.67 a-f	61.00 a
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	56.37ab	27.63abc	23.17 b-g	59.30 ab
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	50.72ab	26.93abc	24.10 a-f	42.51 cd
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	58.75a	31.50ab	26.70 ab	42.71 cd
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	51.23ab	32.47ab	26.43 abc	45.33 bcd
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	53.06ab	31.30ab	26.03 a-d	44.26 cd
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	57.69ab	27.03abc	26.97 a	48.87 abc
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	49.93ab	30.80ab	26.80 a	48.28 abc
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	57.77ab	33.03a	25.23 a-e	61.69 a
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	57.70ab	30.43abc	25.90 a-d	53.98 abc
Önem düzeyi	**	**	***	***

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir (P≤0.05)

** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.





Şekil 4.5. Kompost uygulamalarına bağlı olarak biber yapraklarında mikro besin elementlerinin değişimi

4.9. Kompost Uygulamalarının Vegetasyon Sonunda Toprak Yapısına Etkisi

Çalışma sonunda kontrol uygulaması ve kompost uygulanan parsellerinden alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak kompost uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Kompost uygulanmayan kontrol parsellerinde toprak pH'sı 7.37 olurken, kompost uygulamalarında toprak pH'sı düşüş göstermiş, ancak bu düşüş kompost uygulamalarının çoğuna göre istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Hafif alkalin sınırları (7.0-7.9) olan toprak pH'sı uygulamalar ile hafif asit seviyelerine (6.0-6.9) gelmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Kompost uygulamaları toprağın elektriksel iletkenliğinde artışa neden olurken, kompost materyallerinin kimyasal gübrelere beraber kullanıldığı parsellerde EC daha yüksek çıkmıştır. Denemede kontrol parsellerinde elektriksel iletkenlik $186.67 \mu\text{s.cm}^{-1}$ olurken, en yüksek EC 20 ton ha⁻¹ elma kompostu + kimyasal gübre uygulanan parsellerde $260 \mu\text{s.cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Kompost uygulanan parsellerde ölçülen EC değerleri dikkate alındığında toprak tuzluluğu bakımından bir risk söz konusu değildir. Kontrol parsellerinde kireç miktarı % 12.14 ölçülmüş, kompost uygulanan parsellerde ise % 11.69 ile % 12.01 arasında değişmiştir. Kompost kullanımı topraktaki kireç miktarında düşüş sağlasa da bu düşüş önemli çıkmamıştır. Denemede en çok merak edilen noktalardan biri de kompost kullanımının deneme sonunda toprağın organik madde içeriğine nasıl bir etki edeceğiydi. Uygulama öncesinde toprak organik madde seviyesi % 2.31 iken kompost uygulaması ile beraber organik maddede istatistiksel olarak önemli artışlar görülmüştür. En yüksek toprak organik maddesi 20 ton ha⁻¹ elma kompostu + kimyasal gübre uygulamasında % 4.12 ölçülmüştür. Kompostun içerisindeki protein, yağ, mum, reçine tanen, selüloz miktarları

ve bileşimleri organik maddenin çözünme sürecini etkilemektedir. Daha stabil olan organik maddelerin ayrışma süreçleri daha uzun olurken ahır gübresinin ayrışma süreci uygulamalar içerisinde en hızlı olabilecek organik gübre olarak geçmektedir. Toprağın organik madde seviyesi % 2-3 arası orta olarak kabul edilirken uygulamalar sonrası toprak organik madde seviyesi (% 3-4) iyi konuma gelmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Literatürde çoğunlukla kompostun toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına katkı sağladığı belirtilmekle beraber bu etki kompostun elde edildiği kaynağa ve kompostun kompozisyonuna göre değişmektedir (Kim ve ark., 2018). Kümes hayvanı gübresi ve değişik bitkisel materyalleri karıştırarak elde ettiği kompostu biber yetiştiriciliğinde kullanan Díaz-Pérez ve ark. (2021), 10 ton ha⁻¹ kompost uygulamasının toprağın organik madde içeriğini iyileştirdiğini ve topraktaki N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarını artırdığını belirtmektedirler. Bitki ve hayvan atıklarından elde ettiği kompostu değişik bitki türlerinin yetiştiriciliğinde 12 yıl süreyle kullanan Warman (2005), kompostun toprakta pH, C, N, P, Ca, Mg'nin yanı sıra mikro elementlerde de artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Denemede kompost kullanımına bağlı olarak toprak yapısında gözlenen değişimler literatürle uyumlu olarak değerlendirilmiştir. Kompost uygulamalarına bağlı olarak toprağın pH, kireç, oranik madde ve EC değerlerindeki değişim Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Kompsot uygulamalarının deneme sonunda topraktaki N, P ve K içeriğine etki ettiği ve bu etkinin istatistiksel olarak ta önemli olduğu görülmüştür ($P \leq 0.001$). Kompost uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde deneme sonunda K miktarı 123.33 mg.kg⁻¹ olurken, en yüksek K birikimi 161.33 mg kg⁻¹ ile 10 ton ha⁻¹ elma kompostu uygulamasından elde edilmiştir. Kompost uygulaması benzer şekilde fosfor içeriğinde de önemli düzeyde artış sağlamıştır. Kontrol parsellerinde P içeriği 9.93 mg kg⁻¹ olurken, üzüm kompostunun 10 ton ha⁻¹ olarak uygulandığı parsellerde 14.17 mg kg⁻¹ ile en yüksek değeri elde edilmiştir. Potasyum ve fosfor birikimine benzer şekilde toprakta azot birikimi de kompost uygulamasına bağlı olarak artış göstermiştir. Kontrol parsellerinde toprak N içeriği %0.094 ölçülürken, kompost uygulanan parsellerde N içeriği % 122-134 arasında değişmiştir. Kompost uygulamalarına bağlı olarak toprağın NPK değerlerindeki değişim Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kompost uygulamalarının toprağın fiziksel yapısına etkisi

Gübre Uygulamaları	pH	EC ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	Kireç (%)	Org. Madde (%)
T ₀ (Kontrol)	7.37 a	186.67 cd	12.14	2.31 b
T ₁ (NPK)	6.97 ab	170.00 d	11.93	3.69 a
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	7.00 ab	190.00 cd	11.86	3.66 a
T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	6.93 ab	230.00 abc	11.97	3.87 a
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	6.87 ab	183.33 cd	11.93	3.53 a
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	6.90 ab	193.33 bcd	11.89	3.87 a
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	6.93 ab	213.33 a-d	11.86	3.84 a
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	6.97 ab	170.00 d	11.97	3.47 a
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	6.93 ab	196.67 bcd	11.95	3.57 a
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	6.80 b	220.00 a-d	11.69	3.57 a
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	6.97 ab	180.00 cd	11.88	3.35 a
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	6.80 b	216.67 a-d	11.62	3.79 a
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	6.83 ab	246.67 ab	11.83	3.66 a
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	6.80 b	260.00 a	11.75	4.12 a
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	6.87 ab	200.00 bcd	11.91	3.57 a
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	6.93 ab	210.00 a-d	11.90	3.81 a
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	6.93 ab	196.67 bcd	11.81	3.82 a
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	6.97 ab	183.33 cd	12.01	3.66 a
Önem düzeyi	***	*	ö.d.	***

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir ($P \leq 0.05$)

Ö.d. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

* Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Çizelge 4.9. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi

Gübre Uygulamaları	Toprak K (mg.kg^{-1})	Toprak P (mg.kg^{-1})	Toprak N (%)
T ₀ (Kontrol)	121.33 d	9.93 e	0.094 f
T ₁ (NPK)	135.33 c	12.53 a-d	0.123 cd
T ₂ (10 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₁)	134.00 c	13.37 abc	0.123 cd

T ₃ (20 ton ha ⁻¹ Domates Komp-D ₂)	155.67 a	13.23 abc	0.127	bc
T ₄ (10 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₁)	161.33 a	13.10 abc	0.125	bcd
T ₅ (20 ton ha ⁻¹ Elma Komp-E ₂)	156.33 a	13.50 abc	0.122	d
T ₆ (10 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₁)	159.67 a	14.17 a	0.128	bc
T ₇ (20 ton ha ⁻¹ Üzüm Komp-Ü ₂)	150.67 ab	13.50 abc	0.122	d
T ₈ (10 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₁)	139.00 bc	13.10 abc	0.104	e
T ₉ (20 ton ha ⁻¹ Ahır Gübresi-AG ₂)	155.00 a	13.77 ab	0.130	ab
T ₁₀ (D ₁ + NPK)	152.33 a	12.33 a-d	0.122	d
T ₁₁ (D ₂ + NPK)	154.67 a	11.60 de	0.126	bc
T ₁₂ (E ₁ + NPK)	160.67 a	12.10 bcd	0.124	bcd
T ₁₃ (E ₂ + NPK)	151.67 ab	12.93 abc	0.134	a
T ₁₄ (Ü ₁ + NPK)	155.33 a	12.60 a-d	0.127	bc
T ₁₅ (Ü ₂ + NPK)	156.67 a	13.60 ab	0.125	bcd
T ₁₆ (AG ₁ + NPK)	150.67 ab	13.10 abc	0.122	d
T ₁₇ (AG ₂ + NPK)	148.67 ab	12.37 a-d	0.127	bc

Önem düzeyi

Sütunlardaki farklı harfler kompost uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları gösterir ($P \leq 0.05$)

*** Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kompost yapmak maksadıyla 2020 yılı Ekim ayında temin edilen domates, elma ve üzüm posalarından yaklaşık 6 aylık bir zamanda elde edilen kompostlar gerek biber ve ikinci ürün olarak ıspanak yetiştiriciliğinde ve gerekse toprak yapısına kattığı artılar nedeniyle oldukça etkili sonuçlar ortaya koymuştur. Kompost materyallerinin makro ve mikro besin

elementi bakımından yeter derecede zengin olduğu, organik madde, C/N oranı, K, Cu ve Zn bakımından üzüm kompostu, elektriksel iletkenlik, toplam azot, P ve Mg bakımından elma kompostu, toplam kalsiyum, Fe, Mn ve bakteri içeriği bakımından domates kompostu en yüksek sonuçları vermiştir. Bununla beraber denemede kullanılan her üç kompost materyali de fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri dikkate alındığında bitkisel üretimde başarıyla kullanılabilecek materyaller olarak dikkat çekmişlerdir. Denemede kullanılan kompost materyalleri içinde domates posası kompost yapımı en zor materyal olmuştur.

Bitkisel üretimde ahır gübresinin kompostlaştırılarak başarıyla kullanıldığı birçok çalışmada uzun yıllardır ifade edilmektedir. Denemede domates, elma ve üzüm kompostları aynı zamanda kompostlaştırılmış ahır gübresi, NPKCaMg+mikro elementleri içeren kimyasal gübre uygulaması ve gübresiz uygulama ile karşılaştırılmıştır. Biber yetiştiriciliğinde kompost kullanılması ahır gübresi kadar olmasa da pazarlanabilir verimde kimyasal gübre ve gübresiz uygulamalara göre önemli düzeyde artış sağlamıştır. Kompost materyalleri arasında en yüksek pazarlanabilir biber verimi üzüm kompostundan elde edilmiştir. Domates kompostu 3 kompost materyali içinde en etkisizi olmuştur. 20 ton da⁻¹ kompost uygulaması 10 ton da⁻¹ kompost uygulamasından daha etkili olmuştur. Denemede kompost materyali pazarlanabilir verimde gübresiz kontrol parsellerine göre % 66.02, kimyasal gübre uygulanan parsellere göre % 26.32'ye varan artış sağlamıştır. Kompost uygulaması meyve sayısı ve meyve ağırlığında önemli düzeyde artış sağlamış, meyve sayısındaki artış daha yüksek olmuştur. Kimyasal gübre kullanılması durumunda ilave olarak kompost kullanılması pazarlanabilir verimde ve verim komponentlerinde önemli düzeyde artış sağlamıştır. Pazarlanabilir verimde kompostun gösterdiği etki meyve ve yaprak kuru ağırlığında görülmemiştir. Özellikle yaprak kuru ağırlığında yaprak kuru ağırlığı artmasına karşın bu artış önemli çıkmamıştır. Meyve kuru ağırlığı bakımından üzüm kompostunun kimyasal gübrelerle beraber kullanılması önemli düzeyde artış sağlarken, kompost uygulamalarının çoğunda meyve kuru ağırlığı kontrol ve kimyasal gübre uygulamasının altında kalmıştır. Biber meyvelerinde pH ve titre edilebilir asit miktarı kompost uygulamasından etkilenmezken, suda çözünebilir kuru madde miktarı (briks)daha düşük veya aynı düzeyde kalmıştır.

Biber meyvelerinde makro ve mikro besin elementlerinin birikimi kompost uygulamasından etkilenmiştir. Meyvede N ve K birikimi kompost uygulamalarının çoğunda artmıştır. Bununla beraber P birikiminde kompost uygulamaları bakımından anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. Biber meyvelerinde demir birikimi kompost uygulamalarına bağlı olarak artmış ancak bu artış önemli çıkmamıştır. Uygulamalara göre değişmekle beraber kompost uygulaması meyvede Cu, Zn ve Mn içeriğinde artış sağlamıştır.

Denemede kompost kullanılmasının en etkili sonuçlarından biri ikinci ürün olarak yetiştirilen ıspanak bitkilerinin biyomasında görülmüştür. Herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol parsellerinde biyomas 7.01 ton ha⁻¹ olurken, kimyasal gübre uygulanan parsellerde 7.40 ton ha⁻¹, kompost uygulamalarında ise 20.37 ton ha⁻¹'a kadar çıkmıştır. Ispanak biyomas değerlerinden de anlaşılabileceği gibi kompost kullanımı ana ürünün yetiştiriciliğinden sonra da toprakta ciddi bir zenginlik bırakmaktadır. Nitekim tek başına kompost uygulaması (20 ton ha⁻¹ üzüm kompostu) kontrol uygulamasına göre %59.91, kimyasal gübre uygulamasına göre %51.49 biyomas artışı sağlamıştır. Denemede en yüksek biyomasın elde edildiği 20 ton ha⁻¹ ahır gübresi + kimyasal gübre uygulaması kontrole göre %234.24, kimyasal gübre uygulanan parsellere göre %216.62 biyomas artışı sağlamıştır.

Kompost bitki yetiştiriciliğinde sağladığı katkılar yanında toprağa sağladığı faydalar da önemlidir. Denemede biber yetiştiriciliğinden sonra alınan toprak örneklerinde analizler yapılarak toprağın özelliklerindeki değişimler takip edilmiştir. Buna göre kompost uygulaması toprak pH'sında düşüşe neden olmuş, ancak bu düşüş önemli bulunmamıştır. Toprak elektriksel iletkenliği kompost uygulamalarına göre değişmekle beraber kontrol parsellerinde 186.67 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ olurken, kompost kullanılan parsellerde 183.33 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ ile 260 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Fark önemli çıkmamakla beraber kompost kontrole göre toprak kireç içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Uygulamalara göre değişmekle beraber kompost kullanılması toprağın organik madde miktarında % 78.35' kadar artış sağlamıştır. Kompost kullanılması kullanılan kompost materyaline ve kompost miktarına bağlı olarak değişmekle beraber toprakta N,P,K birikimini artırmıştır. Deneme sonunda toprağın K içeriği kontrol parsellerinde 121.33 mg.kg⁻¹ olurken, 10 ton ha⁻¹ elma kompostu uygulanan parseller K miktarı 161.33 mg.kg⁻¹ ölçülmüştür. Toprağın P içeriği

kontrol parsellerinde 9.93 mg.kg^{-1} olurken, 10 ton ha^{-1} üzüm kompostu uygulanan parsellerde 14.17 mg.kg^{-1} ölçülmüştür. Kompostun en belirgin etkisi toprak azot içeriğinde görülmüştür. Kontrol parsellerinde N miktarı % 0.094, kimyasal gübr uygulanan parseller % 0.123 olurken, 20 ton ha^{-1} elma kompostu +NPK uygulanan parsellerde %0.134 ölçülmüştür.

Sonuç olarak meyve suyu fabrikasından alınan elma ve üzüm posaları ile salça fabrikasından alınan domates posalarından elde edilen kompostlar bitkisel üretimde kullanılmaya son derece uygun fiziksel ve kimyasal yapıya sahip olmuşlardır. Biber yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılan bu kompostlar, aynı zamanda biberden sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen ıspanağın biyomas miktarında da son derece etkili olmuşlardır. Deneme sonunda toprak analizlerinden de anlaşıldığı gibi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısında da iyileşmeler sağlamıştır. Kompost materyalleri içinde üzüm ve elma kompostları domatese göre daha başarılı olmuştur. Domates posasının içine havalanmayı ve porziteyi artırıcı maddelerin ilave edilmesi domatesten üretilcek kompostları daha değerli yapacaktır.

6. KAYNAKLAR

Abad, M., Martinez, P.F., Martinez, M.D. ve Martinez, J., 1993. Evaluacion agronomica de los sustratos de cultivo (Agronomic evaluation of substrates). Acta Hort. 11, 141–154.

- Aggelides, S. M., ve 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* 71:253–59. doi:10.1016/S0960-8524(99)00074-7.
- Albuquerque, J. A., Gonzálvez, J., García, D. ve 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 Manag.*, 26 (6), 620-626.
- Aminifard, M., Aroiee, H., Azizi, M., Nematı, H., ve Jaafar, H. 2013. Effect of compost on antioxidant components and fruit quality of sweet pepper (*capsicum annuum* L.). *Journal of Central European Agriculture*.
- Arıkan, O.A. ve Öztürk İ. 2005. Arıtma çamuru kompostlaştırılmasında organik evsel katı atık ilavesinin etkisi. *İTÜ dergisi/d mühendislik Cilt:4, Sayı:1, 15-24 Şubat 2005. İTÜ İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul.*
- Aydinşakir, K. Ünlü, A. Yılmaz, S. ve Arı, N. 2011. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının toprak özellikleri ve düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* ‘Orange’)’nin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(1): 55-60.
- Aynacı, D. ve Erdal, İ. 2016. Evsel atıklardan elde edilen kompostun mısır ve biber gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniv, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 20 (1): 123-128.
- Baltazar, J.L., Méndez-Matías, A., Pliego-Marín, L., Aragón-Roble, E. ve Robles-Martínez M.L. 2013. Agronomic evaluation of substrates in pepper seedlings ‘onza’ (*Capsicum annuum*) in greenhouse. (Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile ‘onza’ (*Capsicum annuum*) en invernadero). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. E sp. N úm. 6 14 de agosto - 26 de septiembre, 2013 p. 1139-1150.*
- Basri, A.B., Azis, A. ve Iswoyo, H. 2021. Application of coffee husk compost and EM4 on growth and yield of chili pepper (*Capsicum Frutescens* L.). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 807, No. 4, p. 042040). IOP Publishing.
- Bayraklı, F. 1986. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri). 19 Mayıs Üniv Ziraat Fakültesi S:77-79, Samsun.
- Bernal, M.P., Albuquerque J.A. ve Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review.” *Bioresource Technology* ,100, 22, 5444-5453.
- Celik, I., Ortas I. ve Kilic S. 2004. Effects of compost mycorrhiza manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil Till. Res.*, 78, 59–67.

- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri genişletilmiş 2. baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 34,
- Chaney, R.L., Ryan, J.A., Kukier, U., Brown, S.L., Siebielec, G., Malik, M. ve Angle, J.S., 2001. Heavy metal aspects of compost use (pp. 323-359). Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Chapman, H.D. ve Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences. P. 1-301. USA.
- Chaturvedi, S., Upreti, D. K., Tandon, D. K., Sharma, A., ve Dixit, A. 2008. Bio-waste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop. Journal of Environ Biol, 29 (5), 759-63.
- Chen, T., Zhang, S. ve Yuan, Z. 2020. Adoption of solid organic waste composting products: A critical review. Journal of Cleaner Production, 272, p.122712.
- Chew, K.W., Chia, S.R., Show, P.L., Ling, T.C., Arya, S.S. ve Chang, J.S. 2018. Food waste compost as an organic nutrient source for the cultivation of *Chlorella vulgaris*. Bioresour. Technol., 267, pp.356-362.
- Clapp, C. E., Stark, S. A., Clay, D. E., ve Larson, W. E. 1986. Sewage sludge organic matter and soil properties. In The role of organic matter in modern agriculture (pp. 209-253). Springer, Dordrecht.
- Coolong, T., da Silva, A. L. B. R. ve Shealey, J. 2019. Fertilizer program impacts yield and blossom end rot in bell pepper. Horttechnology, 29 (2), 163-169.
- Craft, C. M. ve Nelson, E. B. 1996. Microbial properties of compost that suppress damping of and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. Appl. Environ. Microbiol. 62:1550-1557.
- Çağlar, S., 2014. Fındık zuruf kompostu ve çay kompostu karışımlarının kıvrıcık marulda (*Lactuca Sativa* L. var. *crispa*) verim ve kaliteye etkisi. Ordu Üniv, Fen Bilimleri Enstitüsü Master Tezi.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R.S. ve Okur, B. 2017. Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum Annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 54 (1):71-77.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia Oleracea* Var. *L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1): 56-69.

- De Clercq, D., Vandesteene, L., Coosemans, J. ve Ryckeboer, J. 2004. Use of compost as suppressor of plant disease. In: Lens, P., Hamelers, B., Hoitink, H. A. J., Bidlingmaier, W. (Eds.), Resource recovery and Reuse in Organic solid waste management. IWA Publishing, London, pp. 317-337.
- Del Amor, F. M. 2007. Yield and fruit quality response of sweet pepper to organic and mineral fertilization. Renewable Agriculture and Food Systems, 22 (3), 233-238.
- Demirtaş, E., Arı, N., Özkan, C. ve Asri, F.O. 2016. Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Derim Dergisi, 33 (1):144-158.
- Diab, H. G., Hu, S. ve Benson, D. M. 2003. Suppression of *Rhizoctonia solani* on impatiens by enhanced microbial activity in composted swine waste-amended potting mixes. Phytopathol. 93:1115-1123.
- Diacono, M., ve Montemurro, F. 2019. Olive pomace compost in organic emmer crop: yield, soil properties, and heavy metals' fate in plant and soil. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 19 (1), 63-70.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniv, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- Eleonora, N., Dobrei, A., Dobrei, A., Kiss, E. ve Ciolac, V. 2014. Grape pomace as fertilizer. Journal of horticulture, forestry and Biotechnology, 18 (2), pp.141-145.
- El-Mahrouk, M. E. S., ve Dewir, Y. H. 2016. Physico-chemical properties of compost based waste-recycling of grape fruit as nursery growing medium. American Journal of Plant Sciences, 7 (1), 48-54.
- Emino, E.R. ve Warman, P.R. 2004. Biological assay for compost quality. Compost Science and Utilization. 12:4, 342-348.
- Eriksen, J. 2005. Gross sulphur mineralisation-immobilisation turnover in soil amended with plant residues. Soil biology and Biochemistry, 37 (12), 2216-2224.
- Flaig, W., Nagar, B., Sochting, H. ve Tictjen, C. 1977. Organic materials and soil productivity. FAO Soil Buletin, 35. Rome.
- Gedikoğlu, Ğ. 1990. Toprak Verimliliğinin Tayininde Kullanılan Laboratuvar Analiz Yöntemleri. Khgm, Şanlıurfa Araş. Enst. Müd. Yay. Genel Yayın No: 55, Teknik Yayın No: 11, 75s. Şanlıurfa.

- Gharib, S. A., El-Mogy, M. M., Gawad, A. ve Shalaby, E. A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (11), 2304-2308.
- Gilardi, G., Baudino, M., Moizio, M., Pugliese, M., Garibaldi, A. ve Gullino, M.L. 2013. Integrated management of *Phytophthora capsici* on bell pepper by combining grafting and compost treatment. *Crop Protection*, 53, pp.13-19.
- Gorodeck, B. ve Hadar, Y. 1990. Suppression of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing separated cattle manure and composted grape marc. *Crop Prot.* 9:271-274.
- Greweling, T. ve Peech, M. 1960. Chemical Soil Tests. Cornell Univ. Agric. Exp. Stn. Bull. No.960. USA.
- Gülser, C., Kızılkaya, R., Askın, T. ve Ekberli, I. 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science and Utilization*, 23 (3), 135-141.
- Halvin, J. L. ve Soltanpour, P. N. 1980. A nitric acid plant tissue digestion method with ICP spectrometry for contaminated soil and plant. *Analytical Chemistry*, 11, 969-980.
- Hande, A. S. ve Deshpande, A. 2014. Methodology for design and fabrication of portable organic waste chopping machine to obtain compost-A review. *Int. J. Innov. Res. Sci. Tech.*, 1, 1-4
- Hazra, G., 2016. Different types of eco-friendly fertilizers: An overview. *Sustainability in Environment*, 1 (1), 54.
- Hepperly, P., Lotter, D., Ulsh, C.Z., Seidel, R. ve Reider, C. 2009. Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Science and Utilization*, 17 (2), 117-126.
- Hoitink, H. A. J. ve Boehm, M. J. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a soil-dependent phenomenon. *Annu. Review Phytopathol.* 37:427-446.
- Hussain, S.S., Baba, J.A., Zubair, N., Nissa, R. ve Misger, F.A. 2015. Quality evaluation of chemically-enriched compost, vermicompost and conventional compost. *An Asian Journal of Soil Science*. DOI : 10.15740/HAS/AJSS/12.1/66-70
- Ibrahim, M. Hassan, A., Iqbal, M., ve Valeem, E. E. 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. *Pak. J. Bot.* 40 (5), 2135-2141.

- Jordao, C. P. Nascentes C. C., Cecon P. R., Fontes R. L. ve Pereira J. L. 2006. “Heavy metals availability in soil amended with composted urban solid wastes” *Environ. Monit. Assess.*, Cilt 112 309–326 2006.
- Kaarstad, O. 1997. Fertiliser’s significance for cereal production and cereal yield from 1950. In “Third Int. Dahlia Greidinger Sym. on Fertilisation and the Environment, April 1997” (J.J. Mortwedt, and A. Shaviv, Eds.), Technion, Haifa
- Kaçar, B. 2009. Toprak Analizleri (İkinci Baskı). Nobel Yayın No: 1387, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kakabouki, I. Folina, A., Efthimiadou, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., Kapsalis, N.C., Katsenios, N. ve Travlos, I. 2021. Evaluation of processing tomato pomace after composting on soil properties, yield, and quality of processing tomato in Greece. *Agronomy*, 11 (1), p.88.
- Kavitha, R. ve Subramanian, P. 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice. *Journal of Agronomy*, 6 (4), 586.
- Kelley, A. Wilkie, A.C. ve Maltais-Landry, G., 2020. Food-based composts provide more soil fertility benefits than cow manure-based composts in sandy soils. *Agriculture*, 10 (3), p.69.
- Kumar, R. Kumar, R. ve Prakash, O., 2019. Chapter-5 The Impact of Chemical Fertilizers on Our Environment and Ecosystem. Chief Editor,, 35, p.69.
- Kuter, G. A. H. A. J. Hoitink ve Y. Chen. 1988. Effects of municipal sludge compost curing time on suppression of *Pythium* and *Rhizoctonia* diseases on ornamental plants. *Plant Dis.* 72:731- 756.
- Lee, S.E., Park, J.M. Park, Y.E. ve Lim, T.J., 2015. Effect of Chemical Fertilizer and Compost on Soil Physicochemical Properties, Leaf Mineral Content, Yield and Fruit Quality of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Open Field. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 48 (6), pp.683-688.
- Li, S., Li, J., Li, G., Li, Y., Yuan, J. ve Li, D., 2017. Effect of different organic fertilizers application on soil organic matter properties. *Compost Science and Utilization*, 25 (sup1), pp.S31-S36.
- Ma, Y. ve Liu, Y. 2019. Turning food waste to energy and resources towards a great environmental and economic sustainability: An innovative integrated biological approach. *Biotechnology advances*, 37 (7), p.107414.
- Marull, J., Pinochet, J. ve Rodríguez-Kábana, R., 1997. Agricultural and municipal compost residues for control of root-knot nematodes in tomato and pepper. *Compost science and utilization*, 5 (1), pp.6-15.

- Maynard, A.A. 1994. Sustained vegetable production for three years using composted animal manures. *Compost Science and Utilization*, 2(1), pp.88-96.
- Maynard, A.A. 2000. Applying leaf compost to reduce fertilizer use in tomato production. *Compost Science and Utilization*, 8 (3), pp.203-209.
- Mieldažys, R. Jotautienė, E., Jasinskas, A., Pekarskas, J. ve Zinkevičienė, R., 2019. Investigation of physical-mechanical properties and impact on soil of granulated manure compost fertilizers. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 27 (3), pp.153-162.
- Nelson, E. B, G. A. Kuter ve H. A. J. Hoitink. 1983. Effect of fungal antagonists and compostage on suppression of *Rhizoctonia* damping off in container media amended with composted hardwood bark. *Phytopath.* 73:1457-1462.
- Pankhurst L.J. Akeel U. Hewson C., Maduka I., Pham P., Saragossi J., Taylor J., Lai K.M. 2011. Understanding and mitigating the challenge of bioaerosol emissions from urban community composting. *Atmospheric Environment*, t 45 ,1, 85-93.
- Pathak, P.D., Mandavgane, S.A., Kulkarni, B.D., 2017. Fruit peel waste: Characterization and its potential uses. *Curr. Sci.* 113, 444. <https://doi.org/10.18520/cs/v113/i03/444-454>
- Raclavská, H. Růžicková, J. Juchelková, D. Šafář, M. Brťková, H. ve Slamová, K. 2021. The quality of composts prepared in automatic composters from fruit waste generated by the production of beverages. *Bioresource Technology*, 341, 125878.
- Rady, M. M., Semida, W. M., Hemida, K. A., and Abdelhamid, M. T. 2016. The effect of compost on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* plants grown under saline soil. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 5 (4), 311-321.
- Raj, D., ve Antil, R. S. 2011. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource technology*, 102 (3), 2868-2873.
- Randhawa, P. S., Condon, L. M., Di, H. J., Sinaj, S., and McLenaghan, R. D. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73 (2), 181-189.
- Roe, N. E. Stoffella, P. J., ve Graetz, D. 1997. Composts from various municipal solid waste feedstocks affect vegetable crops. I. Emergence and seedling growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122 (3), 427-432.

- Russ, W. ve Meyer-Pittroff, R. 2004. Utilizing waste products from the food production and processing industries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:57-62.
- Rynk, R. ve Richard, T.L., 2001. Commercial compost production systems. *Compost utilization in horticultural cropping systems*, pp.51-93.
- Sağlam, M. T. 1994. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın, (189).
- Savci, S. 2012. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3 (1), p.73.
- Scheuerell, S. J., Sullivan, D. M. ve Mahaffee, W. F. 2005. Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, *P. irregulare* and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific Northwest compost sources. *Phytopathol.* 95:3006-315.
- Selvakumar, G., Yi, P.H., Lee, S.E., Han, S.G. ve Chung, B.N., 2018. Hairy vetch, compost and chemical fertilizer management effects on red pepper yield, quality, and soil microbial population. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59 (5), pp.607-614.
- Seran, T. H. Srikrishnah, S., ve Ahamed, M. M. Z. 2010. Effect of different levels of inorganic fertilizers and compost as basal application on the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.).
- Shalini, R. ve Gupta, D.K., 2010. Utilization of pomace from apple processing industries: a review. *Journal of food science and technology*, 47 (4), pp.365-371.
- Singer, J. W. Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L., Cambardella, C. A., ve Buhler, D. D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agronomy Journal*, 96 (2), 531-537.
- Stoffella, P. J. ve Kahn, B.A. 2001. *Compost utilization in horticultural cropping systems*. CRC press.
- Taheri, N. Sharif-Abad, H.H., Yousefi, K., Roholla-Mousavi, S. 2012. Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (4), 705- 714.
- Termorshuizen, A. J., Van Rijn, E. van der Gaag, D. J., Alabouvette, C., Chen, Y., Lagerlöf, J., Malandrakis, A. A., Paplomatas, E. J., Ramert, B., Ryckeboer, J., Steinberg, C. and Zmora-Nahum, S. 2006. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. *Soil Biol. Biochem.* 38:2461-2477.

- Thiyageshwari, S. Gayathri, P., Krishnamoorthy, R., Anandham, R., ve Paul, D. 2018. Exploration of rice husk compost as an alternate organic manure to enhance the productivity of blackgram in typic haplustalf and typic rhodustalf. *International journal of environmental research and public health*, 15 (2), 358.
- Tunç, Z.M.M.H., 2021. Bölüm 6 Organik Atıkların Kaliteli Gübreler Olarak Toprakla Yeniden Buluşturulması Süreci. *Değişen Bir Dünyada*, P.155.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analizleri El Kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ülgen, N. Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Ünsal, T. ve Ok, S. 2001. Description of characteristics of humic substances from different waste materials. *Bioresource Technology* 78: 239–242.
- Van Assche, C. ve P. Uyttebroeck. 1981. The influence of domestic waste compost on plant diseases. *Acta Hortic.* 126:169-178.
- Varank G. 2006. Aerobik Olarak Stabilize Edilmiş Katı Atıklar İle Kompost Ürününün Karşılaştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. FBE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. İSTANBUL, 2006.
- Vaughn, E. K., A. N. Roberts ve W. M. Mellenthin. 1954. The influence of douglas fir sawdust and certain fertilizer elements on the incidence of red stele disease in strawberry. *Phytopath.* 44:601.
- Viaene, J., Van Lancker, J., Vandecasteele, B., Willekens, K., Bijttebier, J., Ruysschaert, G., De Neve, S. ve Reubens, B., 2016. Opportunities and barriers to on-farm composting and compost application: A case study from northwestern Europe. *Waste Management*, 48, pp.181-192.
- Wu, S. 2001. Stability and maturity evaluation of biosolids compost. PhD Dissertation University of Florida, Gainesville. USA. 97 pp.
- Yağmur, B., Okur, B. 2017. Kompost ahır gübresi ve kükürt uygulamalarının kireçli alkalın toprakta yetiştirilen fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: (13-25)*.
- Yüksek, T., Atamov V, ve Türüt, K. 2019. Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen Kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 263-271. Doi:10.35229/jaes.586428

Zhu, K.J., B. Wang, W.Z. Fang ve D.M. Luo 2006. Suppressive capacity of compost extracts – compost tea against the rootknot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato in potting tests. J. Yangtze Univ. (Nat. Sci. Ed.) Med., 2 (4): 65-73.

