



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM PROGRAMI

MEYVE SUYU SANAYİSİ ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN
KOMPOSTUN SEBZE TARIMINDA
KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

HAKAN KARTAL

Danışman: Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

TOKAT-2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “Meyve Suyu Sanayisi Atıklarından Elde Edilen Kompostun Sebze Tarımında Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi” adlı doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin ispat edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24/01/2023

Hakan KARTAL

JÜRİ KABUL VE ONAY

Hakan KARTAL tarafından hazırlanan “**Meyve Suyu Sanayisi Atıklarından Elde Edilen Kompostun Sebze Tarımında Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi**” Adlı Tez Çalışmasının Savunma Sınavı 24.01.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

Üye : Prof. Dr. Sezer ŞAHİN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM

Üye : Prof. Dr. Fikret YAŞAR

Üye : Prof. Dr. Gölgen BAHAR ÖZTEKİN

ONAY

...../...../.....

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

YÖK 100/2000 Sürdürülebilir Tarım adına yapılan ve sürdürülebilir tarımın hem çevre hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacak öneme sahip olan bu çalışmada, doktora örgenimim süresince danışmanlığımı yapan ve çalışmamın her aşamasında hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, projenin gerçekleşmesinde ve yürütülmesinde çok büyük emeği ve katkıları olan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU'na sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

Yine aynı şekilde denemenin kurulması, planlanması, toprak-bitki örneklerinin alınıp analiz edilmesi ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında fikir ve desteklerinden yararlandığım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Sezer ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Bu akademik süreçte beni ümitlendiren ve bana ışık olan yol gösteren ve her zaman arkamda olduklarını hissettiren saygıdeğer hocalarım sayın Prof. Dr. Selahattin ÇINAR ve Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ'a sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

Doktorada bana yol gösteren ve fikirleri benim için çok değerli olan saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM' a teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın her aşamasında destek olan ekip arkadaşlarım Arş. Gör. Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU, Nurullah BAYRAM, Zuher RASHİD SHAKİR, Shirbay YERMATKULOV, Abdırızak SHEİKH ABDİ, İbrahim KARATAŞ, Emine POLAT ve TOGÜ Ziraat Fakültesi lisans öğrencilerine teşekkür ederim.

Denemenin yaprak ve toprak örneklerinin analizinde bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Seda BİCE, Arş. Gör. Yağmur KAYA ve Teknisyen Dursun AKPINAR' a ve denemenin diğer aşaması olan meyvede C vitamini analizi ve yaprak klorofil ölçümlerinde yardımcı olan Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Seda SUCU, Dr. Öğr. Üyesi Neval TOPÇU ALTINCI, Arş. Gör. Osman NURİ ÖCALAN ve Emircan DİNÇER'e teşekkür ederim.

Denemenin yürütülmesinde TOGÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkez müdür yardımcısı Öğr. Gör. Alper MUTLU ve TOGÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde çalışan memur arkadaşlara ve ayrıca çalışmada kompost yapım aşamasında bana çok yardımcı olan memur Tarkan CABADAN'a teşekkür ederim. Tez çalışmamda kompost yapımında kullandığım elma üzüm posalarını temin eden DİMES Gıda San. ve Tic. A.Ş. ve Kazova salça fabrikası yetkililerine ayrıca teşekkür ederim.

Projemin yürütülmesinde maddi destek sağlayan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna ve ayrıca doktora eğitimim süresince 100/2000 burs programı kapsamında burs desteği sağlayan Yüksek Öğretim Kurulu'na teşekkür ederim.

Doktora eğitimim sürecinde maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım ailem, babam Ökkeş KARTAL, annem Emine KARTAL, kardeşim Ziraat Yüksek Mühendisi Gökhan KARTAL'a ve her zaman her konuda bana destek olan öz abim gibi sevdiğim Tosya İlçe Tarım Orman Müdürü Kadir ÇAVDAR' a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamın Türkiye tarımına ve bilime katkılar sağlamasını temenni ederim.

ÖZET

MEYVE SUYU SANAYİSİ ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN KOMPOSTUN SEBZE TARIMINDA KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

Kartal, Hakan
Doktora, Bahçe Bitkileri Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Naif Geboloğlu
Ocak 2023, iv + 130 sayfa

Bitkisel üretimde yenilenebilir ve yerel kaynakların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Bu materyaller arasında meyve suyu ve salça fabrikası atıklarından elde edilen kompost önemli role sahiptir. Bu çalışmada, organik atıklardan elde edilen kompostların tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde, topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde ve domates, biber, hıyar ve marulda fide yetiştirme ortamı olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada, Tokat'ta meyve suyu ve salça fabrikalarının atıklarından elde edilen elma, üzüm ve domates kompostları 3 farklı çalışmada denenmiştir. Birinci denemede, kompost materyalleri farklı kombinasyonlar halinde ve ayrıca kimyasal gübre ile birlikte tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde ahır gübresi ile karşılaştırmalı olarak denenmiştir. Kompost materyalleri ve ahır gübresi dikim öncesi 10 ve 20 ton/ha dozlarında toprağa karıştırılmıştır. İkinci denemede, domates, elma ve üzüm posalarından elde edilen kompostlar saf ve birbirleri ile karıştırılarak perlit ilave edilmiş (2 kompost:1 perlit) domates ve hıyar yetiştiriciliğinde topraksız yetiştirme ortamı olarak denenmiştir. Kontrol ortamı olarak kokopit + perlit (2:1) karışımı kullanılmıştır. Üçüncü denemede, kompost materyalleri perlit ile karıştırılarak (2:1), domates, biber, hıyar ve marul fidelerinin yetiştiriciliğinde denenmiştir. Kontrol ortamı olarak torf + perlit (2:1) karışımı kullanılmıştır. Tarla koşullarında kompost ve ahır gübresi kullanılması toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında iyileşme sağlamıştır. Deneme sonunda toprak organik madde miktarı kontrol parsellerinde % 2.27, ahır gübresi uygulanan parsellerde % 3.13 ve kompost uygulanan parsellerde % 3.26 olmuştur. Tarla denemesinde domatesten pazarlanabilir verim kontrol parsellerinde 40.87 ton/ha, NPK uygulamasında 60.27 ton/ha, en iyi kompost uygulamasında 90.30 ton/ha olmuştur. Kompost kullanılması domatesten sonra ikinci ürün ıspanakta önemli düzeyde biyokütle artışı sağlamıştır. Topraksız ortamda kompost kullanımı pazarlanabilir verimde kontrol parsellerine göre önemli düzeyde artış sağlamış, domates verimi 205.10 ton/ha'dan 286.59 ton/ha'a, hıyar verimi 215.91 ton/ha'dan 344.96 ton/ha'a yükselmiştir. Domates, biber, hıyar ve marul fidelerinin yetiştirilmesinde kompost ortamları torfa eşdeğer düzeyde etkili sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak, tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde, topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde ve domates, biber, hıyar ve marulda fide yetiştiriciliğinde domates, elma ve üzüm posalarından elde edilen kompost materyalleri başarıyla kullanılmış ve kontrol uygulamalarına benzer veya daha üstün sonuçlar elde edilmiştir. Yenilenebilir, çevre dostu, dışa bağımlılığı olmayan ve ekonomikliği dikkate alındığında ülkemizde bol miktarda bulunan organik atıklardan elde edilecek kompost materyallerinin tarla koşullarında, topraksız tarımda ve fide yetiştiriciliğinde kullanılmasına gecikmeden başlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kompost, Ahır Gübresi, Topraksız Tarım, Fide Yetiştirme, Domates, Biber, Hıyar

ABSTRACT

DETERMINATION OF USAGE OPPORTUNITIES OF COMPOST FROM FRUIT JUICE INDUSTRY WASTE IN VEGETABLE AGRICULTURE

Kartal, Hakan

PhD Thesis Horticulture department

Supervisor: Prof. Dr. Naif Geboloğlu

January, 2023, v + 130 pages

The importance of renewable and local resources in plant production is increasing day by day. Among these materials, compost obtained from fruit juice and tomato paste industry wastes has an important role. In this study, the effect of compost obtained from organic wastes on tomato cultivation in field conditions, tomato and cucumber cultivation in soilless agriculture and as seedling growing medium for tomato, pepper, cucumber and lettuce were investigated. In the study, apple, grape and tomato composts obtained from the wastes of fruit juice and tomato paste industries in Tokat were tested in 3 different studies. In the first trial, compost materials were tested in different combinations and also in combination with chemical fertilizers in field conditions for tomato cultivation in comparison with farmyard manure. Compost materials and farmyard manure were mixed into the soil at doses of 10 and 20 tons/ha before planting. In the second experiment, composts were used pure and mixed with each other adding perlite (2 compost: 1 perlite) as a soilless growing medium in tomato and cucumber cultivation. A mixture of cocopeat+perlite (2:1) was used as control medium. In the third experiment, compost materials were mixed with perlite (2:1) and tested in the cultivation of tomato, pepper, cucumber and lettuce seedlings. A mixture of peat + perlite (2:1) was used as the control medium. The use of compost and farmyard manure in field conditions has improved the physical and chemical properties of the soil. At the end of the experiment, the amount of soil organic matter was 2.27 % in the control plots, 3.13 % in the farmyard manure applied plots and 3.26 % in the compost-applied plots. In the field trial, the marketable yield of tomato was 40.87 tons/ha in control plots, 60.27 tons/ha in NPK applicated plots, and 90.30 tons/ha in the best compost application plot. The use of compost provided a significant biomass increase in the second crop spinach after tomato. Seedling production compost media yielded effective results such as peat. As a result, compost materials obtained from tomato, apple and grape wastes were successfully used in tomato cultivation under field conditions, tomato and cucumber cultivation in soilless culture and seedling cultivation of tomato, pepper, cucumber and lettuce, and similar or superior results were obtained in control applications. The use of compost materials to be obtained from organic wastes, which are renewable, environmentally friendly, not dependent on foreign sources, and which are abundant in our country, should be started without delay in field conditions, soilless agriculture and seedling cultivation.

Keywords: Compost, Farmyard Manure, Soilless Culture, Seedling Production, Tomato, Pepper, Cucumber

() Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu tarafından 2021/28 proje numarası ile desteklenmiştir.*

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME SAYFASI.....	i
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	8
2.1. Kompostun Amacı ve Önemi.....	8
2.2. Kompostun Tarımda Kullanımı.....	10
2.3. Kompostun Gübre ve Toprak Düzenleyici Olarak Kullanılması	12
2.4. Tarımda Kompost Kullanımının Potansiyel Riskleri.....	13
2.5. Sebze Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri.....	16
2.6. Kompostun Topraksız Tarımda Kullanımı.....	17
2.7. Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılacak Kompostta Kalite.....	19
2.8. Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılacak Kompostun Kalitesinin İyileştirilmesi.....	21
2.9. Kompostun Fide Yetiştiriciliğinde Kullanılması.....	21
2.10. Kompost Uygulamalarının Toprak Kökenli Patojenler Üzerine Etkisi.....	23
2.11. Türkiye’de Kompost Kullanımı.....	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal.....	27
3.1.1. Deneme alanı arazi ve sera.....	27
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri.....	28
3.1.3. Denemenin yürütüldüğü alanın toprak özellikleri.....	30
3.1.4. Kompost yapımında kullanılan materyaller.....	31
3.1.5. Denemede kullanılan bitkisel materyaller ve özellikleri	31
3.2. Metot.....	34
3.2.1. Kompost yapımı.....	34
3.3. Araştırma 1: Tarla Koşullarında Farklı Kompost Uygulamalarının Domateste Verim ve Kaliteye Etkisi.....	36
3.3.1. Parsellerin oluşturulması	36
3.3.2. Parsellere kompost uygulaması.....	36
3.3.3. Fide dikimi ve uygulamalar.....	36
3.3.4. Kültürel uygulamalar.....	37
3.3.5. Ölçüm ve gözlemler.....	39
3.3.6. Kompost uygulamasının ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi.....	41
3.3.7. Kompost uygulanan parsellerde toprak özelliklerinin belirlenmesi.....	42
3.3.8. Verilerin analizi.....	43
3.4. Araştırma II: Topraksız Tarımda Domates ve Hıyar Yetiştiriciliğinde Farklı Kompost Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkisi.....	43

3.4.1. Ölçüm, gözlem ve analizler.....	47
3.4.2. Verilerin analizi.....	50
3.5. Araştırma III: Domates, Biber, Hıyar ve Kıvırcık Yapraklı Baş Salatada Fide Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamı Olarak Kompost Uygulamalarının Etkileri.....	51
3.5.1. Fide ölçüm ve gözlemler.....	54
3.5.2. Verilerin analizi.....	55
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	56
4.1. Araştırma I: Tarla Koşullarında Farklı Kompost Uygulamalarının Domateste Verim ve Kaliteye Etkisi.....	56
4.1.1. Pazarlanabilir ve toplam verim.....	56
4.1.2. Pazarlanabilir meyve sayısı, meyve ağırlığı ve ıskarta meyve sayısı.....	58
4.1.3. Klorofil indeksi, oransal yaprak ve meyve kuru ağırlıkları.....	61
4.1.4. Meyve suyunda pH, şeker ve titrasyon asitliği.....	63
4.1.5. Yaprak NPK içerikleri.....	65
4.1.6. Kompost uygulamalarının toprağın pH, kireç, elektriksel iletkenlik ve organik madde içeriğine etkisi.....	66
4.1.7. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi.....	69
4.1.8. Kompost uygulamalarının ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi...	71
4.2. Kompostların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri.....	73
4.3. Kompost Materyallerinin Topraksız Tarımda Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılması.....	76
4.3.1. Kompost uygulamalarının domateste verim parametrelerine etkisi.....	76
4.3.2. Kompost uygulamalarının domateste kalite özelliklerine etkisi.....	78
4.3.3. Kompost uygulamalarının domateste çiçek burnu çürüklüğü, kuru ağırlık ve klorofil indeksine etkisi.....	79
4.3.4. Kompost uygulamalarının domateste besin elementi içeriklerine etkisi.....	80
4.3.5. Kompost uygulamalarının hıyarda verim parametrelerine etkisi.....	84
4.3.6. Kompost uygulamalarının hıyarda kalite özelliklerine etkisi.....	86
4.3.7. Kompost uygulamalarının hıyarda besin elementi içeriklerine etkisi.....	88
4.4. Araştırma III: Domates, Biber, Hıyar ve Kıvırcık Yapraklı Baş Salatada Fide Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamı Olarak Kompost Uygulamalarının Etkileri.....	90
4.4.1. Hıyarda Fide Yetiştiriciliği.....	90
4.4.2. Domateste Fide Yetiştiriciliği.....	92
4.4.3. Biberde Fide yetiştiriciliği.....	93
4.4.4. Marulda Fide Yetiştiriciliği.....	94
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	102
6. KAYNAKLAR.....	106

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Tarla deneme alanı	28
Şekil 3.2. Seranın dışarıdan görünümü.....	28
Şekil 3.3. Fidelik ve tam otomasyon sistemi.....	28
Şekil 3.4. Tokat ilinin uzun yıllar ve 2021 yılına ait meteorolojik verileri.....	29
Şekil 3.5. Denemede kullanılan çeşitler.....	33
Şekil 3.6. Kompost yapımında kullanılan malzemeler.....	35
Şekil 3.7. Elma, üzüm ve domates posalarının kompost yapımına hazırlanması	35
Şekil 3.8. Kompost karışım ve havalandırma.....	35
Şekil 3.9. Kompostun deneme alanına uygulanışı.....	38
Şekil 3.10. Domates fidelerinin dikim aşamaları.....	38
Şekil 3.11. Dikimden 15 gün sonra ilk çapa ve boğaz doldurma işlemi.....	38
Şekil 3.12. Süzüklerde besin elementi okuma aşamaları.....	41
Şekil 3.13. Toprak örneklerinde N analizi (Kjeldahl yöntemi).....	43
Şekil 3.14. Topraksız deneme alanı ve dikim sonrası görünüm.....	44
Şekil 3.15. Askıya alınmış domates ve hıyar bitkilerinin genel görünümü.....	46
Şekil 3.16. Topraksız tarımda domates ve hıyar meyvelerinin hasadı.....	46
Şekil 3.17. Domates meyvelerinde C vitamini analizi.....	47
Şekil 3.18. Kjeldahl analizi, ICP okumaları ve makro element analizleri.....	50
Şekil 3.19. Viyollere ortamların doldurulması, tohum ekimi ve sulanması aşamaları.....	52
Şekil 3.20. Fidelere durdurucu ve bakırlı ilaç uygulaması.....	53
Şekil 4.1. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda fide parametrelerine etkisi.....	100
Şekil 4.2. Farklı yetiştirme ortamlarının domateste fide parametrelerine etkisi..	100
Şekil 4.3. Farklı yetiştirme ortamlarının biberde fide parametrelerine etkisi.....	101
Şekil 4.4. Farklı yetiştirme ortamlarının marulda fide parametrelerine etkisi....	101

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak özellikleri.....	30
Çizelge 3.2. Tarla denemesinde kompost, ahır gübresi ve kontrol uygulamaları.....	37
Çizelge 3.3. Topraksız tarımda kullanılan deneme ortamları.....	44
Çizelge 3.4. Fide yetiştirme ortamları.....	51
Çizelge 3.5. Denemede kullanılan viyollerin ölçüleri.....	51
Çizelge 4.1. Kompost uygulamalarının domateste pazarlanabilir ve toplam verime etkisi	57
Çizelge 4.2. Kompost uygulamalarının domateste pazarlanabilir meyve sayısı, pazarlanabilir meyve ağırlığı ve ıskarta meyve sayısına etkisi.....	60
Çizelge 4.3. Kompost uygulamalarının domates yapraklarında klorofil indeksine ve oransal yaprak ve meyve kuru ağırlığına etkileri.....	62
Çizelge 4.4. Kompost uygulamalarının domates meyvelerinde pH, suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) içeriğine etkisi.....	64
Çizelge 4.5. Kompost uygulamalarının domates yapraklarında NPK içeriğine etkisi....	66
Çizelge 4.6. Kompost uygulamalarının toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi.....	69
Çizelge 4.7. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi.....	71
Çizelge 4.8. Uygulamaların ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi.....	72
Çizelge 4.9. Domates, elma ve üzüm kompostlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ...	76
Çizelge 4.10. Kompost uygulamalarının domateste verim ve verim parametrelerine etkisi.....	77
Çizelge 4.11. Kompost uygulamalarının domateste meyve kalite özelliklerine etkisi	78
Çizelge 4.12. Kompost uygulamalarının domates meyvelerinde çiçek burnu çürüklüğü, meyve ve yaprak kuru ağırlığı ve yaprak klorofil indeksi değerlerine etkisi	80
Çizelge 4.13. Topraksız tarımda farklı kompost ortamlarının domates bitkisinin yapraklarının makro besin elementi içeriğine etkisi.....	81
Çizelge 4.14. Topraksız tarımda farklı kompost ortamlarının domates bitkisinin yapraklarının mikro besin elementi içeriğine etkisi.....	83
Çizelge 4.15. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir ve toplam verime etkisi	84
Çizelge 4.16. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir meyve sayısı, ıskarta meyve sayısı ve pazarlanabilir meyve ağırlığına etkileri	86
Çizelge 4.17. Kompost uygulamalarının hıyarda pH, SÇKM ve TA içeriğine etkisi	87
Çizelge 4.18. Kompost uygulamalarının hıyarda meyve ve yaprak kuru ağırlığı ile yaprakta klorofil indeksine etkisi.....	87
Çizelge 4.19. Kompost uygulamalarının yaprakta makro besin elementi içeriğine etkisi	88
Çizelge 4.20. Kompost uygulamalarının yaprakta mikro besin elementi içeriğine etkisi	89
Çizelge 4.21. Kompost uygulamalarının hıyarda fide parametreleri üzerine etkisi	96
Çizelge 4.22. Kompost uygulamalarının domateste fide parametreleri üzerine etkisi	97
Çizelge 4.23. Kompost uygulamalarının biberde fide parametreleri üzerine etkisi	98
Çizelge 4.24. Kompost uygulamalarının marulda fide parametreleri üzerine etkisi.....	99

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°	Derece
°C	Santigrad
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
pH	Asitlik-Alkalilik
g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
μ	Mikro
ha	Hektar
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Fe	Demir
Zn	Çinko
Cu	Bakır
Mn	Mangan
Cd	Kadmiyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Na	Sodyum
Cl	Klor
B	Bor

Kısaltmalar	Açıklama
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
IAA	Indol Asetik Asit
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria
OMF	Organomineral gübre
WUE	Su Kullanım Etkinliği
HI	Hasat İndeksi
MI	Membran Stabilite İndeksi
KM	Kuru Madde

1. GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu ekolojik yapı sayesinde önemli bir tarım potansiyeline sahiptir. Sahip olduğu bu potansiyel sayesinde birçok üretim alanında dünyada lider konumunda veya önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Çok çeşitli bitkisel üretimin yapıldığı Türkiye’de sürdürülebilir üretim yapılabilmesi için öncelikle toprağın korunması, kültürel uygulamaların doğru ve etkili yapılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının korunması önem arz etmektedir. Toprağa organik madde ilave yapılmaksızın sürekli olarak ekim dikim yapılması ve kontrolsüz kimyasal gübre kullanılması toprakların veriminin düşmesine neden olmakta (Çelik ve ark., 2020), ayrıca kullanılan kimyasal gübreler toprakların ve yer altı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Bitkisel üretimde kimyasal gübrelerin yoğun şekilde kullanılması geçici olarak kısa vadede verim artışı ve yüksek gelir sağlasa da tarım alanlarının kirlenmesine ve çoraklaşmasına neden olmakta, bunun sonucunda uzun ömürlü sürdürülebilir yetiştiricilikten yoksun bırakmaktadır. Ayrıca bitki, insan ve çevre sağlığını ciddi anlamda tehlikeye sokmaktadır. Bu sebepten dolayı organik atıkları değerlendiren ve toprak kalitesinin artmasını sağlayan sürdürülebilir tarım uygulamaları bir adım öne çıkmaktadır (Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020; Çelik ve ark., 2020).

Uzun yıllar boyunca yapılan bilinçsiz tarım topraklarda organik madde kaybına yol açmaktadır. Toprak verimliliğinin ve sürdürülebilirliğinin korunması için tarım yapılan alanlarda toprağa yeterince organik madde ilave edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de tarım alanlarında organik madde içeriğinin % 2’nin altına düştüğü ve gitgide daha da azalarak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulduğu görülmektedir (Demirtaş, 2004). Organik madde içeriği toprakların verimliliğini etkileyen en önemli faktördür. Organik maddeler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu katkılar sağlayarak ürün verimini de artırmaktadır. Toprağı organik maddece zenginleştirmek ve verimliliğini artırmak amacıyla organik gübreler kullanılmaktadır. Organik gübre toprağa organik madde kazandırarak toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirir. Mikrobiyal faaliyetleri artırarak strüktür, havalanma, su tutma kapasitesi ve besin maddelerinin yarıyışlılığını artırır (Güneş ve ark., 2002). Organik gübreler çoğunlukla inorganik gübrelerle desteklenmektedir. Bu kimyasal gübrelerin yarıyışlılığının devamı yine organik madde varlığı ile mümkündür.

Bitkisel üretimde inorganik ve organik gübrelerin birlikte kullanılması verimde önemli artış sağlamaktadır (Süzer ve Çulhacı, 2017).

Gerek tarla koşullarında ve gerekse örtü altı yetiştiriciliklerinde toprağın organik madde miktarını korumak, artırmak ve kış aylarında bitkileri soğuktan korumak amacıyla toprağa çiftlik gübresi uygulaması yapılmaktadır. Hastalık veya zararlı etmenlerinin yayılmasına neden olması, maliyetinin yüksekliği, yeterli düzeyde bulunamaması ve tedarik etmede sorunlar yaşanması gibi nedenlerden dolayı ahır gübrelerinin kullanımı azalmaktadır. Son zamanlarda hem organik atıkların geri dönüşümünün sağlanması, hem de çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla organik atıkların tarımsal üretimde kullanılması yaygınlaşmaktadır. Bitkisel kökenli atıklar saf halde veya belli karışımlar halinde yetiştirme ortamı olarak veya toprağa doğrudan uygulanarak organik madde ve bitki besin elementi kaynağı olarak kullanılmaktadır (Özenç, 2004; Benito, 2005, 2006). Organik veya bitkisel atıkların doğrudan veya özellikle kompostlaştırıldıktan sonra toprağa karıştırılması toprağın organik madde ve azot başta olmak üzere bitki besin elementi içeriğini artırmakta, verim ve kalitede artış sağlamakta, toprağın strüktürü, hava-su dengesi ve mikrobiyolojik aktivitelerini artırmaktadır. (Eriksen, 2005; Randhawa, 2005; Alagöz, 2006; Candemir ve Gülser, 2007; Chaturvedi ve ark., 2008; Okur ve ark., 2008; Yılmaz ve Alagöz, 2010).

Yaş meyve ve sebzelerin hasat, nakliye ve pazarlama aşamalarında çok sayıda atık oluşmaktadır. Ayrıca bu ürünlerin işlendiği fabrikalarda işleme sonrası çok miktarda posa, cüruf, cibre, kabuk ve talaş gibi atıklar açığa çıkmaktadır. Bu atıkların geri dönüşümünün sağlanması ve tarıma kazandırılması sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Türkiye’de yaş meyve ve sebze zincir sistemi; hasat, muhafaza, taşıma, pazarlama ve tüketim olmak üzere beş ana kademedен oluşmaktadır. Bu süreçte hatalı uygulamalar nedeniyle ürüne bağlı olarak % 25-40 arasında değişen miktarlarda kayıplar meydana gelmekte veya çöpe dönüşmektedir. Yaş meyve ve sebze zincirinde yaşanan olumsuzluklar nedeniyle yılda yaklaşık 9-10 milyon ton yaş sebze-meyve atığı oluşmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) verilerine göre, dünyada üretilen 4,5 milyar ton gıdanın yaklaşık 1,3 milyar tonu atık ve kayıp olarak ziyan edilmektedir (Anonim, 2017). Organik atıkların, bitkisel atıkların ve

meyve-sebze işleme sanayisi atıklarının direkt olarak yetiştirme ortamına katılması pek tercih edilmemektedir. Bu atıkların tarımda kullanılabilmesi için belirli işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Böylece kompost haline getirilen organik atıklar bitkisel üretimin farklı alanlarında başarıyla kullanılmaktadır.

Kompost, biyokimyasal olarak ayrışabilen çeşitli organik materyallerin mikroorganizmalar tarafından stabilize edilmiş halidir. Kompostlaştırma, uygun sıcaklık, nem ve oksijen koşullarında mikroorganizmaların organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırmasıdır. Kompost, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını düzeltmekte; verim ve kalitede önemli artışlar sağlamaktadır. Organik materyal olarak sahip olduğu avantajlar yanında ucuz ve sürdürülebilir olması ve dışa bağımlılığının olmaması da kompostun önemini daha çok artırmaktadır. Günümüzde kompost yapımı sadece stabil bir organik materyalden öteye katı atık yönetimi prosedürü haline gelmiştir. Kompost yapımı, minimum çevresel risklerle verimli ve uygun maliyetli bir süreç olarak giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Kompostlaştırma, biyolojik olarak bozunabilir atıkların düzenli atık toplama ve imha alanlarına gönderilmesi yerine kullanılan en popüler yollardan biri haline gelmiştir (Pankhurst ve ark., 2011). Bu sistem her yerde kabul edilen bir uygulama olup, organik atıkları tarımsal kullanım için geri dönüştürmede en etkili araçlardan birisidir (Raj ve Antil, 2011). Atık uzaklaştırmanın bu değerli süreci, doğal döngüyü tamamlayıp ekonomik yarar sağlarken, aynı zamanda organik atıkları stabilize etmek, azaltmak ve değerli besin maddelerini toprağa geri döndürmek açısından da önemli bir işlemdir (Rose, 1992; Arslan, 2011).

Geri dönüştürülmüş organik ve kentsel katı atıklardan elde edilen kompostun modern tarım sistemlerine entegrasyonu; çevre, bitki verimliliği ve gıda güvenliği üzerinde yüksek olumlu etkisi olan temiz ve sürdürülebilir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Neugart ve ark., 2018; Vinci ve ark., 2018; Chaudhary ve ark., 2020). Bu organik materyaller, bitki metabolizması için hayati önem taşıyan makro ve mikro besinler, amino asitler, karbonhidratlar, lipidler ve mineral besinler gibi temel bitki besin maddeleri ve biyomoleküllerin rezervuarlarıdır. Organik materyaller, materyalin kalitesi ve organik madde içeriğine bağlı olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik

yapısına pozitif etki etmekte, hidrolik iletkenliği, infiltrasyon hızını, topraktaki gözenekliliği ve agregat stabilitesini arttırmakta, hacim ağırlılığını ise azaltmaktadır (Flaig ve ark., 1977; Clapp ve ark., 1986; Albiach ve ark., 2000; Ünsal ve Ok, 2001; Logsdon ve ark., 2017).

Kompostlaştırma işlemleri sırasında çeşitli biyokimyasal dönüşümler gerçekleşmektedir. Proses sırasında, iyi kalitede bir ürün elde etmek için sıcaklık, oksijen, nem, gözeneklilik ve C/N oranı önemli parametreler olarak kabul edilmektedir (Haug, 1993; Ruggieri ve ark., 2009; Oliveira ve ark., 2017; Sánchez ve ark., 2017). Kompost oluşum süreci belirli aşamalardan oluşur. Bunlar ayrışma, soğuma ve olgunlaşma süreçleridir. Ayrışma sürecinde mikrobiyal aktivite gerçekleşir ve bu aşamada yığının sıcaklığı 55 °C'nin üzerine çıkar. Bu süreç en önemli süreç olup, bu aşamada sıcaklık 65 °C ve üzerine çıktığından yığın içindeki yabancı ot tohumları, hastalık etmenleri ve sinek larvaları ölür. Ancak, sıcaklığın 65 °C'nin üzerine çıkması ayrışma hızını yavaşlattığı için, bu sürecin çabuk sonuçlanması istenir. Soğuma aşamasında kompost sıcaklığı kademeli olarak düşer ve mezofilik mikroorganizmalar yığına hâkim olur. Olgunlaşma aşaması daha düşük sıcaklıkta gerçekleşir ve mikrobiyal aktivite nispeten düşük hızda gerçekleştiğı için birçok reaksiyon bu aşamada meydana gelir (Hsu ve ark., 1999; Niwagaba ve ark., 2009).

Dünya'da özellikle son yıllarda sürdürülebilir tarım, organik tarım, iyi tarım uygulamaları gibi yeni ve çevre dostu tekniklerin uygulanmaya başlanması kompost kullanımını daha da önemli hale getirmiştir. Kompost, tarımsal üretimde toprağı organik madde olarak ilave edilebildiğı gibi değişik şekillerde de kullanılabilir. Sebze tarımında fide yetiştiriciliğinde torfun yerine kullanılabileceğı gibi topraksız tarımda substrat olarakta kullanılmaktadır. Değişik organik atıkların ayrıştırılması ile elde edilen kompostun yapımında kullanılan materyaller arasında yeşil atıklar, odun atıkları, arıtma çamuru, ahır gübreleri ve diğler hayvansal atıkların yanında sebze ve meyve işleyen fabrikalardan çıkan posa niteliğindeki katı meyve atıkları da bulunmaktadır. Bu amaçla Dünya'da değişik meyve ve sebze atıklarını kompost olarak değerlendiren işletmeler de mevcuttur (Sayara ve ark., 2020).

Kompost Dünya’da özellikle Orta Avrupa ve Kuzey Avrupa kökenli olan ve topraksız yetiştiricilikte ve sebze fidelerinin yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfa alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda birçok çalışmada organik materyal kaynağı olarak kompostlar denenmektedir. Sebze tarımında ise topraksız tarım uygulamaları arasında kompost her geçen gün önemini artırmaktadır (Sayara ve ark., 2020). İtalya’da 200’den fazla kompost tesisi mevcut olup, bu tesisler yılda yaklaşık 2 milyon ton organik atık işlemektedirler. Buradan elde edilen 600 bin ton dolayındaki kompost üreticilere satılmaktadır (Newman, 2003).

Türkiye’de topraksız tarımda ve fide üretiminde özellikle ithal torf ve Hindistan cevizi torfu yaygın olarak kullanılmakta ve yüksek maliyeti yanında dışa bağımlılığı önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle doğadan elde edilen ve geri dönüşümü mümkün olan organik atıklar kompostta dönüştürüldükten sonra torfa alternatif olarak önerilmektedir (Baran ve ark., 1995). Fide yetiştiriciliğinde yaygın olarak özellikle Orta ve Kuzey Avrupa orijinli Sphagnum torfu tercih edilmektedir. Dünya’da kaliteli torf yataklarının sınırlı olması, rezervin giderek azalması ve özellikle son yıllarda artan talebi ve yüksek maliyeti nedeniyle bahçe bitkilerinde fide yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun yerine yüksek kaliteli ve düşük maliyetli alternatif ortamlar araştırılmaya başlanmıştır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler bakımından mükemmel kabul edilen Sphagnum torfuna alternatif substratlar arasında değişik organik atıklardan elde edilen kompostlar önem kazanmıştır. Günümüze kadar birçok organik materyal kompost olarak denenmiş ve kullanılmıştır. Kompost yapımında kullanılabilecek materyaller arasında yaş meyve-sebze işleyen tesislerin oluşturdukları posa niteliğindeki katı organik atıklar da yer almaktadır (Sayara ve ark., 2020).

Bitkisel üretimin diğer kollarında olduğu gibi sebze tarımında da amaç verim ve kaliteyi artırmaktır. Bunun yanı sıra yetiştirilen ürünlerin insan sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması, doğaya zarar vermemesi, düşük maliyetle yüksek gelir getirmesi gibi unsurlar üretimde başarıyı etkileyen faktörlerdir. Sürdürülebilir tarım ve organik tarım gibi yeni ve çevre dostu tarım teknikleri tarımsal üretime farklı bir boyut kazandırmıştır. Burada amaç, tarımsal üretimde insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmeyen tekniklerin ve

materyallerin kullanılmasıdır. Bu materyaller arasında kompost önemli bir yere sahiptir. Gübreden farklı olarak, yüksek organik madde içeriği nedeniyle toprak ıslahında önemli bir materyaldir. Kompost kullanılmasını pratik hale getirecek faktörlerden biri kompostun maliyetidir. Bu nedenle yerel materyallerden kompost elde edilmesi önem kazanmaktadır. Kompostun kalitesi üzerine birçok faktör etkilidir. Bunlar; kompostun yaşı, olgunlaşma durumu, besin içeriği, mikrobiyal aktivite, biyokimyasal yapısı, ağır metal ve pestisit içeriği ile kimyasal ve fiziksel özelliklerdir. Bunların dışında uygulama metotları, kullanılan teknolojiler ve kompost yapımında kullanılan materyallerin özellikleri de kompost kalitesi üzerine etkili faktörlerdendir (Flaig ve ark., 1977; Clapp ve ark., 1986; Ünsal ve Ok, 2001). Kompostta en önemli faktör C ve N dengesidir. İdeal bir kompostun C/N oranı 25-30 arasında olmalı ve organik madde miktarı % 20'den az olmamalıdır. Aynı zamanda kompostun nem içeriği % 35, pH'sı 7.5 civarında, tuz içeriği litrede 3.89 g, P₂O₅ % 0.62 ve K₂O içeriği yaklaşık % 1 olmalıdır (De Bertoldi, 2013; Azim ve ark., 2018).

Tarımda kompost kullanımı kentlerde önemli sorunlardan biri haline gelen organik atıkların geri dönüşümünün sağlanmasına da büyük katkı sağlamıştır. Birçok bitki türünde olduğu gibi sebze türlerinin yetiştirilmesinde de kompost başarıyla kullanılmaktadır. Yetiştiricilikte kompost kullanıldığında dikkat edilmesi gereken hususlardan biri ağır metallerin durumudur. Kompost içinde var olan çinko, bakır, molibden gibi ağır metaller bitkilere geçmekte ve bu bitkileri tüketen insan ve hayvanlarda zararlar meydana getirebilmektedir. Bu nedenle substrat olarak kullanılacak kompostun ağır metal içeriğinin bilinmesi gerekir (Chen ve ark., 1988; Siminis ve Manios, 1990; Bragg ve ark., 1993; Burger ve ark., 1997; Roe ve ark., 1997). Substrat olarak kullanılacak kompostun su tutma kapasitesinin yüksek (% 20-30), porozitesinin % 85 u/v'den yüksek, iyi tekstürlü ve yapısının stabil olması istenir. Ayrıca ekonomik ve kolay dezenfekte edilebilir olması da gerekmektedir (Handar ve ark., 1985; Verdonck, 1988; Pinamonti ve ark., 1997).

Tokat, meyve suyu ve salça sanayisi gelişmekte olan illerden biri olup, tarıma dayalı sanayi bakımından büyük bir potansiyele sahiptir. Tokat'ta yaş meyve-sebze işlenen fabrikalarda her yıl düzenli olarak organik atıklar 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 araştırmada Tokat'ta meyve suyu ve salça fabrikalarında oluşan atıkların geri dönüşümünün sağlanarak tarla, topraksız tarım ve sebze fidesi yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, organik atıkların geri dönüşümünün sağlanması, sebze yetiştiriciliğinde organik girdilerin kullanılması ve yörede sürdürülebilir tarıma katkı sağlaması bakımından önem taşımaktadır.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Dünya nüfusunun geldiği konumda insanların beslenmesi daha çok önem kazanmaktadır. Besin ihtiyacını karşılamak için alternatiflerden biri olan tarım alanlarının genişletilmesi artık mümkün görünmemekte veya çok sınırlı kalmaktadır. Bu durumda birim alandan elde edilen verimin artırılması öne çıkmaktadır. Verimliliği artırmak için uygulanan konvansiyonel teknikler bir yandan toprakların fakirleşmesine neden olurken, diğer yandan telafi edilemez çevre kirliliğine yol açmaktadır. Artan gıda tüketimi diğer yandan organik atık üretmekte ve bu organik atıkların yok edilmesi önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu atıkların kompostlaştırılması ve elde edilen kompostların tarımsal üretimin değişik uygulamalarında kullanılması hem atık sorununu ortadan kaldıracak hem de tarım yapılan toprakların karşı karşıya kaldığı tehditlerin ortadan kalkmasında önemli rol oynayacaktır. Tarımda kompost kullanımı çok eski zamanlardan beri bilinen bir teknik olup, ilkel yöntemler kullanılarak üretilen kompostlar tarım alanlarında kullanılmıştır. O dönemlerden beri kompost üzerinde bilimsel çalışmalar başlamış ve günümüze kadar önemini kaybetmeden bu çalışmalar devam etmiştir. Bu bölümde kompostun amacı, önemi ve üretilmesi ile bitkisel üretimde etkileri, konusunda yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Kompostun Amacı ve Önemi

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesinde organik maddenin çok fazla etkili olduğu yapılan birçok çalışma ile desteklenmektedir (Kaçar, 1986; Westerman ve Bicudo, 2005; Eden ve ark., 2017). Organik madde, mikroorganizma aktivitesi, su ve besin elementlerinin toprakta tutulması, strüktür gelişimi gibi özelliklere etki etmektedir. Bitki tür ve çeşitleri, yetiştirme şekli, iklimsel koşullar ve toprağa sağladıkları organik madde miktarları bitkisel atıklara bağlı olarak farklılık gösterir. Aynı zamanda farklı bitki türlerinin hasat sonunda oluşan atık miktarları, toprağa sağlayacakları besin maddesi ve toprağa kazandırdığı organik madde miktarı birbirinden farklılık göstermektedir (Di Blassi ve ark., 1997). Tarımsal faaliyetler sonucunda üretilen ürünlerden elde edilen pek çok atık örneğin; tahıl sapları, bira endüstrisi atıkları, tütün fabrikasyon atıkları, çay işleme atıkları, şekerpancarı baş ve yaprakları vb. atıklar tarımsal üretimde organik atık olarak kullanılabilir.

Organik atıkların geri dönüşümünün sağlanması ile insan ve çevre sağlığının korunması, tarımda bitki beslemede dışa bağımlılığın azalması gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Konvansiyonel tarım anlayışının kimyasal gübre kullanımını teşvik ettiği günümüzde insan ve çevre sağlığı ciddi riskler altındadır. Aynı zamanda kimyasal gübre kullanımı toprakta organik karbon içeriğini ve toprak çözeltisinin kimyasal bileşimini değiştirerek toprağın fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Xiuli ve ark., 2016). Kimyasal gübrelerin aksine organik gübreler; toprak verimliliğini, çeşitli elementlerin erişilebilirliğini artırarak ve dolayısıyla toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini ayarlayarak birçok üründe verimi artıran toprak özellikleri üzerinde etkilere sahiptir (Hargreaves ve ark., 2008).

Hayvansal ve bitkisel kökenli organik atıkların geri dönüşümünü sağlamak, kimyasal gübrelerin oluşturduğu tehlikelerin de bir nebze önüne geçecektir. Meyve ve sebze işleme sanayisi atıkları, belediye organik atıkları, yemek atıkları, yağ fabrikası atıkları ve maya fabrikası atıkları gibi ortaya çıkan organik atıkların geri dönüşümünün sağlanması ve yarara dönüştürülmesinin en etkili yolu bu atıklardan kompost üretmektir. Farklı araştırmalar neticesinde kompost olarak; mısır artıkları, at gübresi, buğday, şeker pancarı ve pamuk (Taşpınar ve Polat, 2009), orman atıkları (Manios ve Syminis, 1988; Avnimelech ve ark., 1994), arıtma çamurları (Yücel ve ark., 2009; Yaman, 2009), bitkisel mutfak atıkları (havuç, patates, soğan kabukları vb.) ve karbon açısından zengin olan yaprak, saman, talaş ve gazete kâğıdı da kompost yapımında kullanılmaktadır (Kanat ve ark., 2003).

Kompost yapımı dünyada 18. yüzyılda kullanılmaya başlamış ve 20. yüzyıldan itibaren hem yapımı hem de kullanımı teknolojik olarak kabul görmüştür. Ancak kompost yapımı ve kullanımı sanayileşme ile birlikte gelen acımasız konvansiyonel tarım teknikleri ile çiftlik yapılarını değiştirerek kompostun öneminin yitirilmesine sebep olmuştur. Son zamanlarda konvansiyonel tekniklerin doğaya ve çevreye zarar vermesi, özellikle çevre bilincinin artması ve doğada bıraktığı ağır tahribatlar neticesinde tarım teknolojileri ve çevreci yaklaşımlar sonucunda tekrar geri dönüş başlamıştır. Bu süre zarfında önemini yeniden kazanan uygulamalardan biri de bitkisel üretimde kompostun kullanılmasıdır (Tunç, 2021). Organik atıkların doğal metotlar kullanılarak ayrışması

işlemine kompost yapımı veya kompostlaştırma denilmektedir (Hande ve Deshpande, 2014). Kompost genellikle toprak yapısını düzeltici organik madde veya gübre olarak kullanılır. Bununla beraber organik atıklar doğrudan veya kompost yapım aşamasında enerji üretiminde de kullanılabilmektedir (Raclavská ve ark., 2011; Di Maria ve ark., 2012).

2.2. Kompostun Tarımda Kullanımı

Tarımsal amaçlı kullanılacak kompostta aranan iki önemli özellik kararlılık ve olgunluktur. Olgunlaşmış kompost sahip olduğu yüksek kararlı karbon (C) içeriği sayesinde taze veya olgunlaşmamış komposta göre toprağın organik madde içeriğini daha fazla artırır (Bouajila ve Sanaa, 2011). Aksi durumda, organik maddenin yeterince ayrışmaması toprakta zararlı maddelerin birikmesine ve bitkilerde toksik etkilere neden olur. Bu bakımdan bu tür yan etkilerle karşılaşmamak için kompostun kalite, olgunluk ve stabilitesinin iyi ayarlanması gerekir. Literatürde, kompostun stabilitesini ve olgunluğunu değerlendirmek için farklı testler kullanılmakla beraber en pratik yöntemlerden biri de çimlenme testidir (Flavel ve ark., 2005; Guo ve ark., 2012; Liu ve ark., 2018)

Tarım ürünlerine talebin her geçen gün arttığı günümüzde yoğun tarımsal uygulamalar toprak verimliliğini ve sağlığını olumsuz etkilemekte ve beraberinde çeşitli çevresel sorunlar getirmektedir. Organik atıklardan kompost üretilerek toprağa karıştırılması toprağın bozulan organik madde ihtiyacını karşılamakta, atık yönetimini sağlamak ve güvenilir bir sürdürülebilir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Kompost kullanımının toprağa sağlayacağı etki kompostun üretildiği materyallere ve uygulama miktarına bağlıdır. Bununla birlikte komposttan beklenen etki besin maddelerinin toprağa yavaş salınımı nedeniyle kısa sürede görülmeyebilir (Bouajila ve Sanaa, 2011; Duong ve ark., 2012). Özellikle kurak ve yarı kurak koşullarda normal veya tuzlu topraklara kompost uygulanması toprağın organik madde miktarını artırması ve toprak mineralizasyonu açısından oldukça önemlidir. Toprak organik maddesi toprak verimliliğini korumak ve besin elementi kaybını azaltmak için zorunludur. Buna ilave olarak, organik madde toprağın su tutma kapasitesini, toprak verimliliğini, biyolojik aktiviteyi, toprağın havalanmasını ve strüktürünü iyileştirir. Organik atıklardan elde edilen olgunlaşmış

kompost iyi düzeyde azot içerir. Bu nedenle toprağa kompost verilmesi toprağı azot, karbon, kükürt ve fosfor gibi besin elementleri bakımından zenginleştirir (Bouajila ve Sanaa, 2011).

Toprakta organik madde seviyesinin düşük olması; hem toprağa atılan gübrelerin etkinliğini düşürmekte, hem de ürünün verim ve kalitesinde azalmalara neden olmaktadır. Organik gübreler ile kimyasal gübrelerin bir arada kullanımı, toprakların veriminin artması ve bütün besin elementlerini az veya çok içermesinden dolayı bitki besin elementleri arasındaki dengeyi sağlamaktadır. Özellikle sebze yetiştiriciliği yapılacak olan toprakların organik madde miktarının yüksek olması istenir. Başarılı bir yetiştiricilik yapılmak isteniyorsa toprağın organik madde miktarının artırılması gerekmektedir. Bu yüzden organik atıkların homojen şekilde ve olgunlaşmış halde toprağa verilmesi gerekir (Kaçar ve Katkat, 2007). Ayrıca yetiştiricilik yapılacak ortamlara organik atıkların ilave edilmesi, ortamın yapısını, hava-su dengesini ve mikrobiyal aktivitesini artırmaktadır (Eriksen, 2005; Randhawa, 2005; Chaturvedi ve ark., 2008).

Farklı organik gübrelerin domatestede verim ve bitki gelişimine etkisini araştıran Mehdizadeh ve ark. (2013), belediye atık kompostu, kümes hayvanı gübresi, inek gübresi ve koyun gübresini 20 ton/ha olarak uyguladıkları çalışmalarında organik gübrenin kontrole göre verim ve bitki gelişiminde önemli düzeyde artış sağladığı ($P<0.05$), uygulamalara göre en etkili sonucun sırasıyla belediye atık kompostu > kümes hayvanı gübresi > inek gübresi > koyun gübresi > kontrol (gübresiz) olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Toprağa ahır gübresi uygulamasının, toprağın besin içeriği, ürün verimi ve toprak strüktürünü arttırıcı etki oluşturduğu değişik araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Chang ve ark., 1991; Matsi ve ark., 2003). Sığır gübresi ve kompostlaşmış sığır gübresinin mısır verimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir araştırmada, mısır veriminde organik gübrelerin ticari gübrelerle verimde benzer artış sağladığı, ayrıca organik atıkların zengin azot içeriklerinden dolayı kuru madde miktarında doğrusal bir artış sağladığı belirlenmiştir (Eghball ve Power, 1999).

İspanak bitkisinin gelişimi üzerine tarla koşullarında vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarında, dekara 100 ve 200 kg vermikompost ve dekara 1500 ve 3000 kg ahır gübresi uygulaması yapılmıştır. Ahır gübresi uygulamasında yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu ve gövde kalınlığı daha yüksek çıkmış olup ahır gübresinin 3000 kg/da uygulamasında verim 852.2 kg/da, vermikompost birinci dozunda 241.9 kg/da, ikinci dozunda 309.3 kg/da ve kontrolde ise ıspanak verimi 76.5 kg/da olarak ölçülmüştür. Mineral madde uygulamasında ahır gübresi 2. dozunda bitki N içeriği % 3.23 iken kontrolde % 3.26 ve Vermikompost 1 ve Vermikompost 2 uygulamalarında sırasıyla % 2.99 ve % 2.86 olarak tespit edilmiştir. Toprak organik maddesi ahır gübresi 2 uygulamasında % 3.97, kontrolde uygulamalar sonunda % 1.83 bulunmuş, ayrıca ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında organik madde miktarının arttığı gözlenmiştir (Çıtak ve ark., 2011).

Yukarıda örnekleri verilen kompostun tarımda kullanılması ile ilgili çalışmalar çok sayıda tür üzerinde yürütülmüştür. İbrahim ve ark. (2008) buğdayda, Singer ve ark. (2004) soya, mısır ve buğdayda, Kavitha ve Subramanian (2007) ise çeltikte yürüttükleri çalışmalarda kompost kullanımının verimi ve bitki gelişimini artırdığını ve yetiştiriciliğin yapıldığı toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının düzelmesine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Kompostun Gübre ve Toprak Düzenleyici Olarak Kullanılması

Gıda atıkları, akuatik atıklar, biyoatıklar ve bitkisel kökenli atıklar gibi organik atıklar toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanabildikleri için önemli kaynaklardır. Atıklar içerisinde bol miktarda bulunan humus, sürdürülebilir toprak verimliliği açısından çok değerli olabilmektedir (Raj ve Antil, 2011). Bitkisel atıklardan elde edilen kompost, organik madde kaynağı ve tarım arazilerinde toprak düzenleyici (Raj ve Antil, 2011) olarak katkı sağlamasının yanında organik maddenin, N, P ve diğer besin elementlerinin dönüşümünü ve geri kazanımını da sağlamaktadır (Jedidi, 1998; Achiba ve ark., 2010). Bitkisel kökenli atıklar ve gıda atıkları bol miktarda karbonhidrat, protein, lipid ve organik asitlerin yanı sıra azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementleri de içerdiğinden yüksek kaliteli kompost kaynağıdır (Ma ve Liu, 2019). Biyoatıklardan elde edilen kompostların toprak yapısını düzenleyici olarak kullanılmalarının yanında besin

elementi içerikleri yüksek olduğunda organik gübre olarak kullanılabileceği de belirtilmektedir (Miğdzys ve ark., 2019).

Tarım amaçlı kullanılan kompost; toprağın mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırdığı, besin elementi alımını artırdığı, bitki patojenlerini azalttığı ve ayrıca su tutma, toprak porozitesi ve katyon değişim kapasitesini (KDK) artırdığı belirtilmektedir (Jedidi, 1998; Çelik ve ark., 2004; Hargreaves ve ark., 2008). Üretilen kaynağa bağlı olarak kompostun besin içeriği değişmektedir. Toprak düzenleyici olarak genelde düşük besin içeriğine sahip kompostların kullanılması, organik veya organik kökenli gübre olarak kullanılacak kompostun ise besin içeriğinin yüksek olması önerilmektedir. Ahır gübresine nazaran gıda atıklarından elde edilmiş olan kompostun daha yüksek besin değerine sahip olduğu, bu yüzden gübre olarak kullanılmasının daha yararlı olacağı, toprak düzenleyici olarak ise ahır gübresinin daha uygun olduğu belirtilmektedir (Kelley ve ark., 2020).

2.4. Tarımda Kompost Kullanımının Potansiyel Riskleri

Kompostun bitkisel üretimde birçok uygulamada başarılı sonuçlar verdiği çok sayıda çalışmayla ortaya konmuştur. Bununla birlikte gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda tarımda kompost kullanımının sakıncalar doğuracağı da bilinmelidir. Organik atıklardan elde edilen kompostun tam olgunlaşmadan kullanılması bazı olumsuz durumlar doğurabilir. Toprağa verilen organik madde veya kompost olgunlaşmasını tamamlamamış ise biyolojik bozunmaya bağlı olarak, ürünleri tahrip edebilir, bitkilere fitotoksik etki yaratabilir ve zayıf bitki büyümesine sebep olabilir (Alidadi ve ark., 2008; Ofosu-Budu ve ark., 2010). Bundan dolayı toprağa uygulanacak olan kompostun tamamen olgunlaşmasını tamamlaması aksi halde fitotoksik bileşiklerin varlığı hem çevreyi hem de ürünleri etkileyebileceği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Butler ve ark., 2001; Moore, 2009; Ofosu-Budu ve ark., 2010).

Kompost stabilitesi, organik madde değişkenliği açısından tanımlanır. Olgunlaşmamış kompostun fitotoksik etkileri, içeriğindeki amonyum iyonu ve uçucu organik asitler (Brewer ve Sullivan, 2003), ağır metaller ve tuzlar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda, bu maddeler tohum çimlenmesini veya

kök gelişimini engelleyerek bitki büyümesini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, özel fidanlık substratlarında olgunlaşmamış kompost kullanılması, ara metabolitlerin varlığı nedeniyle bitkiler üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilir (Zucconi ve ark., 1985). Aslında substrat olarak kullanılacak kompostun stabil ve olgunlaşmış olması gerekir. Substrat olarak kullanılacak kompostun stabil hale geçmesi diğer amaçlar için kullanılacak kompostun olgunlaşmasına nazaran daha uzun zaman alır (Cáceres ve ark., 2006; Cunha-Queda ve ark., 2007). Birçok organik kompost, tuzluluğa neden olan çözünen mineraller içerir (Abad ve ark., 2001). Kompost parçacıklarının büyüklüğü önemli faktörlerden biridir. İnce malzemeler kök hipoksisine neden olur (Abad ve ark., 2008). Öte yandan kaba malzemeler, kuruduklarında bitkilerde su stresine neden olabilir (Abad ve ark., 2008).

Yetiştirme ortamı olarak kullanılacak kompostun parça büyüklüğü yetiştirilecek türe, vegetasyon süresine ve saksı boyutuna göre değişmekle beraber genelde orta büyüklük olarak tabir edilen parçacık boyutunun 0,25–2,50 cm arasında olması istenir. Ancak kompost materyalleri bu ölçülerden daha iri yapıda olurlar. Bunun için kompostun kullanılmadan önce ön işlemeden geçmesi gerekir (Abad ve ark., 2001). Koku ve renk kompost kalitesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılan kriterlerdendir. Bu nedenle, koku sübjektif olsa da, kompostun erken olgunlaşma aşamasında olduğunu veya anaerobik koşullara maruz kaldığını gösterir (Moreno ve ark., 2008). Olgunlaşmamış komposttaki kötü kokular, organik asitlerin (asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) biyo-oksidatif aşamada erken ayrışmasından kaynaklanır (Costa ve ark., 1991). Anaerobik koşullar altında, kötü kokular amonyak ve hidrojen sülfür oluşumundan kaynaklanır. Taze materyallerin ayrışması, başlangıç materyalinin özelliklerine bağlı olarak koyu kahverengiden siyahımsı bir renge dönüşmelerine neden olur; bu nedenle yeşil artıklar koyu (siyah) bir renge yol açarken, ahır gübreleri kahverengi tonlara neden olur (Moreno ve ark., 2008).

Komposttan beklenen yararının optimal düzeyde gerçekleşmesi için toprak ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması veya ortadan kaldırılması gerekir. Tarımda kompost uygulamasıyla ilişkili potansiyel riskler şunlardır:

Toprak tuzluluğunun artması: Kompost, doğası gereği tuz konsantrasyonu yüksek bir materyaldir. Kompost yapımında kullanılan organik materyaller ve komposta ilave edilen materyaller kompostun tuz konsantrasyonunun yükselmesine neden olabilir. Tuz konsantrasyonu yüksek kompost çimlenmeyi geciktirmekte, kök gelişimini sınırlamakta ve bitki besin elementleri ve su alımını zorlaştırmaktadır (Farrell ve Jones, 2010; Pérez-Gimeno ve ark., 2021).

Ağır metal kirliliği: Kompost, ağır metal içeriği yüksek bir materyaldir. Kompost yapımında kullanılan materyallere bağlı olarak ağır metal düzeyi artabilir. Bu tip kompostlar kullanılmadan önce ağır metal içeriği bakımından analiz edilmeli, ağır metal riski içeren kompostların aşırı kullanımından kaçınılmalıdır (Smith, 2009; Page ve ark., 2014).

Besin elementlerinin yıkanma riski: Kompost, toprakta gevşek ve havadar bir yapı oluşturduğundan özellikle yağışın yoğun olduğu sonbahar ve kış aylarında besin elementlerinin yıkanmasına ve yeraltı suyuna karışarak çevre kirliliğine neden olur (Jorge-Mardomingo, 2015).

Amonyum toksisitesi: Arıtma çamuru gibi materyallerden yapılan kompostlar toprakta amonyum konsantrasyonunun yükselmesine ve mikroorganizmalara zarar vermesine neden olur.

Kirlilik: Kompostun içinde bulunan bazı kirleticiler toprağın da kirlenmesine neden olur.

Yukarıda belirtilen risklerin önlenmesi mümkündür. Bunun için uygun teknik ve ekipmanlar seçilmeli, kullanılacak organik materyallere dikkat edilmeli, tuz ve alkali içeriği yüksek kompostlar için kompostlaştırma aşamasında dikkatli olunmalı, tuz konsantrasyonunu ve pH'ı düşürecek tedbirler alınmalı ve buna uygun ilave materyaller eklenmelidir.

2.5. Sebze Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanılması ve Etkileri

Bitkisel üretimin birçok dalında olduğu gibi sebze türlerinin yetiştiriciliğinde de kompost kullanımı ile ilgili çalışmalar yürütülmüş ve kompostun değişik sebze türlerinde verim ve kalitede başarılı sonuçlar verdiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Belediye atıklarından elde edilen kompostun toprağa uygulanması domates ve ıspanakta fosfor alımını artırdığı ve artan kompost dozunun fosfor alımını da artırdığı değişik çalışmalarla ortaya konmuştur (Warman, 2001; Maftoun ve ark., 2004; Mkhabela ve Warman, 2005).

Belediye organik atıklarından üretilmiş kompostu marul yetiştiriciliğinde deneyen verim ve yaprak sayısına etkisini araştıran Olfati ve ark. (2009), 0, 25, 50, 75 ve 100 ton/ha kompost dozlarını denedikleri çalışmada sadece 100 ton kompostta verimin önemli düzeyde arttığını, diğer dozların önemli bir fark oluşturmadığını, benzer etkinin yaprak sayısında da görüldüğünü belirtmektedirler.

Organik atıklardan elde ettikleri kompostu (10, 20 ve 30 ton/ha) tuz stresi koşullarında yetiştirdikleri fasulyede tam ve % 50 NPK gübre dozları ile karşılaştıran Rady ve ark. (2016), % 50 NPK + kompost (20 ve 30 ton/ha) uygulamasının tam doz NPK uygulamasına eşit hatta daha yüksek bakla ve tohum verimi verdiğini ancak farkın önemsiz olduğunu belirtmektedirler.

Domateste verim ve kalite özellikleri üzerine tarımsal atıklardan elde ettikleri kompostu (20 ton/ha) gübresiz kontrol ve NPK (180:100:60 kg/ha) gübre uygulamalarının etkilerini araştıran Khan ve ark. (2017), kontrol, kompost ve kompost + NPK uygulamalarında verimin sırasıyla 16.33, 22.1 ve 31.3 ton/ha olduğunu, kompost verimde önemli düzeyde artış sağlarken kompost+NPK uygulamasında verimin en yüksek olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar kompostun domateste C vitamininde önemli bir artış sağlamazken, yaprakta NPK içeriğinde önemli düzeyde artış sağladığını bildirmektedirler.

Yeşil gübreleme ve kompostun domateste verim ve meyve ağırlığına etkisini araştıran Muchanga ve ark. (2019), Pazarlanabilir verimin kontrol parsellerinde 98.8 ton/ha iken, yeşil gübrelemede 108 ton/ha, kompost kullanıldığında ise 112 ton/ha'a çıktığını, kompostun pazarlanabilir verimde önemli düzeyde artış sağladığını, ortalama meyve ağırlığında artış sağlamakla beraber artışın önemli çıkmadığını belirtmektedirler.

2.6. Kompostun Topraksız Tarımda Kullanımı

Dünya'da ve özellikle Avrupa'da topraksız tarım yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak değişik materyaller kullanılsa da, Sphagnum torfu yetiştirme ortamının % 80'ini oluşturmaktadır (Bohlin, 2002; Schmilewski, 2009; IPS, 2007; AB Komisyonu). Turba bazlı ortamlar genellikle su tutma kapasiteleri yüksek, iyi havalanabilen, drenaj yapısı iyi, katyon değişim kapasitesi yüksek ve dolayısıyla da vegetasyon boyunca bitki köklerinin besin elementi absorpsiyonunu artırıcı etkiye sahiptir (Rainbow ve Wilson, 1998; Barrett ve ark., 2016). Topraksız tarımda kullanılan çok çeşitli materyaller olmasına karşın, Avrupa'da bu ortamların sadece % 0.1-1.0'luk kısmında torf bulunmamaktadır. Dolayısıyla topraksız tarımda kullanılan substratların yaklaşık % 99'luk kısmı torftan oluşmakta veya torf içermektedir (Schmilewski, 2009). Avrupa'da, doğal ortamların ve yabani fauna ve floranın korunmasına ilişkin 21 Mayıs 1992 tarihinde çıkan 92/43/EEC sayılı Avrupa Komisyonu kararı yeni torf işletmelerinin açılması ve ruhsatlandırılmasını yasaklamaktadır. Ayrıca atmosferik karbon emisyonunun potansiyel kaynağı olması ve dolayısıyla iklim değişikliğine neden olan etmenlerden biri olması da turba toprakların torf kaynağı olarak kullanılmasını zorlaştıran sebeplerdendir (Mäkiranta ve ark., 2010). Turba ekosistemleri dünyadaki tüm toprağın üçte birini oluşturmaya karşın yenilenmeleri çok yavaş ilerlemektedir (Schaller ve Kantelhardt, 2009).

Sürdürülebilir kalkınma Birleşmiş Milletler tarafından gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden mevcut ihtiyaçların karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım daha sonra sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik talepleri uzlaştırmayı gerektirdiği kabul edilerek genişletilmiştir. Bitki yetiştirme ortamları (özellikle turba bazlı ortamlar) ile ilgili çevresel endişeler etkili

tedbirlerin alınmasını zorunlu hale getirmiş, turba bazlı ortamların tarımda kullanımının planlı olarak % 90'a varan oranlarda azaltılması hedeflenmiştir.

Kaliteli Sphagnum torfunun artan fiyatı ve çevre bilinci, topraksız tarım sektörünü daha sürdürülebilir ortamlar aramaya yöneltmiştir. Avrupa'da, topraksız tarımda torf yerine alternatif ortamların ikame edilmesi çok yavaş ilerlemektedir. Kullanılacak yeni materyallerin özellikleri turbaya benzemediği zaman alternatif bir materyale geçiş genellikle çok karmaşık ve pahalı olmaktadır. Zira Avrupa'da torf üreticisi ülkeler turba toprakların işlenmesi, parçalanması ve paketlenmesi gibi sanayi altyapılarını torfa göre kurduklarından bu sistemden uzaklaşmaları kolay olmamaktadır (Barrett ve ark., 2016). Bu durumda torf ithal eden ülkeler daha avantajlı durumdadır.

Yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi işleyen tesislerin atıkları ve Hindistan cevizi lifi de öne çıkmaktadır. Ancak turba yataklar için söylenen zorluklar kadar olmasa da Hindistan cevizi lifinin de yetiştirme ortamı olarak kullanılmasını zorlaştıran sebepler bulunmaktadır. Topraksız yetiştiricilik yapan birçok ülke Hindistan cevizi lifinde dışa bağımlı durumdadır. Bu da beraberinde birçok zorluk ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, Hindistan cevizi tarlalarının denize yakınlığı, sodyum ve potasyum içeriklerini çok yüksek seviyelere çıkarmakta ve bu da ürünün pazarlanmadan önce endüstriyel olarak yıkanmasını gerektirmektedir (Poulter, 2014). Bu gereklilik Filipinler, Endonezya, Hindistan ve Shri Lanka (Barrett ve ark., 2016) gibi ülkelere Avrupa'ya olan büyük nakliye mesafeleri, maliyetleri önemli ölçüde artırmakta ve çevresel sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır.

Torf ve Hindistan cevizi lifi yerine değişik materyaller denenmektedir. Birçok Avrupa ülkesi ve ABD'de çam kabuğu torfa alternatif olarak kullanılmaktadır (Lu ve ark., 2006; Bilderback ve ark., 2013). Ancak, çam kabuğu ahşap endüstrisinin bir yan ürünüdür. Hindistan cevizi yan ürünleri gibi büyüyen bir substrat olarak üretilmediğinden, fiziksel ve kimyasal özellikleri menşesine ve üretim yöntemine bağlı olarak önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Barrett ve ark., 2016). Ayrıca, aşırı derecede yüksek drenaja ve düşük su tutma kapasitesine sahip olması (Burés, 1997) bu materyalin topraksız tarımda kullanılmasını kısıtlamaktadır. Benzer şekilde düşük su tutma

kapasitesi ve yüksek sıkışma eğilimi nedeniyle odun talaşı da istenen verimliliği sağlamamaktadır (Domeño ve ark., 2010). Topraksız tarımda birçok organik ortam bu maksatla denenmiş ancak benzer olumsuz özellikleri nedeniyle torf veya Hindistan cevizi lifinin yerine ikame edilememiştir. Uzun yıllardır sürdürülen arayışlar ve günümüze kadar yapılan çalışmalar kompostun bu alanda önemli bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır (Landis ve Morgan, 2009). Topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak kompost kullanımı son 40-50 yılda istikrarlı bir şekilde büyümüştür (Poole, 1970; Sanderson, 1980; Raviv, 2013).

2.7. Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılacak Kompostta Kalite

Tarla yetiştiriciliğinde toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmek, organik madde miktarını artırmak ve besin elementi kazandırmak için komposttan yararlanma ile ilgili çalışmalar uzun yıllardır yürütülmektedir. Bununla beraber topraksız tarımda ve fide yetiştiriciliğinde Sphagnum torfu ve Hindistan cevizi lifi yerine kompostun kullanılması konusunda da çalışmalar gün geçtikçe daha çok önem kazanmaktadır. Yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında kompost materyali saf veya torf, perlit ve vermikulit gibi materyaller ile karıştırılarak da kullanılabilir (Abad, 2002; Carlile, 2008; Ansorena ve ark., 2014; Masaguer ve ark., 2015).

Kompost bazlı substrat olarak kullanılmak üzere araştırılan ham madde çeşitleri arasında zeytinyağı atıkları, arıtma çamuru, kullanılmış mantar kompostu, üzüm posası yer almaktadır. Her halükârda kompost bazlı ticari substratların çoğu yeşil atıklardan veya malzemelerden elde edilmektedir. Kompost yapımında kullanılan ham maddelerin menşesine bağlı olarak kompostun yapısı ve bileşenleri de değişmektedir. Ayrıca, kompost uygulanacak ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri de önemlidir ve ortam uygun yapıya sahip değilse kompostun yararlılığını olumsuz yönde etkiler (Carmona ve Abad, 2008; Moreno ve ark., 2008). Yetiştirme ortamı olarak kullanılan kompostlarda karşılaşılan en önemli zorluklar yüksek kütle yoğunlukları, yüksek nakliye maliyetleri, (Benito ve ark., 2005; Rainbow, 2009); yüksek biyolojik kararsızlık (Burger ve ark., 1997), fitotoksinite (Lumis ve Johnson, 1982; Hartz ve ark., 1996), tuzluluk (Raviv, 2013), pH (Prasad ve Maher, 2001; Benito ve ark., 2005) ve uygun

olmayan parçacık boyutu ve dağılımından kaynaklanan hava-su dengesizliğidir (Abad ve ark., 2008).

Kompost stabilitesi, organik madde değişkenliği açısından tanımlanır. Bu nedenle, mikroorganizmalar tarafından kolayca biyolojik olarak parçalanabilen yüksek oranda madde içeren kompost kararsız kabul edilir (Lasaradi ve Stetiford, 1998). Olgunlaşmamış kompostun fitotoksik etkileri, içeriğindeki amonyum iyonu ve uçucu organik asitler (Brewer ve Sullivan, 2003), ağır metaller ve tuzlar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda, bu maddeler tohum çimlenmesini veya kök gelişimini engelleyerek bitki büyümesini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, özel fidanlık substratlarında olgunlaşmamış kompost kullanılması, ara metabolitlerin varlığı nedeniyle bitkiler üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir (Zucconi ve ark., 1985). Aslında substrat olarak kullanılacak kompostun oldukça stabil ve olgunlaşmış olması gerekmektedir. Bu nedenle, substrat olarak kullanılacak kompost malzemeleri, diğer amaçlar için kompostlamaya göre genellikle uzun zaman almaktadır (Cáceres ve ark., 2006; Cunha-Queda ve ark., 2007). Birçok organik kompost, yüksek düzeyde tuzluluk sağlayan yüksek düzeyde çözünür mineraller içerir (Abad ve ark., 2001). Kompost parçacıklarının büyüklüğü önemli faktörlerden biridir. İnce malzemeler kök hipoksisine neden olur (Abad ve ark., 2008). Öte yandan kaba malzemeler, kuruduklarında bitkilerde su stresine neden olabilir (Abad ve ark., 2008). Yetiştirme ortamı olarak kullanılacak kompostun parça büyüklüğü yetiştirilecek türe, vegetasyon süresine ve saksı boyutuna göre değişmekle beraber genelde orta büyüklük olarak tabir edilen parçacık boyutunun 0,25–2,50 cm arasında olması istenir. Ancak kompost materyalleri bu ölçülerden daha iri yapıda olurlar. Bunun için kompostun kullanılmadan önce ön işlemeden geçmesi gerekir (Abad ve ark., 2001). Koku ve renk de kompost kalitesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılır. Bu nedenle, koku sübjektif olsa da, kompostun erken olgunlaşma aşamasında olduğunu veya anaerobik koşullara maruz kaldığını doğrulayabilir (Moreno ve ark., 2008). Olgunlaşmamış komposttaki kötü kokular, organik asitlerin (asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) biyo-oksidatif aşamada erken ayrışmasından kaynaklanır (Costa ve ark., 1991). Anaerobik koşullar altında, kötü kokular amonyak ve hidrojen sülfür oluşumundan kaynaklanır. Taze materyallerin ayrışması, başlangıç materyalinin özelliklerine bağlı olarak koyu

kahverengiden siyahımsı bir renge dönüşmelerine neden olur; bu nedenle yeşil artıklar koyu (siyah) bir renge yol açarken, gübre kahverengi tonlara neden olur (Moreno ve ark., 2008).

2.8. Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılacak Kompostun Kalitesinin İyileştirilmesi

İdeal bir kompost, yeterince olgun ve kararlı, hijyenik, steril, partikül boyutu orta büyüklükte, alkalın pH ve tuz sorunu olmamalıdır. Çok inceden çok kalına kadar farklı materyallerin ve su tutma kapasitesi yüksek materyallerin komposta karıştırılması yararlı olacaktır. Torf ve Hindistan cevizi lifinde olduğu gibi kompost materyali de kullanılmadan önce eleme, yıkama, sterilizasyon gibi ön işlemlere tabi tutulmalıdır (Raviv, 2011). Çok yüksek pH değerine sahip kompostlara kükürt, alüminyum sülfat veya demir sülfat gibi nötr malzemeler eklenebilir (Black ve Zimmerman, 2002; Abad ve ark., 2008). Öte yandan, pH'ı çok düşük olan kompostlara, aktif kireç formları (kalsiyum oksit veya hidroksit), doğal kireç taşı (kalsiyum karbonat, dolomit) veya kalsiyum açısından zengin bazı maddeler ilave edilebilir (Lemaire ve ark., 2003).

Komposttaki önemli sorunlardan biri de tuz içeriğinin yüksek olmasıdır. Tuz konsantrasyonu yüksek kompostlarda tuzluluğu azaltmak için tuz içermeyen materyaller ile karıştırılabilir veya yıkama yapılabilir (Urrestarazu ve ark., 2001; Masaguer ve ark., 2015). Komposttan fazla çözünür tuzları uzaklaştırmak için çeşitli şekillerde yıkama yapılabilir. Yetiştirme ortamı olarak kullanılacak kompost kullanılmadan önce veya yetiştirme saksılarına yerleştirildikten sonra bol su ile yıkanabilir. Yetiştirme saksılarında vegetasyon boyunca da bol sulama yaparak yıkama sağlanabilir, ancak bu durumda drene olacak suyun oluşturacağı tuzluluk sorunu ve çevreye yapacağı olumsuz etkiler dikkate alınmalıdır (Jarecki ve ark., 2005).

2.9. Kompostun Fide Yetiştiriciliğinde Kullanılması

Kompost, özelliklerine bağlı olarak tohum çimlenmesinden bitkinin gelişimine kadar bütün aşamalarda etkili olmaktadır (Emino ve Warman, 2004). Değişik bitki atıklarının yanı sıra organik ürünleri işleyen kuruluşların çıkardıkları atıklar da kompost yapımında hammadde olarak kullanılmaktadır. Sebze, meyve fabrikaları, şarap ve bira fabrikaları, salça fabrikaları, et, süt ve yumurta işleyen tesisler, şeker fabrikaları, patates işleyen

fabrikalar v.b. tesislerde geriye kalan atıklar kompost yapımında kullanılmaktadır (Russ and Meyer-Pittroff, 2004). Sebze ve süs bitkisi fidelerinin yetiştiriciliğinde en fazla kullanılan materyal olan torfa nazaran kompost yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği gibi ortamda bulunan veya ortama sulama suyu ile birlikte verilen besin elementlerinin elverişliliğini artırır. Fide yetiştiriciliğinde tek başına torf veya kompost ve bunların karışım halinde kullanılması amacıyla yapılan çalışmalarda, genellikle kompostun yetiştirme ortamlarında düşük oranlarda (% 25-50) kullanılmasının daha uygun olduğu önerilmektedir (Tüzel ve ark., 2016).

Castillo ve ark. (2004), belediye katı atıklarından elde ettikleri kompostu domateste fide yetiştirme ortamı olarak kullanılmış ve standart yetiştirme ortamı olan torf ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar kompostun torf ile karşılaştırıldığı durumlarda pH'nın 7.0-7.2, elektriksel iletkenliğin ise 2.0-2.4 dS/m arasında oluştuğunu, kompostun torf ile karıştırıldığı ortamlarda domates fidelerinin torf ortamına benzer gelişme gösterdiğini bildirmektedirler.

Organik domates fidesi yetiştirmek amacıyla zeytin prina atığı kompostunu ve yeşil atık kompostunu 4 farklı karışım şeklinde (% 20 kompost + % 80 torf, % 45 kompost + %55 torf, % 70 kompost + % 30 torf, % 90 kompost + % 10 torf) yetiştirme ortamı olarak kullanan Ceglie ve ark. (2011), bu ortamları torf ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar en iyi sonucun % 20 yeşil atık kompostu + % 80 torf, % 45 yeşil atık kompostu + % 55 torf ve % 20 zeytin prina atığı kompostu + % 80 torf karışımlarından elde edildiğini belirtmektedirler. Keleş, (2009), torf ve perlit ortamına % 10, % 30 ve % 50 oranlarında zeytin atığı kompostu karıştırdıkları ortamlarda hindiba ve marul fidelerini yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar, fide kalite parametrelerini inceledikleri çalışmada ortamdaki kompost miktarı arttıkça hindiba ve marul fidelerinde kalitenin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Hıyar ve domates fidelerinin yetiştiriciliğinde farklı ortamları deneyen Ghanbari ve Aboutalebi (2009), çalışmalarında bahçe atıkları kompostunu ve ahır gübresi kompostunu % 0, 10, 20, 30, 40, 60 ve 100 oranında torfla karıştırmışlar ve kontrol ortamı olarak torf kullanmışlardır. Araştırmacılar, çalışma sonucunda % 100 büyükbaş

hayvan gübresi kompostunda yetişen domates ve hıyar fidelerinin kalite özelliklerinin kontrole eř değer çıktığını bildirmektedirler.

Domateste fide yetiştiriciliğinde eşit hacimlerde karıştırılmış yerli torf + perlit + kompostlaştırılmış çiftlik gübresi; yerli torf + clinoptilolit + kompostlaştırılmış çiftlik gübresi; yerli torf + perlit + vermikompost; yerli torf + clinoptilolit + vermikompost karışımlarını yetiştirme ortamı olarak kullanan Tüzel ve ark. (2015), çalışmalarında klasik yetiştirme ortamı olan torfu kontrol olarak kullanmışlardır. Araştırıcılar çalışmalarının sonucunda yerli torf + vermikompost + clinoptilolit ve yerli torf + vermikompost + perlit ortamlarının domates fidelerinin yetiştirilmesinde etkili olduğunu ve torfa alternatif ortamlar olabileceklerini belirlemişlerdir.

2.10. Kompost Uygulamalarının Toprak Kökenli Patojenler zerine Etkisi

Kompostun tarımda önemli yararlarından biri de toprak kökenli hastalık ve zararlıları baskılamasıdır. Bitkisel retimde birçok kültür bitkisi toprak kökenli patojenlerden ve hastalıklardan olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprak kökenli hastalık ve zararlılarla mücadele edilmesi zor, pahalı ve evre kirliliğine yol açmaktadır. Toprağa kompost verilmesi toprak kökenli hastalık ve zararlı etmenlerini baskılayabilmektedir. Kompostun fitopatojenik mikroorganizmalara karşı baskılayıcı etkisi kompost içindeki mikrobiyal aktiviteden kaynaklanmaktadır (Borrero ve ark., 2004; Moral ve ark., 2009). Kompost, bitkilere bir taraftan besin kaynağı sağlarken diğer taraftan da organik asitler gibi funguslara toksik olan maddelerin topraktaki miktarını artırılabilmektedir. 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 elde edilen kompost ve kompost ekstraktlarının bazı toprak patojenleri ve bitkilerin toprak üstü aksamında sorun olan patojenlerin baskılanmasında da etkili olduğu belirtilmektedir (Craft ve Nelson, 1996; Diab ve ark., 2003; Borrero ve ark., 2004; Scheuerell ve ark., 2005; Termorshuizen ve ark., 2006; Bonanomi ve ark., 2007; Malandraki ve ark., 2008; Papasotiriou ve ark., 2013). Organik gübreler ekonomik açıdan önemli bazı türlerde toprak kökenli birçok hastalığın görülme sıklığını ve şiddetini azalttığı ve bu etkinin mekanizması değişik araştırıcılar tarafından bildirilmektedir (Aryantha ve ark.,

2000; Nelson ve ark., 2002; Shaikh ve Ghaffar, 2004; Jenana ve ark., 2009; Saadi ve ark., 2010; Pane ve ark., 2011; Ahmed ve ark., 2017).

Domates ve biberde zeytin posası, kümes dışkısı ve belediye kompost atıklarının kök-ur nematodlarını 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).

Zeytin yağı atığı ve üzüm posasından elde edilen kompost ve mantar kompostunu ayrı ayrı torf ile 1:3 oranında karıştırarak domatesteki toprak kökenli hastalıklar üzerine etkisini araştıran Ntougias ve ark. (2008), ortama kompost ilave edilmesinin *Phytophthora nicotianae*, *Fusarium oxysporum* ve *Septoria lycopersici* üzerinde baskılayıcı bir rol oynadığını ve bu etkinin kompost materyaline göre farklılık gösterdiğini bildirmektedirler.

Toprak kökenli hastalıkları baskılamasının yanında kompost, pestisit, petrol atıkları, klorlu bileşikler gibi kirletici maddelerin neden olduğu toprak kirliliğinin giderilmesine de katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde topraktaki Cd ve Ni gibi ağır metal kirliliğini de önleyici etkiye sahiptir. Kompost topraktaki ağır metallerin immobilize olmasını sağlamaktadır (Arnesen ve ark., 1998; Angelova ve Singh, 2013).

2.11. Türkiye’de Kompost Kullanımı

Türkiye’de giderek artan nüfus yoğunluğu, gıda tüketimi ve üretiminde sürekli bir artışa neden olmaktadır. Üretimden tüketime kadar gerçekleşen süreçte çok miktarda organik atık oluşmaktadır. Türkiye’de salça, maya, meyve suyu, zeytin yağı ve diğer bitkisel yağ üreten fabrikalar ile ceviz, fındık, badem, üzüm, şeker pancarı ve benzeri gıda maddelerini tesislerde çok fazla miktarda kompost yapımına uygun organik atık açığa çıkmaktadır. Özellikle şeker, salça ve meyve suyu sanayisi atıkları hayvan yemi olarak

kullanılmakta, ceviz, badem ve fındık gibi kabuklu ürünlerin atıkları yakacak olarak kullanılmaktadır. Ayrıca evsel atıklar, belediye atıkları ve üretimden pazarlamaya kadarki süreçte açığa çıkan bitkisel atıklar önemli bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Bu atıkların ayrıştırılarak kompost haline dönüştürülmesi hem çevre kirliliği ve ekonomik yükü kaldıracak hem de dışa bağımlı olduğumuz sentetik gübre ihtiyacını azaltacaktır.

02 Nisan 2015 tarihli resmî gazetede “Atık Yönetim Yönetmeliği”, 05.03.2015 tarihli resmî gazetede “Kompost Tebliği” yürürlüğe girmiştir. Atık miktarının azaltılması, israfın önlenmesi, atıkların geri dönüşümü ve kaynakların faydalı şekilde kullanılması amacıyla Türkiye’de “Sıfır Atık” projesi başlatılmış ve kompostun 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 bin ton atığın işlem gördüğü rapor edilmiştir (TÜİK, 2020). TÜİK tarafından yayınlanan bu veriler aslında kompostun önemi ve üretilmesi konularında 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 bin tonunun kompost olarak değerlendirilmesi düşündürücüdür. Bu konuda çok daha ciddi çalışmalara ve tedbirlere ihtiyaç vardır.

Organik madde açısından baktığımız zaman ülkemiz topraklarının yaklaşık % 75.6’sının organik madde açısından yetersiz olduğu ve organik madde içeriğinin düşük (< % 2) olduğu tespit edilmiştir (Pılanalı, 2001). Ülkemiz koşullarında dolayısıyla organik madde içeriği, toprakların üretkenliği, verimliliği açısından en önemli faktör olduğu görülür. Türkiye’de organik madde kaynağı olarak en yaygın kullanılan materyal ahır gübresidir (Bayındır ve ark., 2004). Ahır gübresinin gerekli miktarda, ihtiyaç duyulan dönemde bulunamaması veya yeterli olgunluğa ulaşamaması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu durumda alternatif yaklaşım veya materyallere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum organik madde kaynağı olarak atık materyallerin tarımsal

alanlarda kullanımının önemini açığa çıkarmaktadır (Özgüven ve ark., 1996). Yapılan çalışmalar, Türkiye’de pek çok bitkisel kökenli atığın organik madde kaynağı olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Kaçar ve ark., 1996; Sönmez ve ark., 2002; Kütük ve Çaycı, 2005).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma 2020-2021 yıllarında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOĞÜ) Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesindeki sera ve tarla koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada 2020 yılında kompost yapımları tamamlanmış ve 2021 yılında kompost materyalleri 3 farklı çalışmada denenmiştir. Birinci çalışmada tarla koşullarında farklı kompost uygulamalarının domateste verim ve kaliteye etkisi, ikinci çalışmada topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde farklı kompost uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi, üçüncü çalışmada domates, biber, hıyar ve kıvırcık yapraklı baş salatada fide yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kompost uygulamalarının etkileri araştırılmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1. Deneme alanı arazi ve sera

Denemenin yürütüldüğü alan 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. Denemenin yürütüldüğü alan 610 metre rakıma sahiptir (Şekil 3.1).

Topraksız tarım ve fide denemelerinin yürütüldüğü sera 2000 m² kapalı alana sahip olup, 1000 m²'si fide üretimi, 1000 m²'si topraksız tarım denemeleri için tasarlanmıştır. Oluk altı yüksekliği 5 m olan seranın yanları polikarbon, çatısı PE kaplamalıdır. Isıtma ve tam otomasyonlu gübreleme düzeneğine sahiptir (Şekil 3.2; Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Tarla deneme alanı



Şekil 3.2. Seranın dıştan görünümü

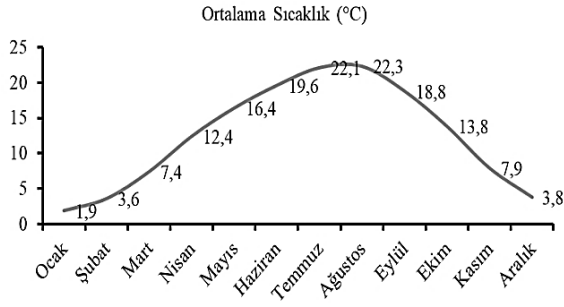


Şekil 3.3. Fidelik ve tam otomasyon sistemi

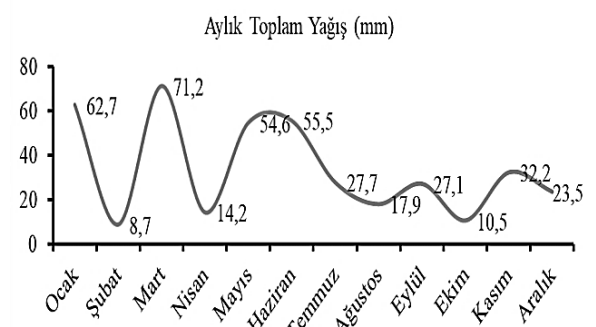
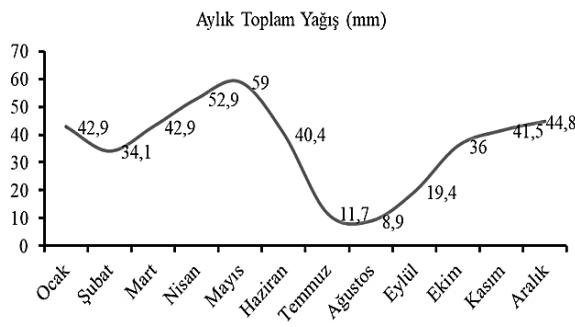
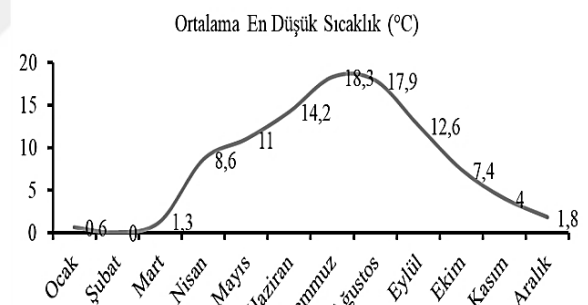
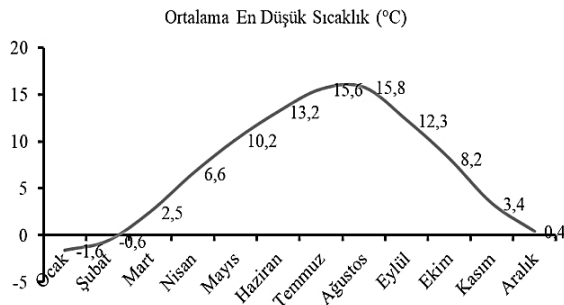
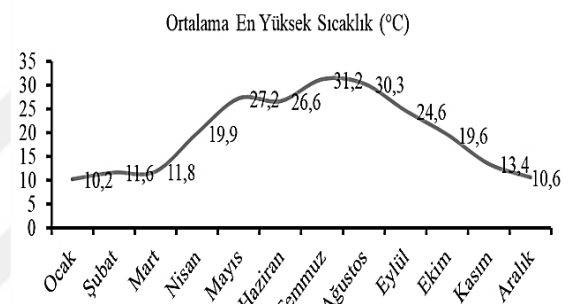
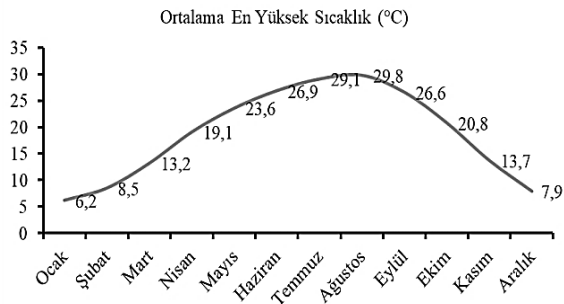
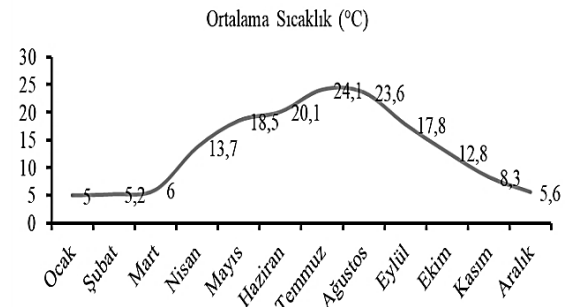
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Tokat ilinde uzun yıllar (1929-2021) sıcaklık ve yağış değerleri MGM web sayfasından temin edilmiştir (<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=TOKAT>). Denemenin yürütüldüğü 2021 yılına ait meteoroloji verileri ise tarla denemesinin yürütüldüğü arazinin 100 metre ilerisinde kurulu meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Tokat iline ait 2021 yılı ve uzun yıllar içinde gerçekleşen sıcaklık değerleri ile yağış değerleri Şekil 3.4'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde bölgede ağırlıklı olarak geçit kuşağı ikliminin yanında karasal iklime doğru bir geçişin olduğu görülmektedir.

1929-2021 yılları arası



2021 yılı



Şekil 3.4. Tokat ilinin uzun yıllar ve 2021 yılına ait meteorolojik verileri

Denemenin yürütüldüğü 2021 yılındaki minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasının 1-1.5 °C üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Domatesin optimal sıcaklık isteğinin 20-24 °C olduğu dikkate alındığında deneme alanında ölçülen sıcaklık değerlerindeki bu fark tarla koşullarında domates 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. Özellikle son 10 yıllık periyod incelendiğinde Tokat'ta yağış rejiminin uzun yıllara göre farklılıklar gösterdiği, aynı zamanda son yılın kendi arasında da farklılıklar gösterdiği dikkat çekmektedir. Yağış rejimindeki bu sapmalar denemenin seyrine olumsuz bir etki yapmamıştır.

3.1.3 Denemenin yürütüldüğü alanın toprak özellikleri

Tarla koşullarında domates yetiştirilecek alanın homojen hale gelmesi için bir önceki yılın (2020 yılı) Kasım ayında toprağa arpa + fiğ karışımı ekilmiştir. Arpa + fiğ karışımı 2021 yılı Mayıs ayında hasat edilmiştir. Hasattan sonra deneme alanı pulluk kullanılarak sürülmüş, sürümden 1 hafta sonra kompost materyalleri parsellere serilmiş ve toprak frezesi ile kompostlar toprağa karıştırılmıştır. Kompost uygulamasından önce deneme alanını temsil edecek şekilde 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır. Deneme alanından alınan toprak örneğinin verimlilik analizi TOGÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü analiz laboratuvarında yapılmıştır. Killi-tınlı bünyeye sahip olan deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak özellikleri

Organik madde (%)	Azot (%)	K ₂ O (kg/da)	P ₂ O ₅ (kg/da)	pH	EC (dS/m)	Kireç (%)
2.11	1.21	47.21	6.42	6.87	0.233	9.39

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 kompost yapımında domates, elma ve üzüm posalarına karıştırılmak üzere taze büyükbaş ahır gübresi, sönmüş toz kireç, buğday samanı, üre, toprak ve su kullanılmıştır.

3.1.5. Denemede Kullanılan Bitkisel Materyaller ve Özellikleri

Tarla denemesinde Tokat koşullarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan, salçalık ve sofralık olarak değerlendirilebilen Kamenta F1 domates çeşidi (Hazera tohumculuk, Antalya) kullanılmıştır. Kamenta F1 tarla yetiştiriciliğine uygun, güçlü bitki yapısına sahip, erkenci, kırmızı renkli, sert ve 140-180 g meyve yapısında ve Mj, Fol, Sl, Vd, ToMV, TSWV, Mi dayanımına sahiptir. Kamenta F1 çeşidinin meyve yapısı Şekil 3.5'te verilmiştir.

Topraksız tarım denemesinde Belfort F1 (Enza Zaden) sırık domates ve Olay F1 (AG Tohum) hıyar çeşitleri kullanılmıştır. Belfort F1 domates çeşidi kuvvetli gelişebilen, boğum arası kısa, çatlamaya dayanıklı, meyveleri koyu kırmızı, açık saha ve örtü altı yetiştiriciliğine uygun, ortalama meyve ağırlığı 220-250 g arasında, ToMV 0-2, Va 0, Vd 0 ve Fol: 0-2 ırklarına yüksek dayanımlı, TSWV, Ma, Mi ve Mj orta dayanımlı bir çeşittir. Olay F1 hıyar çeşidi Beith Alpha (Mini Tip Hıyar) segmentinde, sera yetiştiriciliğine uygun, bahar, yaz ve erken güz dönemlerinde yetiştirilebilen, erkenci ve kompakt bir çeşittir. Meyvesi silindirik, uzun saplı, az damarlı, az boyunlu, raf ömrü uzun, orta yeşil renkte, 18-20 cm uzunluktadır. ZYMV dayanımı vardır. Çeşitlerin meyve yapısı Şekil 3.5'te verilmiştir.

Fide denemesinde Olay F1 (AG Tohum) hıyar, Asalet F1 (Hazera) domates, İstek F1 (Yüksel Tohum) dolmalık biber ve Maritima F1 (AG Tohum) kıvırcık yapraklı baş salata çeşitleri kullanılmıştır. Olay F1 çeşidinin özellikleri önceki paragrafta verilmiştir. Asalet F1 domates çeşidi Oturak segmentte, Açık saha çeşidi olup İlkbahar ve Yaz yetiştiriciliğine uygundur. Orta erkenci, parlak kırmızı meyve rengine sahip olup,

ortalama meyve ağırlığı 220-260 gr arasındadır. Va, Vd ve Fol 0,1 ırklarına yüksek dayanımlı, TSWV, Ma, Mi ve Mj'ye karşı toleranttır. İstek F1 biber çeşidi uzun dolmalık, güçlü bir bitki yapısına sahip ve erkencidir. Meyveleri yeşil renkte, ince kabuklu ve 8x4 cm boyutlarda bahar ve güz döneminde serada ve açık alanda yetiştiriciliğe uygun, TSWV'ye toleranttır. Maritima kıvrıkcık yapraklı baş salata çeşidi açık saha ve sera yetiştiriciliğine uygun, geç sapa kalkan, orta yeşil yapraklı kıvrıkcık tip, sonbahar, ilkbahar ve erken yaz yetiştiriciliğine uygun, olgunluk süresi yetiştirme bölgelerine bağlı olarak 45-80 gün ve ortalama baş ağırlığı 850 – 1200 gr arasında değişir. Marul mildiyösünün 16-28, 30-32 ırklarına, marul yaprak bitine ve marul mozaik virüsüne dayanıklıdır. Çeşitlerin meyve yapısı Şekil 3.5'te verilmiştir.



Kamenta F1



Belfort F1



Olay F1



Asalet F1



İstek F1



Maritima F1

Şekil 3.5. Denemede kullanılan çeşitler

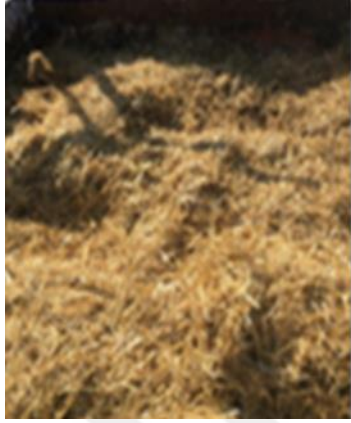
3.2. Metot

3.2.1. Kompost yapımı

Kompost yapımı için 2019 yılında bir ön çalışma yapılmış, bu çalışmada domates, elma, üzüm ve şeftali posaları kompostlaştırılmıştır. Ön denemede şeftali posasının nem içeriğinin çok yüksek ve havalanma düzeyinin çok düşük olması nedeniyle yarayışlı bir kompost materyali elde edilememiştir. Ön deneme sonucunda şeftali kompostu denemeye alınmamıştır. Ön denemede kompost yapım süreci başarıyla sonuçlanan üzüm, elma ve domates posalarından kompost yapımına karar verilmiş ve 2021 yılında posalar temin edilerek kompost yapımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.6'da kompost yapımında kullanılan ilave materyallerin posalara eklenmesi, Şekil 3.7'de kompost yapım aşamasının başlangıcındaki elma, üzüm ve domates kompost yığınları görülmektedir.

Kompost yapımında 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 separatörü ile homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra yığınlar ilk 1 ay haftada 3, sonraki dönemlerde haftada iki sefer karıştırılmıştır (Şekil 3.8). Karıştırma esnasında yığın yağmurlama sistemle sulanmıştır. Materyalin nem içeriği nem ölçer alet kullanılarak yaklaşık % 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. 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 toprak sıcaklık ölçüm aleti ile ölçülmüştür. Kompost sıcaklığı sabitleninceye kadar kompost karıştırılmış ve nem içeriği ayarlanmıştır. Kompost yapımında 22. haftadan sonra karıştırma işlemi sonlandırılmış ve kompostların üzerindeki plastik örtü kaldırılmış ve havalanması ve kuruması sağlanmıştır. Kompost nem içeriği ölçüm aleti

kullanılarak % 20 oluncaya kadar kurutulmuş ve daha sonra denemede kullanılmak üzere depolanmıştır.



Saman



Ahır gübresi ve üre uygulaması



Kireç uygulaması

Şekil 3.6. Kompost yapımında kullanılan malzemeler



Elma Kompostu



Üzüm Kompostu



Domates Kompostu

Şekil 3.7. Elma, üzüm ve domates posalarının kompost yapımına hazırlanması



Şekil 3.8. Kompost karışım ve havalandırma

3.3. Araştırma I: Tarla Koşullarında Faklı Kompost Uygulamalarının Domateste Verim ve Kaliteye Etkisi

3.3.1. Parsellerin oluşturulması

2020 yılı Sonbahar döneminde deneme alanına arpa-fiğ karışımı ekilmiş ve 2021 yılı Nisan ayında arpa-fiğ karışımı hasat edilmiştir. Hasattan sonra deneme alanı önce pullukla sürülmüş, daha sonra toprak frezesi ile işlenmiştir. Ardından parseller belirlenmiş, kompost ve ahır gübreleri toprağa serilmiş, freze ile 20 cm toprak derinliğinde karışacak şekilde tekrar işlenmiş ve dikime hazır hale getirilmiştir. Denemede parsel büyüklükleri 17.30 m² olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.3.2. Parsellere kompost uygulaması

Kompost uygulamasının etkilerini araştırmak için domates, üzüm ve elma kompostları 10 ve 20 ton/ha, ahır gübresini 10 ve 20 ton/ha ve kimyasal gübre olarak NPK+TE gübresini kullanılmıştır. Kompost, ahır gübresini ve NPK gübresini kombinasyonlar şeklinde uygulanmıştır. Kimyasal gübreleme Shedeed ve ark. (2009) ve Law-Ogbomo ve Egharevba (2009), dikkate alınarak uygulanmıştır. Kimyasal gübre uygulamasında 250 kg/ha N, 170 kg/ha P₂O₅, 250 kg/ha K₂O, 80 kg/ha MgO ve 60 kg/ha CaO kullanılmıştır. Kimyasal gübreler hazırlanırken tüm mikro elementleri içeren gübreler seçilmiştir.

Kompost ve ahır gübresini materyalleri dikimden 10 gün önce toprağa karıştırılmıştır. Kimyasal gübre uygulamasına dikimden 1 hafta sonra başlanmış ve 3 seferde damlama sulama ile verilmiştir. Kimyasal gübrelemede kalsiyumlu gübreler diğeri gübrelerden ayrı zamanlarda verilmiştir. Kompostların deneme alanına verilmesi şekil 3.9'da görülmektedir.

3.3.3. Fide dikimi ve uygulamalar

Çalışmada kullanılan fideler TOGÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü fide serasında yetiştirilmiştir. Tohum ekimleri 10 Nisan 2021 tarihinde yapılmış ve fideler 1 Haziran 2021 tarihinde dikilmiştir. Fideler sıra arası 120 cm, sıra üzeri 40 cm olacak şekilde dikilmiştir (şekil 3.10). Yetiştiricilik 3 sıra şeklinde yapılmış ve başlardaki sıralar kenar tesiri olarak değeriendirilmiştir. Her sıraya 12 domates fidesi dikilmiş ve sıra başlarında 2 bitki kenar tesiri olarak kullanılmıştır. Böylece her parselde başlardaki

kenar tesirleri hariç 10 bitkide gözlem yapılmıştır. Kompost, ahır gübresi ve kimyasal gübreler kombinasyonlar şeklinde kullanılmış, kontrol parsellerine kompost veya ahır gübresi uygulaması yapılmamıştır. Kontrol grubu dahil toplamda 18 uygulama yapılmıştır. Denemede gübre uygulamaları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tarla denemesinde kompost, ahır gübresi ve kontrol uygulamaları

T0 (Kontrol-gübresiz)
T1 (Kontrol-NPK)
T2 (10 ton/ha Domates Kompostu-DK10)
T3 (20 ton/ha Domates Kompostu-DK20)
T4 (10 ton/ha Elma Kompostu-EK10)
T5 (20 ton/ha Elma Kompostu-EK20)
T6 (10 ton/ha Üzüm Kompostu-ÜK10)
T7 (20 ton/ha Üzüm Kompostu-ÜK20)
T8 (10 ton/ha Ahır Gübresi-AG10)
T9 (20 ton/ha Ahır Gübresi-AG20)
T10 (DK10 + NPK)
T11 (DK20 + NPK)
T12 (EK10 + NPK)
T13 (EK20 + NPK)
T14 (ÜK10 + NPK)
T15 (ÜK20 + NPK)
T16 (AG10 + NPK)
T17 (AG20 + NPK)

3.3.4. Kültürel uygulamalar

Fidelerin dikiminden sonra can suyu verilmiş ve daha sonra toprağın nem içeriği dikkate alınarak sulamalar yapılmıştır. Parsellerde düzenli olarak hastalık ve zararlı takibi yapılmıştır. Dikimden 40 gün sonra ve 20 gün arayla iki sefer tuta ve çiçek tripsine karşı insektisit kullanılmıştır. Ayrıca mildiyöye karşı 20 günde bir metalik bakır içeren preparatlar ile ilaçlama yapılmıştır. Dikimden 20 gün sonra ilk çapalama yapılarak ve boğaz doldurma yapılmıştır. İlk çapalamadan 30 gün sonra ikinci çapalama yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü çapalama ile yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.9. Kompostun deneme alanına uygulanışı



Şekil 3.10. Domates fidelerinin dikim aşamaları



Şekil 3.11. Dikimden 15 gün sonra ilk çapa ve boğaz doldurma işlemi

3.3.5. Ölçüm ve gözlemler

Tarla koşullarında yürütülen denemede hasatlar 3 farklı dönemde yapılmıştır. Verimin önemli kısmı ikinci hasatta gerçekleştiğinden meyve özellikleri ve meyve kalite özellikleri ikinci hasatta elde edilen meyveler üzerinde yürütülmüştür.

Pazarlanabilir verim (ton/ha):

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

Toplam verim (ton/ha):

İlk hasattan son hasada kadar olan süreçte toplanan meyveler ayrı ayrı tartılacaktır. Hasat periyodu sonunda her bir bitkinin verim değerleri kümülatif olarak toplanarak toplam verim değeri bulunacaktır.

Pazarlanabilir meyve sayısı (adet):

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.

Iskarta meyve sayısı (adet):

Hasat olgunluğuna gelmiş olan meyveler hasat edilir. Hasat sonrası pazarlanabilir değeri olmayan meyvelerin sayıları kaydedilmiştir.

Klorofil indeksi (SPAD):

Hasatlar başlamadan önce ve ilk hasat döneminde olmak üzere 2 sefer klorofil indeksi ölçümü yapılmıştır. Ölçümde yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) kullanılmıştır.

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.

Meyve suyunda pH tayini:

Her parsel için ayrı ayrı alınan meyvelerin suyu katı meyve sıkacağından geçirilerek elde edilen meyve suyunda pH metre (Hanna HI-9812-5N, Amerika) kullanılarak pH ölçümü yapılmıştır.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı tayini (SÇKM) (%):

Hasatlar başladıktan sonra 2. hasatta alınan meyvelerin katı meyve sıkacağı ile suları çıkarılmış ve filtre edildikten sonra zaman geçirilmeden dijital refraktometre (Hanna HI-96801, Amerika) kullanılarak uygulamalara göre SÇKM ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitlik tayini (%):

Katı meyve sıkacağı kullanılarak domates meyvelerinin suyu çıkarılmış filtre 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 (Şekil 3.15). 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)

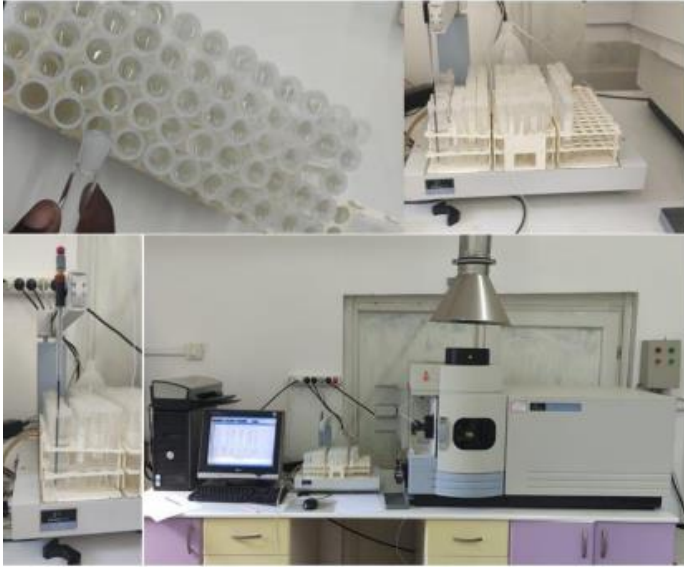
F : Titrasyonda kullanılan bazın normalitesi (çözeltinin normalitesi 0.1 ise F=1’dir)

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

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

Domates yapraklarında NPK 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) ve potasyum (K₂O) 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 filtre 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 3.12’de görülmektedir.



Şekil 3.12. Süzüklerde besin elementi okuma aşamaları

3.3.6. Kompost uygulamasının ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi

Kompost uygulanan parsellerde domates hasatları 15 Ekim 2021 tarihinde tamamlanmıştır. Daha sonra domates bitkileri deneme alanından uzaklaştırılmıştır. Parseller birbiri ile karışmayacak şekilde işaretlenmiş ve 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 kökleri ile birlikte sökülmüş, yıkanmış ve oda sıcaklığında üzerlerindeki nem uzaklaşmaya kadar bekletilmiş ve daha sonra tartımları yapılmıştır.

3.3.7. 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 (Hanna HI-9812-5N, Amerika) ile ölçüm yapılmıştır (Sağlam, 2008).

Kireç tayini (%):

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

Elektriksel iletkenlik (EC) tayini (dS/m):

Toprak örneklerinde elektriksel iletkenlik tayini EC metre kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm için 1:2.5 (toprak:su) oranında toprak saf su kullanılarak sulandırılmış ve cam elektrotlu EC metre (Hanna HI-9812-5N, Amerika) ile ölçüm yapılmıştır (Bayraklı, 1986).

Organik madde tayini (%):

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

NPK analizleri:

Toprakların yarıyışlı fosfor içerikleri asit florürde çözünabilir fosfor yöntemi ile, toplam azot miktarı buhar damıtma (Kjeldahl) metodu (Şekil 3.13) ile (Sağlam, 2008), yarıyışlı potasyum içeriği ise ICP-OES yöntemi ile belirlenmiştir (Kaçar, 2009).



Şekil 3.13. Toprak örneklerinde N analizi (Kjeldahl yöntemi)

3.3.8. Verilerin analizi

Verilerin analizinde IBM SPSS Version 20 programı kullanılmıştır. Önem seviyesi $P \leq 0.05$ olarak alınmıştır. Uygulamaların etkilerini belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) testi uygulanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan Testi kullanılmıştır.

3.4. Araştırma II. Topraksız Tarımda Domates ve Hıyar Yetiştiriciliğinde Farklı Kompost Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkisi

Topraksız tarımda organik yetiştirme ortamı olarak kullanılan ve tamamen yurt dışından temin edilen Hindistan cevizi torfu yerine yerli ve yenilenebilir bir materyal olan kompostun topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirlik durumu araştırılmıştır. Bunun için otomasyonlu serada topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kompost - torf ve perlitin farklı kombinasyonları denenmiştir. Denemede kontrol dahil 9 ortam kullanılmıştır. Yetiştirme ortamlarının karışımı hacim esasına göre hazırlanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Topraksız tarımda kullanılan deneme ortamları

1. 2:1 Oranında Kokopit: Perlit (Kontrol)
2. 2:1 Oranında Domates Kompostu: Perlit (D)
3. 2:1 Oranında Elma Kompostu: Perlit (E)
4. 2:1 Oranında Üzüm Kompostu: Perlit (Ü)
5. 1:1:1:1 Oranında Domates: Elma: Üzüm: Kompostu: Perlit (DEÜ)
6. 1:1:1 Oranında Domates Kompostu: Kokopit: Perlit (DC)
7. 1:1:1 Oranında Elma Kompostu: Kokopit: Perlit (EC)
8. 1:1:1 Oranında Üzüm Kompostu: Kokopit: Perlit (ÜC)
9. 1:1:1 Oranında DEÜ Kompostu: Kokopit: Perlit (DEÜC)

Domates ve hıyar fideleri TOGÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü fide serasında yetiştirilmiştir. Fideler topraksız tarım serasına 1 Mayıs 2021 tarihinde dikilmiştir. Domates ve hıyar bitkileri aynı serada yetiştirilmiştir. Bitkilerin yetiştiriciliğinde 6 aylık eni 25 cm, uzunluğu 75 cm, yüksekliği 21 cm olan ve 24 litre yetiştirme ortamı alan saksılar kullanılmıştır. Bitkilerin besin elementi ihtiyacı Hoagland ve Arnon (1950) tarafından topraksız tarım yetiştiriciliği için tavsiye edilen gübreleme programı modifiye edilerek uygulanmıştır. Şekil 3.14’te domates ve hıyar fidelerinin dikimden sonraki gelişme aşamaları görülmektedir.



Şekil 3.14. Topraksız deneme alanı ve dikim sonrası görünüm

Domates fidelerinin dikiminden sonra ilk 10 gün bitkiler gübre kullanılmadan sulanmış, onuncu günden sonra N:P:K:Ca:Mg oranı 2:1:3:1,5:1 olacak şekilde hazırlanan stok tanklardan çiçeklenme başlangıcına kadar EC 2.0 dS/m ve çiçeklenmenin başlamasından hasat sonuna kadar EC 2.2 dS/m olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Onuncu günden itibaren hasat sonuna kadar bitkilerin sulanması solusyon tanklarından yapılmış ve böylece her sulamada aynı zamanda gübrelemede yapılmıştır. Sulama aralıkları verilen suyun % 20'si drene olacak şekilde haftalık olarak ayarlanmıştır.

Hıyar fidelerinin dikiminden sonra 10 gün bitkiler gübre kullanılmadan sulanmış, onuncu günden sonra N:P:K:Ca:Mg oranı 2:1:3:1,5:1 olacak şekilde hazırlanan stok tanklardan onuncu günden itibaren EC 2.0 dS/m ve üçüncü hasattan itibaren hasat sonuna kadar EC 2.2 dS/m olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Onuncu günden itibaren hasat sonuna kadar bitkilerin sulanması solusyon tanklarından yapılmış ve böylece her sulamada aynı zamanda gübrelemede yapılmıştır. Sulama aralıkları verilen suyun % 20'si drene olacak şekilde haftalık olarak ayarlanmıştır. Besin solusyonunun pH'sı 5.8 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Domates ve hıyarda düzenli olarak drenaj çıktılarında EC ve pH ölçümleri yapılmıştır. Drenaj çözeltisinde EC 3.0 dS/m'nin üzerine çıktığında 1 veya 2 sefer EC 1.0 dS/m olan çözelti ile sulama yapılmıştır. Benzer şekilde drenaj çıktılarında pH 7'nin üzerine çıktığında 1 veya 2 sefer EC 1.0 dS/m, pH 5.8 olan çözelti ile sulama yapılmıştır.

Domateste haftada 1 sefer koltuk sürgünlerinin budaması yapılmıştır. Bitkiler 5. salkıma ulaştığında ise yaprak budamasına başlanmıştır. Yaprak budaması haftada bir sefer ve her defasında 3 veya 4 yaprak budanarak yapılmıştır. Ayrıca domateslerde bitkiler 12 çiçek salkımına ulaştığında son salkımın üzerinde 2 yaprak bırakılarak tepe budaması yapılmıştır. Böylece domates bitkileri 12 salkım üzerinden budanmıştır. Hıyar bitkilerinin budanmasına bitkiler 150 cm yüksekliğe ulaştığında başlanmış ve her hafta 2 veya 3 yaprak budaması yapılmıştır. Denemede kullanılan Olay F1 çeşidinde koltuk sürgünü oluşumu çok az oluşmuş ve haftada bir sefer kontrol yapılarak oluşan koltuk sürgünleri budanmıştır. Bitkiler tek gövdeli olarak askıya alınmıştır. Askıya alınmış domates ve hıyar bitkilerinin görünümü Şekil 3.15'te verilmiştir.

Domateste tozlaşma için arı kullanılmamıştır. Sera içinde ortam sıcaklığının yükselmesini önlemek için 45 dakika aralıkla ve her defasında 15 dakika süreyle sirkülasyon fanları otomatik olarak çalıştırılmış ve tozlaşmaya sirkülasyon fanlarının yardımı ve hasat ve budamalarada bitkiler titreştirilerek yardımcı olunmuştur. Bitkiler tek gövdeli olarak askıya alınmıştır. Domates ve hıyarda hasat aşaması Şekil 3.16'da verilmiştir.



Şekil 3.15. Askıya alınmış domates ve hıyar bitkilerinin genel görünümü



Şekil 3.16. Topraksız tarımda domates ve hıyar meyvelerinin hasadı

Domates ve hıyarda deneme 3 Kasım 2021 tarihinde sonlandırılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her saksıda 3 bitki, her tekerrürde 2 saksı kullanılmıştır. Böylece her parselde 6 bitki yetiştirilmiş ve 6 bitki üzerinde gözlem yapılmıştır.

3.4.1. Ölçüm, gözlem ve analizler

Meyve sayısı adet/bitki):

Her hasatta toplanan meyveler parsellere göre sayılmış ve hasat dönemi sonunda meyve sayıları parseldeki bitki sayısına bölünerek adet/bitki cinsinden meyve sayısı hesaplanmıştır.

Ortalama meyve ağırlığı (g):

Hasat döneminde her parselden hasat edilen pazarlanabilir özellikteki meyvelerin ağırlığı meyve sayısına bölünmüş ve ortalama meyve ağırlıkları belirlenmiştir.

Pazarlanabilir verim (ton/ha):

Hasat döneminde toplanan meyvelerden pazarlanabilir özellikte olmayanlar ayrılmış ve kalan meyveler tartılarak kaydedilmiştir. Hasat dönemi sonunda parsellerden elde edilen verimler hektar başına ton olarak oranlanmış ve kaydedilmiştir.

Toplam verim (ton/ha):

Hasatlar başladıktan sonra her hasatta toplanan domates ve hıyar meyveleri parsellere göre tartılmış ve kaydedilmiştir. Parsel verimleri hektar başına ton olarak hesaplanmıştır.

C vitamini (mg/100g):

C vitamini tayininde Reflectoquant cihazı (Merck RQ flex plus 10, Türkiye) kullanılmıştır. Örneklerden elde edilen meyve suyundan 0.5 mL alınmış, üzerine % 0.5'lik okzalik asit ilave edilmiş ve 5 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra askorbik asit test kiti (Katalog no: 116981, Merck, Almanya) 2 sn süre ile çözeltiye daldırılıp, 8 sn

dışarıda okside olması beklenmiş ve daha sonra 15. sn'nin sonuna kadar Reflectoquant cihazının test adaptörü içerisine yerleştirilerek okuma yapılmıştır. Sonuçlar mg/100 g olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.17).

Meyve suyunda pH tayini:

Her parsel için ayrı ayrı alınan meyvelerin suyu katı meyve sıkacağından geçirilerek elde edilen meyve suyunda filtre edilmeden pH metre (Hanna HI-9812-5N, Amerika) kullanılarak pH ölçümü yapılmıştır.



Şekil.3.17. Domates meyvelerinde C vitamini analizi

Suda çözünebilir kuru madde miktarı tayini (SÇKM) (%):

Hasatlar başladıktan sonra 4. ve 5. hasatlarda alınan meyvelerin katı meyve sıkacağı ile suları çıkarılmış ve filtre edildikten sonra zaman geçirilmeden dijital refraktometre kullanılarak uygulamalara göre SÇKM miktarları ölçülmüştür. SÇKM ölçümünde aynı zamanda manuel refraktometre ile de kontrol amaçlı ölçümler yapılmıştır.

Titre edilebilir asit miktarı tayini (TA) (%):

Hasat döneminde 4. ve 5. Hasatlarda meyve örnekleri alınmış ve katı meyve sıkacağı kullanılarak meyve suları çıkarılmıştır. Meyve suları filtre edilmiş ve pH metrik yöntem kullanılarak titrasyon ölçümleri yapılmıştır. 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),

$$\% TA = (V \times f \times 100) / M$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

f: Titrasyonda kullanılan bazın normalitesi (Bu değer 0,1 N için 1 alınmıştır).

E: 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g. (Sitrik asit için E=0,006404)

M: Titre edilen örneğin miktarı, mL.

Domateste çiçek burnu çürüklüğü bozukluğunun belirlenmesi (%):

Hasat döneminde toplanan domates meyvelerinde çiçek burnu çürüklüğü görülen meyveler ayrılmış ve sayıları toplanıp meyve sayısına oranlanarak çiçek burnu çürüklüğü görülen meyvelerin oranı belirlenmiştir.

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.

Klorofil indeksi (SPAD):

Denemenin devam ettiği dönemde bitkiler 150 cm ve 200 cm boya ulaştıklarında büyüme ucunun alttan üçüncü ve dördüncü yapraklarında (gelişimini tamamlamış yapraklar) klorofil metre (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) kullanılarak ölçümler yapılmış sonuçlar SPAD cinsinden verilmiştir. Her bitkide ilk ölçüm ve her parselde 6 bitkide ölçüm yapılmış, daha sonra bu ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

Yaprak besin elementi analizi:

Bitkiler 150 ve 200 cm yüksekliğe ulaştıklarında büyüme ucunun altındaki dördüncü ve beşinci yapraklar alınarak etüvde 68 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri öğütülmüş ve Kjeldahl yöntemi kullanılarak (Chapman ve Pratt, 1961) N tayini

yapılmıştır. Öğütülen örnekler kuru yakma yöntemi ile yakılmış ve hazırlanan süzüklerde P, K, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları ICP-OES cihazında (Inductively Coupled Plasma) (Halvin ve Soltanpour, 1980) ölçülmüştür (Şekil 3.18.)



Şekil 3.18. Kjeldahl analizi, ICP okumaları ve makro element analizleri

3.4.2. Verilerin analizi

Verilerin analizinde IBM SPSS Version 20 programı kullanılmıştır. Önem seviyesi $P \leq 0.05$ olarak alınmıştır. Uygulamaların etkilerini belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) testi uygulanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan Testi kullanılmıştır.

3.5. Araştırma III: Domates, Biber, Hıyar ve Kıvırcık Yapraklı Baş Salatada Fide Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamı Olarak Kompost Uygulamalarının Etkileri

Denemede domates, elma ve üzüm atıklarından elde edilen kompostlar ile torf ve perlit farklı kombinasyonlar şeklinde yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Kompost materyalleri olgunlaşmalarını tamamladıktan sonra 4 mm'lik elekten geçirilmiş ve fide ortamlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. Kompost materyalleri saf halde, kendi aralarında karıştırılarak ve torf ve perlit ile karışımları yapılarak kullanılmıştır. Denemede kontrol uygulaması dahil 13 farklı ortam denenmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Fide yetiştirme ortamları

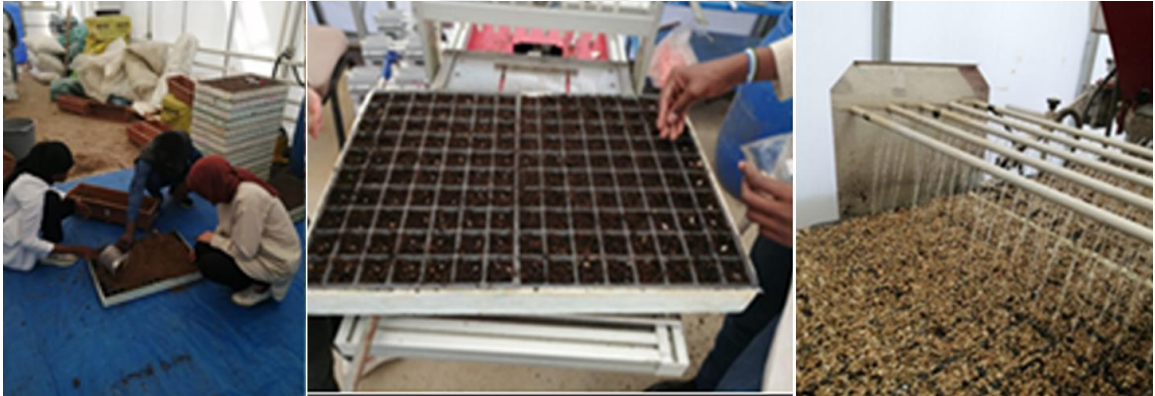
1. Kontrol (2:1 oranında torf: perlit) (K)
2. Üzüm kompostu (Ü)
3. Elma kompostu (E)
4. Domates kompostu (D)
5. Üzüm+elma+domates kompostu (ÜED)
6. 2:1 oranında üzüm kompostu: perlit (Ü:P)
7. 2:1 oranında elma kompostu: perlit (E:P)
8. 2:1 oranında domates kompostu: perlit (D:P)
9. 2:1 oranında (üzüm+elma+domates kompostu): perlit (ÜED:P)
10. 1:1:1 oranında üzüm kompostu: torf: perlit (Ü: T:P)
11. 1:1:1 oranında elma kompostu: torf: perlit (E: T:P)
12. 1:1:1 oranında domates kompostu: torf: perlit (D: T:P)
13. 1:1:1 oranında (üzüm+elma+domates kompostu): torf: perlit (ÜED: T:P)

Domates ve biber fideleri için 216'lık viyoller, hıyar fideleri için 150'lik viyoller, kıvırcık yapraklı baş salata için 384'lük viyoller kullanılmıştır. Denemede kullanılan viyollerin ölçüleri Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan viyollerin ölçüleri

Viyol tipi	Göz en-boy-yükseklik (cm)	Viyol göz hacmi (cc)
150	4*4*6,5	50
216	3,2*3,2*6,5	40
384	2,47*2,47*4,7	16

Fide denemesinde kullanılan 4 sebze türünün tohumları 01 Nisan 2021 tarihinde ekilmiştir. Tohum ekimi yapılan viyollerin üzeri 0,5 cm kalınlığında vermikulit ile örtülmüştür. Viyoller sulandıktan sonra ince plastikle sarılmış ve çimlendirme odasına alınmıştır. Çimlendirme odasının sıcaklığı 20 ± 2 °C'a ayarlanmıştır. Çimlendirme odasında bekleme süreleri türlere göre farklı sürelerde düzenlenmiştir. Hıyar tohumları 36 saat, kıvırcık yapraklı baş salata tohumları 2 gün, domates tohumları 3 gün ve biber tohumları 4 gün bekletilmiştir. Çimlendirme odasından alınan viyoller fide serasına alınarak yerden 70 cm yükseklikteki fide masalarına yerleştirilmişlerdir. Viyollere ortam doldurma, tohum ekimi ve kapak atılmış viyollerin sulanması aşamaları Şekil 3.19'da verilmiştir. Fide serasının sıcaklığı gece/gündüz $20/25 \pm 3$ °C olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.19. Viyollere ortamların doldurulması, tohum ekimi ve sulanması aşamaları

Tohum ekiminden gerçek yaprakların çıkışına kadar gübreleme yapılmamıştır. İlk gerçek yapraklar görülmeye başladığında besin solusyonu ile sulamaya geçilmiştir. Sulama suyunun pH'sı 5,9 olacak şekilde ayarlanmış ve fidelerin hasadına kadar aynı pH'da tutulmuştur. Bitkilerde kotiledon yaprakları yere paralel şekli aldığı anda besin solusyonu ile sulamaya başlanmıştır. Besin solusyonu ile sulamada EC değeri ilk 1 hafta 1.4 dS/m, ikinci hafta 1.6 dS/m, üçüncü hafta 1.8 dS/m ve fide sökümüne kadar 2 dS/m olarak ayarlanmıştır. Gübreleme otomasyon sistemi ile ayarlanmıştır. Stok tankları hazırlanırken N:P:K:Ca:Mg oranları 2.5:1.0:2.5:1.0:0.5 olarak hazırlanmıştır. Stok tankları NPK/mikro besin elementleri/Ca/asit olmak üzere 4 tanktan oluşmuştur.

Fideler boom sulama sistemiyle sulanmıştır. Fidelerde kotiledon yaprakları görüldüğünde tekleme, ilk gerçek yaprak görüldüğünde boylama yapılmıştır. Fidelerde boy kontrolünü sağlama ve pişkinleştirme için türlere göre değişen doza ve miktarda paklobutrazol uygulanmıştır. Fide serası kullanılmaya başlanmadan önce detaylı şekilde dezenfekte edildiğinden fide yetiştirme döneminde hastalık ve zararlı etmeni görülmemiştir. Bununla beraber fideler tohum ekiminin 20. ve 35. günlerinde metalik bakıra eşdeğer preparatlarla ilaçlanmıştır (Şekil 3.20). Denemede kontrol parsellerindeki fideler dikim olgunluğuna geldiğinde fide söküm ve ölçümleri yapılmıştır. Buna göre, kıvırcık yapraklı baş salata fideleri ekimden 34 gün sonra, hıyar fideleri 36 gün sonra, domates fideleri 45 gün sonra, biber fideleri 51 gün sonra sökülmüşlerdir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 50 fide yetiştirilmiş ve 10 fide üzerinde gözlemler yapılmıştır.



Şekil 3.20. Fidelere durdurucu ve bakırlı ilaç uygulaması

3.5.1. Fidelerde ölçüm ve gözlemler

Fide boyu (cm):

Her parselde tesadüfen seçilen 10 fidenin kök boğazından yaprakların uç kısmına kadar uzunlukları ölçülmüş, ortalaması alınmış ve fide boyu veya fide yüksekliği olarak kaydedilmiştir.

Gövde uzunluğu (cm):

Her parselde tesadüfen seçilen 10 fidenin kök boğazından kotiledon yapraklarına kadar olan kısmı ölçülmüş, ortalaması alınmış ve gövde uzunluğu belirlenmiştir. Kıvrıkcık yapraklı baş salatada gövde uzunluğu bulunmadığından bu türde gövde uzunluğu ölçümü yapılmamıştır.

Gövde çapı (mm):

Her parselde tesadüfen seçilen 10 fidenin kök boğazının 1 cm üstünden gövde çapları dijital kumpas ile ölçülmüş, ortalaması alınmış ve gövde çapı belirlenmiştir.

Yaprak sayısı (adet/ bitki):

Her parselde tesadüfen seçilen 10 fidenin gerçek yaprakları sayılmış, ortalaması alınmış ve fide başına yaprak sayısı belirlenmiştir.

Kök boyu (cm):

Her parselde tesadüfen seçilen 10 fide sökülmüş, kökleri musluk suyu ile yıkanmış ve temizlenen köklerin uzunluğu cetvel ile ölçülmüştür.

Fide kuru madde miktarı (%):

Fide kuru madde miktarı fidelerin yaş ve kuru ağırlıkları ölçülmüş ve Fide kuru madde miktarı (%) = (Fide kuru ağırlığı/Fide yaş ağırlığı) x 100 formülü ile hesaplanmıştır.

Fide yaş ağırlığı belirlenirken, her parselden tesadüfi 10 fide alınmış kökleri ile beraber yıkanıp oda sıcaklığında yıkama suyu buharlaşınca kadar bekletilmiş, 0.01 g hassasiyete sahip terazide tartılmış ve fide yaş ağırlığı belirlenmiştir.

Fide kuru ağırlığı belirlenirken, yaş ağırlık ölçümleri yapılan fideler etüvde 65 °C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuş, 0.01 gram hassasiyete sahip hassas terazide tartılmış ve fide kuru ağırlığı belirlenmiştir.

Kök kuru madde miktarı (%):

Kök kuru madde miktarı köklerin yaş ve kuru ağırlıkları belirlendikten sonra kök kuru madde miktarı (%) = (Kök kuru ağırlığı/Kök yaş ağırlığı) x 100 formülü ile hesaplanmıştır.

Kök yaş ağırlığı belirlenirken, her parselden tesadüfi 10 fide alınmış kökleri yıkanmış ve oda sıcaklığında yıkama suyu buharlaşınca kadar bekletilmiş, 0.01 g hassasiyete sahip terazide tartılmış ve fide kök yaş ağırlığı belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlığı belirlenirken, yaş ağırlık ölçümleri yapılan kökler etüvde 65 °C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuş, 0.01 gram hassasiyete sahip hassas terazide tartılmış ve kök kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.5.2. 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 ($P \leq 0.05$) karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma I: Tarla Koşullarında Faklı Kompost Uygulamalarının Domateste Verim ve Kaliteye Etkisi

Tarla koşullarında kompost materyallerinin domateste verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada toprağa herhangi bir uygulamanın yapılmadığı T0 ve sadece NPK gübre uygulamasının yapıldığı T1 parselleri kontrol parseli olarak kullanılmıştır. Ayrıca kompost uygulamaları ahır gübresi ile kombineli ve tek başına ahır gübresi uygulamaları yapılmıştır. Uygulamaların verim ve kalite özelliklerine etkisinin yanında toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına etkisi de incelenmiştir. Ayrıca, domates hasadının ardından ikinci ürün olarak ıspanak yetiştirilmiş ve ıspanağa herhangi bir gübre uygulaması yapılmadan domates için yapılan uygulamaların etkisi araştırılmıştır.

4.1.1. Pazarlanabilir ve toplam verim

Denemede pazarlanabilir ve toplam verim kompost uygulamalarına göre farklılıklar göstermiştir. Pazarlanabilir verim 51.48 (EK10) ton/ha ile 90.30 ton/ha (DK20) arasında değişirken T0 ve T1 kontrol uygulamalarında pazarlanabilir verim sırasıyla 40.87 ton/ha ve 60.27 ton/ha olarak gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Toprağa kompost ve ahır gübresinin 10 ton/ha yerine 20 ton/ha olarak verilmesi pazarlanabilir verimi artırırken, kompost uygulanan parsellere NPK ilave edilmesi de verimde artış sağlamıştır. Uygulamalara göre pazarlanabilir verimde gözlenen etkiler toplam verimde de görülmüştür. Kompost uygulanan parsellerde toplam verim 59.81 ton/ha (EK10) ile 103.11 ton/ha (DK20) arasında değişirken T0 ve T1 kontrol parsellerinde toplam verim sırasıyla 46.43 ton/ha ve 68.36 ton/ha olmuştur. Ahır gübresi uygulamalarında ise toplam verim diğer uygulamalara oranla orta sıralarda yer almıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamaların domateste pazarlanabilir ve toplam verime etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kompost uygulamalarının domatestede pazarlanabilir ve toplam verime etkisi

Uygulamalar	Pazarlanabilir Verim (ton/ha)	Toplam Verim (ton/ha)
T0 (Kontrol-gübresiz)	40.87 ± 3.01 i	46.43 ± 1.67 j
T1 (Kontrol-NPK)	60.27 ± 2.65 gh	68.36 ± 3.80 ghi
T2 (DK10)	57.13 ± 1.88 gh	60.21 ± 2.26 i
T3 (DK20)	90.30 ± 7.22 a	103.11 ± 7.79 a
T4 (EK10)	51.48 ± 4.76 h	59.81 ± 6.93 i
T5 (EK20)	64.25 ± 4.70 fg	77.21 ± 6.07 d-g
T6 (ÜK10)	64.71 ± 3.01 fg	77.66 ± 3.30 d-g
T7 (ÜK20)	71.42 ± 4.42 c-f	81.88 ± 7.21 cde
T8 (AG10)	65.79 ± 0.67 efg	71.77 ± 5.82 e-h
T9 (AG20)	74.52 ± 2.59 b-e	81.39 ± 9.95 c-f
T10 (DK10 + NPK)	60.09 ± 2.90 gh	66.56 ± 7.09 hi
T11 (DK20 + NPK)	80.56 ± 1.85 bc	98.01 ± 5.93 ab
T12 (EK10 + NPK)	64.49 ± 5.31 fg	70.78 ± 5.24 fgh
T13 (EK20 + NPK)	75.78 ± 6.99 bcd	83.15 ± 5.79 cd
T14 (ÜK10 + NPK)	59.99 ± 2.57 gh	66.16 ± 2.28 hi
T15 (ÜK20 + NPK)	83.70 ± 8.47 ab	91.55 ± 5.90 bc
T16 (AG10 + NPK)	63.75 ± 9.90 fg	71.85 ± 4.31 e-h
T17 (AG20 + NPK)	70.74 ± 7.08 def	79.19 ± 3.50 def
	***	***

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

Tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde toprağın organik madde düzeyinin yeterli olması istenir. Bunun için de yeşil gübreleme, organomineral gübreler, ahır gübresi veya kompost ilavesi tavsiye edilir. Çalışmada kompost ve ahır gübresi kullanılması verimde artış sağlarken, bazı kompost uygulamalarının verimi ahır gübresine oranla daha fazla arttırdığı görülmektedir. Literatürde uzun yıllardan beri domates yetiştiriciliğinde kompostun etkileri araştırılmakta ve genel anlamda da tavsiye edilmektedir. Koyun ve keçi gübresinin karışımından elde ettikleri kompostu ve inek gübresi ile bitki atıklarının karışımından elde ettikleri kompostu inorganik gübrelerle karşılaştıran Hernandez ve ark. (2014), kompostun domatestede verim artışı sağladığını ancak kimyasal gübre kullanılan parsellere göre fark oluşmadığını, Salam ve ark. (2021) ise tarla koşullarında 5-10 ve 15 ton/ha kompost kullanılmasının domatestede kontrole göre verimi artırdığını, aynı zamanda artan kompost dozlarına paralel olarak verimin de arttığını belirtmektedirler. Kakabouki ve ark. (2021), domates işleme sanayisi atıklarından elde ettikleri kompostu domates yetiştiriciliğinde gübresiz ve NPK gübre uygulanan parsellerle karşılaştırdıkları çalışmada verimin herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol parsellerine göre arttığını, ancak NPK gübrelemesi yapılan

parsellerle karşılaştırdıklarında verimde bir artış gerçekleşmediğini belirtmektedirler. Yang ve ark. (2014), gıda artıklarından elde ettikleri kompostun kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarına göre verimde artış sağladığını, organik atıklardan üretilmiş kompostu tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde deneyen Martínez-Blanco ve ark. (2011) ise kompostun mineral gübreleme yapılan uygulamalara göre verimde bir artış sağlamadığını, kompost ve mineral gübre uygulamalarında pazarlanabilir verimin sırasıyla 100 ve 103 ton/ha, toplam verimin ise her iki uygulamada da 127 ton/ha olduğunu bildirmektedirler. Kompost ve mineral gübre uygulamalarının domateste verimde önemli bir artış sağlamadığını savunan Martínez-Blanco ve ark. (2009), kompost, kompost + mineral gübre ve mineral gübre uygulamalarında sırasıyla toplam verimin 118, 128 ve 125 ton/ha, pazarlanabilir verimin 104, 100 ve 103 ton/ha olduğunu belirlemişlerdir. Pane ve ark. (2015), ana kompost hammaddesi olarak domates bitkisi atıkları olmak üzere talaş, odun ve hindiba (*Cichorium endivia*) kalıntılarını farklı oranlarda karıştırarak elde ettikleri kompostu domates yetiştiriciliğinde kullanmışlar ve pazarlanabilir verimin kontrolde 68.2 ton/ha, kompost uygulaması ile 101.2 ton/ha'a çıktığını belirlemişlerdir. Khan ve ark. (2017), organik atıklardan elde ettikleri kompostu mineral gübrelerle beraber farklı karışım şeklinde kullandıkları çalışmada verimin kontrolde 16.33 ton/ha, sadece kompostta 22.1 ton/ha ve kompost + mineral gübre karışımında 39.33 ton/ha'a çıktığını belirtmektedirler. Literatürde yürütülen çok sayıdaki çalışmalardan alınan örneklerde de görüldüğü gibi kompostun tek başına veya mineral gübrelerle birlikte kullanılması, kompost yapımında kullanılan materyallerin özellikleri ve uygulama dozları gibi birçok faktör verimde farklı etkiler ortaya koymaktadır. Benzer etkiler yürütülen tez çalışmasında da görülmüştür.

4.1.2. Pazarlanabilir meyve sayısı, meyve ağırlığı ve ıskarta meyve sayısı

Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının T0 ve T1 kontrol uygulamalarına göre bitki başına pazarlanabilir meyve sayısında önemli düzeyde artış sağlamıştır ($P \leq 0.001$). Pazarlanabilir meyve sayısı T0 ve T1 uygulamalarında sırasıyla 21.75 ve 25.31 adet/bitki olurken, en yüksek meyve sayısı DK20 ve DK10+NPK uygulamalarında sırasıyla 43.25 ve 40.73 adet/bitki olmuştur. Çalışmada en yüksek pazarlanabilir meyve sayısının elde edildiği DK20 uygulaması T0 ve T1 kontrol uygulamalarına göre sırasıyla % 50.5 ve % 45 oranında artış sağlamıştır. Kompost materyalleri arasında

üzüm kompostu etki oranı en düşük kompost olurken, tek başına kullanıldığında kontrole yakın etki gösterdiği görülmektedir. Uygulamalara göre pazarlanabilir meyve sayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Kompost uygulamalarının pazarlanabilir meyve sayısına etkisi önemli çıkarken, meyve ağırlığına etkisi önemli bulunmamıştır. Denemede en yüksek pazarlanabilir meyve ağırlığı T1 uygulamasından (129.74 g), en düşük ise T0 uygulamasından (102.50 g) elde edilmiştir. Kompost ve ahır gübresi uygulamaları arasında en düşük meyve ağırlığı DK10 uygulamasından (103.93 g), en yüksek meyve ağırlığı EK10 + NPK uygulamasından (118.86 g) elde edilmiştir. Uygulamalar arasında önemli bir fark olmamasına karşın, kimyasal gübre uygulaması yapılan parsellerde pazarlanabilir meyve ağırlığının etkisinin kimyasal gübre uygulanmayan parsellere göre daha yüksek çıktığı görülmektedir.

Denemede ıskarta meyve sayısı uygulamalara göre farklılıklar oluşturmuştur ($P \leq 0.05$). Bitki başına ıskarta meyve sayısı T0 ve T1 parsellerinde 2.17 ve 3.12 adet olurken, DK20 uygulamasında 4.59 adet ve DK10+NPK uygulamasında 1.21 adet olmuştur. Araştırmada en yüksek ıskarta meyve sayısının görüldüğü DK20 uygulaması T0 ve T1 uygulamalarına göre % 52.5 ve % 35 oranında artmıştır. Kompost uygulamalarının pazarlanabilir ve ıskarta meyve sayıları ile meyve ağırlığına etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kompost uygulamalarının domatestte pazarlanabilir meyve sayısı, pazarlanabilir meyve ağırlığı ve iskarta meyve sayısına etkisi

Uygulamalar	Pazarlanabilir meyve sayısı (adet/bitki)	Pazarlanabilir meyve ağırlığı (g)	Iskarta meyve sayısı (adet/bitki)
T0 (Kontrol-gübresiz)	21.75 ± 1.05 j	102.50 ± 7.51	2.17 ± 0.84 b-e
T1 (Kontrol-NPK)	25.31 ± 0.75 ij	129.74 ± 7.84	3.12 ± 2.31 a-e
T2 (DK10)	31.67 ± 5.12 d-g	103.93 ± 7.54	1.21 ± 1.20 e
T3 (DK20)	43.25 ± 1.45 a	114.67 ± 3.85	4.59 ± 0.54 a
T4 (EK10)	26.26 ± 2.01 hi	108.07 ± 13.78	2.77 ± 0.91 a-e
T5 (EK20)	33.71 ± 1.77 cde	109.99 ± 7.57	3.73 ± 0.40 ab
T6 (ÜK10)	35.01 ± 1.63 cd	105.88 ± 7.85	3.38 ± 1.82 abc
T7 (ÜK20)	36.92 ± 2.05 c	106.00 ± 4.79	3.21 ± 1.33 a-d
T8 (AG10)	32.41 ± 2.80 def	106.75 ± 14.61	2.25 ± 0.40 b-e
T9 (AG20)	34.84 ± 1.92 cd	112.45 ± 7.31	2.77 ± 0.60 a-e
T10 (DK10 + NPK)	28.69 ± 2.85 f-i	115.77 ± 4.25	3.55 ± 0.65 abc
T11 (DK20 + NPK)	40.73 ± 1.24 ab	111.47 ± 7.66	1.30 ± 0.00 de
T12 (EK10 + NPK)	30.59 ± 1.50 efg	111.23 ± 9.77	2.25 ± 0.54 b-e
T13 (EK20 + NPK)	33.63 ± 1.88 cde	118.86 ± 8.98	1.65 ± 0.15 cde
T14 (ÜK10 + NPK)	28.17 ± 1.99 gi	117.69 ± 6.38	1.91 ± 0.84 b-e
T15 (ÜK20 + NPK)	37.35 ± 1.77 bc	113.12 ± 9.11	1.82 ± 0.26 b-e
T16 (AG10 + NPK)	29.47 ± 2.76 fgh	116.65 ± 12.29	2.08 ± 1.30 b-e
T17 (AG20 + NPK)	32.50 ± 0.45 def	117.36 ± 9.43	2.77 ± 0.30 a-e
	***	ö.d	*

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.

Literatürde tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde kompost kullanımının meyve sayısı ve meyve ağırlığına etkileri konusunda farklı bulgular görülmektedir. Kompost materyalinin bileşimi, uygulama şekli ve miktarı gibi faktörler sayı ve ağırlık üzerinde artış, azalış veya benzer etki göstermektedir. Denemede domates yetiştiriciliğinde kompost kullanılmasının meyve sayısı ve meyve ağırlığına etkisi konusunda elde edilen bulgular ile literatürde belirtilen bulgular benzerlik göstermektedir. Darimani ve ark. (2022), inek gübresi ve inek gübresi ile gıda atıklarından elde ettikleri kompostun domatestte meyve sayısında artış sağladığını belirlemişlerdir. Kakabouki ve ark. (2021), domates işleme sanayisi atıklarından elde ettikleri kompostu domates yetiştiriciliğinde gübresiz ve NPK gübre uygulanan parsellerle karşılaştırmışlar ve meyve ağırlığının kontrole göre önemli düzeyde arttığını, ancak NPK gübrelemesi yapılan parsellere göre bir fark oluşmadığını bulmuşlardır. Organik atıklardan üretilmiş kompostu tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde deneyen Martínez-Blanco ve ark. (2011),

ortalama meyve ağırlığının kompost ve mineral gübre uygulamasında sırasıyla 205.6 ve 207.7 g olduğunu ve farkın önemli çıkmadığını, kompost ve mineral gübre uygulamalarının etkisini araştıran Martínez-Blanco ve ark. (2009), kompost, kompost + mineral gübre ve mineral gübre uygulamalarında meyve ağırlıklarının sırasıyla 209.1, 205.6 ve 207.7 g olduğunu ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önemli çıkmadığını belirtmektedirler. Benzer şekilde Pane ve ark. (2015)'da ortalama meyve ağırlığının kompost kullanımına bağlı olarak arttığını ancak bu artışın önemli düzeyde olmadığını belirtmektedirler.

4.1.3. Klorofil indeksi, oransal yaprak ve meyve kuru ağırlıkları

Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının önemli bir kısmında klorofil içeriği T0 ve T1 uygulamalarına göre artış sağlamış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Denemede klorofil indeksi T0 uygulamasında 47.53 olurken T1 uygulamasında 50.54 olmuştur. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarında ise klorofil indeksi değerleri 46.65 ile 56.46 arasında değişmiştir. Domates yapraklarının klorofil içeriği kompost ve ahır gübresi uygulamalarına bağlı olarak değişmekle beraber genelde bir artış görülmüş, artan kompost dozlarına bağlı olarak klorofil miktarı da artmıştır (Çizelge 4.3).

Domates yapraklarının % kuru ağırlığı uygulamalara bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. T0 uygulamasında yaprak kuru ağırlığı % 11.47 olurken, T1 uygulamasında % 15.93 ile en yüksek bulunmuştur. Uygulamalara göre yaprak kuru ağırlığı $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar gösterse de uygulamalar ile yaprak kuru ağırlığı arasında veya artan dozlarla yaprak kuru ağırlığı arasında anlamlı bir ilişkiden söz etmek mümkün görünmemektedir. Denemede elde edilen verilere göre NPK gübre kullanımı ve kompost ve ahır gübresine NPK ilave edilmesi yaprak kuru ağırlığında artışa neden olmuştur. Denemede yaprak kuru ağırlığı uygulamaların önemli bir kısmında T0 uygulamasına göre artarken, NPK gübre uygulamasının gerisinde kalmıştır. Kakabouki ve ark. (2021), domates işleme sanayisi atıklarından elde ettiği kompostu domates yetiştiriciliğinde gübresiz ve NPK gübre uygulanan parsellerle karşılaştırdıkları çalışmada domates yapraklarında kuru ağırlığı kontrol ve NPK gübresi uygulanan parsellere göre artış sağladığını belirtmektedirler.

Yaprak kuru ağırlığına benzer şekilde meyve kuru ağırlığı da T0 uygulamasında en düşük düzeyde gerçekleşmiştir (% 3.78). Denemede meyve kuru ağırlığı T1 uygulamasında % 4.56 olurken, kompost ve ahır gübresi uygulamalarında % 4.06 ile % 5.80 arasında değişmiştir. Uygulanan kompost miktarının artması meyve kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Genelde kompost materyaline NPK ilave edilmesi meyve kuru ağırlığını arttırmış, meyve kuru ağırlığı ahır gübresine oranla kompost uygulamasından daha çok etkilenmiştir. Uygulamalara göre oransal yaprak ve meyve kuru ağırlıkları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kompost uygulamalarının domates yapraklarında klorofil indeksine ve oransal yaprak ve meyve kuru ağırlığına etkileri

Uygulamalar	Klorofil İndeksi (Spad)	Yaprak Kuru Ağırlığı (%)	Meyve Kuru Ağırlığı (%)
T0 (Kontrol-gübresiz)	47.53 ± 1.43 def	11.47 ± 1.96 cd	3.78 ± 0.80 d
T1 (Kontrol-NPK)	50.54 ± 1.41 b-f	15.93 ± 0.44 a	4.56 ± 0.59 a-d
T2 (DK10)	51.76 ± 3.57 bcd	15.59 ± 1.63 a	4.23 ± 0.11 a-d
T3 (DK20)	52.59 ± 1.33 abc	13.71 ± 3.09 a-d	4.56 ± 0.63 a-d
T4 (EK10)	48.89 ± 1.50 c-f	11.89 ± 2.43 bcd	4.79 ± 0.61 a-d
T5 (EK20)	47.21 ± 3.39 ef	12.16 ± 0.42 bcd	4.06 ± 0.38 cd
T6 (ÜK10)	46.65 ± 2.61 f	10.37 ± 0.48 d	5.56 ± 0.73 ab
T7 (ÜK20)	50.37 ± 0.79 b-f	12.74 ± 1.04 a-d	4.58 ± 0.39 a-d
T8 (AG10)	48.92 ± 1.44 c-f	13.00 ± 1.37 a-d	5.20 ± 0.75 a-d
T9 (AG20)	54.33 ± 3.96 ab	14.39 ± 2.25 abc	4.55 ± 0.39 a-d
T10 (DK10 + NPK)	50.91 ± 2.90 b-f	14.32 ± 2.44 abc	4.46 ± 0.69 a-d
T11 (DK20 + NPK)	51.03 ± 1.69 b-e	12.76 ± 1.72 a-d	4.88 ± 0.55 a-d
T12 (EK10 + NPK)	50.71 ± 2.47 b-f	11.35 ± 0.59 cd	4.23 ± 0.88 bcd
T13 (EK20 + NPK)	51.66 ± 1.11 bcd	13.84 ± 2.24 abc	5.80 ± 0.85 a
T14 (ÜK10 + NPK)	50.10 ± 1.04 b-f	15.15 ± 1.32 ab	5.14 ± 0.86 a-d
T15 (ÜK20 + NPK)	54.30 ± 1.78 ab	14.24 ± 0.34 abc	5.45 ± 1.24 abc
T16 (AG10 + NPK)	50.65 ± 2.48 b-f	11.94 ± 1.75 bcd	4.25 ± 0.34 bcd
T17 (AG20 + NPK)	56.46 ± 1.38 a	12.89 ± 2.24 a-d	4.89 ± 1.41 a-d
	***	*	*

* : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

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

4.1.4. Meyve suyunda pH, şçkm ve titrasyon asitliği

Kompost, ahır gübresi ve NPK uygulamalarının domates meyvelerinin pH değeriine etkisi önemli çıkmamıştır. T0 ve T1 uygulamalarında meyve pH değeri 4.87 ve 4.80, ahır gübresi uygulamasında en yüksek 4.80, kompost uygulamalarında 4.63 ile 4.83 arasında değışmiştir. Kompost dozu arttığında meyve suyunun pH'sı da artmıştır.

Domates meyvelerinin suda çözünebilir kuru madde miktarı uygulamalara göre farklılıklar gösterse de bu farklılıklar düşük düzeyde kalmıştır. T0 uygulamasında SÇKM % 6.07, T1 uygulamasında % 5.70, ahır gübresi uygulamasında en yüksek % 5.70 olmuştur. Kompost uygulamalarında ise % 5.23 ile % 6.17 arasında değışmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli çıkmış olsa da bu farklılık sadece AG10 uygulamasında anlamlı bir düşüş olarak göze çarpmaktadır. AG10 uygulaması dışındaki diğer uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ayrıca 8 kompost uygulaması T0 ve T1 uygulamalarına göre daha yüksek SÇKM oluşturmuştur.

Domates meyvelerinde titre edilebilir asit miktarı kompost uygulamaları ile artarken, ahır gübresi kullanılan uygulamalarda artış gözlenmemiştir. Titre edilebilir asit miktarı T0 ve T1 uygulamalarında % 0.322 ve % 0.338, ahır gübresi uygulamalarında % 0.313 ve % 0.323 olurken, kompost uygulamalarında % 0.262 ile % 0.403 arasında değışmiştir. Çalışmada titre edilebilir asit miktarı uygulamalara göre değışse de farklılıklar önemli çıkmamıştır. Denemede uygulamaların domates meyvelerinde pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asit miktarına etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

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

Uygulamalar	pH	SÇKM (%)	TA (%)
T0 (Kontrol-gübresiz)	4.87 ± 0.15	6.07 ± 0.12 ab	0.322 ± 0.015
T1 (Kontrol-NPK)	4.80 ± 0.00	5.70 ± 0.30 abc	0.338 ± 0.031
T2 (DK10)	4.73 ± 0.06	5.60 ± 0.36 abc	0.326 ± 0.048
T3 (DK20)	4.83 ± 0.06	6.17 ± 0.23 a	0.384 ± 0.021
T4 (EK10)	4.73 ± 0.06	5.83 ± 0.15 ab	0.335 ± 0.006
T5 (EK20)	4.80 ± 0.10	6.07 ± 0.12 ab	0.403 ± 0.038
T6 (ÜK10)	4.70 ± 0.10	6.00 ± 0.10 ab	0.355 ± 0.025
T7 (ÜK20)	4.77 ± 0.06	5.57 ± 0.12 bc	0.317 ± 0.031
T8 (AG10)	4.73 ± 0.06	5.23 ± 0.65 c	0.313 ± 0.109
T9 (AG20)	4.80 ± 0.10	5.70 ± 0.20 abc	0.323 ± 0.038
T10 (DK10 + NPK)	4.80 ± 0.00	5.83 ± 0.06 ab	0.366 ± 0.105
T11 (DK20 + NPK)	4.77 ± 0.06	6.00 ± 0.36 ab	0.341 ± 0.043
T12 (EK10 + NPK)	4.77 ± 0.06	5.70 ± 0.26 abc	0.262 ± 0.029
T13 (EK20 + NPK)	4.83 ± 0.12	6.03 ± 0.38 ab	0.357 ± 0.074
T14 (ÜK10 + NPK)	4.77 ± 0.06	5.70 ± 0.00 abc	0.396 ± 0.031
T15 (ÜK20 + NPK)	4.63 ± 0.06	5.97 ± 0.46 ab	0.391 ± 0.099
T16 (AG10 + NPK)	4.83 ± 0.23	5.60 ± 0.10 abc	0.320 ± 0.060
T17 (AG20 + NPK)	4.73 ± 0.06	6.00 ± 0.40 ab	0.390 ± 0.043
	ö.d	*	ö.d

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

* : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde kompostun etkisinin araştırıldığı çalışmalarda meyvede pH, SÇKM ve TA'nın incelendiği çalışma sayısı sınırlı düzeyde kalmıştır. Bu çalışmalarda da kompostun kesin olarak artırıcı veya azaltıcı etkisinden söz edilmemektedir. Etki düzeyi kompost materyaline, uygulama şekli ve dozuna göre değişmektedir. Denemede de benzer sonuçlar elde edilmiş ve literatür bulguları ile anlamlı bulunmuştur. Koyun ve keçi gübresinden elde ettikleri kompostu ve inek gübresi ile bitki atıklarından elde ettikleri kompostu inorganik gübrelerle birlikte domates yetiştiriciliğinde kullanan Hernandez ve ark. (2014), kompost uygulamasının domates meyvelerinde pH ve TA değerlerinde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Pane ve ark. (2015) ise, kompost uygulamasının pH üzerine etki etmediğini belirtmektedirler. Gıda artıklarından elde ettikleri kompostu uygulama yapılmayan ve kimyasal gübre uygulanan parsellere göre karşılaştıran Yang ve ark. (2014), kompost kullanımının domates meyvelerinde suda çözünebilir kuru madde miktarında önemli düzeyde artış sağladığını, SÇKM miktarının kontrolde % 2.4,

kimyasal gübrelemede % 3.22 ve kompost uygulamasında % 3.84 olduğunu ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu bulmuşlardır.

4.1.5. Yaprak NPK içerikleri

Domates yapraklarında azot ve fosfor birikiminin uygulamalara bağlı olarak önemli düzeyde ($P \leq 0.001$) farklılıklar gösterdiği; K içeriği bakımından ise önemli bir fark oluşmadığı belirlenmiştir. Yaprak azot içeriği T0 uygulamasında % 3.47 olurken T1 uygulamasında % 3.50 olmuştur. Yaprak azot içeriği AG1 ve AG2 uygulamalarında % 3.53 ve % 3.68 olurken, kompost uygulanan parsellerde % 3.38 ile % 3.69 arasında değişmiştir. Elma kompostu başta olmak üzere kompost materyallerine bağlı olarak yaprak azot içeriğinde artışlar tespit edilmiştir.

Yaprak fosfor içeriği azot içeriğine oranla uygulamalardan daha fazla etkilenmiş ve yapraktaki fosfor birikimi kompost uygulamaları ile artmıştır. Denemede T0 uygulamasında yaprak fosfor içeriği % 0.437 olurken, T1 uygulamasında % 0.413 olmuştur. Kompost uygulamalarına bağlı olarak fosfor içeriği % 0.407 ile % 0.567 arasında değişmiştir. Denemede yaprakta potasyum birikimi ile uygulamalar arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

T0 uygulamasında yaprak potasyum içeriği % 3.88, T1 uygulamasında % 3.91 olurken, kompost uygulamalarına bağlı olarak yaprak potasyum miktarı % 3.76 ile % 3.94 arasında değişmiştir. Bazı uygulamalarda potasyum içeriği kontrole göre artış gösterse de bu artışlar çok düşük düzeyde (% 1-5 düzeyinde) kalmıştır. Uygulamaların domates yapraklarında NPK içeriğine etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kompost uygulamalarının domates yapraklarında NPK içeriğine etkisi

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)
T0 (Kontrol-gübresiz)	3.47 ± 0.08 cde	0.437 ± 0.015 bcd	3.88 ± 0.05
T1 (Kontrol-NPK)	3.50 ± 0.16 b-e	0.413 ± 0.035 d	3.91 ± 0.04
T2 (DK10)	3.47 ± 0.09 cde	0.510 ± 0.072 ab	3.84 ± 0.24
T3 (DK20)	3.66 ± 0.01 ab	0.527 ± 0.012 a	3.87 ± 0.12
T4 (EK10)	3.69 ± 0.03 a	0.530 ± 0.010 a	3.83 ± 0.06
T5 (EK20)	3.54 ± 0.04 a-e	0.527 ± 0.035 a	3.92 ± 0.03
T6 (ÜK10)	3.44 ± 0.04 de	0.557 ± 0.061 d	3.90 ± 0.20
T7 (ÜK20)	3.57 ± 0.13 a-d	0.503 ± 0.047 ab	3.88 ± 0.10
T8 (AG10)	3.53 ± 0.18 a-e	0.420 ± 0.036 cd	3.86 ± 0.07
T9 (AG20)	3.68 ± 0.02 ab	0.410 ± 0.020 d	3.92 ± 0.03
T10 (DK10 + NPK)	3.65 ± 0.08 abc	0.377 ± 0.083 d	3.90 ± 0.09
T11 (DK20 + NPK)	3.42 ± 0.12 de	0.407 ± 0.059 d	3.90 ± 0.10
T12 (EK10 + NPK)	3.56 ± 0.15 a-d	0.500 ± 0.036 abc	3.84 ± 0.06
T13 (EK20 + NPK)	3.66 ± 0.11 ab	0.540 ± 0.020 a	3.85 ± 0.06
T14 (ÜK10 + NPK)	3.39 ± 0.06 de	0.540 ± 0.044 a	3.85 ± 0.06
T15 (ÜK20 + NPK)	3.38 ± 0.14 de	0.567 ± 0.075 a	3.78 ± 0.11
T16 (AG10 + NPK)	3.35 ± 0.05 e	0.510 ± 0.040 ab	3.94 ± 0.04
T17 (AG20 + NPK)	3.39 ± 0.05 de	0.523 ± 0.040 a	3.76 ± 0.07
	***	***	ö.d

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

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

Literatürde domates yetiştiriciliğinde kompost kullanılmasının meyvede NPK içeriğine etkisi ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır. Koyun ve keçi gübresinden elde ettikleri kompostu ve inek gübresi ile bitki atıklarından elde ettikleri kompostu inorganik gübrelerle karşılaştıran Hernandez ve ark. (2014), kompost kullanımının meyvede N içeriğinde azalmaya, fosfor miktarında artışa neden olduğunu, potasyum içeriğinin ise uygulamalara bağlı olarak artıp azalabildiğini belirtmektedirler. Bu sonuçlar yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

4.1.6. Kompost uygulamalarının toprağın pH, kireç, elektriksel iletkenlik ve organik madde içeriğine etkisi

Deneme öncesi alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerde toprak pH değeri 6.87 olarak ölçülmüş, domates hasadından sonra yapılan analizlerde ise toprağın pH içeriği bütün uygulamalarda artmış ve 7 ve üzerinde ölçülmüştür. Toprak pH'sında en yüksek artış T1 (7.30) ve T0 (7.29) parsellerinde ölçülürken, kompost ve ahır gübresi kullanılan parsellerde pH daha düşük oranda artmıştır. Toprak pH değeri ahır gübresi uygulanan

parsellerde 7.10 ve 7.11 olurken, kompost uygulaması yapılan parsellerde 7.10 ile 7.19 arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki fark $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır.

Domates tarımı öncesinde deneme toprağının kireç içeriği % 9.39 olarak ölçülürken, AG20 (% 9.46), AG20+NPK (% 9.71) ve ÜK20 (% 9.80) uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarda toprak kireç içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Ayrıca kompost uygulanan parsellerin çoğunda kireç içeriği T0 ve T1 uygulamalarına göre hafifte olsa bir düşüş görülmektedir. Bununla beraber uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli çıkmamıştır. Kireç içeriğinde düşüşün önemli düzeyde çıkmaması kompost yapım aşamasında materyale kireç ilave edilmesine bağlanmaktadır. T0 uygulamasında toprak kireç içeriği % 9.26 olurken, kompost uygulamalarına bağlı olarak kireç içeriği % 8.11 ile % 9.80 arasında değişmiştir.

Deneme öncesi toprak EC değeri 0.233 olarak ölçülürken, deneme sonrasında AG10 uygulaması dışındaki bütün uygulamalarda toprak EC değerinin düştüğü görülmektedir. Kompost kullanımı toprak EC değerinde azalmaya neden olmuş, ancak bu fark önemli çıkmamıştır. Çalışmada T0 uygulamasında toprak EC'si 0.193 dS/m olurken, kompost uygulamasında 0.240 dS/m'ye kadar çıkmıştır.

Bitkisel üretimde kompost veya ahır gübresi kullanılmasının en önemli yararlarından biri toprağın organik madde içeriğinin korunması ve/veya artırılmasıdır. Yapılan çalışmalarda da en çok merak edilen verilerden biridir. Denemede toprak organik madde miktarı kompost ve ahır gübresi uygulamalarına bağlı olarak önemli düzeyde artış göstermiştir.

Deneme öncesinde toprağın organik madde miktarı % 2.11 ölçülürken, domates hasadından sonra özellikle kompost kullanılan parsellerde toprak organik madde içeriğinde % 54.50'ye varan artışlar sağlanmıştır. T0 ve T1 parsellerinde organik madde miktarı % 2.27 ve % 2.25 ölçülürken, ahır gübresi uygulamalarında (AG10 ve AG20) % 2.96 ve % 3.13 olarak gerçekleşmiştir. Kompost uygulanan parsellerde ise organik madde miktarı en düşük % 2.96 ile % 3.26 arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Deneme sonrası uygulamalara göre

toprağın pH, kireç, elektriksel iletkenlik ve organik madde içerikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa ahır gübresi ve kompost uygulaması yapılarak domates yetiştirilen çalışmada domates hasadından sonra yapılan toprak analizlerinde toprağın pH, kireç, elektriksel iletkenlik ve organik madde içeriklerinde değişimler olduğu, ancak bu değişimlerin pH ve organik maddede önemli düzeylerde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Konu ile alakalı yürütülmüş çalışmalara bakıldığında deneme sonuçlarını destekleyen bulgular olduğu gibi, deneme sonuçları ile uyumsuz sonuçlara da rastlanmaktadır. Deneme sonuçları ile literatürdeki farklılıkların kullanılan kompostun özelliği, kompost yapımında kullanılan materyaller, kompost yapım süreci, ekoloji gibi faktörlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim literatürde domates yetiştiriciliği yapılarak yürütülmüş çalışmalar arasında da farklılıklara rastlamak mümkündür. Kakabouki ve ark. (2021), kompost kullanımının toprakta organik madde içeriğinde önemli düzeyde artışa neden olduğunu ve organik madde içeriğinin % 2.34'den % 2.59'a çıktığını, Arthur ve ark. (2012), kompost kullanılan topraklarda pH'nın 5.3'ten 5.8'e, elektriksel iletkenliğin ise 0.18 dS/m'den 0.25 dS/m'ye çıktığını, Demir ve Gülser (2021), pH değerinin 7.76'dan 7.57'ye düştüğünü, elektriksel iletkenliğin 0.98 dS/m'den 1.20 dS/m'ye ve organik maddenin % 3.82'den % 6.07'ye çıktığını, Rajaie ve ark. (2016), elektriksel iletkenliğin 0.35 dS/m'den 3.27 dS/m'ye düşerken, organik maddenin % 1.01'den % 1.66'ya çıktığını, Baldantoni ve ark. (2016) ise, toprak pH içeriğinin 8.4'den 8.2'ye düştüğünü, organik madde miktarının % 4.3'ten % 5.4'e ve elektriksel iletkenliğin 0.22 dS/m'den 0.34 dS/m'ye yükseldiğini belirtmektedirler.

Çizelge 4.6. Kompost uygulamalarının toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi

Uygulamalar	pH	Kireç (%)	EC (dS/m)	OM (%)
T0 (Kontrol-gübresiz)	7.29 ± 0.02 a	9.26 ± 1.37	0.193 ± 0.021	2.27 ± 0.05 g
T1 (Kontrol-NPK)	7.30 ± 0.02 a	8.66 ± 0.54	0.213 ± 0.012	2.25 ± 0.04 g
T2 (DK10)	7.19 ± 0.13 ab	8.63 ± 0.38	0.197 ± 0.006	3.19 ± 0.06 abc
T3 (DK20)	7.17 ± 0.06 b	8.96 ± 1.29	0.197 ± 0.012	3.24 ± 0.09 ab
T4 (EK10)	7.17 ± 0.06 b	9.16 ± 0.48	0.227 ± 0.015	3.13 ± 0.08 bcd
T5 (EK20)	7.16 ± 0.05 b	8.21 ± 0.54	0.227 ± 0.021	3.26 ± 0.06 a
T6 (ÜK10)	7.11 ± 0.06 b	9.01 ± 1.36	0.227 ± 0.025	3.06 ± 0.05 def
T7 (ÜK20)	7.11 ± 0.03 b	9.80 ± 0.76	0.210 ± 0.044	3.20 ± 0.02 abc
T8 (AG10)	7.10 ± 0.05 b	8.11 ± 0.60	0.240 ± 0.010	2.96 ± 0.07 f
T9 (AG20)	7.11 ± 0.04 b	9.46 ± 1.13	0.220 ± 0.017	3.13 ± 0.02 bcd
T10 (DK10 + NPK)	7.13 ± 0.03 b	8.26 ± 0.69	0.220 ± 0.010	3.07 ± 0.05 de
T11 (DK20 + NPK)	7.14 ± 0.03 b	8.06 ± 0.79	0.227 ± 0.025	3.20 ± 0.02 abc
T12 (EK10 + NPK)	7.18 ± 0.12 b	8.86 ± 1.34	0.210 ± 0.026	2.98 ± 0.09 ef
T13 (EK20 + NPK)	7.10 ± 0.07 b	9.26 ± 0.78	0.223 ± 0.025	3.19 ± 0.03 abc
T14 (ÜK10 + NPK)	7.13 ± 0.03 b	9.01 ± 0.90	0.217 ± 0.006	2.96 ± 0.06 f
T15 (ÜK20 + NPK)	7.12 ± 0.09 b	8.46 ± 0.31	0.200 ± 0.017	3.21 ± 0.02 abc
T16 (AG10 + NPK)	7.13 ± 0.03 b	8.66 ± 0.54	0.230 ± 0.010	2.96 ± 0.07 f
T17 (AG20 + NPK)	7.15 ± 0.02 b	9.71 ± 0.30	0.207 ± 0.006	3.11 ± 0.03 cd
	**	ö.d	ö.d	***

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

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

4.1.7. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi

Deneme başlangıcında alınan toprak örnekleri ile deneme sonunda alınan toprak örneklerinin NPK içerikleri karşılaştırıldığında kompost ve özellikle ahır gübresinin artış sağladığı görülmektedir. Başlangıç toprağının azot içeriği % 1.21 olurken, T0 ve T1 uygulamalarında % 0.120 ve % 0.132 ölçülmüştür. AG10 ve AG20 uygulamalarında toprak azot içeriği % 0.143 ve % 0.150 olurken, kompost uygulamalarına bağlı olarak toprak azot miktarı % 0.128 ile % 142 arasında değişmiştir. Artan kompost dozları toprak azot içeriğinde de artış sağlamış, kompost uygulamaları arasında en yüksek toprak azot içeriği ÜK20+NPK uygulamasında ölçülmüştür. Uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamalara göre toprak azot içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Deneme öncesi topraktaki P_2O_5 miktarı 6.42 kg P_2O_5 /da olarak ölçülürken, T0 ve T1 uygulamalarında 6.29 ve 6.67 kg P_2O_5 /da ölçülmüştür. Ahır gübresi uygulanan parsellerde P_2O_5 miktarı 9.19 (AG10) ve 9.43 (AG20) kg P_2O_5 /da olarak ölçülürken,

ahır gübresine NPK ilave edilen parsellerde sırasıyla 9.65 ve 9.64 kg P_2O_5 /da olmuştur. Kompost uygulanan parsellerde ise P_2O_5 miktarı 6.58 ile 9.28 kg P_2O_5 /da arasında değişmiş, kompost+NPK kullanılan parsellerde ise birikim daha yüksek çıkmıştır. Toprağa ahır gübresi uygulaması fosfor birikimini kompost uygulamalarına göre daha fazla artırırken, kompost uygulamalarına bağlı olarak fosfor miktarı değişmiştir. Uygulamalar arasındaki fark $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamalara göre toprak P_2O_5 içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Deneme öncesi toprak K_2O içeriği 47.21 kg K_2O /da olarak ölçülürken, T0 ve T1 uygulamalarında 44.20 ve 45.63 kg K_2O /da ölçülmüştür. Ahır gübresi kullanılan parsellerde toprak K_2O içeriği 49.17 (AG10) ve 50.37 (AG20) kg K_2O /da, ahır gübresine NPK ilave edilen uygulamalarda sırasıyla 66.33 ve 66.77 kg K_2O /da ölçülmüştür. Kompost kullanılan parsellerde K_2O miktarı 44.27 ile 49.83 kg K_2O /da arasında değişirken, kompost+NPK uygulanan parsellerde 46.27 ile 66.47 kg K_2O /da arasında değişmiştir. Toprağa ahır gübresi uygulaması K_2O birikimini kompost uygulamalarına göre daha fazla artırırken, kompost uygulamalarına bağlı olarak K_2O miktarı değişmiştir. Uygulamalar arasındaki fark $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamalara göre toprak K_2O içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Denemede toprağa ahır gübresi ve kompost ilave edilmesi toprakta NPK düzeyinin artmasına önemli düzeyde katkı sağlamıştır. Bu katkı özellikle fosfor ve potasyum açısından daha da belirgin çıkmıştır. Domates yetiştiriciliğinde kompost kullanan araştırmacılar da kompostun toprağın besin elementi içeriğine olumlu katkı sağladığını ve vejetasyon dönemi sonunda toprakta besin elementi miktarının yükseldiğini belirtmektedirler. Maynard (2000), kompost kullanılmasının vejetasyon dönemi sonunda topraktaki organik madde miktarı ve besin elementi miktarını artırdığını, Lee ve ark. (2019), kompost kullanılmasının toprakta P_2O_5 düzeyini 379.01 ppm’den 468.96 ppm’e, potasyum düzeyini ise 0.57 cmol/kg’den 0.87 cmol/kg’a yükselttiğini belirtmektedirler. Muchanga ve ark. (2019), kompost kullanılan topraklarda domates hasadından sonra organik azot miktarının % 15.20, K miktarının % 36 ve fosfor miktarının % 9.31 arttığını, Kakabouki ve ark. (2021), topraktaki azot içeriğinin % 0.101 den % 0.127’ye yükseldiğini, Arthur ve ark. (2012) ise, % 0.09’dan % 0.12’ye yükseldiğini bildirmektedirler. Baldantoni ve ark. (2016), topraktaki azotun % 0.20’den

% 0.29'a, potasyumun ise % 1.22'den % 1.27'ye yükseldiğini ve bu artışların istatistiksel olarak da önemli olduğunu belirtmektedirler.

Çizelge 4.7. Kompost uygulamalarının toprağın NPK içeriğine etkisi

Uygulamalar	Toplam N (%)	Yarayırlı P (kg P ₂ O ₅ /da)	Alınabilir K (kg K ₂ O/da)
T0 (Kontrol-gübresiz)	0,120 ± 0,002 e	6,29 ± 0,06 g	44,20 ± 3,74 c
T1 (Kontrol-NPK)	0,132 ± 0,004 cd	6,67 ± 0,11 fg	45,63 ± 5,96 bc
T2 (DK10)	0,128 ± 0,002 d	6,58 ± 0,28 fg	44,27 ± 2,15 c
T3 (DK20)	0,128 ± 0,002 d	6,85 ± 0,23 f	45,37 ± 3,95 bc
T4 (EK10)	0,131 ± 0,004 cd	9,21 ± 0,05 ab	46,23 ± 1,22 bc
T5 (EK20)	0,130 ± 0,000 cd	9,28 ± 0,14 ab	48,20 ± 1,40 bc
T6 (ÜK10)	0,133 ± 0,002 c	8,71 ± 0,06 cd	49,83 ± 4,04 bc
T7 (ÜK20)	0,133 ± 0,002 c	8,63 ± 0,23 cd	47,70 ± 1,73 bc
T8 (AG10)	0,133 ± 0,002 c	9,19 ± 0,07 ab	49,17 ± 1,94 bc
T9 (AG20)	0,134 ± 0,004 c	9,43 ± 0,45 ab	50,37 ± 2,14 b
T10 (DK10 + NPK)	0,133 ± 0,002 c	7,52 ± 0,13 e	46,27 ± 3,65 bc
T11 (DK20 + NPK)	0,134 ± 0,004 c	8,31 ± 0,13 d	46,87 ± 0,67 bc
T12 (EK10 + NPK)	0,133 ± 0,002 c	9,44 ± 0,11 ab	66,20 ± 3,22 a
T13 (EK20 + NPK)	0,139 ± 0,002 b	9,30 ± 0,17 ab	66,47 ± 3,20 a
T14 (ÜK10 + NPK)	0,139 ± 0,002 b	9,01 ± 0,49 bc	65,80 ± 1,78 a
T15 (ÜK20 + NPK)	0,142 ± 0,002 b	8,68 ± 0,61 cd	66,07 ± 3,01 a
T16 (AG10 + NPK)	0,143 ± 0,002 b	9,65 ± 0,30 a	66,33 ± 3,19 a
T17 (AG20 + NPK)	0,150 ± 0,000 a	9,64 ± 0,24 a	66,77 ± 2,24 a
	***	***	***

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

4.1.8. Kompost uygulamalarının ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi

Domates hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen ıspanakta biyokütle ölçümleri yapılmış ve T0 ve T1 uygulamalarında sırasıyla 63.97 g ve 94.49 g olarak ölçülmüştür. AG10 ve AG20 uygulamalarında biyokütle miktarı 132.12 g ve 140.41 g olurken, ahır gübresine NPK ilave edilen parsellerde sırasıyla 352.53 g ve 355.52 g olmuştur. Kompost kullanılan parsellerde biyokütle 111.23 g ile 136.46 g arasında değişirken, kompost+NPK uygulanan parsellerde 184.20 g ile 346.42 g arasında değişmiştir. Ahır gübresi ve kompost kullanılması ikinci ürün ıspanak biyokütlesinde önemli düzeyde artış sağlamış, ahır gübresinde elde edilen artış kompost uygulamalarına göre daha yüksek çıkmıştır. Ahır gübresi ve kompost materyallerinin yanında NPK gübrelemenin yapılması da biyokütlerde artış sağlamıştır. Ayrıca artan kompost ve ahır gübresi dozları biyokütlerde de artış sağlamıştır. Denemede T1 uygulamasında biyokütle artışı % 47.71, ahır gübresi kullanıldığında % 119.49, kompost kullanıldığında ise % 113.32 olmuş,

biyokütle artışı kompost + NPK uygulamasında % 441.53'e kadar, ahır gübresi + NPK uygulamasında % 455.76'ya kadar çıkmıştır. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanakta biyokütle üzerine etkisi $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara göre ikinci ürün ıspanak verimi ve uygulamalar arasındaki farklılık düzeyleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Uygulamaların ikinci ürün ıspanakta biyokütle üzerine etkisi

Uygulamalar	Biyokütle (g/bitki)
T0 (Kontrol-gübresiz)	63.97 ± 3.26 n
T1 (Kontrol-NPK)	94.49 ± 1.93 m
T2 (DK10)	111.23 ± 3.65 kl
T3 (DK20)	121.63 ± 3.75 j
T4 (EK10)	106.33 ± 1.22 l
T5 (EK20)	112.71 ± 1.87 k
T6 (ÜK10)	128.51 ± 2.01 ı
T7 (ÜK20)	136.46 ± 2.30 gh
T8 (AG10)	132.12 ± 2.48 hı
T9 (AG20)	140.41 ± 5.24 g
T10 (DK10 + NPK)	184.20 ± 3.11 f
T11 (DK20 + NPK)	190.02 ± 1.20 f
T12 (EK10 + NPK)	256.00 ± 1.19 e
T13 (EK20 + NPK)	273.97 ± 7.64 d
T14 (ÜK10 + NPK)	327.29 ± 2.65 c
T15 (ÜK20 + NPK)	346.42 ± 5.31 b
T16 (AG10 + NPK)	352.53 ± 4.01 a
T17 (AG20 + NPK)	355.52 ± 3.36 a

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

Kompost uygulamalarına bağlı olarak ikinci ürün ıspanak yetiştiriciliğinde biyokütlerde önemli artışlar görülmesi kompost hakkında önemli veriler ortaya koymaktadır. Ispanak biyokütle miktarında etkinin çok belirgin olması ana ürünün vegetasyonu süresince toprağa verilen kompostun 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 biyokütle artışı sağladığını ve kompost + azot uygulamasının daha çok biyokütle ürettiğini belirtmektedirler. Irshad ve ark. (2002), kompost uygulaması yapılmış toprakta mısırın biyokütle ve mineral madde miktarında önemli artış olduğunu belirtmektedirler. 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.

4.2. Kompostların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri

Denemede kullanılan kompost materyallerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.9). Analizler sonucunda üzüm, elma ve domates posalarından elde edilen kompostların organik madde içerikleri sırasıyla % 68.82, % 59.11 ve % 55.58 olmuştur. Kompostun bakteri sayısı en yüksek üzüm kompostundan elde edilirken, üzüm kompostunu domates kompostu ve elma kompostu izlemiştir.

Çalışmada kullanılan kompost materyallerinin organik madde içeriği literatürle karşılaştırıldığında oldukça yüksek görünmektedir. Çalışmalarında kullandıkları kompost materyallerinin organik madde içeriğini inceleyen Aggelides ve Londra (2000), evsel atık ve kanalizasyon atıklarından ürettikleri kompostun organik madde içeriğini % 31.2; Çerçioğlu ve ark. (2017), agroendüstriyel atıklardan elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 30; Aydınşakir ve ark. (2011), kentsel katı atıklardan elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 1.5-1.9; Demir ve ark. (2010) çeltik kavuzu atıklardan elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 35-45; El-Mahrouk ve Dewir (2016), üzüm atıklarından elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 50.1-50.8; Yağmur ve Okur (2017), çim artığı, palmiye artığı, marul, maydanoz, mutfak atıkları, sebze artıklarından elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 45.72; Lopez-Baltazar ve ark. (2013), tarımsal atıklardan elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 49.7 ve Maldonado ve ark. (2021), armut ve elma posalarından elde ettikleri kompostun organik madde içeriğini % 22.6 olarak belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmamızda kullandığımız her 3 materyal de yukarıda belirtilen literatür bulgularından daha yüksek çıkmıştır. Denemede kullanılan kompostların organik madde içeriğinin literatüre göre yüksek çıkmasının değişik sebepleri olabilmektedir. Bu farklılığın, kompost yapım tekniği, kullanılan ahır gübresi ve kompost yapımında kullanılan materyallerin yapısından ileri geldiği düşünülmektedir.

Kompost materyallerinin nem içerikleri domates kompostunda % 47.01, elma kompostunda % 71.55 ve üzüm kompostunda % 48.77 olarak ölçülmüştür. Literatürde de kompostların nem içeriklerinin çok değişken olduğu görülmektedir. Kompost materyallerinin nem içeriğini Arıkan ve Öztürk (2005), % 55-64; Pathak ve ark. (2017), % 18.9; Demir ve ark. (2010), % 35-40; Hussain ve ark. (2015) ise % 42 olarak tespit etmişlerdir. Denemede kullanılan domates ve üzüm kompostlarının nem içeriği literatürle uyumlu bulunurken, elma kompostunun nem içeriğinin literatüre göre daha yüksek çıkması materyalin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Denemede kullanılan kompostların nem içerikleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Denemede kullanılan domates, elma ve üzüm kompostlarının pH değerleri (Çizelge 4.1) sırasıyla 8.68, 7.84 ve 8.52 olarak bulunmuştur. Kompostların pH içerikleri yüksek gibi görünse de literatürle karşılaştırıldığında sonuçların anlamlı olduğu görülmektedir. Yürüttükleri çalışmalarında kompost materyallerinin pH değerlerini ölçen Raclavska ve ark. (2021), pH’ı 3.09; Wu (2001), 7.63; Aggelides ve Londra (2000), 7.3; El-Mahrouk ve Dewir (2016), 8.51; Abad ve ark. (1993), 6.1-7.3 arasında; Varank (2006), 7.7; Arıkan ve Öztürk (2005), 7.1- 7.4 arasında; Çerçioğlu ve ark. (2017), 8.79; Aydınşakir ve ark. (2011), 8.0; Yağmur ve Okur (2017), 7.29; Demir ve ark. (2010), 7.2-7.4 arasında ve Lopez-Baltazar ve ark. (2013), 8.33 olarak bulmuşlardır. Literatür bilgilerinden de anlaşılacağı gibi kompostlarda pH çok fazla değişkenlik göstermektedir. Bu da başta materyal farklılığı olmak üzere, kompost yapım tekniği, kompost yapımında kullanılan materyaller ve kompost yapım süreci etkili olabilmektedir.

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 (Çizelge 4.9). Denemede kullanılan materyallerin elektriksel iletkenliği birbirinden farklı çıkmıştır. Bu farklılık beklenen bir sonuç olmuştur. Zira 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 Lopez-Baltazar ve ark. (2013), 6.10 dS/m olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Üzüm kompostunda EC değerinin elma ve domates kompostlarına göre daha düşük çıkması üzümün diğer kompostlara göre daha gevşek yapılı ve asidik özellikte olmasından kaynaklanmaktadır.

Kompost yapımı ve kullanılmasında üzerinde en çok durulan 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 4.9'da 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 Pathak ve ark. (2017), % 1.31; Demir ve ark. (2010), % 1.5-2.5; Raclavska ve ark. (2021), % 4.3; 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 (2017), % 1.32 ve Lopez-Baltazar ve ark. (2013), % 5.44 olarak ölçmüşlerdir. Literatür çalışmalarında da görüldüğü gibi kompost N içeriği oldukça değişkenlik gösteren elementlerden biridir.

Denemede kullanılan kompostlarda ölçülen fosfor miktarı literatürle uyumlu olduğu kadar literatüre göre farklılıklar da göstermektedir. Bu durum normal bir sonuç olup, kompostun fosfor içeriği üzerine 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; Lopez-Baltazar ve ark. (2013), % 1.07; Hussain ve ark. (2015), % 1.84 ve Yağmur ve Okur (2017), % 0.30 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda kompost materyallerinde ölçülen K miktarı literatürde belirtilen sınırlar içinde yer almıştır.

Kompost materyallerinin azot ve fosfor içeriklerine benzer şekilde potasyum içerikleri de geniş bir varyasyon göstermiştir. 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 (2017), % 2.56 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.9. Domates, elma ve üzüm kompostlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kompost özellikleri	Domates Kompostu	Elma Kompostu	Üzüm Kompostu
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	6.1	2.51
Toplam Azot (N) (%)	3.06	4.09	2.71
Toplam Fosfor (P) (%)	0.68	0.88	0.58
Toplam Potasyum (K) (%)	1.38	2.85	3.26
Toplam Kalsiyum (Ca) (%)	15.8	8.91	6.54
Toplam Magnezyum (Mg) (%)	1.1	1.17	0.72
Toplam Demir (Fe) (%)	0.75	0.29	0.71
Toplam Çinko (Zn) (ppm)	170	200	250
Toplam Mangan (Mn) (ppm)	360	288	204.5
Toplam Bakır (Cu) (ppm)	180	200	210
Bakteri sayısı (kob/g)	3.85×10^7	3.60×10^7	4.75×10^6

4.3. Kompost Materyallerinin Topraksız Tarımda Yetiştirme Ortamı olarak Kullanılması

4.3.1. Kompost uygulamalarının domateste verim parametrelerine etkisi

Yetiştirme ortamı olarak tek başına kompost kullanılması veya kompost materyallerinin karışım halinde kullanılması verim ve verim komponentlerinde artış sağlamıştır. Ancak bu etki kompost materyallerine göre farklılıklar göstermiştir. Bitki başına en düşük meyve sayısı Ü, ÜC ve kontrol uygulamalarından elde edilirken, diğer kompost uygulamaları kontrolden daha yüksek meyve sayısı vermiştir. Bunun yanında en yüksek meyve ağırlığı kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasından 205.10 ton/ha pazarlanabilir verim elde edilirken, E, D ve ÜC uygulamasında 286.59 ton/ha ile en yüksek pazarlanabilir verim elde edilmiş, kontrole göre pazarlanabilir verimde % 39.73 artış sağlanmıştır. Verim parametreleri bakımından uygulamalar arasındaki

farklılıklar 0.001 düzeyinde önemli çıkmıştır. Denemede kullanılan kompostların verim ve verim parametrelerine etkisi Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Üzüm posası ve çam kabuğundan elde ettikleri kompostu topraksız domates yetiştiriciliğinde kaya yünü ile karşılaştıran Reis ve ark. (2003), toplam verim, meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı bakımından bir fark oluşmadığını ve üzüm kompostunun kaya yünü için etkili bir alternatif olduğunu belirtmektedirler. Branch ve Esfahan (2010), fermente edilmiş, hurma, perlit ve kokopiti yetiştirme ortamı olarak karşılaştırdıkları çalışmada uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulamadıklarını, fermente edilmiş hurma atıklarının topraksız domates yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabileceğini belirtmektedirler. Íñiguez-Covarrubias ve ark. (2022), tekila yapımında kullanılan agava atıklarından elde ettikleri kompostun topraksız domates yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabileceğini, ancak agavaya özgü kompost yapım protokolünün geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Çizelge 4.10. Kompost uygulamalarının domatesta verim ve verim parametrelerine etkisi

Ortamlar	Meyve Sayısı (adet/bitki)	Meyve Ağırlığı (g)	Pazarlanabilir Verim (ton/ha)	Toplam Verim (ton/ha)
D	56.22±3.82 b	116.97±3.66 d	143.38±12.23 d	156.47± 9.46 e
E	75.17±1.84 a	153.87±3.21 c	248.46± 7.27 b	275.30± 1.47 bc
Ü	55.61±2.11 b	121.83±3.39 d	149.14±14.73 d	161.41±10.15 e
DC	57.45±3.82 b	113.86±2.17 d	146.57±12.95 d	155.85±12.96 e
EC	74.55±3.82 a	150.75±2.82 c	254.79± 5.58 b	267.44± 8.63 c
ÜC	55.61±4.62 b	116.05±9.00 d	143.48± 7.85 d	153.07± 5.70 e
EDÜ	75.17±3.67 a	168.71±8.52 ab	276.38±16.61 a	301.84±18.60 a
EDÜC	74.56±2.80 a	164.70±5.55 b	286.59±11.31 a	292.48±17.92 ab
Kontrol	55.61±1.06 b	176.58±4.99 a	205.10± 3.76 c	233.87±10.39 d
	***	***	***	***

*** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çalışmada üzüm ve özellikle elma posasından elde edilen kompostun topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabileceği görülmektedir. Literatürde kompost kullanılmasının kontrol materyallerine göre bir fark oluşturmadığı belirtilirken, yürütülen bu çalışmada kontrol olarak kullanılan kokopite göre daha iyi sonuç alınması dikkat çekici ve son derece olumlu bir sonuçtur. Cannellas ve ark. (2014) ve Cozzolino ve ark. (2016), yeşil kompostların bitki biyositümülatorü olan humik maddelerce zengin

olduğunu, bitki besin elementlerinin yararlılığını artırdığını, abiyotik stres faktörlerinin etkisini azalttığını, Prasad ve Maher, (2001), Massa ve ark. (2018) ve Farrell ve Jones (2010), yeşil atıklardan elde edilen kompostların topraksız tarımda ticari ortamların yerine başarıyla kullanılabildiğini ve ümitvar sonuçlar elde edildiğini belirtmektedirler.

4.3.2. Kompost uygulamalarının domatestte kalite özelliklerine etkisi

Yetiştirme ortamlarının domatestte meyve biyokimyasal içeriğine etkisi farklılıklar oluşturmuştur. Meyvede C vitamini kontrol ortamında en yüksek çıkarken, domates ve üzüm kompostu ile bu ortamların kokopit ile karışımları haricindeki diğer ortamlar ile kontrol ortamı arasında fark önemli çıkmamıştır. Domates ve üzüm kompostu kullanılan ortamlarda C vitamini düşük çıkmıştır. Domates kompostunun havalanma kapasitesinin düşük olması, üzüm kompostunda ise üzüm çekirdeklerinin ayrışmasının tamamlanmamış olmasının bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Kompost uygulamalarının domates meyvelerinde pH ve SÇKM üzerine etkisi önemsiz bulunmuş, kontrol ile kompost materyalleri arasında bir fark çıkmamıştır. Meyvede titre edilebilir asit miktarı kontrol parsellerinde en yüksek bulunurken, uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli çıkmakla beraber anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Denemede kullanılan kompostların meyve kalitesine etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kompost uygulamalarının domatestte meyve kalite özelliklerine etkisi

Ortamlar	C Vitamini (mg/100 g)	pH	SÇKM (%)	TA (mg/100 g)
D	7.53±0.23 c	4.70±0.10	5.70±0.30	0.481±0.04 ab
E	9.27±0.61 ab	4.70±0.10	5.87±0.06	0.451±0.01 bcd
Ü	9.13±0.49 b	4.57±0.06	5.60±0.26	0.460±0.01 bc
DC	6.80±0.10 c	4.57±0.06	5.63±0.21	0.466±0.03 bc
EC	9.63±0.84 ab	4.57±0.06	5.43±0.15	0.476±0.01 abc
ÜC	8.93±0.21 b	4.60±0.10	5.27±0.21	0.448±0.04 bcd
EDÜ	9.47±0.12 ab	4.70±0.10	5.37±0.29	0.431±0.03 cd
EDÜC	9.47±0.32 ab	4.70±0.10	5.57±0.15	0.412±0.01 d
Kontrol	10.03±0.35 a	4.57±0.06	5.77±0.29	0.515±0.01 a
	***	ö.d.	ö.d.	**

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

*** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Branch ve Esfahan (2010), hurma atıklarını fermente ederek elde ettikleri yetiştirme ortamını kokopit ve perlit ile kombinasyonlu olarak denedikleri çalışmada kullandıkları ortamların domates meyvelerinde C vitamini ve titrasyon asitliğinde önemli bir fark oluşturmadığını, en yüksek SÇKM miktarının fermente olmuş hurma ortamından elde edildiğini ancak perlit ve kokopit ortamlarından elde edilen değerlerden önemli bir fark oluşturmadığını belirtmektedirler.

4.3.3. Kompost uygulamalarının domatesta çiçek burnu çürüklüğü, kuru ağırlık ve klorofil indeksine etkisi

Domates meyvelerinde çiçek burnu çürüklüğü görülme oranı kompost materyaline göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.12). Domates, elma ve üzüm kompostu ile kontrol uygulamasında çiçek burnu çürüklüğü oranı en yüksek çıkmış ve bu uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Bununla beraber özellikle kompost materyallerinin kokopit dahil dörtlü karışımı ile EDÜ karışımı ve ÜC karışımında çiçek burnu çürüklüğü önemli düzeyde azalmıştır.

Topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde bitki besin elementi uygulamaları, farklı ortamların kullanılması ve kök bölgesindeki çevresel faktörlerin çiçek burnu çürüklüğüne etkisi ile ilgili çalışmalar yürütülmüş olmasına karşın (Traka-Mavrona ve ark., 2001; Dehnavard ve ark., 2017; Miyama ve ark., 2022), topraksız domates yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kompost kullanılması ile çiçek burnu çürüklüğü arasında bir ilişkinin varlığı araştırılmamıştır. Bu açıdan denemede elde edilen veriler literatür açısından yeni bilgilerdir. Domates yetiştiriciliğinde çiçek burnu çürüklüğü en önemli fizyolojik bozukluklardan ve kök bölgesinde kalsiyum eksikliği ve/veya bitkilerin kalsiyumu alamamasına neden olan olaylardan kaynaklanmaktadır (Hagassou ve ark., 2019; Massa ve ark., 2019). Yetiştirme ortamı olarak kompost kullanılması bitki köklerinin kalsiyum alımını teşvik ettiği ve ayrıca kompost yapım sürecinde katkı maddesi olarak kullanılan kirecin bitkilerin kalsiyum ihtiyacının karşılanmasında etkili olduğu ve bu nedenlerle de kompost ortamlarında çiçek burnu çürüklüğünün daha düşük düzeyde gerçekleştiği düşünülmektedir. Domates kompostunda çiçek burnu çürüklüğünün diğer kompost ortamlarına göre daha yüksek çıkmasının nedeni domates kompostu kullanılan ortamlarda kök bölgesinde sıkışma nedeniyle kök gelişiminin daha zayıf olmasına bağlanmıştır. Nitekim bu durum

pazarlanabilir verimin düşük çıkmasının ve titre edilebilir asit miktarının yüksek çıkmasının da nedeni olarak düşünülmektedir.

Kompost kullanımı yaprak kuru ağırlığında bir artış sağlamazken, kontrol uygulaması önemli düzeyde artış sağlamıştır. Bununla beraber kontrol dışında kullanılan diğer ortamlar arasında yaprak kuru ağırlığı bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Meyve kuru ağırlığında ise D, E ve EDÜC ortamları kontrole göre daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 4.12). Bununla beraber en yüksek meyve kuru ağırlığının elde edildiği elma ve domates kompostları hariç, diğer ortamlar ile kontrol uygulaması arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Denemede en yüksek klorofil indeksi değeri kontrol ortamında elde edilmesine karşın, uygulamalar arasında istatistiksel bakımdan bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kompost uygulamalarının domates meyvelerinde çiçek burnu çürüklüğü, meyve ve yaprak kuru ağırlığı ve yaprak klorofil indeksi değerlerine etkisi

Ortamlar	Çiçek Burnu Çürüklüğü(%)	Yaprak Kuru Ağırlığı (%)	Meyve Kuru Ağırlığı (%)	Klorofil İndeksi(Spad)
D	6.18±2.63 ab	11.29±0.92 C	6.74±0.32 ab	54.39±4.32
E	3.55±2.54 ab	13.02±0.86 bc	7.00±0.44 a	56.10±2.18
Ü	4.76±4.88 abc	13.31±1.21 bc	5.38±0.27 cd	52.59±4.22
DC	4.09±3.01 bc	12.37±1.20 bc	5.29±0.58 cd	56.07±2.99
EC	1.79±3.91 bc	13.36±0.06 bc	5.45±0.81 cd	56.65±2.70
ÜC	3.48±3.26 bc	11.31±1.46 c	5.16±0.60 d	54.42±3.74
EDÜ	1.58±3.93 bc	13.48±1.26 b	4.99±0.26 d	55.44±3.55
EDÜC	0.82±2.38 c	12.70±1.22 bc	6.17±0.57 abc	53.91±2.68
Kontrol	5.66±3.50 a	15.61±0.90 a	5.93±0.49 bcd	59.10±2.37
	*	**	**	ö.d.

* : Uygulamalar arasındaki farkın 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir

** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir

ö.d.: Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

4.3.4. Kompost uygulamalarının domateste besin elementi içeriklerine etkisi

Domates yapraklarında farklı kompost ortamlarının makro besin elementleri üzerine etkisine bakıldığında N, P, K ve Ca bakımından uygulamalar arasında farkın önemli olmadığı görülmüştür. Kompost uygulamalarına göre yaprakta azot içeriği % 3.43 ile % 3.56 arasında, fosfor içeriği % 0.47 ile % 0.56 arasında, potasyum içeriği % 3.62 ile % 3.68 arasında ve kalsiyum içeriği % 1.63 ile % 1.74 arasında değişmiştir. Kompost

uygulamalarına göre domates yapraklarının makro besin elementi içerikleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Topraksız tarımda farklı kompost ortamlarının domates bitkisinin yapraklarının makro besin elementi içeriğine etkisi

Ortamlar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)
D	3.43±0.03	0.49±0.01	3.62±0.04	1.72±0.05
E	3.46±0.04	0.50±0.04	3.65±0.04	1.63±0.05
Ü	3.47±0.03	0.47±0.02	3.68±0.03	1.68±0.10
DC	3.44±0.01	0.51±0.01	3.68±0.04	1.74±0.06
EC	3.50±0.01	0.55±0.03	3.65±0.06	1.71±0.13
ÜC	3.54±0.02	0.53±0.08	3.71±0.03	1.74±0.06
EDÜ	3.56±0.04	0.55±0.03	3.71±0.02	1.70±0.04
EDÜC	3.55±0.09	0.54±0.04	3.68±0.04	1.71±0.04
Kontrol	3.51±0.05	0.56±0.03	3.64±0.06	1.71±0.04
	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

Denemede elde edilen potasyum referans değerleri Jones ve ark. (1991), Campbell (2000) ve Orman ve Kaplan (2004), tarafından belirtilen bulgular ile benzer bulunmuştur. Ayrıca, gübreleme programı ile ilgili yürütülen çalışmalarda domates yapraklarında potasyum içeriğini Adams ve ark. (1978) % 4.4-5.6 arasında bulmuşlardır (Maltaş ve Kaplan, 2015). Örtü altı yetiştiriciliğinde potasyum elementi önemli bir elektrolit olup, aynı zamanda meyve kalitesi, bitki su tüketimi ve generatif gelişmede önemli rol oynamaktadır (Marschner, 1995).

Denemede, kompost uygulamalarının domates yapraklarında Ca miktarını etkilediği ve % 1.0-3.0 arasında çıktığı görülmektedir. Domates yapraklarındaki Ca içeriği yeterli düzeyde bulunmuştur. Yaprakta yeterli Ca olmasına karşın bazı uygulamalarda çiçek burnu çürüklüğü görülmesi soru işareti doğursa da araştırmalara göre domatesin kaldırdığı kalsiyumun % 95'inin yeşil aksamda ve özellikle de yapraklarda kullanıldığı, buna karşın noksanlık belirtilerinin meyvelerde görüldüğü tespit edilmiştir (Anonim 2009). Ayrıca, yüksek sıcaklık başta olmak üzere ekstrem çevre koşulları domateste kalsiyumun yapraktan meyveye taşınmasında aksaklıklara neden olmakta ve meyvede Ca noksanlığı görülme olasılığı artmaktadır. Domates yapraklarında tespit edilen Ca miktarı literatürle karşılaştırıldığında kabul edilebilir sınırlarda çıkmıştır. Deneme

sonuçları Campbell (2000) ve Jones ve ark. (1991) tarafından elde edilen sonuçlarla uyumlu çıkmıştır.

Domates yapraklarında mikro besin elementi içerikleri uygulamalara göre farklılıklar göstermiştir. Yaprakta Fe konsantrasyonu uygulamalara göre farklılıklar göstermesine karşın, denemede kullanılan 8 kompost materyalinin dördünde demir içeriği istatistiksel olarak kontrol uygulaması ile aynı çıkmıştır. Denemede Fe içeriği 69.67 ppm ile 84.67 ppm arasında değişmiş, kontrol uygulamasında Fe içeriği 80.33 ppm çıkmıştır. En yüksek demir konsantrasyonu EDÜ uygulamasından elde edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılık $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.14).

Domates yapraklarında Zn konsantrasyonu 15.40 ppm ile 20.63 ppm arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında Zn içeriği 19.40 ppm olurken, 8 kompost ortamının üçünde Zn miktarı kontrolden yüksek çıkmıştır. En yüksek Zn konsantrasyonu elma kompostundan elde edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılık $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Denemede Cu konsantrasyonu 14.90 ppm ile 18.40 ppm arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında Zn konsantrasyonu 16.27 ppm olurken, kompost uygulamalarının 5 tanesinde Zn içeriği kontrol uygulamasından daha yüksek çıkmıştır. Denemede en yüksek Zn içeriği üzüm+kokopit ortamında elde edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.14).

Çalışmada domates yapraklarının Mn içeriği istatistiksel olarak farklı çıkmamış, Mn konsantrasyonu 138.33 ppm ile 166.33 ppm arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında Mn içeriği 154.00 ppm bulunurken, en yüksek Mn konsantrasyonu EDÜ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

Pinamonti ve ark. (1997), ağaç kabuğu ve kanalizasyon atıklarından elde ettikleri kompostu topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde kokopit ile karşılaştırmışlar ve Fe konsantrasyonunun kokopit ortamında 144 ppm, kompost ortamında 97 ppm, Mn konsantrasyonunu kokopit ortamında 223 ppm, kompost ortamında 184 ppm olarak gerçekleştirdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacıların sonuçları ile denemeden elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar olduğu gibi benzerlikler de bulunmaktadır. Araştırmacılar domates

yapraklarında Fe ve Mn konsantrasyonlarını kokopit ortamında komposta göre daha yüksek bulmuşlardır. Yürütülen bu çalışmada da bazı kompost ortamlarında buna benzer sonuçlar elde edilmiştir. Denemede bazı ortamların kontrolden daha yüksek çıkması anlaşılabilir bir sonuç olup, bu durum kompost yapımında kullanılan ahır gübresi, saman, üre gibi ilave maddelerle de alakalıdır.

Çizelge 4.14. Topraksız tarımda farklı kompost ortamlarının domates bitkisinin yapraklarının mikro besin elementi içeriğine etkisi

Ortamlar	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
D	69.67±4.16 c	16.70±2.32 bc	14.90±0.36 c	148.33±17.10
E	80.00±2.65 ab	20.63±1.47 a	16.00±1.57 abc	151.00±30.51
Ü	75.67±6.43 b	19.93±1.46 ab	17.73±1.39 ab	147.33±24.79
DC	84.00±1.00 a	18.26±0.71 abc	16.37±1.91 abc	138.33±13.50
EC	73.67±3.06 c	18.63±3.76 abc	15.83±0.98 bc	158.67±9.29
ÜC	83.67±2.52 a	20.13±2.18 ab	18.40±1.10 a	142.00±5.20
EDÜ	73.33±1.15 c	15.40±0.44 c	18.23±1.42 ab	166.33±1.15
EDÜC	84.67±3.51 a	16.33±1.66 bc	16.43±0.81 abc	152.33±11.37
Kontrol	80.33±3.21 ab	19.40±2.07 ab	16.27±1.31 abc	154.00±9.54
	***	*	*	ö.d.

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

* : Uygulamalar arasındaki farkın 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

*** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Market ve restoran atıklarından elde edilen kompostu ilave katkı maddeleri ile karıştırarak oluşturdukları materyalleri topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde kullanan O'Brien ve ark. (1999), çalışmalarında domates yapraklarında çinko içeriğinin 13-20 ppm, bakır içeriğinin 13-15 ppm, Mn içeriğinin 34-50 ppm ve Fe içeriğinin 109-156 ppm arasında değiştiğini belirtmektedirler. Karşılaştırma maksadıyla ticari yetiştirme ortamı kullanmayan araştırmacılar kompost materyallerinin mikro besin elementi içeriğine etkilerinin istatistiksel olarak önemli çıkmadığını belirtmektedirler. Domates yapraklarında mikro besin elementi birikiminin ortam ve ortam bileşenleri ile topraksız yetiştiricilikte uygulanan gübreleme tekniğine göre farklılıklar oluşturması beklenen bir sonuçtur. Bu nedenle literatür ile benzerlik veya farklılıkların çıkması muhtemel görünmektedir.

Denemede elde edilen Fe ve Zn konsantrasyonları Jones ve ark. (1991) ile Campbell (2000) tarafından belirtilen sınır değerler içinde yer almıştır. Mn ve Cu

konsantrasyonları ise Jones ve ark. (1991), Maltaş ve Kaplan (2015) ve Gözükar ve Kaplan (2018) tarafından belirtilen değerlerle uyumlu bulunmuştur.

4.3.5. Kompost uygulamalarının hıyarda verim parametrelerine etkisi

Yetiştirme ortamı olarak kullanılan kompost materyalleri hıyarda verim üzerine önemli katkılar sağlamıştır. Kompost uygulamalarına bağlı olarak pazarlanabilir verim 162.75 ton/ha ile 344.96 ton/ha arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında pazarlanabilir verim 215.91 ton/ha olmuştur. Denemede kullanılan 8 ortamın dördünde pazarlanabilir verim kontrolden daha yüksek çıkmıştır. En yüksek verimin elde edildiği EDÜC ortamında pazarlanabilir verim kontrole göre % 60 artış sağlamıştır. Çalışmada toplam verim değerleri de pazarlanabilir verime benzer bulunmuş ve kontrole göre pazarlanabilir verimde % 49 artış sağlanmıştır. Gerek pazarlanabilir verim ve gerekse toplam verim bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kompost uygulamalarının topraksız tarımda hıyar yetiştiriciliğinde pazarlanabilir ve toplam verime etkileri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir ve toplam verime etkisi

Ortamlar	Pazarlanabilir Verim (ton/ha)	Toplam Verim (ton/ha)
D	162.75±39.90 d	172.99±44.28 d
E	310.47 ± 9.48 ab	319.00±14.07 ab
Ü	170.00±20.54 d	177.29±23.66 d
DC	170.60±29.13 d	182.32±24.36 d
EC	282.13±16.47 b	290.27±18.28 b
ÜC	181.92±14.20 cd	190.98±14.33 cd
EDÜ	301.29±16.70 b	312.13±22.64 ab
EDÜC	344.96±16.38 a	351.53±17.51 a
Kontrol	215.91 ± 8.59 c	223.70 ± 8.84 c
	***	***

*** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

Denemede kullanılan 8 kompost ortamından dördünün kontrole göre daha iyi sonuç vermesi anlamlı bulunmuştur. Literatürde de benzer sonuçların ifade edilmesi deneme sonuçlarını desteklemektedir. Ahır gübresinden elde ettiği kompostu hıyarda topraksız yetiştirme ortamı olarak torfla karşılaştıran Schroeder ve Sell (2007), çeşitlere göre pazarlanabilir verimin kompost ortamında 6.3 ile 7.96 kg/m² arasında, torf ortamında ise 5.2 ile 7.92 kg/m² arasında gerçekleştiğini ve kompost ortamında elde edilen verimin

torf ortamına eşit ve hatta 2 çeşitte daha yüksek çıktığını belirtmektedirler. Pinamonti ve ark. (1999), topraksız yetiştirme ortamı olarak hıyar yetiştiriciliğinde torf ve kompostu karşılaştırdıkları çalışmalarında pazarlanabilir verimin torfta 5.88 kg/bitki, kompostta 7.17 kg/bitki olduğunu ve farkın önemli çıktığını, Basirat ve ark. (2022) ise hurma atıklarından elde ettikleri kompostu hıyarda topraksız tarım ortamı olarak kullandıkları çalışmada toplam verimin 1.91 kg/bitki olduğunu, kontrol ortamı olan kokopitte ise 1.97 kg/bitki olduğunu ve iki ortam arasında oluşan farkın önemsiz çıktığını belirtmektedirler.

Yetiştirme ortamı olarak tek başına kompost kullanılması veya kompost materyallerinin karışım halinde kullanılması bazı ortamlarda pazarlanabilir meyve sayısı ve meyve ağırlığında artış sağlamıştır. Denemede kompost uygulamalarında pazarlanabilir meyve sayısı 72.50 ile 129.17 adet/bitki arasında değişirken, kontrol uygulamasında 84.61 adet/bitki olmuştur. Denemede kullanılan 8 kompost ortamından dördünde meyve ağırlığı kontrolden yüksek çıkmış ve oluşan fark $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pazarlanabilir meyve ağırlıkları da meyve sayısına paralel bulunmuş, meyve sayısı bakımından kontrole göre daha yüksek sonuç veren uygulamalarda ortalama meyve ağırlığı da kontrolden yüksek çıkmıştır. Çalışmada pazarlanabilir meyve ağırlığı kompost materyallerinde 66.91 ile 88.16 g arasında değişirken kontrol uygulamasında 84.19 g olarak gerçekleşmiştir. Ortalama meyve ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0.001$ düzeyinde önemli çıkmasına karşın, kontrol ortamı ile kontrolden daha yüksek çıkan ortamlar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Kompost uygulamaları arasında ıskarta meyve sayısı bakımından küçük farklılıklar görülsede bu farklılıklar önemli çıkmamıştır. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir meyve sayısı, ıskarta meyve sayısı ve pazarlanabilir meyve ağırlığına etkileri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Denemede kullanılan kompost materyallerinden bir kısmının pazarlanabilir ve toplam verimde artış sağlamanın yanında meyve sayısında da artış sağlması yenilenebilir, dışa bağımlılığı olmayan ve çevre dostu bir materyalin ithal kokopit ortamı yerine rahatlıkla ikame olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar birçok açıdan ümit vericidir. Basirat ve ark. (2022), hurma atıklarından elde ettikleri kompostu kokopitle karşılaştırdıkları çalışmalarında meyve sayısı ve meyve ağırlığı bakımından kokopit ile

kompost ortamları arasında fark olmadığını belirtmeleri deneme sonuçlarını desteklemektedir.

Çizelge 4.16. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir meyve sayısı, iskarta meyve sayısı ve pazarlanabilir meyve ağırlığına etkileri

Ortamlar	Pazarlanabilir Meyve Sayısı (adet/bitki)	Iskarta Meyve Sayısı (adet/bitki)	Pazarlanabilir Meyve Ağırlığı (gram)
D	72.50±18.75 c	4.17±1.93	74.22±2.38 ab
E	116.61±3.28 ab	3.89±2.28	87.86±0.47 a
Ü	79.83±9.17 c	3.22±0.82	70.24±0.43 bc
DC	83.72±7.54 c	4.56±1.64	66.91±5.58 c
EC	107.89±7.34 b	3.94±1.93	86.34±1.75 a
ÜC	85.33±3.76 c	4.72±0.68	70.30±2.95 bc
EDÜ	115.94±9.30 ab	4.44±2.08	85.87±2.23 a
EDÜC	129.17±6.84 a	3.00±0.58	88.16±1.78 a
Kontrol	84.61±2.28 c	3.56±0.67	84.19±1.17 a
	***	ö.d	***

*** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

ö.d : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

4.3.6. Kompost uygulamalarının Hıyarda kalite özelliklerine etkisi

Denemede yetiştirme ortamlarının hıyar meyvelerinde pH ve titrasyon asitliğine etkisi önemsiz çıkarken, SÇKM üzerine etkisi $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kompost ortamlarına göre pH değerleri 6.00 ile 6.53 arasında değişirken, kontrolde 6.30 olmuştur. Hıyar meyvelerinde titre edilebilir asit miktarı kompost uygulamalarında % 0.217 ile 0.260 arasında değişirken, kontrolde % 0.224, SÇKM miktarı ise kompost uygulamalarında % 2.83 ile 3.73 arasında değişirken, kontrol uygulamasında % 3.57 olmuştur. SÇKM içeriğinin en yüksek çıktığı ortamlar ile kontrol uygulaması arasındaki fark önemli çıkmamıştır. Kompost uygulamalarının hıyarda pH, SÇKM ve TA etkileri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çalışmada yetiştirme ortamı olarak kompost kullanılmasının kontrole göre meyve kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve yaprak klorofil indeksine etkileri incelenmiş ve her 3 özellikte de gerek kompost uygulamaları arasında ve gerekse kompost uygulamaları ile kontrol uygulaması arasında farklılıklar önemli bulunmamıştır. Kompost uygulamaları arasında meyve kuru ağırlığı % 3.87 ile % 4.82 arasında değişirken, kontrolde % 4.57 olarak gerçekleşmiştir. Kompost uygulamaları arasında yaprak kuru ağırlığı % 10.08 ile

% 12.21 olurken, kontrolde % 10.63 olarak gerçekleşmiştir. Hıyar yapraklarında klorofil indeksi kompost uygulamalarına göre 58.53 ile 75.00 arasında değişirken, en düşük değer 54.28 ile kontrolden elde edilmiştir. Denemede elde edilen sonuçlar Du ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara benzer çıkmıştır. Araştırmacılar üzüm posalarından elde ettikleri kompostta yetiştirdikleri hıyarın meyvelerinde bitki boyu ve kuru ağırlığın kontrol ortamı olarak kullandıkları torf + vermikulit (2:1 oranında) ortamına göre daha yüksek ve oluşan farkın da önemli çıktığını belirtmektedirler. Kompost uygulamalarının hıyar bitkisinde, meyve kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve yaprak klorofil indeksine etkisi Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kompost uygulamalarının hıyarda pH, SÇKM ve TA içeriğine etkisi

Ortamlar	pH	SÇKM (%)	TA (%)
D	6.00±0.10	3.00±0.10 de	0.237±0.046
E	6.53±0.35	3.43±0.12 abc	0.233±0.021
Ü	6.23±0.32	3.40±0.30 abc	0.233±0.035
DC	6.27±0.15	3.10±0.10 cde	0.217±0.029
EC	6.13±0.15	3.23±0.15 bcd	0.230±0.030
ÜC	6.13±0.06	2.83±0.21 e	0.263±0.042
EDÜ	6.33±0.35	3.73±0.12 a	0.243±0.021
EDÜC	6.27±0.15	3.23±0.32 bcd	0.260±0.046
Kontrol	6.30±0.10	3.57±0.21 ab	0.224±0.017
	ö.d	**	ö.d

** : Uygulamalar arasındaki farkın 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

ö.d : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

Çizelge 4.18. Kompost uygulamalarının hıyarda meyve ve yaprak kuru ağırlığı ile yaprakta klorofil indeksine etkisi

Ortamlar	Meyve Kuru Ağırlığı (%)	Yaprak Kuru Ağırlığı (%)	Klorofil İndeksi
D	4.80±0.23	11.11±3.52	75.00±5.95
E	4.41±0.51	11.00±0.54	64.53±8.77
Ü	4.45±0.49	10.49±0.84	71.20±8.56
DC	3.87±0.15	11.16±2.71	63.07±7.39
EC	4.14±0.46	10.08±1.53	63.95±4.83
ÜC	4.44±0.20	10.24±0.76	58.53±3.03
EDÜ	4.82±1.47	12.21±4.17	63.23±8.26
EDÜC	4.55±0.10	10.53±1.48	65.67±8.72
Kontrol	4.57±0.31	10.63±1.55	54.28±8.20
	ö.d	ö.d	ö.d

ö.d :Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

4.3.7. Kompost uygulamalarının hıyarda besin elementi içeriklerine etkisi

Çalışmada kompost ortamlarına göre hıyar yapraklarında makro besin elementlerinden N, P, K ve Ca, mikro besin elementlerinden Cu, Zn, Fe ve Mn birikimi incelenmiştir. Yapraktaki N içeriği kompost uygulamalarına bağlı olarak % 4.00 ile 4.34 arasında değişirken, kontrolde % 4.46 ile en yüksek çıkmıştır. Uygulamalara bağlı olarak P içeriği % 0.54 ile 0.63 arasında değişirken, kontrolde % 0.50 ile en düşük bulunmuştur. Yaprakta K birikimi N birikimine benzer sonuçlar vermiş, kompost uygulamalarına göre K içeriği % 3.42 ile 3.56 arasında değişirken, kontrolde % 3.59 ile en yüksek değere ulaşılmıştır. Kompost uygulamaları arasında Ca içeriği % 2.13 ile 2.37 arasında değişirken, kontrol uygulamasında % 2.26 olarak gerçekleşmiştir. Makro besin elementi içerikleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamalarının yaprakta makro besin elementi içeriğine etkisi Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Kompost uygulamalarının yaprakta makro besin elementi içeriğine etkisi

Ortamlar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)
D	4.11±0.11	0.57±0.04	3.42±0.09	2.13±0.05
E	4.25±0.11	0.60±0.08	3.46±0.05	2.16±0.06
Ü	4.00±0.23	0.56±0.09	3.56±0.05	2.17±0.12
DC	4.19±0.18	0.63±0.03	3.50±0.13	2.23±0.09
EC	4.34±0.19	0.54±0.03	3.51±0.06	2.34±0.18
ÜC	4.20±0.06	0.56±0.09	3.50±0.09	2.37±0.07
EDÜ	4.33±0.22	0.57±0.04	3.47±0.06	2.29±0.04
EDÜC	4.33±0.11	0.60±0.03	3.45±0.22	2.18±0.14
Kontrol	4.46±0.11	0.50±0.02	3.59±0.16	2.26±0.11
	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d

ö.d : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

Denemede kullanılan ortamların mikro besin elementlerinden Fe, Zn, Cu ve Mn içeriğine etkileri makro besin elementi birikimine etkilerine benzer sonuçlar vermiştir. Kompost kullanılan ortamlarda hıyar yapraklarında Fe içeriği 94.33 ile 103.33 ppm arasında değişirken kontrolde 106.00 ppm ile en yüksek bulunmuştur. Uygulamalara göre Zn içeriği 34.00 ile 39.00 ppm arasında değişirken, kontrolde 37.00 ppm olmuş, 8 kompost ortamının dördünde Zn içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Cu konsantrasyonu kompost uygulamalarında 16.53 ile 20.07 ppm arasında değişirken,

kontrolde 16.70 ppm çıkmış, denemede kullanılan ortamlardan 7 tanesinde Cu konsantrasyonu kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Hıyar yapraklarında Mn konsantrasyonu kompost kullanılan ortamlarda 95.07 ile 105.33 ppm arasında değişirken, kontrol uygulamasında 105.30 ppm olmuştur. Mikro besin elementleri bakımından kompost uygulamaları arasındaki farklılıklar önemli çıkmamıştır. Kompost uygulamalarının yapraklarda mikro besin elementi içeriğine etkisi Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kompost uygulamalarının yaprakta mikro besin elementi içeriğine etkisi

Ortamlar	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
D	94.67±10.07	34.00±1.00	19.13±1.99	95.07± 7.00
E	98.00±13.08	39.00±2.65	18.70±2.31	103.63± 7.92
Ü	99.67±13.20	38.00±1.85	18.83±0.50	97.93±10.46
DC	96.67±10.26	38.67±2.52	20.07±2.31	105.33± 7.07
EC	102.67± 8.08	36.67±5.13	18.30±0.60	101.17±10.09
ÜC	94.33± 9.07	37.33±6.66	18.37±0.86	96.73± 5.17
EDÜ	97.67± 8.50	35.00±4.58	16.53±0.71	101.50± 3.22
EDÜC	103.33±22.30	35.67±3.21	18.50±1.71	104.30± 4.62
Kontrol	106.00± 9.00	37.00±2.65	16.70±1.50	105.30± 6.56
	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d

ö.d : Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

Yetiştirme ortamının kompost veya ticari bir ortam olması hıyar yapraklarında makro ve mikro besin elementi içeriklerine anlamlı bir etki oluşturmamaktadır. Denemede gerek makro besin elementleri ve gerekse mikro besin elementleri bakımından ortamlar arasında önemli farklılıklar bulunmadığı gibi kompost materyalleri ile kontrol ortamı arasında da önemli bir fark çıkmamıştır. Özellikle besin elementi alımının daha etkili olduğu ortamlarda hıyar meyvelerinin besin elementi içeriklerinin kontrole göre daha yüksek çıkması dikkat çekmektedir. Literatürde kompostun hıyar yapraklarında makro ve mikro besin elementi içeriklerine etkisini inceleyen araştırmacılar benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Schroeder ve Sell (2007), topraksız tarımda hıyar yetiştiriciliğinde hıyar yapraklarında N, P, K içeriğinin kompost ortamında sırasıyla % 4.77-0.81 ve 5.41, torf ortamında % 5.60-0.80 ve 4.96 olarak gerçekleştiğini, Pinamonti ve ark. (1999), NPKCa içeriklerinin torfta sırasıyla % 3.71, 0.39, 2.03 ve 5.83 olurken, kompostta 4.04-0.46-2.71 ve 5.20 bulunduğunu ve 4 besin elementi bakımından kompost ortamının torftan daha etkili olduğunu belirtmektedirler.

Araştırmacılar hıyar yapraklarında Fe ve Mn içeriğinin torfta 116 ve 118 ppm, kompostta ise 101 ve 94 ppm olduğunu bildirmektedirler. Hurma atıklarından elde ettikleri kompostu, Hindistan cevizi lifi + perlit karışımı ile karşılaştıran Basirat ve ark. (2022), hıyar yapraklarında NPKCa içeriğinin kontrolde sırasıyla % 5.16, 0.643, 4.16 ve 1.25 olurken, kompost ortamında sırasıyla % 5.69, 0.727, 4.49 ve 1.89 olduğunu ve 4 besin elementinin de kompost ortamında daha yüksek bulunduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar, yaprakta Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarının kontrolde sırasıyla 78.85, 122.3, 42.6 ve 14.8 ppm, kompostta ise 89.75, 80.5, 48.6 ve 16.7 ppm olduğunu, Mn dışında diğer besin elementlerinin yaprakta birikiminin kompost ortamında daha yüksek olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacıları besin elementi birikimi konusunda elde ettikleri bulgular Mn dışında denemede elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.4. Araştırma III: Domates, Biber, Hıyar ve Kıvırcık Yapraklı Baş Salatada Fide Yetiştiriciliğinde Yetiştirme Ortamı Olarak Kompost Uygulamalarının Etkileri

4.4.1. Hıyarda fide yetiştiriciliği

Sebze fidelerinde en önemli kalite özellikleri fide yüksekliği, gövde uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sapıdır. Bu çalışmada yukarıda sayılan özellikler dikime hazır fide kriterleri olarak dikkate alınmış ve kontrol fideleri ile benzer özelliklere sahip fidelerin elde edildiği ortamlar torf + perlit ortamına alternatif olarak kabul edilmiştir.

Fide yetiştiriciliğinde torf yerine kompost materyallerinin kullanım olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada hıyarda fide yüksekliği kontrol bitkilerinde 16.57 cm olurken, kompost kullanılan ortamlarda 11.93 cm ile 20.13 cm arasında değişmiştir. Fide yüksekliği 15.50 cm ile 17.00 cm arasında olan uygulamalar kontrol ortamına eşdeğer olarak kabul edilmiş ve buna göre 3 ortamda (Ü, E, Ü:P) fide yüksekliği kontrol uygulamasına benzer veya alternatif olarak öne çıkmıştır. Denemede kompost ortamlarının çoğunun fide yüksekliğinin kontrolden daha fazla olması kompostun organik madde ve özellikle azot içeriğinin torf ortamından daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Yetiştirme ortamının uygun olup olmamasına karar vermede fide için en önemli kriter fide yüksekliğidir. Fide yüksekliği dışında gövde uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sayısı da dikkate alınmalıdır. Bu özellikler dışında kalan ve denemede

incelenen diğer parametreler ancak fide yüksekliğine ilave olarak dikkate alınabilir. Yetiştirme ortamlarının fide özelliklerine etkileri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde hıyar fidelerinde gövde uzunluğunun kontrolde 3.67 cm, kompost ortamlarında ise 3.10 ile 4.30 cm arasında, gövde çapının kontrolde 6.04 mm, kompost ortamlarında ise 5.37 mm ile 6.18 mm arasında, yaprak sayısının kontrolde 4.60 adet, kompost ortamlarında 3.27 ile 4.47 adet arasında, kök boyunun kontrolde 12.67 cm, kompost ortamlarında 8.53 cm ile 13.73 cm arasında, fide kuru madde miktarı kontrolde % 8.00, kompost ortamlarında % 6.19 ile % 8.81 arasında ve kök kuru madde miktarı kontrolde % 1.53, kompost ortamlarında % 1.51 ile % 3.00 arasında değişmiştir.

Denemede kontrol uygulamasına alternatif olabilecek ortamları belirlemek için bütün uygulamaların grafik şeklinde incelenmesine de ihtiyaç duyulmuştur. Çizelge 4.21 ve Şekil 4.1 birlikte incelendiğinde ve diğer fide parametreleri de dikkate alındığında hıyarda fide yetiştiriciliğinde özellikle 2:1 oranında üzüm kompostu + perlit ve 2:1 oranında elma kompostu + perlit ortamları kontrole en ciddi alternatif ortamlar olarak öne çıkmıştır. Elma kompostunun perlit ilave edilmeden kullanılması da başarılı sonuç verse de, genel kanı olarak kök bölgesinin homojen havalanabilmesi için ortama perlit ilave edilmesi tercih edilmektedir. Burada en çok dikkat edilmesi gereken nokta kompostun olabildiğince steril koşullarda üretilmesi veya kompost yapımında kullanılan materyallerin hastalık etmenleri ile bulaşık olmamasıdır. Kompost materyalinin kullanılmadan önce yüksek sıcaklıklarda sterilize edilmesi de bir alternatif olabilir.

Fide yetiştiriciliğinde kullanılan torf dışı bağımlı bir materyal olması nedeniyle torfun yerine ikame olabilecek materyallerle ilgili çalışmalar uzun yıllardır yapılmaktadır. Bu bağlamda en önemli alternatif organik atıklardan elde edilen kompost materyalleri dikkat çekmektedir. Nitekim literatürde de bu konuda yapılmış çalışmalar görülmektedir. Vukobratović ve ark. (2018), hıyarda fide yetiştiriciliğinde inek gübresinden elde ettikleri kompostu, Sawan ve ark. (1997), odun talaşından elde ettikleri kompostu, Abdel-Razzak ve ark. (2019) ise, domates atıklarından elde ettikleri kompostu hıyar fidelerinin yetiştiriciliğinde torfa alternatif olarak önermektedirler. Üzüm atıklarından geliştirdiği kompostu hıyarda fide ortamı olarak deneyen Bayoumi ve ark. (2019), üzüm kompostu ile torf veya vermikulitin 1:1 oranında karıştırılması

durumunda hıyar fidelerinin yetiştiriciliğinde torfun yerine başarıyla kullanılabileceğini belirtmektedirler. Araştırmacıların elde ettikleri veriler ve vardıkları sonuçlar hıyar fidesinde yürütülen bu çalışma ile ortaya konmuş, hıyarda fide yetiştiriciliğinde kompost torfa önemli bir alternatif olmuştur.

4.4.2. Domateste fide yetiştiriciliği

Domates fidelerinin yetiştiriciliğinde fide yüksekliği kontrolde 16.93 cm olurken, kompost ortamlarında 11.57 cm ile 17.27 cm arasında değişmiştir. Gövde uzunluğu ise kontrol uygulamasında 3.60 cm olurken, kompost uygulamalarında 2.97 cm ile 4.63 cm arasında değişmiştir. Gövde çapı kontrol ortamında 3.81 mm olurken, kompost ortamlarında 3.63 mm ile 4.86 mm arasında değişmiştir. Domateste fide özellikleri arasında fide yüksekliği, gövde uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sayısı en önemli kriterlerdir. Denemede fide yüksekliği, gövde uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sayısı dikkate alındığında domates fidelerinin yetiştiriciliğinde torf ortamına en yakın veya alternatif olarak 2 ortam (ÜED+T+P ve Ü+T+P) dikkat çekmiştir. Bu iki ortamda yetişen fidelerin diğer özellikleri de torf ortamında yetişen fidelere benzer düzeyde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kontrol ortamında domates fidelerinin yaprak sayısı 3.60 adet olurken, kompost ortamlarında 3.20 adet ile 4.20 adet arasında değişmiştir. Kök boyu kontrol ortamında 6.40 cm, kompost ortamlarında 6.23 cm ile 9.53 cm arasında, fide kuru madde miktarı % 9.34 olurken, kompost ortamlarında % 7.30 ile % 10.46 arasında ve kök kuru madde miktarı kontrol ortamında % 5.51 olurken, kompost ortamlarında % 3.86 ile % 5.45 arasında değişmiştir. Domateste gövde uzunluğu ve fide kuru madde miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmış, diğer özelliklerde ise uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Ortamlara göre fide gelişimi, kalite parametreleri ve farklılıkların önem dereceleri Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Hıyarda olduğu gibi domateste de fide yetiştiriciliği önemli bir sektör haline gelmiştir. Bu nedenle de yetiştirme ortamı olarak önemli düzeyde torf kullanılmakta, dışa bağımlı olunması gibi ciddi bir handikaba sahip olan torfa alternatif ve özellikle yerli,

yenilenebilir, sürdürülebilir ve daha ekonomik ortam ya da ortamlara ihtiyaç duyulmaktadır. Çizelge 4.22 ve Şekil 4.2 birlikte incelendiğinde domateste torfa alternatif fide yetiştirme ortamı olarak yukarıda belirtilen ortamlar oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Hıyar fidelerinin yetiştiriciliğinde belirtilen hijyen kuralları burada da geçerlidir. Hıyarda olduğu gibi domateste de fide yetiştiriciliğinde torfa alternatif ortamlar üzerinde uzun zamandan beri çalışmalar yürütülmektedir. Castillo ve ark. (2004) % 65 torf + % 30 kompost ve % 5 perlit karışımını, Ceglie ve ark. (2011), zeytin posası ve yeşil atıklardan elde ettikleri kompostu, Díaz-Pérez ve Camacho-Ferre (2010), kentsel atıklar, sebze atıkları ve üzüm posasından elde ettikleri kompostu ve Carmona ve ark. (2012), üzüm atıklarından elde ettikleri kompostu domates fidelerinin yetiştirilmesinde başarıyla kullanmışlardır. Tüzel ve ark. (2020), zeytin işleme tesislerinden çıkan atıkları kompost yapmış ve torfla değişik oranlarda karıştırarak organik domates fidesi yetiştirmek amacıyla denemişlerdir. Araştırmacılar torf içine % 25 ve % 50 kompost ilave edildiğinde kaliteli domates fideleri yetiştirebildiklerini belirtmektedirler. Literatürde yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi aslında domateste fide yetiştirmek için torfa alternatif ortamlar mevcuttur ve başarılı sonuçlar vermektedir. Yürütülen çalışmada da tek kompost materyaline ihtiyaç duyulacak olması da dikkate alındığında üzüm posasından üretilen kompost perlit ve torfla karıştırılarak kullanıldığında ticari fide yetiştirme ortamı olan torfa rakip olabilecek yeterlilikte bulunmuştur.

4.4.3. Biberde Fide Yetiştiriciliği

Biber fidelerinin yetiştiriciliğinde fide yüksekliği kontrol uygulamasında 10.87 cm olurken, kompost ortamlarında fide yüksekliği 12.73 cm ile 18.00 cm arasında değişmiştir. Gövde uzunluğu ise kontrol uygulamasında 2.07 cm olurken, kompost uygulamalarında 2.27 cm ile 3.67 cm arasında değişmiştir. Gövde çapı kontrol ortamında 2.43 mm olurken, kompost ortamlarında 2.53 mm ile 3.16 mm arasında değişmiştir. Biberde fide özellikleri arasında fide yüksekliği, gövde uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sayısı en önemli kriterlerdir. Çalışmada biber fidelerinin yetiştiriciliğinde torf ortamına en yakın veya alternatif ortamlar elma kompostu dikkat çekmektedir. Bu ortamda yetişen fidelerin diğer özellikleri de torf ortamında yetişen fidelere benzer düzeyde gerçekleşmiştir. Denemede kontrol ortamında biber fidelerinin yaprak sayısı

5.00 adet olurken, kompost ortamlarında 5.87 adet ile 7.07 adet arasında değişmiştir. Kök boyu kontrol ortamında 5.90 cm, kompost ortamlarında 5.00 cm ile 8.20 cm arasında, fide kuru madde miktarı kontrol ortamında % 9.66 olurken, kompost ortamlarında % 7.20 ile % 10.40 arasında ve kök kuru madde miktarı kontrol ortamında % 3.44 olurken, kompost ortamlarında % 2.82 ile % 6.95 arasında değişmiştir. Biberde yaprak sayısı hariç uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Ortamlara göre fide gelişimi ve kalite parametreleri ve farklılıkların önem dereceleri Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.3 birlikte incelendiğinde biberde torfa alternatif fide yetiştirme ortamı olarak elma kompostu oldukça başarılı bulunmuştur. Biber fidelerinin yetiştiriciliğinde de hijyen kurallarına uyulması zorunludur. Biberde diğer sebze türlerinde olduğu gibi fide yetiştiriciliğinde torfa alternatif ortamlar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Lee ve ark. (2000), % 40 torf + % 60 çeltik kavuzu karışımı, Marques ve ark. (2014), perlit, turba, perlit + turba ve mantar kompostunu, Chrysargyris ve ark. (2017) evsel katı atık kompostunu ve Carmona ve ark. (2012), üzüm atıklarından elde ettikleri kompostu biber fidelerinin yetiştirilmesinde başarıyla kullanmışlardır.

4.4.4. Marul Fide Yetiştiriciliği

Marul fidelerinin yetiştiriciliğinde fide yüksekliği kontrolde 8.67 cm olurken, kompost ortamlarında fide yüksekliği 7.47 cm ile 14.63 cm arasında değişmiştir. Gövde çapı kontrol ortamında 2.58 mm olurken, kompost ortamlarında 2.53 mm ile 3.64 mm arasında değişmiştir. Denemede marul fidelerinin yetiştiriciliğinde torf ortamına en yakın veya alternatif olabilecek 3 ortam (Ü, E+P ve D+P) dikkat çekmektedir. Bu üç ortamda yetişen fidelerin diğer özellikleri de torf ortamında yetişen fidelere benzer düzeyde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kontrol ortamında marul fidelerinin yaprak sayısı 5.93 adet olurken, kompost ortamlarında 4.87 adet ile 6.67 adet arasında değişmiştir. Kök boyu kontrol ortamında 8.33 cm, kompost ortamlarında 3.70 cm ile 7.93 cm arasında, fide kuru madde miktarı kontrolde % 6.29 olurken, kompost ortamlarında % 3.96 ile % 7.76 arasında ve kök kuru madde miktarı kontrolde % 5.02 olurken, kompost ortamlarında % 3.19 ile % 6.97

arasında değişmiştir. Marulda uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkisi önemsiz çıkmış, diğer özelliklerde ise uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Ortamlara göre fide gelişimi ve kalite parametreleri ve farklılıkların önem dereceleri Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 ve Şekil 4.4 birlikte incelendiğinde marulda torfa alternatif fide yetiştirme ortamı olarak yukarıda belirtilen ortamlar oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Marulda fide yetiştiriciliğinde torfa alternatif ortamlar üzerinde çalışmalar yapan araştırıcılar kompost materyalinin önemli alternatiflerden biri olduğunu vurgulamaktadırlar. Bustamente ve ark. (2008), % 70 üzüm posası + % 30 büyükbaş gübresi ve % 61 üzüm posası + % 39 kanatlı gübresini, Kelepesi, (2009), Torf, perlit ve zeytin atığı kompostu karışımlarını, Mininni ve ark. (2012), % 0, 25, 50, 75, 100 oranında deniz çayırı esaslı kompost ve ticari torf karışımlarını, Carmona ve ark. (2012), üzüm atıklarından elde ettikleri kompostu, Morales-Corts ve ark. (2014), yeşil budama artıklarından elde ettikleri kompostu, torf, vermikompost ve balmumu artığı kompost karışımlarını marul yetiştiriciliğinde başarı ile kullanmışlardır.

Çizelge 4.21. Kompost uygulamalarının hıyarda fide parametreleri üzerine etkisi

Ortamlar	Fide yüksekliği (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök boyu (cm)	Fide kuru madde (%)	Kök kuru madde (%)
Kontrol	16.57 ± 0.50de	3.67 ± 0.21de	6.04±0.30 a	4.60±0.00 a	12.67 ± 1.85 abc	8.00 ± 1.59 abc	1.53 ± 0.18 d
Ü	10.63 ± 0.42g	4.03 ± 0.05abc	5.89±0.29 ab	4.30±0.26 bc	13.27 ± 0.06 a	7.46 ± 0.75 a-d	2.34 ± 0.18 bc
E	15.67 ± 0.12e	3.50 ± 0.20ef	6.10±0.30 a	4.17±0.06 bc	11.67 ± 0.70 cd	6.67 ± 0.37 cd	2.06 ± 0.32 bcd
D	17.60 ± 0.35bcd	3.77 ± 0.06cde	5.98±0.09 a	4.20±0.00 bc	13.73 ± 0.12 ab	7.41 ± 0.35 a-d	2.40 ± 0.35 b
ÜED	18.53 ± 0.50b	3.77 ± 0.06cde	5.96±0.10 ab	4.17±0.06 bc	13.67 ± 0.61 a	6.49 ± 0.50 cd	1.51 ± 0.28 d
Ü+P	16.73 ± 0.58cde	4.15 ± 0.08ab	5.88±0.26 ab	4.17±0.06 bc	11.57 ± 0.49 cd	6.67 ± 0.81 cd	2.14 ± 0.22 bc
E+P	15.60 ± 1.22e	3.23 ± 0.06f	5.37±0.33 c	4.23±0.15 bc	8.53 ± 0.35 e	8.49 ± 0.06 ab	1.83 ± 0.31 cd
D+P	12.13 ± 0.31f	3.10 ± 0.10f	5.51±0.35 c	4.40±0.20 ab	10.90 ± 0.70 d	8.81 ± 0.76 a	1.84 ± 0.14 cd
ÜED+P	20.13 ± 1.85a	4.30 ± 0.10a	6.18±0.12 a	4.07±0.23 c	11.93 ± 0.31 bc	7.51 ± 0.67 a-d	2.40 ± 0.26 b
Ü+T+P	13.27 ± 0.64f	3.73 ± 0.40de	5.74±0.28 abc	4.47±0.31 ab	10.87 ± 1.24 d	8.69 ± 1.24 a	2.47 ± 0.32 b
E+T+P	18.07 ± 1.22bc	3.90 ± 0.00bcd	5.79±0.15 abc	4.17±0.06 bc	12.93 ± 0.90 abc	7.10 ± 0.98 bcd	2.10 ± 0.16 bc
D+T+P	18.73 ± 0.23b	3.87 ± 0.06bcd	6.07±0.23 a	4.23±0.15 bc	12.67 ± 0.42 abc	6.19 ± 0.85 d	1.79 ± 0.19 cd
ÜED+T+P	11.93 ± 0.31fg	4.13 ± 0.15ab	6.15±0.17 a	3.27±0.12 d	11.93 ± 0.31 bc	7.28 ± 0.60 a-d	3.00 ± 0.58 a
	***	***	*	***	***	**	***

* : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

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

Çizelge 4.22. Kompost uygulamalarının domateste fide parametreleri üzerine etkisi

Ortamlar	Fide yüksekliği (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök boyu (cm)	Fide kuru madde (%)	Kök Kuru madde (%)
Kontrol	16.93 ± 0.31 a	3.60 ± 0.36	3.81 ± 0.20 de	3.60 ± 0.20 c	6.40 ± 0.46 de	9.34 ± 2.08	5.51 ± 0.65 a
Ü	12.87 ± 0.99 def	4.07 ± 0.15	4.24 ± 0.20 cd	3.67 ± 0.12 bc	7.43 ± 0.60 bcd	8.46 ± 1.01	4.67 ± 0.27 abc
E	11.57 ± 0.96 f	2.97 ± 0.55	3.63 ± 0.81 e	3.20 ± 0.35 d	6.23 ± 0.70 e	8.92 ± 0.82	5.08 ± 0.30 ab
D	15.03 ± 0.45 bc	3.73 ± 0.06	4.28 ± 0.23 bcd	3.87 ± 0.23 abc	6.47 ± 0.31 de	9.38 ± 0.76	5.45 ± 0.50 ab
ÜED	13.20 ± 0.53 de	3.70 ± 0.10	4.48 ± 0.03 bc	4.00 ± 0.00 ab	6.73 ± 0.23 de	8.81 ± 1.76	5.02 ± 0.21 ab
Ü+P	14.27 ± 0.67 cd	4.37 ± 0.31	4.70 ± 0.28 abc	4.13 ± 0.31 a	8.17 ± 0.38 b	7.63 ± 0.74	3.82 ± 0.48 c
E+P	12.97 ± 1.07 def	4.26 ± 0.40	4.20 ± 0.37 cd	3.87 ± 0.23 abc	7.33 ± 0.91 bcd	9.35 ± 1.21	3.86 ± 0.34 c
D+P	14.00 ± 0.80 cde	3.07 ± 0.40	4.18 ± 0.21 cde	3.87 ± 0.12 abc	6.60 ± 0.44 de	8.29 ± 1.66	5.38 ± 0.99 ab
ÜED+P	13.40 ± 0.20 de	3.50 ± 0.17	4.37 ± 0.06 bcd	3.87 ± 0.12 abc	7.13 ± 0.58 cde	10.46 ± 0.30	4.52 ± 0.45 bc
Ü+T+P	16.13 ± 0.81 ab	3.83 ± 0.06	4.45 ± 0.06 bc	4.00 ± 0.00 ab	8.17 ± 0.51 b	8.68 ± 1.30	4.80 ± 0.28 ab
E+T+P	12.53 ± 0.21 ef	3.60 ± 0.30	5.10 ± 0.29 a	3.93 ± 0.12 abc	8.20 ± 0.36 b	7.30 ± 0.76	4.88 ± 0.55 ab
D+T+P	17.27 ± 0.95 a	4.63 ± 0.73	4.86 ± 0.22 ab	4.20 ± 0.20 a	9.53 ± 0.83 a	7.62 ± 1.51	4.94 ± 0.56 ab
ÜED+T+P	16.33 ± 1.40 ab	3.90 ± 0.10	4.71 ± 0.30 abc	4.13 ± 0.31 a	8.03 ± 0.15 bc	7.82 ± 0.73	4.74 ± 0.33 abc
	***	ö.d	***	***	***	ö.d	**

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

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

Çizelge 4.23. Kompost uygulamalarının biberde fide parametreleri üzerine etkisi

Ortamlar	Fide yüksekliği (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök boyu (cm)	Fide kuru madde (%)	Kök kuru madde (%)
Kontrol	10.87 ± 0.12 f	2.07 ± 0.15 f	2.43 ± 0.15 d	5.00 ± 0.53	5.90 ± 0.46 cd	9.66 ± 0.82 ab	3.44 ± 0.63 e
Ü	16.60 ± 0.60 ab	2.87 ± 0.06 bcd	3.16 ± 0.13 a	6.20 ± 1.11	7.00 ± 1.35 abc	7.86 ± 0.88 cde	5.40 ± 0.80 bc
E	12.73 ± 0.50 e	2.27 ± 0.38 ef	2.74 ± 0.19 bc	5.93 ± 0.31	5.00 ± 0.56 d	10.40 ± 0.09 a	6.37 ± 0.32 ab
D	14.13 ± 0.42 d	2.57 ± 0.21 de	2.87 ± 0.17 ab	6.07 ± 0.31	6.43 ± 0.29 bc	8.25 ± 0.69 b-e	3.67 ± 0.21 de
ÜED	18.00 ± 0.72 a	3.20 ± 0.17 bc	3.03 ± 0.24 ab	6.27 ± 0.31	8.20 ± 0.17 a	9.15 ± 1.77 a-d	5.54 ± 1.05 bc
Ü+P	15.53 ± 0.23 bcd	2.93 ± 0.32 bcd	2.95 ± 0.09 ab	6.07 ± 0.31	6.13 ± 0.71 bcd	8.77 ± 0.58 b-e	3.52 ± 1.11 e
E+P	14.67 ± 0.12 cd	2.35 ± 0.13 ef	2.53 ± 0.06 cd	5.87 ± 0.50	6.50 ± 0.50 bc	9.37 ± 0.32 abc	2.84 ± 0.31 e
D+P	17.80 ± 0.69 a	3.67 ± 0.12 a	3.12 ± 0.13 a	7.07 ± 0.23	6.77 ± 0.31 bc	8.16 ± 0.24 b-e	2.82 ± 0.06 e
ÜED+P	15.73 ± 0.81 bc	3.20 ± 0.26 bc	3.16 ± 0.17 a	6.73 ± 0.50	7.27 ± 0.42 ab	9.66 ± 0.90 ab	6.95 ± 0.39 a
Ü+T+P	16.60 ± 197 ab	2.80 ± 0.30 cd	3.04 ± 0.16 ab	6.40 ± 0.35	8.20 ± 0.35 a	7.20 ± 0.57 e	3.44 ± 0.82 e
E+T+P	14.87 ± 0.99 cd	2.90 ± 0.10 bcd	2.97 ± 0.23 ab	6.33 ± 0.42	7.30 ± 1.23 ab	8.29 ± 1.39 b-e	3.95 ± 1.08 de
D+T+P	17.53 ± 0.76 a	2.93 ± 0.15 bcd	3.02 ± 0.22 ab	6.20 ± 0.53	7.30 ± 0.56 ab	8.73 ± 0.31 b-e	3.74 ± 0.34 de
ÜED+T+P	15.73 ± 0.81 bc	3.27 ± 0.32 b	3.16 ± 0.17 a	6.87 ± 0.58	7.27 ± 0.42 ab	7.75 ± 0.55 de	4.89 ± 0.82 cd
	***	***	***	ö.d.	**	*	**

ö.d : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

* : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

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

Çizelge 4.24. Kompost uygulamalarının marulda fide parametreleri üzerine etkisi

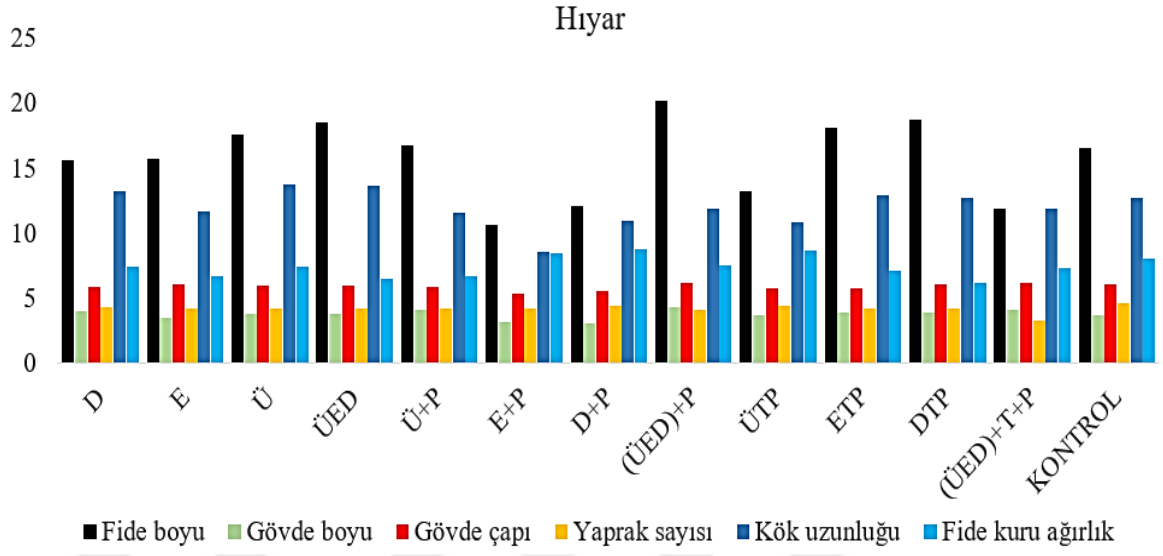
Ortamlar	Fide yüksekliği (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök boyu (cm)	Fide kuru madde (%)	Kök kuru madde (%)
Kontrol	8.67± 1.65 fg	2.58± 0.12 cd	5.93± 0.64	8.33± 0.85 a	6.29± 1.64 abc	5.02± 1.37 abc
Ü	8.97± 0.97 fg	2.96± 0.31 a-d	5.20± 0.20	3.70± 0.50 d	6.68± 0.77 ab	4.25± 1.54 bc
E	13.33± 0.75 ab	2.99± 0.28 a-d	6.67± 0.81	4.73± 0.76 bcd	6.19± 0.01 bc	5.96± 0.94 ab
D	14.63± 0.67 a	3.64± 0.63 a	5.27± 0.31	6.20± 0.46 b	5.83± 1.24 bc	4.80± 0.71 abc
ÜED	12.73± 1.34 abc	3.18± 0.61 a-d	5.07± 0.76	4.67± 0.71 bcd	5.41± 0.77 bcd	5.42± 1.10 ab
Ü+P	13.37± 1.39 ab	3.68± 0.65 a	6.53± 0.31	5.73± 1.06 b	3.96± 0.64 d	4.77± 1.78 abc
E+P	7.47± 0.65 g	2.53± 0.08 d	5.00± 0.53	3.97± 0.76 cd	6.09± 0.42 bc	5.17± 1.06 abc
D+P	8.97± 0.97 fg	2.96± 0.31 a-d	5.13± 0.23	6.00± 0.92 b	7.76± 0.90 a	3.19± 0.65 c
ÜED+P	13.27± 2.15 ab	3.34± 0.43 abc	5.33± 0.31	6.30± 0.75 b	5.18± 0.80 bcd	4.23± 1.36 bc
Ü+T+P	9.63± 0.38 ef	2.84± 0.29 bcd	5.87± 0.83	6.17± 1.19 b	4.89± 0.66 cd	4.89± 0.70 abc
E+T+P	11.90± 0.10 bcd	2.56± 0.14 cd	4.87± 0.23	5.70± 0.95 b	5.88± 0.30 bc	6.38± 0.73 ab
D+T+P	11.03± 0.67 cde	2.96± 0.53 a-d	5.53± 0.12	7.93± 0.95 a	5.46± 1.02 bcd	6.97± 1.13 a
ÜED+T+P	10.40± 0.61 def	3.46± 0.27 ab	5.40± 0.53	5.50± 0.95 bc	4.02± 0.55 d	4.98± 1.14 abc
	***	*	ö.d	***	**	*

ö.d. : Uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu gösterir.

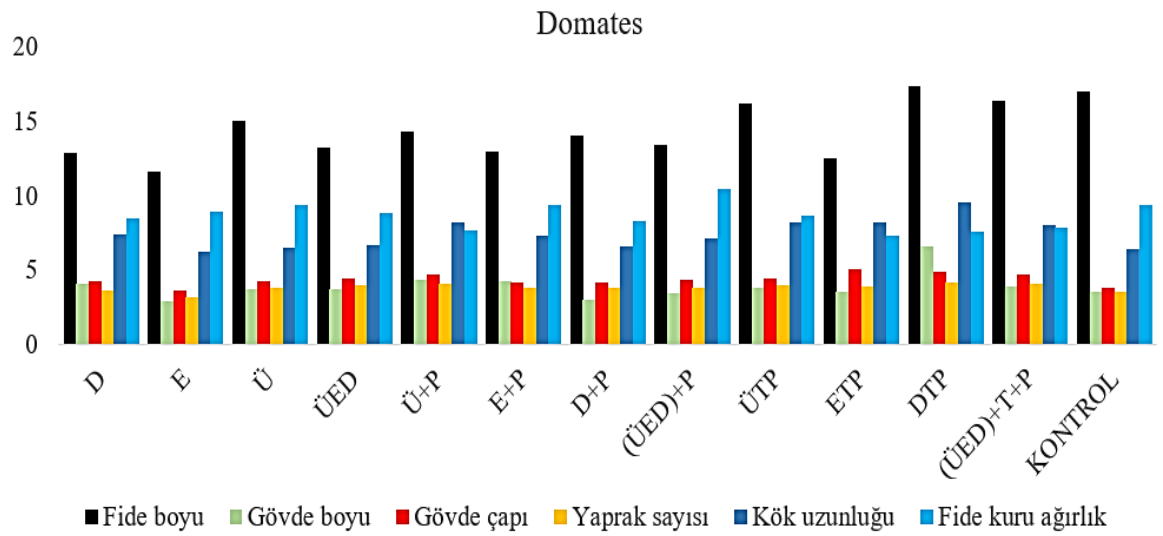
* : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.01 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.

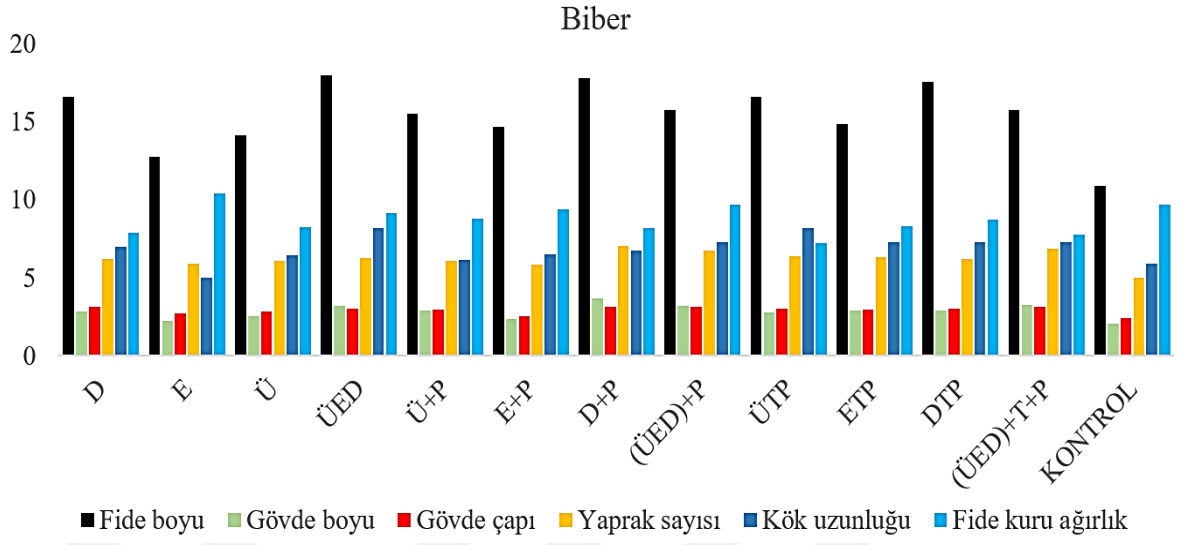
*** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların 0.001 düzeyinde önemli olduğunu gösterir.



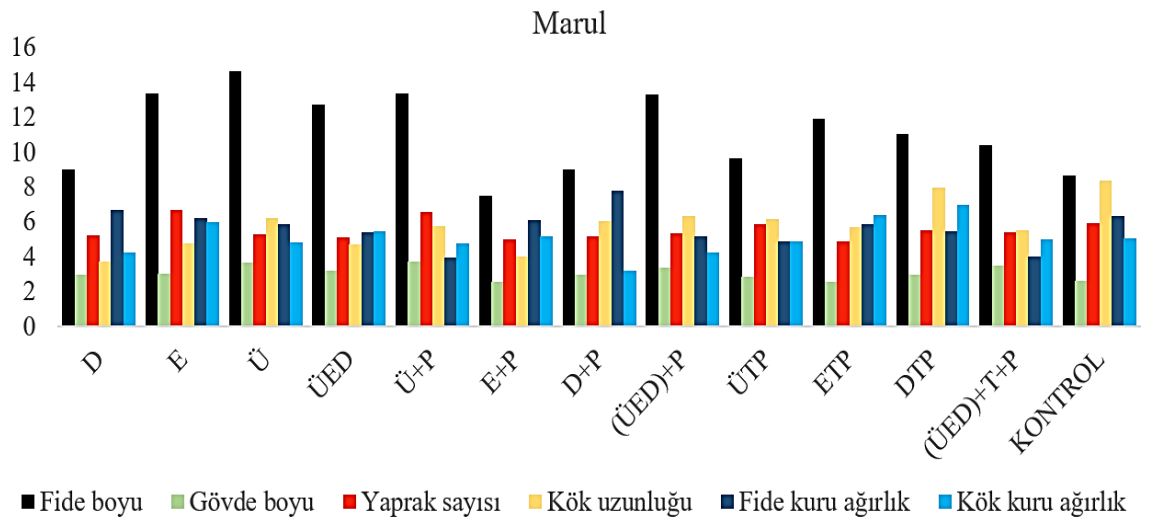
Şekil 4.1. Farklı yetiştirme ortamlarının hıyarda fide parametrelerine etkisi



Şekil 4.2. Farklı yetiştirme ortamlarının domateste fide parametrelerine etkisi



Şekil 4.3. Farklı yetiştirme ortamlarının biberde fide parametrelerine etkisi



Şekil 4.4. Farklı yetiştirme ortamlarının marulda fide parametrelerine etkisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Özellikle son yıllardaki global gelişmeler tarımda sürdürülebilir uygulamaların önemini daha çok öne çıkarmıştır. Tarımsal üretimde yenilenebilir, çevre dostu, dışa bağımlılığı olmayan ve ekonomik avantajları olan girdilere yönelme gittikçe artmakta, bu alanlarda araştırmalar yoğunlaşmaktadır. Kompost, bitkisel üretimin farklı alanlarında kullanım olanağı olan materyallerden biri olup, günümüz koşullarında sürdürülebilir tarımın ana girdilerinden biri olma potansiyeline sahiptir. Bununla beraber yeterli düzeyde ham maddeye sahip olmasına karşın, Türkiye’de kompost üretimi ve kullanımı istenen düzeyin çok gerisinde kalmıştır. Kompostun sebze tarımında kullanım olanaklarını araştırmak maksadıyla ele alınan bu çalışmada yerel kaynaklardan elde edilen kompostların değişik sebze türlerinde kullanım olanakları araştırılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ön çalışmalar sonucunda meyve suyu fabrikası atıklarından elma, üzüm ve şeftali posalarında kompost çalışması yapılmış, elma ve üzüm posalarından kaliteli kompost elde edilirken, şeftali posasının kompostlaştırılması başarılı olmamıştır. Havalanma kapasitesinin düşük olması bunda en önemli faktör olmuştur. Salça fabrikasından alınan domates posası kompost yapımı için uygun materyallerden biri olmuştur.

Kompost yapımı tamamlandıktan sonra yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerde organik madde, C/N oranı ve potasyum içeriği bakımından en üstün kompost üzüm posasından elde edilen kompost olmuştur. Üzüm kompostunu elma ve domates posalarından elde edilen kompostlar izlemiştir. Kompost yapım sürecinde de üzüm ve elma posaları ile çalışmak domates posasına göre daha kolay gerçekleşmiştir. Bunda posaların yapısı öne çıkmaktadır. Üzüm ve elma posalarının tohumlarının domatese göre daha iri olması materyalin daha iyi havalanmasını sağlamıştır.

Bitkisel üretimde birim alandan daha yüksek verim elde etmek için devreye sokulan uygulamalar zamanla topraklarda organik madde miktarının azalmasına neden olmaktadır. Toprağın organik madde miktarını korumak veya artırmak için yeşil gübreleme, organik atığı fazla olan ürünlerin yetiştirilmesi, ahır gübresi kullanılması vb. uygulamalardan yararlanılmaktadır. Ancak bu uygulamalar da artık yetersiz

kalmaktadır. Toprağın organik madde miktarını artırmak, fiziksel ve kimyasal yapısını korumak ve iyileştirmek için uygulanacak yöntemlerden biri de kompost kullanılmasıdır.

Denemede kompost materyalleri tek ve birbirleri ile karıştırılarak 10 ve 20 ton/ha dozlarında uygulanmış, uygulamalara bağlı olarak değişmekle beraber genelde kompost uygulamaları kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde verim artışı sağlamıştır. Özellikle domates ve üzüm kompostu aynı dozdaki ahır gübresine oranla verimde daha fazla artış sağlamıştır. Kompost veya ahır gübresi ile birlikte NPK + TE gübre uygulaması da verimde artış sağlamıştır. Domates hasadından sonra aynı parsellerde yapılan ıspanak yetiştiriciliğinde en yüksek biyokütle ahır gübresi uygulanan parsellerden elde edilmiş, ikinci sırada üzüm kompostu yer almıştır. Ahır gübresi ve kompost uygulaması sonrası herhangi bir gübreleme yapılmadan ıspanak yetiştirildiğinde biyokütlede ahır gübresi uygulamasında kontrole göre % 555.76, NPK gübrelemesine göre % 376.25, kompost uygulamasında ise kontrole göre % 541.53, NPK gübrelemesine göre % 366.62 artış elde edilmiştir. Tarla koşullarında domates ve ikinci ürün ıspanak yetiştiriciliğinde kompost kullanılması hem domateste hem de ıspanakta önemli düzeyde verim artışı sağlamıştır. Deneme sonrasında toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı incelendiğinde kompostun aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını koruduğu ve hatta iyileştirdiği, toprak organik madde miktarının ve besin elementi miktarlarının arttığı belirlenmiştir.

Topraksız tarımda en önemli girdilerden biri yetiştirme ortamıdır. Verim ve kalite için uygun yetiştirme ortamı oldukça etkilidir. Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde topraksız tarımda organik yetiştirme ortamı olarak torf ve Hindistan cevizi lifi kullanılmaktadır. Torf ve Hindistan cevizi lifi dışa bağımlı materyallerdir. Ayrıca, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde torf yataklarının azalması ve çevre tahribatı nedeniyle torf temini her geçen gün zorlaşmaktadır. Bunlara materyal nakliyesinin getirdiği zorluklar da eklendiğinde, topraksız tarımda bu materyallere alternatif arayışlar öne çıkmaktadır. Burada en çok dikkat edilmesi gereken husus geliştirilecek alternatif ortamların steril olmasıdır. Yerel kaynaklardan elde edilen kompostlar bu açığı kapatacak potansiyele sahiptir. Elma, üzüm ve domates posalarından elde edilen

kompost materyalleri topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde denenmiş ve herhangi bir toprak kökenli hastalık belirtisi görülmemiştir. Kompost materyalleri perlitle karıştırılarak kullanılmış ve Hindistan cevizi lifi + perlit ortamı ile karşılaştırılmıştır. Domates yetiştiriciliğinde sırasıyla elma kompostu, elma kompostu + Hindistan cevizi lifi, elma + domates + üzüm kompostu ve bu ortama eşit miktarda Hindistan cevizi lifi ilave edilmiş ortamlar Hindistan cevizi lifi (kontrol) ortamına göre daha yüksek pazarlanabilir verim vermiştir. Kompost ortamları domates meyvelerinde kalite parametrelerine etki etmezken, çiçek burnu çürüklüğünü önemli düzeyde azaltmıştır. Hıyar yetiştiriciliğinde benzer şekilde elma kompostu ve elma kompostunun karışımında yer aldığı kompost karışımlarında pazarlanabilir verim kontrol uygulamasından daha yüksek çıkmıştır. Domateste olduğu gibi hıyarda da kompost ortamları meyvenin biyokimyasal yapısına etki etmemiştir. Topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde Hindistan cevizi lifi + perlit (2:1) ortamı yerine elma kompostu veya elma kompostunun yer aldığı kompost karışımları pazarlanabilir verimde önemli bir fark oluştururken, kalitede de kayıplar meydana gelmemiştir.

Türkiye dünyada ticari sebze fidesi üreten önemli ülkelerden biri konumundadır. Fide yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak 2 veya 3 birim torf, 1 birim perlit karışımı kullanılmaktadır. Denemede 2:1 oranında torf + perlit karışımı kontrol olarak kullanılmış ve 2 birim kompost + 1 birim perlit karıştırılmış ortamlar ile karşılaştırılmıştır. Domates, biber, hıyar ve marul fidelerinin yetiştiriciliğinde elma ve üzüm kompostları kontrol ile benzer sonuçlar verirken, üzüm kompostunda fide kalitesi kontrolden daha düşük çıkmıştır. Özellikle elma ve üzüm kompostlarının tek başına veya birlikte kullanıldığı uygulamalar kontrole ile aynı etkiyi göstermiştir. Fide yetiştirme döneminde kompost kullanılan ortamlarda herhangi bir fide hastalığı görülmemiştir.

Sonuç olarak, kompost yapım süreci de dikkate alındığında 2 yıl süreyle yürütülen çalışmada özellikle elma ve üzüm posalarından elde edilen kompost materyalleri tarla koşullarında domates ve ikinci ürün ıspanak yetiştiriciliğinde, topraksız tarımda domates ve hıyar yetiştiriciliğinde ve domates, biber, hıyar ve marulda fide yetiştiriciliğinde kontrol uygulamalarına göre daha iyi sonuç vermiştir. Kompost

kullanımından kaynaklı toprak kökenli herhangi bir hastalık belirtisine rastlanmamıştır. Türkiye’de yeterli düzeyde elma ve üzüm posası bulunmasına karşın, bu materyallerden kompost üretilmemesi önemli bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır.



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.
- Abad, M., Noguera, P. ve Bures, S., 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study Spain. *Bioresour. Technol.* 77, 197–200.
- Abad, M., 2002. Sustratos de cultivo en alveolus, macetas y contenedores, en: J.F. Ballester-Olmos (ed.), *Nuevas tecnologías en la viverística de plantas ornamentales*. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, Valencia. 147-164 pp.
- Abad, M., Fornes, F., Mendoza-Hernández, D. ve García de la Fuente, R., 2008. Uso de compost como sustrato o componente de sustratos en viveros y semilleros. Tendencias futuras. *Actas de Horticultura*. 53: 17-31.
- Abdel-Razzak, H., Alkoik, F., Rashwan, M., Fulleros, R. ve Ibrahim, M., 2019. Tomato waste compost as an alternative substrate to peat moss for the production of vegetable seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3), 287-295.
- Achiba, W.B., Lakhdar A., Gabteni N., Laing G.D., Verloo M., Boeckx P., Cleemput O.V., Jedidi N. ve Gallali T., 2010. “Accumulation and fractionation of trace metals in a Tunisian calcareous soil amended with farmyard manure and municipal solid waste compost” *Journal of Hazardous Materials*, 176, 1-3 99-108 2010.
- Adams, P, Davies, J.N. ve Winsor, G.W., 1978. Effects of nitrogen, potassium and magnesium on the quality and chemical composition of tomatoes grown in peat. *Journal of Horticultural Science* 53: 115- 122.
- 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.
- Ahmed, G.O., 2017. Effects of different soilless growing media on seedling quality of some solanaceae Vegetables. Master’s Thesis (Yüksek Lisans Tezi). Bingöl University, Turkey.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E. ve Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F. ve Ingelmo, F., 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresour. Technol.* 75, 43–48.

- Alidadi, H., Parvaresh, A.R., Shahmansouri, M.R. ve Pourmoghadas, H., 2008. “Evaluation of the biosolids compost maturity in South Isfahan wastewater treatment plant”. Iran J. Environ Health Sci. Eng., 5, 2, 137–140, 2008.
- Anonim, 2004. NSW Department of Environment and Conservation Composting and Related Organics Processing Facilities Environmental Guidelines Sydney. <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/waste/envguidlns/compostingguidelines.pdf> 2004.
- Anonim, 2009. Örtü altı domates yetiştiriciliğinde kalsiyum ve iz elementlerin önemi. <http://www.tarimsalbilgi.org/forums>. Erişim tarihi: 27 Aralık 2013.
- Anonim, 2017. Sebze üretim miktarları. Food and Agriculture Organization, FAO).
- Angelova, V.R., Akova, V.I., Artinova, N.S. ve Ivanov, K.I., 2013. The effect of organic amendments on soil chemical characteristics. Bulg. J. Agric. Sci. 19, 958–971.
- Ansorena, J., Batala, E. ve Merino, D., 2014. Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Laboratorio Agroambiental Fraisoro y Diputación Foral de Guipúzkoa, País Vasco, España. (www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/Evaluacion_de_la_calidad_y_usos.pdf; last accessed 17/02/2017.
- Arnesen, A.K.M., 1998. Singh, B.R. Plant uptake and DTPA-extractability of Cd, Cu, Ni and Zn in a Norwegian alum shale soil as affected by previous addition of dairy and pig manures and peat. Can. J. Soil Sci. 78, 531–539.
- 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.
- Arslan, E.I., Ünlü, A. ve Topal, M., 2011. “Determination of the effect of aeration rate on composting of vegetable fruit wastes” Clean-Soil Air Water, 39, 11, 1014-1021, 2011.
- Arthur, E., Cornelis, W. ve Razzaghi, F., 2012. Compost amendment to sandy soil affects soil properties and greenhouse tomato productivity. Compost Science & Utilization, 20(4), 215-221.
- Aryantha, I.P., Cross, R. ve Guest, D.I., 2000. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. *Phytopathology*, 90(7), 775-782.
- Avnimelech, Y., Shkedy, D., Kochva, M. ve Yotal Y., 1994. The use of compost for the reclamation of saline and alkaline soils. Compost Science & Utilization, 2(3).

- 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.
- Azim, K., Soudi, B., Boukhari, S., Perissol, C., Roussos, S. ve Alami, I.T., 2018. Composting parameters and compost quality: A literature review. *Org. Agric.* 8, 141–158.
- Baran, A., Çaycı, G. ve İnal, A., 1995. Some physical and chemical properties of different agricultural wastes. University of Pamukkale. *Journal of Engineering Sciences* 1 2-3 (1995), pp.169-173.
- Barrett, G.E., Alexander, P.D., Robinson, J.S. ve Bragg, N.C., 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems- A review. *Sci Hort-Amsterdam* 212: 220-234.
- Basirat, M., Mousavi, S.M., Dehghani, F. ve Davoudi, M. H., 2022. Exploratory Research on the Adoption of New Organic Wastes for Production of Greenhouse Cucumber in Soilless Culture. *Waste and Biomass Valorization*, 1-8.
- Baldantoni, D., Bellino, A. ve Alfani, A., 2016. Soil compost amendment enhances tomato (*Solanum lycopersicum* L.) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4082-4088.
- Bayındır, Ş., Şahin, S. ve Uysal, F., 2004. Türkiye’de çiftlik gübresi kullanım potansiyeli. Türkiye III. Ulusal Gübre Kongresi TarımSanayi-Çevre, (11-13 Ekim 2004, Tokat) s. 735-743.
- Bayoumi, Y.A., El-Henawy, A.S., Abdelaal, K.A. ve Elhawat, N., 2019. Grape fruit waste compost as a nursery substrate ingredient for high-quality cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings production. *Compost Science & Utilization*, 27(4), 205-216.
- Bellitürk, K. ve Goldmann Benardete, B., 2020. Doğanın mucizevi canlıları (toprağın bereketi ve çevre sağlığına yüzyıllardır hizmet eden solucanlar). İstanbul: Eco Reform Yayınları.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R. ve Moliner, A., 2005. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresour Technol* 96: 597-603.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A. ve De Antonio, R., 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology*, 97(16): 20171-2076.
- Bilderback, T.E., Riley, E.D., Jackson, B.E., Kraus, H.T., Fonteno, W.C., Owen Jr., J.S., Altland, J. ve Fain, G.B., 2013. Strategies for developing sustainable substrates in nursery crop production. *Acta Hort* 1013: 43–56.

- Black, B.L. ve Zimmerman, R.H., 2002. Mixtures of coal ash and compost as substrates for highbush blueberry. *J Amer Soc Hort Sci* 125(5): 869-877.
- Brewer, L.J. ve Sullivan, D.M., 2003. Maturity and stability evaluation of composted yard trimmings. *Compost Sci Util* 11: 96-112.
- Bohlin, C., 2002. Data on the use of growing medium constituents. *Proc. Intl. Peat Symposium Peat in Horticulture- Quality and Environmental Challenges*. Pärnu, Estonia, 3-6 Sep. 144-150 pp.
- Bonanomi, G., Antignani, V., Pane, C. ve Scala, F., 2007. Supression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *J. Plant Pathol.* 89, 311–324. doi: 10.2307/41998410.
- Bouajila, K. ve Sanaa, M., 2011. Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. *J. Mater. Environ. Sci.* 2, 485–490.
- Borrero, C., Trillas, M. I., Ordovas, J., Tello, J. C. ve Aviles, M., 2004. Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media. *Phytopathology* 94, 1094–1101. doi: 10.1094/phyto.2004.94.10.1094.
- Bragg, N.C., Walter, J. ve Stentiford, E., 1993. The use of composted refuse and sewage as substrate additives for container grown plants. *Acta Horticulturae*, 342: 155-165.
- Branch K. ve Esfahan I., 2010. Effects of the substrate on tomato in soilless culture. *Research journal of agriculture and biological sciences*, 6(6), 923-927.
- Burés, S., 1997. *Sustratos*. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid.
- Burger, D.W., Hartz, T.K. ve Forister, G.W., 1997. Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. *HortScience* 32 (1): 57–60.
- Bustamante, M., Concepción P., Raúl, M., Enrique, A., Pérez, M. ve Abad, M., 2008. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resources, Conservation and Recycling*. 52.792-799.10.1016/j.resconrec.2007.11.005.
- Butler, T.A. Sikora, L.J., Steinhilber, P.M. ve Douglass, L.W., 2001. “Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost” *J Environ Qual*, 30, 6, 2141–2148, 2001.
- Cáceres, R., Flotats, X. ve Marfà, O., 2006. Changes in the chemicals and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies. *Waste Manage* 26: 1081-1091.

- Candemir, F. ve Gülser, C., 2007. Changes in some chemical and physical properties of a sandy clay loam soil during the decomposition of hazelnut husk. *Asian Journal of Chemistry*, 3: 2452-2460.
- Canellas, L.P. ve Olivares, FL., 2014. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2014, 1, 1–11. <https://doi.org/10.1186/2196-5641-1-3>.
- Carmona, E. ve Abad, M., 2008. Aplicación del compost en viveros y semilleros. 397-424 pp. En: Moreno, J., y Moral, R., (Eds), *Compostaje*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Carmona, E., Moreno, T.M., Aviles, M. ve Ordovas, J., 2012. Use of grape marc compost as substrat efor vegetable seedlings. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.01.023>
- Carlile, W.R., 2008. The use of composted materials in growing media. *Proceedings of the International Symposium on Growing Media. Act Horti* 779: 321-328.
- Castillo, J. E., Herrera, F., López-Bellido, R. J., López-Bellido, F. J., López-Bellido, L. ve Fernández, E. J., 2004. Municipal solid waste (MSW) compost as a tomato transplant medium. *Compost Science & Utilization*, 12(1), 86-92.
- Ceglie, F.G., Elshafie, H., Verrastro, V. ve Tittarelli, F., 2011. Evaluation of olive pomace and green waste composts as peat substitutes for organic tomato seedling production. *Compost Science & Utilization*, 19(4), 293-300.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri genişletilmiş 2. baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 34.
- 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. Biowaste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop. *Journal of Environmental Biology*, 29(5): 759-763.
- Chaudhary, S., Vaish, B., Singh, R.P. ve Prasad, V., 2020. Bioactive Compost: An Approach for Managing Plant Growth in Environmentally Stressed Soils. In A. Rakshit, H. B. Singh, A. K. Singh, U. S. Singh, & L. Fraceto (Eds.), *New frontiers in stress management for durable agriculture* (pp. 257–267). Singapore: Springer.
- Chang, C., Sommerfeldt, T.G. ve Entz, T., 1991. Soil chemistry after eleven applications of cattle manure. *Journal of Environmental Quality*, 20(2), 475-480, ISSN 1537-2537.
- Chen, Y., Inbar, Y. ve Hadar, Y., 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil and Science*, 145: 298-303.

- Chrysargyris, A., Stamatakis, A., Moustakas, K., Prasad, M. ve Tzortzakis, N., 2017. Evaluation of Municipal Solid Waste Compost and/or Fertiligation as Peat Substituent for Pepper Seedlings Production. Pages 2285-2294-2017.
- Cozzolino, V., Di Meo, V., Monda, H., Spaccini, R. ve Piccolo, A., 2016. The molecular characteristics of compost affect plant growth, arbuscular mycorrhizal fungi, and soil microbial community composition. Biol. Fertil. Soils 2016, 52, 15–29. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1046-8>.
- Costa, F., García, C., Hernández, T. ve Polo, A., 1991. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Ed. CSIC-CEBAS. Murcia.
- 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. Environmental Microbiology 62:1550-1557.
- Cunha-Queda, A.C., Ribeiro, H.M., Ramos, A. ve Cabral, F., 2007. Study of biochemical and microbiological parameters during composting of pine and eucalyptus bark. Bioresour Technol 98: 3213-3220.
- Çelik, 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, 2004.
- Çelik, A., Bellitürk, K. ve Sakin, E., 2020. Agriculture Friendly Bio Fertilisers in Waste Management: Vermicompost and Biochar. New Approaches and Applications in Agriculture, Iksad Publications, ISBN: 978-625-7279-66-6, p.302.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R.S. ve Okur, B., 2017. Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum Annuum L.*) yetiştiriciliğinde toprağın bazı 62 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 Ispanak (*Spinacia Oleracea Var. L.*) Bitkisinin Gelişimi Ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2011, 28(1):56-69.
- Darimani, H., Adams, A., Rahaman, A., Nwang, J. ve Yunus, R., 2022. Bio-Compost as a Soil Supplement to Improve Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicum esculentum*). Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 11, 67-82. doi: 10.4236/jacen.2022.112005.
- Demir, K., Günay, A. ve Abak, K., 1996. Fide Yetiştiriciliğinde Kullanılacak Toprak Blokları İçin Ortam Seçiminde Dikkate Alınacak Özellikler ve Bunların Değerlendirilmesi. GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu. ss 24-29. Şanlıurfa.

- Demir H, Polat E. ve Sönmez İ. 2010. Ülkemiz İçin Yeni Bir Organik Gübre: Solucan Gübresi. Tarım Aktüel (14), 54-60, Nisan 2010.
- Demir, Z. ve Gülser, C., 2021. Effects of rice husk compost on some soil properties, water use efficiency and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yield under greenhouse and field conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(9), 1051-1068.
- Demirtaş, I.E., 2004. Kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanımı. Derim, 21(2): 27-34.
- De Bertoldi, M., 2013. The Science of Composting; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- De Clercq, D., Vandesteene, L., Coosemans, J. and 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.
- Dehnavard, S., Souri, M.K. ve Mardanlu, S., 2017. Tomato growth responses to foliar application of ammonium sulfate in hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition, 40(3), 315-323. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1240191>.
- Diacono, M. ve Montemurro, F., 2011. Long-Term effects of organic amendments on soil fertility. Sustainable Agriculture, 2, 761-786.
- 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.
- Díaz-Pérez, M. ve Camacho-Ferre, F., 2010. Effect of composts in substrates on the growth of tomato transplants. HortTechnology, 20(2), 361-367.
- Di Blasi, C., Tanzi, V. ve Lanzetta, M., 1997. A Study of the Production of Agricultural Residues in Italy. Biomass and Bioenergy Vol. 12 No.5 pp. 321–331.
- Di Maria, F., Sordi, A. ve Micale, C., 2012. Energy production from mechanical biological treatment and composting plants exploiting solid anaerobic digestion batch: an Italian case study. Energy Conversion and Management, 56, 112-120.
- Domeño, I., Irigoyen, I. ve Muro, J., 2010. New wood fibre substrates characterization and evaluation in hydroponic tomato culture. Eur J Hortic Sci 75 (2): 89–94.
- Duong, T.T.T., Penfold, C. ve MAchner, P., 2012. Differential effects of composts on properties of soils with different textures. Biol. Fertil. Soils 2012, 48, 699–707.

- Du, N., Shi, L., Du, L., Yuan, Y., Li, B., Sang, T. ve Guo, S., 2015. Effect of vinegar residue compost amendments on cucumber growth and Fusarium wilt. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(23), 19133-19141.
- Eden, M., Gerke, H.H. ve Houot, S., 2017. Organic waste recycling in agriculture and related effects on soil water retention and plant available water: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 1-21.
- Eghball, B. ve Power, J.F., 1999. Phosphorus and nitrogen-based manure and compost application: Corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society of America Journal* 63, 895–901.
- 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.
- Emaf, 2015. Delivering the Circular Economy. A Toolkit for Policymakers. Ellen MacArthur Foundation. Available at. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>.
- 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.
- Farrell, M. ve Jones D.L., 2010. Food waste composting: Its use as a peat replacement. *Waste Manag.* 2010, 30, 1495 – 1501.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.01.032>.
- Flaig, W., Nagar, B., Sochting, H. ve Tictjen, C., 1977. Organic materials and soil productivity. *FAO Soil Bulletin*, 35. Rome.
- Flavel, T., Murphy, D.V., Lalor, B. ve Fillery, I., 2005. Gross N mineralization rates after application of composted grape marc to soil. *Soil Biol. Biochem.* 37, 1397–1400.
- Ghanbari Jahromi, M. ve Aboutalebi, A., 2009. Garden compost as a substrate for vegetable transplant production. *Acta Hort* 898: 165-170
doi.org/10.17660/actahortic.2011.898.19.
- Gorodecki, B. ve Hadar, Y., 1990. Suppression of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. *Crop Prot.* 9, 271–274. doi: 10.1016/0261-2194(90)90104-F.

- Gözükara, G. ve Kaplan, M., 2018. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(4): 484-495. doi: 10.29050/harranziraat.4302 57.
- Greweling, T. ve Peech, M., 1960. Chemical Soil Tests. Cornell Univ. Agric. Exp. Stn. Bull. No.960. USA.
- Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y. ve Shen, Y., 2012. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. Bioresour. Technol. 112, 171–178.
- Gül, A., 1991. Topraksız kültür yöntemi ile yapılan sera domates yetiştiriciliğine uygun agregat seçimi üzerinde araştırmalar. Doktora tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A., 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1526. Ankara.
- Hadar, Y., 2011. Suppressive compost: when plant pathology met microbial ecology. Phytoparasitica 39, 311–314. doi: 10.1007/s12600-011-0177-1.
- Hagassou, D., Francia, E., Ronga, D. ve Buti M., 2019. Blossom end-rot in tomato (*Solanum lycopersicum* L.): A multi-disciplinary overview of inducing factors and control strategies. Scientia Horticulturae, 249, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.042>.
- 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.
- Handar, Y., Inbar, Y. ve Chen, Y., 1985. Effect of compost maturity on tomato seedling growth. Scientia Horticulturae, 27: 199-208.
- 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.
- Hartz, T.K., Costa, F.J. ve Schrader, W.L., 1996. Suitability of composted green waste for horticultural uses. HortScience 31 (6): 961–964.
- Haug, R.T., 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering; Lewis Publisher: Boca Raton, FL, USA, 1993.
- Hargreaves, J., Adl, M. ve Warman, P., 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 123 (1–3), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.004>.

- Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J. L. ve García, C., 2014. Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 196, 178-184.
- Hoitink, H. ve Boehm, M., 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37, 427–446. doi: 10.1146/annurev.phyto.37.1.427.
- Hoitink, H.A.J. ve Fahy, P.C., 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24, 93–114. doi: 10.1146/annurev.py.24.090186.000521.
- Hsu, J.H. ve Lo, S.L., 1999. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure. *Environ. Pollut.* 104, 189–196.
- Hussain, S.S., Baba, J.A., Zubair, N., Nissa, R. ve Misger, F.A., 2015. Quality evaluation of chemically-enriched compost, vermicompost and conventional 64 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.
- Íñiguez-Covarrubias, G., Ramírez-Meda, W., Bernal-Casillas, J.D.J. ve Virgen-Calleros G., 2022. Use of By-Products from the Tequila Industry. Part 12: Composted Agave Bagasse for Growing Grape Tomatoes. *American Journal of Plant Sciences*, 13(9), 1227-1232. <https://doi.org/10.4236/ajps.2022.139083>.
- IPS, 2007. International Peat Society. Annual Report. (<http://www.peatsociety.org/userfiles/files/Peatlands%20International%201-2008.pdf>; last accessed 01/11/2009).
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T. Honna, T., 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. *Journal of Plant nutrition*, 25(1), 189-200.
- Jarecki, M.K., Chong, C. ve Voroney, R.P., 2005. Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. *J Plant Nutrition* 28(4): 651-667.
- Jedidi, N., 1998. “Minéralisation et humification des amendements organiques dans un sol limono-argileux Tunisien” T.D. en Sciences Biologiques Appliquées Université de Gand Belgique ,180, 1998.
- Jenana, R.K.B., Haouala, R., Triki, M.A., Godon, J.J., Hibar, K., Khedher, M.B. ve Henchi, B., 2009. Composts, compost extracts and bacterial suppressive action on *Pythium aphanidermatum* in tomato. *Pakistan Journal of Botany*, 41(1), 315-327.

- Jorge-Mardomingo, I., Jiménez-Hernández, M.E., Moreno, L., De La Losa, A., De La Cruz, M.T. ve Casermeiro, M., 2015. Application of high doses of organic amendments in a Mediterranean agricultural soil: An approach for assessing the risk of groundwater contamination. *Catena*, 131, 74–83.
- Jones, J.B, Wolf, B. ve Mills, H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro Macro Publishing, Athens, GA.
- Kaçar, B., 1986. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 20.
- Kaçar, B., Taban, S. ve Kütük, A.C., 1996. Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülerek Kullanılması Araştırma Geliştirme Uygulama Projesi. Kesin Rapor, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Rize.
- Kaçar, B. ve Katkat, V., 2007. Ahır gübresinin olgunlaştırılması, Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Nobel Yayınları, 28-32.
- 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, C. N., 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, no. 1: 88. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010088>
- Kanat, G., Demir, A., Ozkaya, B. ve Bilgili, M.S., 2003. Operational Optimization of Istanbul Waste Recovery and Composting Plant, Ninth International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Italy.
- Kaplan, M., Köseoğlu, T., Aksoy, T., Pılanali, N. ve Sarı, M., 1995. Batı Akdeniz Bölgesi'nde Serada Yetiştirilen Domates Bitkisinin Beslenme Durumunun Toprak ve Yaprak Analizleri ile Belirlenmesi. TÜBİTAK Projesi. Proje No: TOAG-987/DPT-3, Antalya, 72 ss.
- 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.
- Kelepesi, S., 2009. Olive mill wastes-a growing medium component for seedling and crop production of lettuce and chicory. *International Journal of Vegetable Science*. 15:325- 339.10.1080/ 19315260903000560.
- 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.

- Khan, A.A., Bibi, H., Ali, Z., Sharif, M., Shah, S.A., Ibadullah, H. ve Ali, S., 2017. Effect of compost and inorganic fertilizers on yield and quality of tomato. *Academia Journal of Agricultural Research*, 5(10), 287-293.
- Kozak, B., 1996. Örtü altı domates yetiştiriciliğinde organik gübreleme ve mineral gübrelemenin ürün kalitesi ile bazı hastalıklara etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 58127.
- Kuter, G.A., Nelson, E.B., Hoitink, H.A.J. ve Madden, L.V., 1983. Fungal populations in container media amended with composted hardwood bark suppressive and conducive to *Rhizoctonia damping-off*. *Phytopathology*, 73(10), 1450-1456.
- Kuter, G.A., Hoitink, H.A.J. Chen, W., 1988. Effects of municipal sludge compost curing time on suppression of *Pythium* and *Rhizoctonia* diseases of ornamental plants. *Plant disease (USA)*.
- Kütük, C. ve Çaycı, G., 2005. Effect of Beer Factory Sludge on Yield Components of Wheat and Some Soil Properties. http://toprak.org.tr/isd/isd_57.htm.
- Landis, T.D. ve Morgan, N., 2009. Growing media alternatives for forest and native plant nurseries, in: Dumroese R.K., Riley L.E. (Tech. cords), National Proceedings: forest and conservation nursery associations 2008. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 26-31 pp.
- Lasaradi, K.E. ve Stentiford, E.I., 1998. A simple respirometric technique for assessing compost stability. *Water Research*. 32, 3717-3723.
- Law-Ogbomo, K.E. Egharevba, ve R.K.A., 2009. Effects of planting density and NPK fertilizer application on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in forest location. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 152-158.
- Lemaire, F., Dartigues, A., Riviere, L.M., Charpentier, S. ve Morel, P., 2003. Cultures en pots et conteneurs. Principes agronomiques et applications. INRA Editions, 2^a Ed. Paris. France. 210 pp.
- Lu, W., Sibley, J.L., Gilliam, C.H., Bannon, J.S. ve Zhang, Y., 2006. Estimation of U.S. bark generation and implications for horticultural industries. *J Environ Hortic* 24(1): 29-34.
- Lumis, G.P. ve Johnson, A.G., 1982. Boron toxicity and growth suppression of *Forsythia* and *Thuja* grown in mixes amended with municipal waste compost. *HortScience* 17 (5): 821-822.
- Lee, Y.D., Huseein, K.A., Yoo, J.H. ve Joo, J.H., 2019. The Effect of Food Waste Compost on Tomato (*Lycopersicon Esculentum*. L) Growth and Soil Chemical Properties. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 38(4), 332-337.

- Lee, J., Lee, B., Lee, Y. ve Kim, K., 2000. Growth and inorganic element contents of hot pepper seedlings in fresh and decomposed expanded! rice hullbased substrates. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*41:147b151.
- Lechner, P., Seiss-Ziegler, C. ve Humer, M.H., 2002. How composting and compost can optimize landfilling. *Biocycle* September, 31-36.
- Li, J., Cooper, J.M., Lin, Z., Li, Y. ve Yang, X., 2015. Zhao, B. Soil microbial community structure and function are significantly affected by long-term organic and mineral fertilization regimes in the North China Plain. *Appl. Soil Ecol.* 96, 75–87.
- Liu, X., Rashti, M.R., Dougall, A., Esfandbod, M., Van Zwieten, L. ve Chen, C., 2018. Subsoil application of compost improved sugarcane yield through enhanced supply and cycling of soil labile organic carbon and nitrogen in an acidic soil at tropical Australia. *Soil Tillage Res.* 180, 73–81.
- Logsdon, S., Sauer, P. ve Shipitalo, M., 2017. Compost Improves Urban Soil and Water Quality. *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 345-357. doi: 10.4236/jwarp.2017.94023.
- Lopez-Baltazar, J., 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. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(spe6), 1139-1150.
- Lopez-Gonzalez, J.A., Suarez-Estrella, F., Vargas-García, M.C., Lopez, M.J., Jurado, M. M. ve Moreno, J., 2015. Dynamics of bacterial microbiota during lignocellulosic waste composting: studies upon its structure, functionality and biodiversity. *Bioresour.Technol.* 175, 406–416.
- Machado, R.M.A., Alves-Pereira, I., Lourenço, D. ve Ferreira, R.M.A., 2020. Effect of organic compost and inorganic nitrogen fertigation on spinach growth, phytochemical accumulation and antioxidant activity. *Heliyon*, 6(9), e05085.
- Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N. ve Ronaghi, A., 2004. Effects of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. *J. Plant Nutr.* 27 (9), 1635–1651.
- Mageed, T.A. ve Semida W., 2015. Organomineral Fertilizer can Mitigate Water Stress for Cucumber Production (*Cucumis sativus* L.) *Agricultural Water Management* 159 (2015) 1–10.
- Mäkiranta, P., Riutta, T., Penttilä, P. ve Minkkinen, K., 2010. Dynamics of net ecosystem CO₂ exchange and heterotrophic soil respiration following clearfelling in a drained peatland forest. *Agr Forest Meteorol* 150: 1585- 1596.

- Maldonado, J.F., Agüero, M.S., Buglione, M.B., Iturmendi, F., Filippi, M.V. ve Martínez, D.A., 2021. Pear and apple pomace compost as an alternative to commercial substrates in the production of tomato seedlings. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 53(1), 128-138.
- Maltaş, A.Ş. ve Kaplan, M., 2015. Antalya (Merkez İlçe)'da yetiştirilen örtü altı güzlük domates bitkilerinin (*Solanum lycopersicum* L.) beslenme durumlarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 28(1): 33-38.
- Malandraki, I., Tjamos, S.E., Pantelides, I.S. ve Paplomatas, E.J., 2008. Thermal inactivation of compost suppressiveness implicates possible biological factors in disease management. *Biol. Control* 44, 180–187. doi: 10.1016/j.biocontrol.2007.10.006.
- Masaguer, A., López-Fabal, A., Carmona, E., Fornés, F., Ordovás, J., Gómez, M.A., Moreno, M.A., Marfá, O., Cáceres, R., López, R. ve Belda, R., 2015. De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Manios, V.I. ve Syminis, H.I., 1988. Town refuse compost of Heraklio, *Bio Cycle*, 29 (7), 44-47.
- Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A. ve Rieradevall, J., 2011. Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and standard multi-tunnel greenhouse, with compost or mineral fertilizers, from an agricultural and environmental standpoint. *Journal of cleaner production*, 19(9-10), 985-997.
- Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A. ve Rieradevall, J., 2009. Life cycle assessment of the use of compost from municipal organic waste for fertilization of tomato crops. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(6), 340-351.
- Marchner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (Sec. Ed.), Academic Press, p 229-312.
- Marques, E.L.S., Martos, E.T., Souza, R.J., Silva, R., Zied, D.C. ve Souza Dias, E., 2014. Spent Mushroom Compost as a Substrat as a Substrat for Production of Marul Fideleri, *Journal of Agriculture Science*; 6(7): 138- 143.
- 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 & utilization*, 5(1), 6-15
- Massa, D., Prisa, D., Lazzereschi, S., Cacini, S. ve Burchi, G., 2018. Heterogeneous response of two bedding plants to peat substitution by two green composts. *Hort. Sci.*, 45, 164–172. <https://doi.org/10.17221/1/2017-HORTSCI>.

- Massa, D., Bonetti, A., Cacini, S., Faraloni, C., Prisa, D., Tuccio, L. ve Petruccelli, R., 2019. Soilless tomato grown under nutritional stress increases green biomass but not yield or quality in presence of biochar as growing medium. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 60(6), 871-881. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00169-x>.
- Matsi, T., Lithourgidis, A.S. ve Gagianas, A.A., 2003. Effects of injected liquid cattle manure on growth and yield of winter wheat and soil characteristics. *Agronomy Journal*, 95(3), 592-596, ISSN 1435-0645.
- Maynard, A.A., 2000. Applying leaf compost to reduce fertilizer use in tomato production. *Compost Science & Utilization*, 8(3), 203-209.
- Mehdizadeh, M., El Darbandi, E.I., Naseri-Rad, M. ve Tobeh, A., 2013. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(4), 734-738.
- Mendes, R., Kruijt, M., De Bruijn, I., Dekkers, E., Van der voort, M. ve Schneider, J.H.M., 2011. Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria. *Science* 332, 1097–1100. doi: 10.1126/science.120 3980.
- Michielse, C.B. ve Rep, M., 2009. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Mol. Plant Pathol.* 10, 311–324. doi: 10.1111/j.1364-3703.2009. 00538.x
- 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.
- Mininni, C., Santamaria, P., Abdelrahman, H., Coccozza, C., Miano, T., Montesano, F. ve Parente, A., 2012. Posidonia-based compost as a peat substitute for lettuce transplant production. *HortScience: a publication of the American Society*
- Miyama, Y., Kamiyama, K., Tsujimoto, W., Taira, S. ve Terabayashi, S., 2022. Effects of defoliation on the occurrence of internal browning in tomatoes grown in soilless cultures. *Environmental Control in Biology*, 60(2), 103-108. <https://doi.org/10.2525/ecb.60.103>.
- Mkhabela, M. ve Warman, P.R., 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops, grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 106, 57–67.
- Moreno, J. ve Moral, R., 2008. *Compostaje*. Ed.: Mundi-Prensa. Madrid.

- Morales-Corts, M., Remedios-Gómez-Sánchez, M. ve Sánchez, R., 2014. Evaluation of green/pruning wastes compost and vermicompost, slungum compost and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae*. 172:155-160.10.1016/j.scienta.2014.03.048.
- Moore, J.E., Watabe, M., Stewart, A., Millar, B.C. ve Rao, J.R., 2009. “A novel challenge test incorporating irradiation ((60)Co) of compost sub-samples to validate thermal lethality towards pathogenic bacteria” *Ecotoxicol Environ Saf* , 72,144-153, 2009.
- Moral, R., Paredes, C., Bustamante, M., Marhuenda-Egea, F. ve Bernal, M., 2009. Utilisation of manure composts by high-value crops: Safety and environmental challenges. *Bioresour. Technol.* 100, 5454–5460.
- Muchanga, R.A., Hirata, T. ve Araki, H., 2018. Effects of hairy vetch and livestock compost on soil properties and quality of fresh-market tomato fruit. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Organic Horticulture for Wellbeing of the 1286 (pp. 91-98).
- Muchanga, R.A., Hirata, T. ve Araki, H., 2019. Hairy Vetch and Livestock Compost Improve Soil Carbon and Nitrogen, and Fresh-market Tomato Yield, *Hort Science horts*, 54(6), 1023-1030.
- Nelson, E.B. ve Boehm, M.J., 2002. Microbial mechanics of compost-induced disease suppression. *Biocycle*, 43(7), 45-45.
- Neugart, S., Wiesner-Reinhold, M., Frede, K., Jander, E., Homann, T., Rawel, H. M., Schreiner, M. ve Baldermann, S., 2018. Effect of solid biological waste compost on the metabolite profile of *Brassica rapa ssp. chinensis*. *Frontiers in Plant Science*, 9, 305. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00305>.
- Newman, D., 2003. Composting activity in Italy. *Bio Cycle*, 44:10, 57.
- Niwagaba, C., Nalubega, M., Vinnerås, B., Sundberg, C. ve Jonsson, H., 2009. Bench-scale composting of source-separated human faeces for sanitation. *Waste Manag.* 29, 585–589.
- Noble, R. ve Coventry, E., 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. *Biocontrol. Sci. Technol.* 15, 3–20. doi: 10.1080/09583150400015904.
- Ntougias, S., Papadopoulou, K.K., Zervakis, G.I., Kavroulakis, N. ve Ehaliotis, C., 2008. Suppression of soil-borne pathogens of tomato by composts derived from agro-industrial wastes abundant in Mediterranean regions. *Biology and Fertility of Soils*, 44(8), 1081-1090.
- O'Brien, T.A., Barker, A.V. ve Campe, J., 1999. Container production of tomato with food by-product compost and mineral fines. *Journal of plant nutrition*, 22(3), 445-457.

- Ofosu-Budu, G.K., Hogarh, J.N., Fobil, J.N., Quaye, A., Danso, S.K.A. ve Carboo, D., 2010. "Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in two compost types in Ghana" *Resources Conservation and Recycling*, 54, 3, 205-209.
- Ogundare, S.K., Babalola, T.S., Hinmikaiye, A.S. ve Oloniruha, J.A., 2015. Growth And Fruit Yield Of Tomato As Influenced By Combined Use Of Organic and Inorganic Fertilizer In Kabba, Nigeria. *European J. Agric. Forestry Res.* 3(3): 48-56.
- Okur, B., Tüzel, Y., Toksöz, S. ve Anaç, D., 1999. Effects Of Compost Material On Yield And Quality Of Glasshouse Tomatoes Grown In Different Textured Soils. Improved Crop Quality by Nutrient Mangement. Kluwer Academic Publischers. Netherland. s:219-222.
- Okur, N., Kayıkçioğlu, H.H., Tunç, G. ve Tüzel, Y., 2007. Organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 44 (2):65-80.
- Okur, N., Kayıkçioğlu, H.H., Okur, B. ve Delibacak, S., 2008. Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: Influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 32(2): 91-99.
- Oliveira, L.S., Oliveira, D.S., Bezerra, B.S., Pereira, B.S. ve Battistelle, R.A.G., 2017. Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *J. Clean. Prod.* 155, 229-237.
- Olfati, J.A., Peyvast, G., Nosratie-Rad, Z., Saliqedar, F. ve Rezaei, F., 2009. Application of municipal solid waste compost on lettuce yield. *International Journal of Vegetable Science*, 15(2), 168-172.
- Orman, Ş. ve Kaplan, M., 2004. Kumluca ve Finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 19-29.
- Ozores-Hampton, M., Bryan, H.H., Schaffer, B. ve Hanlon, E.A., 1994. Nutrient concentrations, growth, and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. *HortScience*, 29(7), 785-788.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E.I., Özkan, C.F. ve Arı, N., 2011. Organik ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Hıyar Bitkisinin Verim, Kalite ve Mineral İçeriklerine Etkileri *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (2011), 24(2), 139-143.
- Öncül, M., 2016. Antalya Gazipaşa İlçesinde Serada Yetiştirilen Baharlık Hıyar Bitkisinin Beslenme Durumunun Toprak, Yaprak ve Meyve Analizleri ile Belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya* 2016.

- Özgüven, M., Kaya, Z., Yılmaz, A.M., Kırıcı, S. ve Tansı, S., 1996. Sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1): 43-51.
- Özenç, N., 2004. Fındık Zurufu ve Diğer Organik Materyallerin Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, I. Arıkan, O.A., Altınbaş, M., Alp, K. ve Güven, H., 2015. Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri (El kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık Basım San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 281p.
- Öztürk, M., 2017. *Hayvan gübresinden ve atıklardan kompost üretimi*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 207p.
- Özbudak, E., Can, H.Z. ve Tepecik, M., 2013. Vermikompost uygulamalarının fide gelişimine etkileri. *Vermikompost*. ISBN 978-605-63923-0-6, İzmir, 81-90s.
- Özdemir, A. ve Özer, H., 2015. Effect of leaf pruning on yield and quality of organically grown grape tomato (*Solanum lycopersicum L.*). *Anadolu J. Agric. Sci.*, 30(1): 1-6.
- Özer, H. ve Kandemir D., 2016. Evaluation of the performance of greenhouse tomato seedlings grown with different cultivation techniques. *Bangladesh Journal of Botany* 45(1):203-209.
- Özyazıcı, A.M., Özdemir, O., Özyazıcı, G. ve Alpay, S., 2006. Çarşamba ve Bafra Ovalarında Seralarda Yetiştirilen Hıyar Bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Beslenme Durumunun Belirlenmesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2007,22(2):162-170 *J. of Fac. of Agric., OMU*, 2007,22(2): 162-170.
- Page, K., Harbottle, M., Cleall, P. ve Hutchings, T., 2014. Heavy metal leaching and environmental risk from the use of compost-like output as an energy crop growth substrate. *Sci. Total Environ.* 487, 260–271.
- Pankhurst, L.J., Akeel, U., Hewson, C., Maduka, I., Pham, P., Saragossi, J., Taylor, J. ve Lai, K.M., 2011. “Understanding and mitigating the challenge of bioaerosol emissions from urban community composting” *Atmospheric Environment*, t 45 ,1, 85-93.
- Pane, C., Spaccini, R., Piccolo, A., Scala, F. ve Bonanomi, G., 2011. Compost amendments enhance peat suppressiveness to *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. *Biological control*, 56(2), 115-124.
- Pane, C., Celano, G., Piccolo, A., Villecco, D., Spaccini, R., Palese, A. M. ve Zaccardelli, M., 2015. Effects of on-farm composted tomato residues on soil biological activity and yields in a tomato cropping system. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2(1), 1-13.

- Papasotiriou, F.G., Varypatakis, K.G., Christofi, N., Tjamos, S.E. ve Paplomatas, E.J., 2013. Olive mill wastes: a source of resistance for plants against *Verticillium dahliae* and a reservoir of biocontrol agents. *Biol. Control* 67, 51–60. doi: 10.1016/j.biocontrol.2013.07.008.
- Pathak, P.D., Mandavgane, S.A. ve 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>.
- Pérez-Gimeno, A., Navarro-Pedreño, J., Almendro-Candel, M.B., Gómez, I. ve Jordan, M., 2015. Environmental consequences of the use of sewage sludge compost and limestone outcrop residue for soil restoration: Salinity and trace elements pollution. *J. Soils Sedim.* 16, 1012–1021.
- Pılanalı, N., 2001. Tezek Bir Yakıt Değildir, O Toprak İçin Bir Kandır. *Hasad Dergisi* Yıl:16 Sayı: 190, 16–18.
- Pinamonti, F., Stringari, G. ve Zorzi, G., 1997. Use of compost in soilless cultivation. *Compost science & utilization*, 5(2), 38-46.
- Poulter, R., 2014. Quantifying differences between treated and untreated coir substrate. *Acta Horti* 1018: 557-564.
- Poole, R.T., 1970. Rooting response of four ornamental species propagated in various media. *Proc. Florida State Horti Soc* 82: 393-396.
- Prasad, M. ve Maher, M., 2001. The use of composted green waste (CGW) as agrowing medium component. *Acta Horti* 549: 107-113.
- Raclavská, H., Juchelkova, D., Skrobankova, H., Wiltowski, T. ve Campen, A., 2011. Conditions for energy generation as an alternative approach to compost utilization. *Environmental Technology*, 32(4), 407-417.
- 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. ve 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, 311-321.
- Randhawa, P.S., Condon, L.M., Di, H.J., Sinaj, S. ve Mc Lenaghan, R.D., 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73(2-3): 181-189.
- Rainbow, A. ve Wilson, N., 1998. The transformation of composted organic residues into effective growing media. *Act Horti* 469: 79-88.

- Rainbow, A., 2009. The use of green compost in the production of container nursery stock in the UK: challenges and opportunities. *Acta Hort* 819: 27-32.
- 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.
- Rajaie, M. ve Tavakoly, A.R., 2016. Effects of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on growth and mineral composition of tomato. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 5(4), 339-347.
- Raviv, M., 2011. SWOT analysis of the use of composts as growing media components. *Act Hort* 1013: 191-202. Raviv, M., 2013. Composts in growing media: what's new and what's next? *Acta Hort* 982: 39-47.
- Raviv, M., 2013. Composts in growing media: what's new and what's next? *Acta Hort* 982: 39-47.
- Reis, M., Inacio, H., Rosa, A., Caco, J. ve Monteiro, A., 2003. Grape marc and pine bark composts in soilless culture. *Acta horticulturae*, 29-36.
- Rose, J., 1992. "Highlights: I. Pollution of aquifers; II. Composting and waste disposal; III. Population growth and a sustainable world" *Env. Management and Health Cilt 3* 3-5.
- Roe, N.E., Stofella, P.J. ve Graetz, D., 1997. Composts from various municipal solid waste feed stocks affect vegetable crops. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122 (3): 4327-4332.
- Ruggieri, L., Gea, T., Artola, A. ve Sánchez, A., 2009. Air filled porosity measurements by air pycnometry in the composting process: A review and a correlation analysis. *Bioresour. Technol.* 100, 2655–2666.
- 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.
- Saadi, I., Laor, Y., Medina, S., Krassnovsky, A. ve Raviv, M., 2010. Compost suppressiveness against *Fusarium oxysporum* was not reduced after one-year storage under various moisture and temperature conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(4), 626-634.
- Salam, A.A., Ashrafuzzaman, M., Sikder, S., Mahmud, A. ve Joardar, J.C., 2021. Influence of municipal solid waste compost on yield of tomato-applied solely and in combination with inorganic fertilizer where nitrogen is the only variable factor. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture (MJSA)*, 5(1), 29-33.

- Sánchez, Ó.J., Ospina, D.A. ve Montoya, S., 2017. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Manag.* 69, 136–153.
- Sanderson, K.C., 1980. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. *Hort Science* 15: 173-178.
- Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F. ve Sánchez, A., 2020. Recycling of organic wastes through composting: Process performance and compost application in agriculture. *Agronomy*, 10(11), 1838.
- Sawan, O.M., Eissa, A.M. ve Abou-Hadid, A.F., (1997, November). The effect of different growing media on cucumber seedling production, fruit yield and quality under greenhouse conditions. In *International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates* 491 (pp. 369-376).
- Schaller, L. ve Kantelhardt, J., (2009). Prospects for climate friendly peatland management—Results of a socioeconomic case study in Germany (No. 351-2016-17985).
- Schmilewski, G., 2009. Growing medium constituents used in the EU. *Act Hort* 819: 33-46.
- 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.
- Schroeder, F.G. ve Sell, H., (2007, September). Use of compost made from livestock manure as an organic substrate for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouse. In *International Symposium on Growing Media 2007* 819 (pp. 367-372).
- Shaikh, A.H. ve Ghaffar, A., 2004. Effect of poultry manure and sawdust on survival of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* in soil. *Pakistan Journal of Botany*, 36(2), 425-428.
- Shedeed, S.I., Zaghloul, S.M. ve Yassen, A.A., 2009. Effect of method and rate of fertilizer application under drip irrigation on yield and nutrient uptake by tomato. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 2(2), 139-147.
- 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.
- Siminis, H.I. ve Manios, V.L., 1990. Mixing peat with MSW compost. *Bio Cycle*, No: 60-61.

- Smith, S.R., 2009. A critical review of the bio availability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. *Environ. Int.* 35, 142–156.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Orman, Ş. ve Sönmez, İ., 2002. Antalya-Kumluca Yöresi Domates Seralarında Hasat Sonrası Bitkisel Atıklarla Kaldırılan Besin Maddeleri Miktarları ve Bu Atıkların Değerlendirilmesi ile İlgili Öneriler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 19–25.
- Stoffella, P.J. and Kahn, B.A., (2001). Compost utilization in horticultural cropping systems. CRC press.
- Süzer, S. ve Çulhacı, E., 2017. Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeklik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(2), 87-92.
- Taşpınar, K. ve Polat H., 2009. Tarımsal alanlarda çevre ve artık yönetimi, *Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi (UKAY 2009)*, 100-105, Eskişehir.
- 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. ve Zmora-Nahum, S., 2006. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. *Soil Biol. Biochem.* 38:2461-2477.
- Traka-Mavrona, E., Gerasopoulos, D., Pritsa, T. ve Maloupa, E., 2001. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrient source in a soilless culture system. In *Proceedings of the international symposium on growing media and hydroponics*, Kassandra, Macedonia, Greece, 31 August-6 September, 1999.
- Tunç, Z.M.M.H., 2021. Bölüm 6 Organik Atıkların Kaliteli Gübreler Olarak Toprakla Yeniden Buluşturulması Süreci. *Değişen Bir Dünyada*, P.155.
- Tüzel, Y., Oztekin, G.B. ve Tan, E., 2015. Use of different growing media and nutrition in organic seedling production. *ActaHortic.* 44 1107:165-175. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1107.22>.
- Tüzel, Y., Varol, N., Oztekin, G.B., Ekinci, K. ve Merken, O., 2016. Effects of composts obtained from olive oil production wastes on organic tomato seedling production. *Acta Hort.* 1164:217-224. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.28>.
- Tüzel, Y., Ekinci, K., Öztekin, G. B., Erdal, I., Varol, N. ve Merken, Ö., 2020. Utilization of olive oil processing waste composts in organic tomato seedling production. *Agronomy*, 10(6), 797.

- Urrestarazu, M., Salas, M.C., Padilla, M.I., Moreno, J., Elorrieta, M.A. ve Carrasco, G.A., 2001. Evaluation of different compost from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. *Act Hort* 549: 147-152.
- Ünsal, T. ve Ok, S., 2001. Description of characteristics of humic substances from different waste materials. *Bioresource Technology* 78: 239–242.
- Verdonck, O., 1988. Compost from organic waste materials as substitutes for the usual horticultural substrates. *Biological Wastes*, 26:325-350.
- Vinci, G., Cozzolino, V., Mazzei, P., Monda, H., Spaccini, R. ve Piccolo, A., 2018. An alternative to mineral phosphorus fertilizers: The combined effects of *Trichoderma harzianum* and compost on *Zea mays*, as revealed by ¹H NMR and GC-MS metabolomics. *PLOS ONE*, 13(12), 10.1371/journal.pone.0209664.
- Vukobratović, M., Lončarić, Z., Vukobratović, Ž. ve Mužić, M., 2018. Use of composted manure as substrate for lettuce and cucumber seedlings. *Waste and Biomass Valorization*, 9(1), 25-31.
- Warman, P.R., 2001. Municipal solid waste compost effects tomato leaf tissue: essential plant nutrients and trace elements. In: *Proceedings of the 6th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements*, Guelph, On, p. 167.
- Westerman, P.W. ve Bicudo, J.R., 2005. Management considerations for organic waste use in agriculture. *Bioresource technology*, 96(2), 215-221.
- Wu, S., 2001. Stability and maturity evaluation of biosolids compost. PhD Dissertation University of Florida, Gainesville. USA. 97 pp.
- Xiuli, X., Zhang, J., Zhu, A. ve Zhang, C., 2016. Effects of long-term mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquatic soil in North China Plain. *Soil Tillage Res.*, 156(1): 166-172 (7 pages).
- Van Assche, C. ve Uyttendaele, P., 1981. The influence of domestic waste compost on plant diseases. In *Symposium on Substrates in Horticulture other than Soils In Situ* 126 (pp. 169-178).
- Yaman, K., 2009. Kentsel arıtma çamurunun tarımda kullanımı konusunda Türkiye, Avrupa Birliği ve ABD yasal düzenlemelerinin karşılaştırmalı analizi, Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi, 32-41, Eskişehir.
- Yağmur, B. ve 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).
- Yang, L., Li, F. ve Chu, H., 2014. Effects of food waste compost on soil microbial populations, tomato yield, and tomato quality. *Communications in soil science and plant analysis*, 45(8), 1049-1058.

- Yılmaz, E. ve Alagöz, Z., 2010. Effects of short-term amendments of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean region-Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 859-862.
- Yücel, M., Pala, A. ve Başkan, M.B., 2009. Evsel atıksu arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanılabilirliğinin araştırılması, *Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi*, 314-324, Eskişehir.
- Zucconi, F., Monaco, A., Forte, M. ve De Bertoli, M., 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In: Gasser, J.K.R. (Ed) *Composting of Agricultural and Other Wastes*. Elsevier. London. U.K. 73-80 pp.

