

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI
TOPRAK BİLİMİ**



**FARKLI ORGANİK ATIKLARDAN ELDE EDİLEN
VERMİKOMPOSTUN BUĞDAY VERİMİ VE TOPRAKLARIN
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Doktora Tezi

Tuba TOPRAK

Danışman

Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Tuba TOPRAK tarafından, **Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA** danışmanlığında hazırlanan **“Farklı Organik Atıklardan Elde Edilen Vermikompostun Buğday Verimi ve Toprakların Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi”** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 16.6.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Coşkun GÜLSER		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		Kabul ☐ Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Hüsnü DEMİRİSOY		☒
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı		Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Tayfun AŞKIN		☒
	Ordu Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi F. Şüheyda HEPŞEN		☒
	TÜRKAY Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Dönem Projesi tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

23/06/ 2021
Tuba TOPRAK

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : Farklı Organik Atıklardan Elde Edilen Vermikompostun Buğday Verimi ve Toprakların Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 20/05/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 13

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

23 /06/ 2021
Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

ÖZET

FARKLI ORGANİK ATIKLARDAN ELDE EDİLEN VERMİKOMPOSTUN BUĞDAY VERİMİ VE TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tuba TOPRAK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

Doktora, Haziran/2021

Danışman: Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

Bu çalışma farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ve *Eisenia fetida* solucanlarla kompostlanması ve elde edilen vermikompostun sera denemesinde buğday bitkisinin (*Triticum aestivum*) verimi ve toprakların biyolojik özellikleri üzerinde meydana gelen etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Değişken özelliklerde vermikompost eldesinin sağlanması amacıyla materyal olarak buğday samanı, çay atığı, fındık zurufu, tütün atığı ve ahır gübresi kullanılmıştır.

Çalışma, vermikompost eldesi ve sera denemesi olarak 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Organik atıklar ahır gübresi ile kuru ağırlıkları esas alınarak %25, %50, %75 ve %100 oranlarında karıştırılarak 187 gün boyunca *Eisenia fetida* solucanlarla vermikompost işlemine tabi tutulmuştur. %25 Buğday Samanı + %75 Ahır Gübresi, %25 Fındık Zurufu + %75 Ahır Gübresi, %25 Çay Atığı + %75 Ahır Gübresi karışımlarından deneme kurulduktan 86 gün; %50 Buğday Samanı + %50 Ahır Gübresi, %50 Fındık Zurufu + %50 Ahır Gübresi, %50 Çay Atığı + %50 Ahır Gübresi karışımlarından 119 gün; %75 Buğday Samanı + %25 Ahır Gübresi, %75 Fındık Zurufu + %25 Ahır Gübresi, %75 Çay Atığı + %25 Ahır Gübresi karışımlarından da 187 gün sonra vermikompost elde edilmiştir. Denemenin kurulmasından 2 hafta sonra %50, %75, %100 tütün atığı karışımı içerisindeki solucanların tamamının, %25 Tütün atığı + %75 Ahır Gübresi karışımındaki solucanlarında deneme kurulduktan 1 ay sonra öldükleri belirlenmiştir. Ayrıca %100 buğday samanı, %100 çay atığı ve %100 fındık zurufu karışımlarında da solucan gelişimi görülmediğinden vermikompost eldesi gerçekleşmemiştir. Sera denemesi için topraklara farklı organik atıkların farklı dozlarından elde edilen vermikompostlar ilave edilmiştir. Vermikompostlar saksılara kuru ağırlık esasına göre %0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 dozlarında uygulanmıştır. 150 gün süren sera denemesi sonunda vermikompostların buğday verimi ve toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Vermikompost çeşitlerine bağlı olarak buğday veriminin değiştiği ve kontrole göre çok önemli ($p<0,01$) farklılıkların olduğu saptanmıştır. Vermikompost miktarı arttıkça verimde artışların meydana geldiği, en iyi artışların %6 ve %8 dozlarında olduğu belirlenmiştir. Toprakların biyolojik özelliklerinin de dozlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği, karışım içerisine giren atıkların çeşidine bağlı olarak değiştiği ve karışımlar arasında çok önemli ($p<0,01$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda yapılan korelasyon analizine göre de, bitkinin verimi ve toprakların biyolojik özellikleri ile besin elementleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Organik atık, ahır gübresi, vermikompost, *Eisenia fetida*, buğday verimi, biyolojik özellikler

ABSTRACT

THE EFFECT OF VERMICOMPOST OBTAINED FROM DIFFERENT ORGANIC WASTES ON WHEAT YIELD AND THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOILS

Tuba TOPRAK

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Doctoral Dissertation, July/2021

Supervisor: Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

This study was carried out to determine the effects of the vermicompost obtained composting of different organic wastes with varying doses of barn manure by *Eisenia fetida* on the yield of wheat plant (*Triticum aestivum*) and the biological properties of soil in a greenhouse experiment. Wheat straw, tea waste, hazelnut husk, tobacco waste, and barn manure were used as materials to obtain vermicompost with variable characteristics.

The study was carried out at 2 stages as vermicompost recovery and greenhouse experiment. Organic wastes were mixed with barn manure at 25%, 50%, 75%, and 100% based on their dry weight and subjected to vermicompost treatment with *Eisenia fetida* worms for 187 days. Vermicomposts were obtained from the mixtures of “25% Wheat Straw + 75% Barn Manure, 25% Hazelnut Husk + 75% Barn Manure, 25% Tea Waste + 75% Barn Manure; from mixtures of 50% Wheat Straw + 50% Barn Manure, 50% Hazelnut Husk + 50% Barn Manure, 50% Tea Waste + 50% Barn Manure”; and from mixtures of “75% Wheat Straw + 25% Barn Manure, 75% Hazelnut Husk + 25% Barn Manure, 75% Tea Waste + 25% Barn Manure” after 86, 119 and 187 days, respectively. It was determined that all of the earthworms died in two weeks in the mixture of 50%, 75%, 100% tobacco waste, and a month in the mixture of 25% tobacco waste + 75% barn manure after the trial was established. In addition, vermicompost production was not materialized due to not appear any worm growth in the mixtures of 100% wheat straw, 100% tea waste, and 100% hazelnut husk. For the greenhouse experiment, vermicomposts obtained from different doses of different organic wastes were added to the soils. Vermicomposts were applied to pots on dry weight basis at 0% (control), 2%, 4%, 6%, 8% doses. At the end of the greenhouse experiment lasting 150 days, it was found that vermicomposts applications affected wheat yield and biological properties of soils.

It has been determined that wheat yield varies depending on the vermicompost types, and there were very significant ($p < 0.01$) differences compared to the control. It has appeared that as the amount of vermicompost increases, the yield increases, with higher increases at 6% and 8% doses. It has been noticed that the biological properties of soils also vary depending on the doses, the type of waste added to the mixture, and there were very important ($p < 0.01$) differences between the mixtures. At the same time, according to the correlation analysis, it was noticed that there were significant relationships between plant yield and biological properties of soils and nutrients.

Keywords: Organic waste, barn manure, vermicompost, *Eisenia fetida*, wheat yield, biological properties.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitimim süresince tez konumun belirlenmesinde ve bu araştırmanın her aşamasında bilgi, fikir ve önerileriyle maddi ve manevi yardımlarını ve desteğini asla esirgemeyen, öğrencisi olmaktan dolayı onur duyduğum danışman hocam Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA'ya gönülden teşekkür ederim.

Tuba TOPRAK



İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve/veya KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Aerobik Şartlar Altında Organik Atıkların Kompostlanması	4
2.2. Vermikompost Nedir?	6
2.3. Vermikompost Üretiminde Kullanılan Solucan Türleri.....	8
2.4. Organik Artıkların ve Ahır Gübresinin Toprakların Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi	9
2.5. Organik Artıkların ve Ahır Gübresinin Solucanlar ile Vermikompostlanması ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri	11
3. MATERYAL METOT.....	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Çay fabrikasyon atığı.....	20
3.1.2. Tütün atığı	20
3.1.3. Fındık zurufu	20
3.1.4. Buğday samanı	21
3.1.5. Ahır gübresi.....	21
3.1.6. Solucanlar.....	21
3.1.7. Test bitkisi.....	21
3.1.8. Toprak	21
3.2. Metot.....	22
3.2.1. Organik artık ve artıkların özellikleri	22
3.2.2. Solucanların özellikleri.....	23
3.2.3. Toprak örneğinin özellikleri	22
3.2.4. Vermikompost eldesi.....	23
3.2.5. Sera denemesi.....	26
3.2.6. İstatistiksel değerlendirmeler.....	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	29
4.1. Organik Artık ve Artıkların Özellikleri	29
4.2. Deneme Toprağının Özellikleri	30
4.3. Vermikompost Eldesi	30
4.4. Sera Denemesi Sonunda Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Verimi ve Besin Maddesi Kapsamları ile Toprak Özellikleri	33
4.4.1. Buğday Bitkisi Verimi.....	33
4.4.1.1. Buğday bitkisinin dane verimi	33
4.4.1.2. Buğday bitkisinin sap verimi	35
4.4.1.3. Buğday bitkisinin dane+sap verimi	36
4.4.1.4. Buğday bitkisinin dane verimi (dozlara göre).....	38
4.4.1.5. Buğday bitkisinin sap verimi (dozlara göre).....	39
4.4.1.6. Buğday bitkisinin dane+sap verimi (dozlara göre)	41

4.4.2. Buğday Bitkisinin Besin Maddesi Kapsamları	42
4.4.2.1. Azot.....	42
4.4.2.2. Fosfor	43
4.4.2.3. Potasyum	43
4.4.2.4. Kalsiyum	44
4.4.2.5. Magnezyum.....	45
4.4.2.6. Demir	46
4.4.2.7. Mangan.....	46
4.4.2.8. Çinko.....	47
4.4.2.9. Bakır.....	47
4.4.2.10. Bitkinin verimi ile besin maddesi içeriği arasındaki ilişkiler	48
4.4.3. Toprakların Biyolojik Özellikleri	49
4.4.3.1. Mikrobiyal biyomas karbon (MBC)	49
4.4.3.2. Toprak solunumu (CO ₂ üretimi).....	51
4.4.3.3. Dehidrogenaz aktivitesi	51
4.4.3.4. Katalaz aktivitesi	54
4.4.3.5. Mikrobiyal biyomas karbon (dozlara göre)	55
4.4.3.6. Toprak solunumu (dozlara göre).....	57
4.4.3.7. Dehidrogenaz aktivitesi (dozlara göre).....	58
4.4.3.8. Katalaz aktivitesi (dozlara göre).....	59
4.4.4. Toprakların Besin Maddesi Kapsamları	61
4.4.4.1. Azot.....	61
4.4.4.2. Fosfor	61
4.4.4.3. Potasyum	62
4.4.4.4. Kalsiyum	62
4.4.4.5. Magnezyum.....	63
4.4.4.6. Demir	63
4.4.4.7. Mangan.....	64
4.4.4.8. Çinko.....	64
4.4.4.9. Bakır.....	65
4.4.4.10. Toprakların biyolojik özellikleri ile bitki besin maddeleri arasındaki ilişkiler..	66
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	70
EKLER	79
ÖZGEÇMİŞ	93

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Derece
m	Metre
%	Yüzde
mm	Milimetre
CO ₂	Karbondioksit
H ₂ O	Su
C	Karbon
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Fe	Demir
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Mn	Mangan
As	Arsenik
Cr	Krom
Cd	Kadmiyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
NH ₄	Amonyum
NH ₃	Amonyak
K ₂ O	Potasyum Oksit
P ₂ O ₅	Fosfor Pentoksit
kg	Kilogram
mg	Miligram
g	Gram
ha	Hektar
da	Dekar
BS	Buğday Samanı
FZ	Fındık Zurufu
ÇA	Çay Atığı
TA	Tütün Atığı
AG	Ahır Gübresi
AÇ	Arıtma çamuru
CM	İnek Gübresi
SS	Kanalizasyon Çamuru
BK	Biyokömür
BP	Kan Tozu
SD	İşlenmiş Talaş
VC	Vermikompost
OM	Organik Madde
pH	Toprak Reaksiyonu
CEC	Kasyon Değişim Kapasitesi
EC	Elektriksel İletkenlik
DTPA	Dietilentriamin Penta Asetik Asit
TEA	Triethanolamine

MBC	Mikrobiyal Biyomas Karbon
MS	Mikrobiyal Solunum
DHA	Dehidrogenaz Aktivitesi
KA	Katalaz Aktivitesi
VK	Varyasyon Katsayısı
	Önemlilik



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak örneği alınan yerin görüntüsü	22
Şekil 3.2. Karışımların vermikompostlama başlangıcındaki bazı görüntüleri	24
Şekil 3.3. Vermikompostlama sonunda karışımlara ait görüntüler	25
Şekil 3.4. Sera denemesine ait bazı görüntüler	27
Şekil 3.5 Bitki boylarındaki değişimlerden görüntüler	27
Şekil 4.1. Solucan sayısındaki değişim.....	31
Şekil 4.2. Tütün atığına ait karışımlardan görüntüler.....	31
Şekil 4.3. Sera denemesi sonunda hasat edilen buğday bitkisinin dane verimi, kgda ⁻¹	34
Şekil 4.4. Sera denemesi sonunda hasat edilen buğday bitkisinin sap verimi, kgda ⁻¹	36
Şekil 4.5. Sera denemesi sonunda hasat edilen buğday bitkisinin dane+ sap verimi, kgda ⁻¹	37
Şekil 4.6. Hasat edilen buğday bitkisinin dane verimi (dozlara göre), kgda ⁻¹	38
Şekil 4.7. Hasat edilen buğday bitkisinin sap verimi (dozlara göre), kgda ⁻¹	40
Şekil 4.8. Hasat edilen buğday bitkisinin dane+ sap verimi (dozlara göre), kgda ⁻¹	41
Şekil 4.9. Sera denemesi sonunda toprakların mikrobiyal biomas karbon içeriklerindeki değişimler	50
Şekil 4.10. Sera denemesi sonunda toprakların CO ₂ içeriklerindeki değişimler	52
Şekil 4.11.Sera denemesi sonunda toprakların dehidrogenaz aktivitesindeki değişimler	53
Şekil 4.12. Sera denemesi sonunda toprakların katalaz aktivitesindeki değişimler.....	55
Şekil 4.13. Toprakların mikrobiyal biomas karbon içeriklerindeki değişimler (dozlara göre).....	56
Şekil 4.14. Toprakların CO ₂ seviyelerindeki değişimler (dozlara göre)	57
Şekil 4.15. Toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesindeki değişimler (dozlara göre)	58
Şekil 4.16. Toprakların katalaz enzim aktivitesindeki değişimler (dozlara göre).....	60

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Organik atıkların bazı kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan analizler ..	22
Tablo 3.2. <i>Eisenia fetida</i> türüne ait solucanların bazı özellikleri.....	23
Tablo 3.3. Denemede kullanılan toprak örneğinin özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan analizler ve yöntemleri	23
Tablo 3.4. Vermikompostların özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan yöntemler	25
Tablo 3.5. Deneme sonrası saksılardan alınan bitki ve toprak örneklerinde uygulanan analizler ve yöntemler	28
Tablo 4.1. Denemede kullanılan organik atıkların özellikleri	29
Tablo 4.2. Denemede kullanılan toprağın özellikleri	30
Tablo 4.3. Farklı vermikompostların bazı kimyasal özellikleri	32
Tablo 4.4. Farklı vermikompostların makroelement içerikleri	33
Tablo 4.5. Farklı vermikompostların mikroelement içerikleri.....	33
Tablo 4.6. Bitkinin azot kapsamı.....	42
Tablo 4.7. Bitkinin fosfor kapsamı.....	43
Tablo 4.8. Bitkinin potasyum kapsamı	44
Tablo 4.9. Bitkinin kalsiyum kapsamı.....	45
Tablo 4.10. Bitkinin magnezyum kapsamı	45
Tablo 4.11. Bitkinin demir kapsamı	46
Tablo 4.12. Bitkinin mangan kapsamı.....	46
Tablo 4.13. Bitkinin çinko kapsamı	47
Tablo 4.14. Bitkinin bakır kapsamı	48
Tablo 4.15. Bitki verimi ile besin maddesi kapsamı arasındaki korelasyon analizi.....	48
Tablo 4.16. Toprakların azot kapsamı	61
Tablo 4.17. Toprakların fosfor kapsamı	61
Tablo 4.18. Toprakların potasyum kapsamı	62
Tablo 4.19. Toprakların kalsiyum kapsamı	62
Tablo 4.20. Toprakların magnezyum kapsamı.....	63
Tablo 4.21. Toprakların demir kapsamı	63

Tablo 4.22. Toprakların mangan kapsamı	64
Tablo 4.23. Toprakların çinko kapsamı	64
Tablo 4.24. Toprakların bakır kapsamı.....	65
Tablo 4.25. Toprakların bitki besin maddesi kapsamları ile biyolojik parametreler arasındaki korelasyon analizi.....	66



1. GİRİŞ

Dünya yaşlanmaya ve nüfus artmaya devam ettikçe doğal kaynaklar azalmakta, çevreye verilen zararlar artmaktadır. İnsanların, hayvanların ve doğal yaşamın karşılaşacağı tehlikeler ve tehditler büyümektedir. Artan nüfusla birlikte insanların ihtiyaçları da artmakta ve böylece doğal kaynaklardan en yüksek seviyede yararlanılmak istenmektedir. Tarım, insanların hayatlarını devam ettirebilmesi için vazgeçilmez bir üretim sektörüdür. Tarımsal üretimde yapılan uygulamaların, kullanılan kimyasal ve sentetik maddelerin doğal dengeyi ve insan sağlığını tehdit ettiği bir gerçektir, bu durum bilim insanlarını ve tarımla uğraşan kesimleri çeşitli çözüm arayışlarına yönlendirmiştir. Organik gübrelerin kullanımının arttırılması, mikroorganizmaların tarımda yer alması, organik tarım sisteminin yaygınlaştırılmaya çalışılması bu çözümlerdendir. Doğal dengenin bozulmasına karşı doğal kaynakları tercih etmek gerekmektedir. Bunun için; doğal çevreyi ve özellikle de tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı doğal çevre olan topraklarımızı en iyi şekilde tanımak ve onun verimliliğinin korunmasını sağlamak gerekmektedir.

Bitkisel üretimde verimliliğin arttırılmasında toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesini amaçlayan organik gübrelerin kullanımının gerekli olduğu bilinmektedir. Organik gübreler içerisinde ise son zamanlarda üzerinde yoğun araştırmalar yapılan kompostlar, solucan gübreleri oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Toprak solucanları toprak verimliliğini arttırmak ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenleyerek optimum ürün miktarının eldesi için önemli bir role sahiptirler. Bu amaçla vermikompost kullanımı tarımda sürdürülebilirliği destekleyen yöntemler içerisinde en yüksek ekonomik fayda sağlayan yöntemlerden birisidir.

Mikrobiyal faaliyetlerin devamlılığı için topraktaki organik maddenin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Mikroorganizmalar organik maddeyi parçalayarak besin ihtiyaçlarını karşılar ve ayrışan minerallerden bitkiler besin kaynağı olarak faydalanırlar. Hayvansal ve bitkisel kökenli organik atıklar toprağa karıştırılmadan önce yararlı bakterilerin popülasyonunu arttırmak ve zararlı mikroorganizmaları yok etmek amacıyla termoliflik bir işlem olan kompostlama işlemine tabi tutulur (Pamir, 1985). Ancak son yıllarda termoliflik kompostlamaya göre hem besleyici içerik hem de organik materyal oranı olarak daha üstün olan vermikompost kullanımı hızla

yaygınlaşmaktadır.

Vermikompost işleminde, organik atıklar solucanlar tarafından hızlı bir şekilde uğratılarak humifikasyon işlemine tabi tutulmakta ve toprağa uygulandığında toprağın yapısını, verimliliğini ve bitki üretimini pozitif yönde etkilemektedir. Organik atıkların değerlendirilmesiyle elde edilen organik gübreler dediğimiz kompost ürünleri her ne kadar gübreleme materyali olarak kullanılsa da aslında hepsi (vermikompost, yeşil gübreler, tüm organik kökenli materyaller) iyi bir toprak ıslah düzenleyicisidir. Vermikompostlama, yüksek sıcaklıkla oluşan geleneksel kompostlama ile karşılaştırıldığında, daha düşük sıcaklıkta gerçekleşen, sadece oksijen varlığında oluşan ve son üründe herhangi bir besin elementi, mikrobiyal aktivite kaybı yaşanmayan organik bir süreçtir. Vermikompost yapmanın en önemli avantajı, organik atıkların kompost yapan toprak solucanları tarafından hızla parçalanarak toksik olmayan solucan dışkısı olarak adlandırılan yüksek organik madde içerikli materyale dönüştürülmesidir. Organik atıklar solucanların sindirim sisteminde bulunan çok sayıdaki mikroorganizma tarafından sindirilerek kokusuz, organik maddece zengin içerikli olan vermikomposta dönüşümü sağlanır.

Kompost ve vermikompost üretimi için karbon- azot (C:N) oranı oldukça etkilidir. C:N dar olan materyallerin solucanlar tarafından parçalanma ve ayrışma durumu daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. C:N oranının yüksek olmasında mikrobiyal faaliyetlerde azalma meydana geldiği için parçalanma ve ayrışma durumu daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. C:N oranının çok düşük olduğu materyallerde ise fazla miktarda bulunan amonyak solucanlarda zehir etkisi göstermektedir. (Tchobanoglous et al., 1993).

Topraktaki besin dengesinin sağlanmasında ve tarımsal ürünlerdeki kalitenin artırılmasında önemli bir etken olan vermikompost dünya genelinde uzun yıllardır bilinmekte, üretilmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemizde ise vermikompost konusunda yeterli çalışmalar bulunmadığı için bu konudaki bilgi ve tecrübeler sınırlı kalmıştır. Bu nedenlerden dolayı vermikompostun üretilmesi, kullanılması ve yararları konusunda çalışmaların yapılması ve sonuçlarının paylaşılması bir gereklilik haline gelmiştir.

İnsanlar için en önemli besin kaynaklarından biri olan buğday bitkisi ülkemizde önemli bir üretim alanına sahiptir. Dünyadaki toplam üretim miktarı yaklaşık 771 milyon ton olan buğdayın en fazla üretildiği ilk üç ülke; Çin (134 milyon ton),

Hindistan (98 milyon ton), Rusya (85 milyon ton) olarak sıralanmaktadır. Türkiye yaklaşık 20 milyon ton ile 11. sırada yer almaktadır.

Toprak verimliliği için yüksek mikrobiyal aktivitenin avantajlarının yanında vermikompost doğrudan toprağa kazandırılarak bitkinin kullanımına sunduğu yararlı bitki besin elementlerini, bitki gelişim düzenleyicilerini ve bitki zararlılarına karşı direnç etkisini arttırarak bitki gelişmesini desteklemekte, ürün kalitesi ve verimini de arttırmaktadır. Aynı zamanda toprakların fizikokimyasal özelliklerini de etkileyerek toprak strüktürünün iyileşmesi, hava ve su dengelerinin sağlanması ve bunun beraberinde getirdiği mikrobiyal aktivite ve toprak verimliliğindeki artış ile de bitki gelişimini desteklemektedir. Bu çalışmada;

- Farklı organik atıkların (buğday samanı, fındık zurufu, çay fabrikasyon atığı, tütün atığı), farklı oranlarda ahır gübresiyle (%25, 50, 75, 100) karıştırılarak ortama Eisenia fetida türü solucanların ilave edilmesiyle beraber vermikompost elde edilmesi,

- Elde edilecek farklı özelliklerdeki vermikompostlar (% 0, 2, 4, 6, 8) dozlarında topraklara uygulanarak sera koşullarında buğday bitkisi yetiştirilmesi ve bitkide verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi,

- Sera denemesi sonunda vermikompostların toprakların biyolojik özellikleri üzerinde meydana getireceği değişimlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve/veya KAYNAK ARAŞTIRMASI

Organik atıkların kompostlanarak topraklara uygulanması bitkisel üretimi arttırmada önemli olan uygulamalardan biridir. Termofilik süreçten geçen kompostun topraklara uygulanmasıyla çevre kirliliği, organik maddenin azalması, tuzluluk gibi olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle modern yöntemden oluşan kompost yöntemi daha çok tercih edilmektedir (Decker, 2000).

2.1. Aerobik Şartlar Altında Organik Atıkların Kompostlanması

Aerobik şartlarda kompostlama işlemi; oksijene ihtiyaç duyan mikroorganizmaları kullanarak organik maddenin ayrıştırılması olayıdır. Mikroorganizma aktiviteleri ile açığa çıkan ısıнын neticesinde termofilik sıcaklığın artmasına imkân veren şartlar altında oluşan ürün zararlı mikroorganizmalar ve yabancı bitki tohumlarını da içermemektedir. Stabil kompost yığınının sıcaklığı (60-70°C) sabittir ve topraklara uygulanabilir formdadır (Haug, 1993). Aerobik kompostlamada hızlı ayrışma ve kompostlama boyunca artan sıcaklıklarla, kötü koku ve patojenlerin ortamda bulunmamasıyla beraber kompost yığını daha homojen bir şekilde meydana gelmektedir. Kompostlama yoluyla; taze heterojen organik materyal, homojen ve iyi stabilize olmuş humus benzeri bir ürüne dönüşür (Gootas, 1956; Golueke, 1972; Poincelot, 1975; Haug, 1979; De Bertoldi, et al., 1983; Zucconi and De Bertoldi, 1987).

Bitkisel üretimde verimliliği arttırmak için kullanılan organik gübrelere, bitkisel ve hayvansal atıklarla beraber evsel ve endüstriyel nitelikli tüm katı ve sıvı atıklar da dahil olmaktadır. Sürdürülebilir toprak gübrelemede, endüstriyel atık materyaller dönüşüme uğratılarak toprak düzenleyici olarak kullanılabilir (Suthar, 2007). Organik atıklar içerisinde bulunan bakteriler ve mantarlar kompostlama olayında rol oynayan mikroorganizma gruplarıdır. Bu mikroorganizmaların aktiviteleri ile kompostlamada ortaya çıkan son ürünler CO₂, sıcaklık ve su'dur. Genel olarak kompostlamanın amacı; organik materyalleri stabilize formlara dönüştürmek, bitki patojenlerini yok etmek, topraklara uygulanması neticesinde bitkide ürün artışı sağlamak, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmektir. Kompostlama organik atıkların aerobik biyobozunma işlemi olduğundan bu işlem organik atık, mikroorganizma, nem ve oksijen içerikleri arasındaki etkileşimleri de içerir. Nem

içeriği ve oksijen konsantrasyonu kompostlamada uygun bir seviyeye ulaştığında mikrobiyal aktivite artar. Su ve oksijene ek olarak mikroorganizmalar C kaynağı yanında N, P, K gibi makroelementlere, normal büyüme ve üreme için belirli miktarlarda da mikro elementlere ihtiyaç duyarlar. Bu ihtiyaçlar atık organik materyal tarafından sağlanır. Organik maddeyi besin kaynağı olarak kullanan mikroorganizmalar hızla çoğalır ve CO₂, H₂O, bazı organik ürünler ve enerji açığa çıkarır. Üretilen bu enerjinin bir kısmı metabolizma süreçleri sırasında geri kalan kısmı ise ısı ile birlikte tüketilir. Süreç termofilik koşullar altında gerçekleştiğinden, son ürün zararlı mikroorganizmalardan arınmış olarak ortaya çıkar. Meydana gelen bu son ürün kompost olarak adlandırılır ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etki etmektedir. Yapılan çalışmalarda da kompostun sahip olduğu besin elementlerince bitkisel üretime olumlu etkiler ettiği ortaya konulmuştur. Kompostlama süreci iz elementlerin toksisitesini arttırmasının yanı sıra, organik madde bakımından çok zengin ve bitkiler için önemli bir besin kaynağıdır (Gallardo-Lora and Nogales, 1987).

Alagöz vd. (2006) yaptıkları bir çalışmada, organik materyal ilavesinin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini, üç farklı organik madde kaynağını toprağa uygulayarak belirlemişlerdir. Organik materyalleri; işlenmiş tavuk gübresi ve belediye atık kompostu 1250, 2500 ve 5000 kg ha⁻¹, işlenmiş leonarditi de 100, 200 ve 400 kg ha⁻¹ olacak şekilde üç farklı dozda toprağa uygulamışlardır. Yedi aylık bir inkübasyon döneminden sonra elde edilen sonuçlara göre, farklı organik materyallerin topraklara uygulanmasıyla beraber, organik madde içeriği (OM), kation değişim kapasitesi (CEC), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), toplam azot (N), hacim ağırlığı, agregat stabilitesi gibi toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine önemli etkilere sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Aynacı ve Erdal (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, evsel atıklardan elde edilen kompostun, mısır ve biber bitkilerinin sera koşullarında büyüme ve besin elementi içeriğine olan etkisi belirlenmiştir. Deneme 2 kg toprak içeren saksılara kompostun 6 dozu uygulanarak (0, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 ve 4.00 tonda⁻¹) yürütülmüştür. Çalışma sonunda bitkinin kuru ağırlık değerlerinin yanında N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonlarını da belirlemişlerdir. Bitkinin P, K, Ca konsantrasyonlarının kompost dozu arttıkça artış gösterdiğini, biberde kompost uygulamasının Fe, Zn, Mn ve mısırdaki ise Mn konsantrasyonlarına istatistiksel anlamda önemli etkisini belirlemişlerdir.

Organik materyallerde aerobik kompostlamasının meydana gelebilmesi için etki eden parametreler besin maddelerinin C/N oranı, havalandırma, nem, pH, sıcaklık'tır. Sıcaklık, ortamdaki mikroorganizma türünü, organik atığın parçalanmasını belirleyen temel etkenlerdendir (Hobson and Wheatly, 1993). Havalanma ile ortama verilen oksijen, mikroorganizmaların solunumları için önemli olmakla beraber kompost yığınının sıcaklığının kontrol altına alınması ve organik bileşiklerin aerobik ayrışmasındaki sürekliliğini sağlama açısından da önemlidir (Haug, 1993). Nem, mikrobiyal aktivitenin sürekliliğinin sağlanması için gereklidir, eksikliği ise sürecin olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Kompostlama için gerekli nem genellikle %40-65 seviyesinde olmalıdır (Hobson and Wheatly, 1993). Organik atıkların veya ortamın C/N oranları kompostlamada oldukça önemlidir. Hücrenin esas yapıtaşını karbon meydana getirirken, azot hücre sentezi için önemlidir (Haug, 1993). N eksikliğinde ortamda mikrobiyal aktivite olumsuz yönde etkilenmektedir. (Diaz, et al., 2002). Dolayısıyla bu durum kompostlama sürecini sınırlandırmaktadır. Organik materyallerin C/N oranları daraldıkça parçalanma ve ayrışma olayı artmakta ve kompostlanmanın meydana gelme süreci de kısalmaktadır. Kompostlama için C/N oranının <30 olduğu durumlar idealdir ve süreç hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Inbar, et al., 1991). Kompostlama işlemine farklı yapıda organizmalar katıldığından pH'a karşı nispeten duyarsızdır. pH'ın 6,5-8 arasında olması istenir. Kompostlamada pH 4,5 ile 5 arasında etkin bir şekilde ilerler. Yığın devamlı olarak havalandırılarak mikrobiyal aktivitenin sürekliliği de sağlanmaktadır. Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla, organik atıkların mutlaka kompostlanarak kullanılması gerekmektedir.

Evsel ve endüstriyel organik materyallerin geri dönüşümünde solucanlar varlığında gerçekleşen kompost yöntemi, solucansız termofilik kompost yöntemine göre daha iyi özelliklere sahiptir (Dominguez, et al., 1997). Solucanlı kompostlama olan atık, yapılan diğer kompost ürünlerinden fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan çok daha üstün niteliklere ve ekonomik değere sahiptir.

2.2. Vermikompost Nedir?

Solucanlı kompostlama işleminden oluşan ürünler için kullanılan vermikültür, vermiteknoloji ve vermikompost gibi ifadeler birbirinden farklı anlamlar içermektedir (Loehr, et al., 1985; Neuhauser, et al., 1988). Vermikültür, atık çalışmaları,

sürdürülebilir tarım uygulamaları gibi değişik işlemler için kontrollü koşullar altında solucanların kültürünün yapılmasıdır. Vermiteknoloji; vermikültür faaliyetlerinde uygulanan yöntemlerdir. Vermikompost; çürümüş organik materyal yiyen solucanların mikroorganizmalarla yoğun olarak etkileştiği mezofilik bir süreçtir ve ayrıştırıcı topluluk içerisindeki bu canlılar ayrıştırma süreçlerini kuvvetli bir şekilde etkileyerek organik maddenin stabilizasyonunu hızlandırır, fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde değiştirirler (Edwards and Botlen, 1996; Dominguez, 2004; Edwards, et al., 2004). Mikroorganizmalar organik maddenin biyokimyasal olarak ayrışmasına sebep olan enzimleri üretir, fakat solucanlar taze organik maddeyi yiyerek beslenmesi ve sindirmesinin yanı sıra materyali mekanik olarak ta parçaladığından sürecin önemli faktörleri arasında yer alır. Böylece mikrobiyal topluluk için daha geniş bir yüzey alanı meydana gelir ve bu da önemli ölçüde mikrobiyal biyomas ve aktiviteyi etkilemiş olur. Solucanlar mikrobiyal biyomas ve aktiviteyi atıkların sindirimi ve parçalanmasıyla da değiştirirler ve verмикompostun diğer bileşenleri ile yakından etkileşime girerler.

Solucanlar mekanik karıştırıcılar gibi hareket ederler ve organik maddenin fiziksel, kimyasal yapısını değiştirirler, C/N oranını yavaş yavaş azaltırlar ve mikroorganizmalara maruz kalan yüzey alanlarını arttırarak mikrobiyal aktivite ve daha fazla ayrışma olayı için çok daha elverişli bir ortamı hazır hale getirmiş olurlar (Dominguez, et al., 1997).

Başarılı bir verмикompost elde etmek için ortamda organik materyali parçalayan mikrobiyal toplulukların yeterli miktarda olması gerekmektedir. Vermikompostlama da farklı organik atıklar, en ideal karışım oranlarında ve bu işlem için kullanılan solucanlar optimum nem düzeyinde başarıyla kullanılmaktadır (Edwards and Bohlen, 1996; Elvira, et al., 1998). Ayrıca solucan yataklarına eklenecek olan besin maddelerinin pH, tuzluluk, amonyak ve nem düzeyleri gibi özellikleri onların yaşam ortamlarının kalitesi üzerine de etki etmektedir. Organik atıklar, asidik bileşikler, NH₃ ve tuzlar gibi maddeler solucanlar için toksik özelliklere sahip olabileceklerinden dolayı verмикompostlama işleminden önce ön işleme tabi tutulurlar (Nair, et al., 2006).

Vermikompostlama, organik atıkların daha zengin besin maddeleri ile etkin mikroflora içeren ve termofilik olmayan kompostlama süreci olup, bu işlem solucanların varlığında gerçekleşmektedir. Vermikompostta, verмикompostun son

ürünü ayırılmış ince bir turbaya benzer. Porozite ve su tutma kapasitesi yüksek, C/N oranı bakımından düşük, bitkiler tarafından kolayca alınabilir formdaki birçok besin elementlerini içerir. Organik maddece zengin topraklarda inorganik besin elementlerinden özellikle amonyum ve nitrat aynı zamanda bitkiler için P, K, Ca ve Mg varlığını önemli ölçüde arttıran mineralizasyon olayı solucanlar tarafından daha yüksek oranda gerçekleştirilir. Vermikompost diye adlandırılan solucan dışkısı, içerisindeki yararlı mikrobiyal toplulukların fazla olmasından dolayı, bitki büyüme düzenleyicileri (humatlar, fulvik-humik asit) olarak toprak sağlığı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bitkisel ve hayvansal atıklar ile çeşitli endüstriyel atıklar solucanlar ile kompostlanabilmektedir. Vermikompost yöntemi ile vermicompost ürünü elde etmede kullanılan organik çöp çeşidi çok fazladır. Bu organik atık çeşidi grubunda kanalizasyon içeriği, kirli su atıklarındaki katı çöpler (Neuhauser et al., 1988), bira, mantar ve kağıt endüstrisi (Butt, 1993; Edwards, 1988a) gibi çeşitli endüstriyel işletme atıkları, süpermarket ve restoran atıkları (Edwards, et al., 1985), işlenmiş patates atıkları, tavuk, büyükbaş, koyun, keçi, at ve tavşan yetiştiriciliğinde (Edwards, 1988b) ortaya çıkan hayvansal atıklar, bahçecilikte ortaya çıkan ölü bitki ve çim atıkları sayılabilir.

2.3. Vermikompost Üretiminde Kullanılan Solucan Türleri

Vermikültür endüstrisi faaliyetlerinde tercih edilen ve aerobik kompost veya sığır gübresi yığınlarında en çok karşılaştığımız solucan türleri: *Eisenia fetida** (Tiger worm), *Eisenia andrei* (Red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (Red worm), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler), *Fletcherodrilus spp*, *Heteropodrilus spp*, *Pheretima excavatus*'dur. *E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim koşullarına uyum sağlarken, *L. rubellus* ve *P. excavatus* türleri de sıcak tropik iklim koşullarında daha iyi gelişme göstermektedir. Bu beş tür, solucan gübresi elde etme amacıyla organik atıkları indirmek için en çok tercih edilen türler arasına girmektedir (Edwards and Bohlen, 1996).

Solucan türleri içerisinde, ticari amaçla kurulan vermicültür/vermicompost işletmelerinde en fazla tercih edilen tür *Eisenia spp* ve ikinci olarak da *Lumbricus rubellus* 'tur (Dickerson, 2004). *Eisenia spp*'nin en fazla tercih edilen tür olmasının sebepleri: 1) Hızlı besin tüketirler ve daha yüksek üreme ve popülasyon artış oranlarına sahiptirler, 2) Farklı iklim ve çevre koşullarına karşı adaptasyon yetenekleri yüksektir,

3) Uygun çevre koşulları ve kolay ulaşılan yeterli miktarda besin kaynağı mevcut ise popülasyon artışı çok hızlı olmaktadır, 4) Dünya çapında dağılım gösterirler ve çoğu organik atıklarda doğal olarak kolonize olabilirler, 5) Sıcaklığa karşı toleranslıdırlar ve nem içeriği yüksek tüm organik atıklarda yaşayabilirler (Edwards and Bohlen, 1996). Bu sebeplerden dolayı *Eisenia spp.*, özellikle ılıman iklim kuşağındaki alanlarda olmak üzere ticari veya ticari özellikte olmayan vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen ve en fazla kültürü yapılan solucan türüdür (Yurdağül, 2007).

2.4. Organik Atıkların ve Ahır gübresinin Toprakların Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Topraklara organik materyal ilavesi sonunda toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinde iyileşmeler meydana geldiği gibi toprakların biyolojik ve kimyasal özelliklerinde de önemli artışlar sağlanabilmektedir (Graham, et al., 2002). Organik atıklar ve ahır gübresinin toprak yapısını düzeltici özelliklerinin yanında başta N olmak üzere P, K, Ca, Mg, Cu ve Zn gibi bitki besin elementlerini de sağlamaktadırlar. Topraklara ilave edilen organik atıkların ve ahır gübresinin toprakların biyokimyasal özellikleri üzerine de olumlu etkiler yaptığı ve bu etkinin toprakların organik madde kapsamı ve yapısı ile yakın ilişkiler içerisinde bulunduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur.

Perucci (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, topraklara belediye katı atık kompostu eklendikten sonra toprakların mikrobiyal biyomas, alkalın fosfataz, fosfodiesteraz, arilsülfataz, üreaz ve proteaz enzim aktivitelerinde bir artış olduğu belirlenmiştir.

Giusquiani et al. (1995), kireçli bir toprağa kentsel atık kompost uygulanması ile toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri ve enzimatik aktiviteleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışma sonucunda, enzimatik aktivitelerin (L-asparajinaz, arilsülfataz, dehidrojenaz, fosfodiesteraz ve alkalın fosfomanoesteraz) kompost ilavesiyle önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir.

Pascual et al. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda çeşitli kentsel atıkların (belediye katı atık, arıtma çamuru ve kompost) kurak bir toprağa ilave edilmesiyle toprağın biyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler belirlenmiştir. Çalışma sonunda, topraklara organik materyallerin eklenmesiyle,

toprakta mikroorganizmaların aktivitesini gösteren biyomas C, bazal solunum, biyomas C/ total organik C oranı ve metabolik katsayı değerlerinde artış olduğunu saptamışlardır. Toprağın biyolojik aktivitesi üzerindeki bu olumlu etkinin komposttan ziyade diğer atıkların ilave edilmesiyle daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir vd. (2000), iki farklı toprağa kuru ağırlık esasına göre % 0, % 2.5, %5.0, %7.5 dozlarında olacak şekilde tütün atığı, çeltik sapı, fiğ, tavuk gübresi ve şilempe'nin $25\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 3 aylık inkübasyon süresi sonunda bu atıkların toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, organik atıkların üreaz enzimi üzerinde yaptığı artışı Tütün atığı > Tavuk gübresi > Fiğ > Çeltik sapı > Şilempe olarak belirlemişlerdir.

Kızılkaya (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak ortamında bulunan *Lumbricus terrestris*'e buğday samanı, çay ve tütün fabrikası artığı, sığır gübresi ve fındık zurufu yem olarak kullanılmış ve toprağa da artan dozlarda Zn uygulanmış, solucanın ürettiği vermikomposttaki dehidrogenaz aktivitesinin Zn uygulamasına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Saha (2008) tarafından, yapılan bir çalışmada, toprağa vermikompost uygulanmış ve bu uygulama ile alkali fosfataz aktivitesindeki artışa bağlı olarak yarayışlı fosfor miktarının arttığı ve dolayısıyla toprakta P çevriminin hızlandığı belirlenmiştir.

Çetin ve Gür (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı organik atıkları (mantar kompostu, çöp kompostu, sığır gübresi, tavuk gübresi ve arıtma çamuru) toprağın N içeriği, CO₂ üretimi ve agregat stabilitesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, organik atıkların çeşit ve dozlarının NH₄-N, NO₃-N, toprağın CO₂ üretimi ve agregat stabilitesi üzerine etkili olduğunu saptamışlardır.

Özdemir vd (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı pH değerlerine sahip topraklara sera koşullarında pirinç kabuğu kompostu, çöp kompostu ve tütün atığı uygulamalarının ilave edilmesiyle dehidrogenaz enzimi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Samsunili çevresindeki alanlardan ve yüzey toprağından (0-20 cm) alınmıştır. Toprak örnekleri ince, orta derecede ince ve orta tekstüre, asit, nötr ve alkalın pH değerlerine, düşük tuz içeriğine, düşük ve orta seviyede organik madde içeriğine, düşük ve yüksek kireç içeriğine sahiptirler. Elde edilen analizler sonucunda, pirinç kabuğu kompostu, şehir çöprü

kompostu ve tütün atığının asidik, nötr ve alkali topraklara uygulanmasının, toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesini arttırdığını belirlemişlerdir.

2.5. Organik Atıkların ve Ahır Gübresinin Solucanlar ile Vermikompostlanması ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin maddelerini elverişli bir biçimde sağladığı ve bu besinlerin bitki tarafından alımını arttırdığı bilinmektedir (Peyvast, et al., 2007). Vermikompost, yüksek miktarda humus, N, % 2-3 P, % 1.55-2.25 K, % 1.85-2.25 mikrobeyinler, azot bağlayıcı bakteriler ve mikorizal funguslar gibi yararlı toprak mikroorganizmalarını içeren besleyici organik bir gübredir. Vermikompostlar organik madde içelikleri, granüle yapıda olmaları, uygun pH, yüksek su tutma kapasitesi gibi nitelikleriyle uygulandıkları toprakların fiziksel yapısını da iyileştirmektedir. Vermikompost ilavesi ile strüktürel yapının iyileşmesi toprak üretkenliğini ve toprak verimliliğinin artmasına olanak sağlamaktadır. Toprak verimliliğindeki bu artış ile birlikte bitki gelişimi ve kalitesi de olumlu yönde etkilenmektedir. Yapılan pek çok araştırmada vermikompostun bitki büyümesini önemli oranda teşvik ettiğı ortaya konulmuştur (Chaoui et al., 2003;Guerrero, 2010). Vermikompostun bitki çiçeklenmesini uyardığı, üretilen çiçeklerin sayısını ve biyokütlesini arttırdığı da bilinmektedir (Atiyeh, et al., 2002; Arancon, et al., 2008). Ansari ve İsmail (2012), tarafından yapılan bir çalışmada, solucan vermikestinin % 7.37 nitrojen ve % 19.58 oranında P₂O₅ içerdığı belirlenmiştir. Ahır gübresi, kentsel arıtma çamurları, yeşil gübre bitkileri, bitkisel ve hayvansal atıkları kapsayan tüm organik materyaller vermikompostlama materyali olarak kullanılmaktadır. Başarılı bir vermikompost elde edebilmek için solucan türlerinin ideal yaşam ortamlarının sağlanması gerekmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalarda *E. foetida* için ideal olan yaşam ve besin ortamı koşullarının; sıcaklık aralığı 15-24°C, nem düzeyi % 60-90, amonyak düzeyi 0.5 mgg⁻¹'dan düşük, tuz miktarı 0.5 mgkg⁻¹' dan az, pH 5-9 arasında ve oksijence zengin olması gerektiğı saptanmıştır (Edwards, 2004; Edwards, 1988). Vermikompost sahip olduğu fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri sebebiyle çeşitli bahçe bitkileri için toprağa veya organik gübre olarak sera bitkileri gelişim ortamlarına uygulanabilecek iyi bir materyal olarak görülmektedir. Gutiérrez – Miceli et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, koyun gübresi kullanılarak elde edilen vermikompostun domates bitkisinin

ağırlığını dikkate değer oranlarda arttırdığı, bu toprakların pH değerini düşürdüğü ve diğer besin elementlerinin yararlanılabilirliğini arttırdığı belirlenmiştir.

Kale et al. (1992) yaptıkları bir çalışmada, sera ve tarla koşullarında yetiştirilen bazı bitkilerde vermikompostlamanın ürün verimi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Vermikompost uygulanmış arazide mikrobiyal populasyonların aktivitesinin arttığını, ortamda artan N fiske edici mikroorganizmaların artışına bağlı olarak toprağın toplam N içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir.

Benitez et al. (1999) tarafından, kanalizasyon çamurunun *Eisenia fetida* türü solucanlar ile 18 haftalık süre sonunda kompostlaşması sırasında enzim aktivitelerinde meydana gelen değişimleri araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, ortamdaki organik bileşiklerin azalmasına bağlı olarak, β -Glikosidaz, üreaz, proteaz, fosfataz, dehidrogenaz enzim aktivitelerinin de azaldığı belirlenmiştir.

Atiyeh et al. (2000), domates ve marul tohumlarının vermikompost kullanılarak çimlendirilmesi ile ilgili çalışmalarında, büyükbaş hayvan gübresi ile vermikompostu karşılaştırmışlardır. Sonuçta, vermikompostun büyükbaş hayvan gübresine nazaran bitki büyüme gelişimi üzerindeki etkileri sebebiyle daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Atiyeh et al. (2000b), ticari bir bitki gelişim ortamı (peat/perlit karışımı veya coir/perlit karışımı olan metro-mix 360) ile bu ticari ortamın vermikompost (domuz gübresinden elde edilmiş) ilaveli karışımlarında domates bitkisi gelişimini yaptıkları bir çalışmada, %100 ticari saksı ortamındaki bitki gelişimine göre %10 vermikompost ilaveli karışımda domates gelişiminin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Vermikompostların %10, %20 ve %50 oranlarında ticari ortama katılması besin sağlamaya bağlı olarak bitki gelişimini teşvik ettiği için, bitki boyu, kökü ve sürgün biyokütlesinde önemli artışlar belirlenmiştir. Ayrıca, bitki gelişimi hem peat-perlit hemde coir-perlit karışımlarına vermikompostun %10 ve %20 oranlarında katıldığında önemli artışların olduğunu saptamışlardır.

Patil and Bhilare (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday samanı, preslenmiş çamur kek (PMC), çiftlik gübresi (FYM)'den hazırlanan vermikompostun buğday bitkisi büyüme ve verimi üzerine olan etkisi belirlenmiştir. 10 tane vermikompost uygulaması, kontrol; buğday samanı; preslenmiş çamur kek, çiftlik gübresi; 3/4 PMC + 1/4 FYM; 1/2 PMC + 1/2 FYM; 1/4 PMC + 3/4 FYM; 3/4 PMC

+ 1/4 buğday samanı; PMC + 1/2 buğday samanı; 3/4 PMC + 1/4 buğday samanı olarak hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda, bitki boyunun, bitki dane sayısının, 1000 dane ağırlığının, toplam protein içeriğinin 1/2 PMC + 1/2 FYM uygulamasında en yüksek değerlere ulaştığını belirlemişlerdir.

Zhang et al. (2000), yaptıkları bir çalışmada, iki farklı solucan türü (*Metaphire guillelmi* ve *Eisenia foetida*) ile inkübasyona bırakılan toprak örneklerinin biyolojik özelliklerinde ortaya çıkan özellikleri belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, solucan ilavesi ile mikrobiyal biyomasın azaldığını, selüloz, kitinaz ve proteaz enzim aktivitelerinin artış gösterdiğini ve bu değişimlerin kullanılan solucan türüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini saptamışlardır.

Hashemimajd et al. (2004) yaptıkları bir çalışmada, bitki yetiştirme ortamına *Eisenia foetida*'dan elde edilen vermikompost ile diğer kompostların sera koşullarındaki domates bitkisinin bitki beslenmesi üzerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada işlenmemiş mandıra atığı, seren yaprağı, tütün atığı, çeltik kavuzu, arıtma çamuru gibi çeşitli organik atıklar ile bunların farklı karışımlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda, saksılarda bitki tarafından kaldırılan besin maddeleri ve kompost ilavesi ile bitkiye verilen besin maddeleri arasında önemli bir ilişki bulmuşlar ve fosfor (P)>çinko (Zn)>bakır(Cu)>kalsiyum(Ca)>manganez(Mn)>potasyum(K)>azot(N)> magnezyum (Mg)>demir (Fe) olduğunu saptamışlardır.

Uyanöz vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı organik materyallerin (çöp kompostu, mantar kompostu, sığır gübresi, tavuk gübresi ve arıtma çamuru) buğday bitkisinin verim ve verim unsurları üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, buğday bitkisinin yaprak, dane, sap örneklerine ait N, P, K, Fe, Zn, Cu, Mn içeriğini arttırmada en fazla etkiyi sırasıyla arıtma çamuru, mantar kompostu ve sığır gübresi olarak belirlemişlerdir.

Azarmi et al. (2008), domates yetiştirilen alanlarda dekara 15 ton vermikompost uygulamasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu yönde etki ettiğini, organik C,N, P, K, Ca, Zn, Mn miktarlarında da artış meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Gark et al. (2009) yaptıkları bir çalışmada, tekstil atıkları, inek ve at gübresi karışımlarından elde edilen vermikompostun pH, EC ve C/N oranının düşük, fosfor içeriğinin ise yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Kızılkaya vd. (2010), arıtma çamuru (AÇ), fındık zurufu (FZ) ve ahır gübresini (AG) içeren vermikompostların ideal karışım oranı ile ideal vermikompostlanma süresinin belirlenmesi amacıyla, *Eisenia fetida* türü solucanlarla, AÇ, FZ ve AG'yi farklı oranlarda karıştırmışlar ve solucan sayısı ve biyokütle verileri ile farklı vermikompostların özelliklerine (biyolojik, kimyasal ve ağır metal kapsamı) göre ideal karışım oranının % 30 AÇ + % 35 FZ + %35 AG ve ideal kompostlanma süresinin ise 90 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Kızılkaya vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada, inek gübresi (CM), fındık zurufu (HH), kanalizasyon çamurunun (SS) *Eisenia foetida* solucanlar tarafından vermikompostlaşması sırasında enzim aktivitelerindeki (üreaz, fosfataz, arisülfataz) değişiklikleri belirlemişlerdir. *E. fetida* solucan türünün büyümesi ve çoğaltılması için hazırlanan karışımlar laboratuarda 90 gün boyunca $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de kontrollü koşullar altında incelenmiştir. Çalışma sonucunda maksimum solucan biyokütlesinin % 20 SS + % 40 HH + % CM yem karışımında olduğunu ve vermikompostlama süresi boyunca hücre dışı enzim aktivitelerinde önemli ölçüde artış olduğunu belirlemişlerdir.

Wang et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, inek gübresi vermikompostunun Çin lahanası bitkisinin büyümesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Vermikompost uygulamasının besin değeri, çözünebilir şeker, çözünebilir protein ve C vitamini içerikleri üzerine önemli ölçüde artış olduğunu saptamışlardır. Arancon ve Edwards (2005) tarafından, vermikompost uygulamasının düşük dozlarının bile çeşitli bitkilerin olgunlaşmasında önemli rol oynadığını belirlemişlerdir.

Sönmez vd. (2011), açık tarla koşullarında kış sezonu boyunca yaptıkları bir çalışmada, farklı dozlarda vermikompost ($\text{VC}_1 = 100 \text{ kgda}^{-1}$, $\text{VC}_2 = 200 \text{ kgda}^{-1}$), çiftlik gübresi ($\text{AG}_1 = 1500 \text{ kgda}^{-1}$, $\text{AG}_2 = 3000 \text{ kgda}^{-1}$) ve kontrol uygulamalarının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea var. L.*) büyüme ve toprak verimliliği üzerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Genel olarak bitki büyüme, verim, besin içerikleri ve toprak verimliliği parametrelerinin AG_2 'de daha yüksek olduğunu, VC 'li uygulamalarının kontrol grubuna göre kıyaslandığında daha iyi sonuçlar verdiklerini saptamışlardır. Özellikle VC_2 uygulamasının bitkinin Fe ve toprağın Ca

konsantrasyonu üzerinde daha etkili, AG₂ uygulamasının da bitki büyümesi, besin konsantrasyonu ve toprak verimliliği açısından diğerlerinden daha üstün olduğunu belirlemişlerdir.

Rupani et al. (2013), farklı organik madde türlerinin (mutfak atıkları, bahçe atıkları, gazete, saç, yumurta kabuğu) vermikomposta dönüştürülmesi ve *Eisenia foetida* solucanların verimliliğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, solucanların büyümesinin yem materyallerinin türü ve niteliğine göre değiştiğini ve *E. foetida* solucanları kullanarak farklı organik materyallerin vermikomposta dönüştürülmesinin uygun bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca farklı atıkların vermikomposta dönüştürülmesi ile besin özelliklerinin (N, P ve K) de önemli ölçüde değiştiğini belirlemişlerdir.

Shanmugasundaram et al. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, keçi, inek, at gibi hayvansal atıkların, evsel atıkların (çay tozu) ve bunların birleşimlerinin *Eisenia foetida* solucanın gelişimi ve üremesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Sera koşulları altında bamya bitkisinin büyümesi üzerindeki etkiyi normal kompostla karşılaştırmışlardır. Biyokütle ve yavru üremesi için 10 yavruyu 200 g atık içerisine bırakarak 10 hafta boyunca gözlemlenmişlerdir. Yavru üremesi açısından; inek > at + inek > inek + çay > at + çay > çay > at olarak belirlemişlerdir. Bitki büyümesi olarak; at + inek (vermikompost) > inek (vermikompost) = at (vermikompost), çay (normal kompost) > at (vermikompost) = at + çay (vermikompost) > inek (normal kompost) = çay (vermikompost) = inek + çay (vermikompost) > inek + çay (normal kompost) = at + çay (normal kompost) = at + inek (normal kompost) olarak saptamışlardır.

Tavalı vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, tarla koşulları altında karnabahar yetiştiriciliğinde vermikompostun kullanılabilme durumu belirlenmiştir. Kimyasal gübreleri vermikompost ile beraber uygulamışlar ve çalışmadaki örnekler: K-0 (kontrol), VK- 0 (0 kgda⁻¹ vermikompost + N: P: K), VK- 1 (100 kgda⁻¹ vermikompost + N: P: K) , VK- 2 (200 kgda⁻¹ vermikompost + N: P: K), VK- 4 (400 kgda⁻¹ vermikompost + N: P: K) ve VK-8 (800 kgda⁻¹ vermikompost + N: P: K) olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın sonunda, bitki örneklerinde, kalite parametreleri (bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı, suda çözünür kuru madde, pH ve C vitamini), verim ve bitkinin beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre vermikompostun, kontrole göre istatistiksel olarak kalite parametrelerini, beslenme

durumunu ve verimi arttırdığı ve karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelere ek olarak ($6 \text{ kgda}^{-1} \text{ N}$, $3 \text{ kgda}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, $6 \text{ kgda}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), $200\text{-}400 \text{ kgda}^{-1}$ vermikompost dozu uygulamasının yeterli olabileceğini saptamışlardır.

Quiroz et al. (2014), yaptıkları bir çalışmada, organik veya konvensiyonel gübrelerin domates bitkisinde verim, meyve büyüklüğü, meyve sayısı, meyve kalitesi, klorofil içeriği ve nitrat redüktaz enzim aktivitesi üzerine etkisini belirlemişlerdir. Domates bitkileri kontrollü sera koşullarında yetiştirilip, organik veya konvensiyonel gübre ile işlenmiştir. Beş uygulama: F1; kum+inorganik gübre; F2; kum+vermikompost çayı; F3; 1:1 kum karışımı: kompost+vermikompost çayı; F4; 1:1 kum karışımı: vermikompost+vermikompost çayı; ve F5; 2:1:1 kum karışımı: kompost+vermikompost+vermikompost çay olacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışma sonunda, domates bitkisi için en iyi organik gübrenin F2; kum+ vermikompost çayı olduğunu saptamışlardır.

Küçükyumuk vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, mikoriza ve vermikompostun birlikte ve ayrı ayrı kullanılmasının biber bitkisinin büyümesi ve mineral beslenmesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Mikoriza dozları (0, 1 ve 2 g saksı^{-1}) vermikompost dozları da (0, 2.5, 5 ve 10 g saksı^{-1}) olarak uygulanmıştır. Çalışma sonunda, en yüksek vermikompost ve mikoriza uygulamaları ile biber bitkisinin daha fazla geliştiğini ve daha fazla besin elementi içerdiğini belirlemişlerdir.

Patel et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, patates atıklarından vermikompost üretimini gerçekleştirmek ve elde edilen vermikompostun maş fasulyesi (*Vigna radiata*) ve çemen otu'nun (*Trigonella foenumgraecum*) büyümesi üzerine olan etkisini sera ve tarla denemesi olarak belirlenmiştir. Araştırma sonunda, bitki büyümesi sırasında vermikompost ilavesinin toprak özelliklerini koruduğunu ve vermikompostun bitkilerden yüksek verim elde etmek için doğal bir gübre olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Adiloğlu ve Büyükfiliz (2016), Tekirdağ'ın Yağcı ilçesinde ekimi yapılan ayçiçeği bitkisine farklı dozlarda verilen ($V_0: 0 \text{ kgda}^{-1}$, $V_1: 200 \text{ kgda}^{-1}$, $V_2: 400 \text{ kgda}^{-1}$, $V_3: 800 \text{ kgda}^{-1}$) vermikompost gübrelemesi sonucunda, bitkinin beslenme durumunun bitki analizleri ile belirlenmesi amacıyla, 4 farklı dozda vermikompost gübrelemesi 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Deneme Tekirdağ'ın Yağcı ilçesinde açık tarla şartlarında $4 \times 3 \text{ m}$ parseller halinde yapılmış ve çalışma sonucunda, her bir deneme parselinden rastgele alınan 10 ayçiçeği bitki örneğinde, verim, yağ oranı, tabla çapı,

bitki boyu, bazı makro ve mikro besin elementlerinin analizleri yapılmıştır. Verim sonuçlarına göre, vermikompost uygulamaları ile en yüksek verim, yağ oranı, tabla çapının V_3 : 800 kgda⁻¹, en yüksek bitki boyunun V_2 : 400 kgda⁻¹ vermikompost uygulaması yapılmış parselde olduğunu saptamışlardır. Bitki analizi sonuçlarına göre N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, içeriklerinin vermikompost uygulamaları ile arttığını, fakat Fe, Zn, B içeriklerinin vermikompost uygulaması ile azaldığını belirlemişlerdir.

Bellitürk ve Eker (2016) tarafından, tesadüf blokları deneme modelinde sera ortamında saksılara vermikompost (350 g ve 500g), çöp kompostu, %5, %10, %25, %50 oranlarında inek ve koyun gübresi ilave edilmiş ve kontrol (gübre içermeyecek %0) şekilde uygulanmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda gübre minerallerinin sıklamen (*Cyclamen L*), menekşe (*Viola spp*), çuhaçiçeği (*Primula Spp.*) açık süs bitkisi türlerinin gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Genel olarak, bitki besin maddelerinin elde edilmesi açısından koyun gübresinin diğerlerine nazaran daha uygun olduğu bulunmuş, koyun gübresinden sonra çöp kompostunun etkili şekilde Mg, K ve Zn alınımında önemli rolü olduğunu bildirmişlerdir. Bitki çeşitleri açısından değerlendirme yapılmış, menekşe ve çuha çiçeği bitkilerinin öne çıkan bitkiler olduğunu saptamışlardır. Sıklamen bitkisinin gübre ve uygulama dozu ile etkilenmediğini bildirmişlerdir.

He et al. (2016), kanalizasyon çamuru ve farklı katkı maddelerinin (toprak, saman, uçucu kül, talaş) *Eisenia fetida* solucanlar tarafından vermikompostlanması sırasında ağır metallerin (As, Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) gelişimi ve toplam içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, kanalizasyon çamurunun vermikompostlaşma süreci sırasında ağır metallerin ayrıştırılmasında solucan faaliyetlerinin ve uygun materyallerin kullanılmasının önemli bir rol oynadığını belirlemişlerdir.

Özkan ve Müftüoğlu (2016), marul gelişimi üzerine artan vermikompost dozlarını değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada, vermikompost uygulamasının marul yapraklarının sayısında önemli ölçüde artış sağladığını belirlemişlerdir.

Yılmaz ve Kurt (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompost ve biyokömürün mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine olan etkisi belirlenmiştir. Deneme süresinde, organik biyokömür ve vermikompost materyalleri değişik oranlarda karıştırılarak (% 100 Biokömür, % 100 Vermikompost, % 75 Biokömür+% 25 Vermikompost, % 25 Biokömür+% 75 Vermikompost, % 50

Biokömür+% 50 Vermikompost) inkübasyon ve saksı denemesine bir örtü malzemesi olarak uygulanmıştır. Saksı ve inkübasyon denemesi altında, toprakların biyolojik özellikleri (mikrobiyal biyomas, CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, üreaz enzim aktivitesi ve arilsülfataz enzim aktivitesi) ve toprakların kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri sera denemesi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda, sadece vermikompost ve biyokömürün bir örtü malzemesi olarak kullanılmasının, mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını, % 75 BK+% 25 VK, % 25 BK+% 75 VK, % 50 BK+% 50 VK oranlarının uygun koşulları sağladığını ve vermikompostun ahır gübresi ile birlikte bir örtü materyali olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Bellitürk et al. (2017), kıvırcık marul üretimi üzerine farklı vermikompost konsantrasyonlarının (inek gübresi, koyun gübresi) etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı bir çalışma sonucunda, inek gübresi uygulamasının daha yüksek miktarda N kaldırdığını belirlemişlerdir.

Barlas et al. (2018) yaptıkları bir çalışmada, toprak ve torfa uygulanan artan vermikompost dozlarının buğday bitkisinin (*Triticum vulgare L.*) büyüme ve gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Bu amaçla, havada kurutulmuş toprak ve torf % 0, % 25 ve % 50 (v/v) oranlarına eşdeğer 3 farklı vermikompost miktarı ile karıştırılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde, bitkisel üretimde vermikompost kullanımının bitki büyümesi için önemli bir besin kaynağı olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Najjari and Ghasemi (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, kan tozu (BP) ile işlenmiş talaşın (SD) vermikomposta dönüştürülmesi ve salata bitkisi gelişimi ve beslenmesi üzerindeki etkisi belirlenmiştir. İşlenmiş talaşı (SD) farklı oranlardakan tozu (BP) ile karıştırarak (%5 ve %10 BP) 4 ay boyunca solucan yemi olarak kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, % 5 BP + SD'nin en iyi kalitede vermikompost elde etmek için uygun olduğunu ve bununda salata bitkisi gelişiminde besin elementleri miktarındaki artışa bağlı olduğunu belirlemişlerdir.

Zuo et al. (2018) tarafından, vermikompostun (VC) çileğin morfolojik ve fizyolojik indeksleri üzerine etkilerini ve toprağın mikrobiyal özelliklerini araştırmak ve VC'nin çilek gelişmesi ve büyümesi üzerindeki potansiyel mekanizmalarını analiz etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla, tesadüf parselleri deneme desenine göre sera koşullarında saksı denemesi gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar,

toprağa VC'nin altı farklı volümetrik oranı olarak: % 100 toprak (kontrol, CK); % 10 VC +% 90 toprak (VC10); % 20 VC +% 80 toprak (VC20); % 30 VC +% 70 toprak (VC30); % 40 VC +% 60 toprak (VC40); % 50 VC +% 50 toprak (VC50) uygulanmıştır. Çalışmada, vermikompost uygulanmasının, biyomas üretimi, bitki boyu ve yaprak alanı gibi büyüme özelliklerini arttırmakla kalmadığını, aynı zamanda meyve verimini, meyve ağırlığını ve suda çözünebilir şeker ve C vitamini içeriğini geliştirdiğini de saptamışlardır. Ayrıca, kontrol ile karşılaştırıldığında VC uygulaması ile toprak mikrobiyal ve enzim aktivitesinde, katyon değişim kapasitesinde ve kök aktivitesinde önemli gelişmeler olduğunu bu gelişmelere bağlı olarakta vermikompost uygulamasının ilek büyümesi ve kalitesi üzerinde de olumlu bir etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak, vermikompost eldesinde solucan yataklığı olarak kullanılan ahır gübresinin yanısıra, çay fabrikasyon atığı, tütün atığı, fındık zurufu, buğday samanı kullanılmıştır. Vermikompost üretiminde kullanılacak solucanlar temin edilmiş, elde edilen vermikompostların tarımsal etkinliğinin belirlenmesi amacıyla test bitkisi olarak buğday bitkisi ve deneme toprağı kullanılmıştır.

3.1.1. Çay Fabrikasyon Atığı

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın bir şekilde tarımı yapılan çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) hasat sonu fabrikasyon atıkları Rize ili Pazar ilçesi Doğu Çay Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Kuru olarak temin edilen çay fabrikasyon atığının parçacık büyüklüğü tekrar kurutulduktan sonra öğütülerek küçültülmüş, <0.5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost üretiminde kullanılmıştır.

3.1.2. Tütün Atığı

Karadeniz Bölgesi'nde özellikle orta kuşak arazilerde üretimi yapılan tütün bitkisinin (*Nicotiana tabacum*) atığı Samsun ili 19 Mayıs ilçesindeki sigara fabrikasından temin edilmiştir. Kuru olarak temin edilen tütün atığının parçacık büyüklüğü tekrar kurutulduktan sonra öğütülerek küçültülmüş, <0.5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost üretiminde kullanılmıştır.

3.1.3. Fındık Zurufu

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun yetiştiriciliği yapılan ve Samsun ilinin özellikle doğu ilçelerinde de üretimi yapılan fındık bitkisinin (*Corylus avellana*) hasat sonu fındık zurufu Trabzon ili Araklı ilçesi fındık bahçelerinden temin edilmiştir. Kuru olarak temin edilen fındık zurufunun parçacık büyüklüğü tekrar kurutulduktan sonra öğütülerek küçültülmüş, <0.5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost üretiminde kullanılmıştır.

3.1.4. Buğday Samanı

Genel olarak ülkemizin bütün bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan insan beslenmesi ve hayvansal üretim açısından önemli bir yere sahip olan buğday bitkisi (*Triticum aestivum*), Samsun ili Bafra ilçesindeki işletmeden temin edilmiştir. Kuru olarak temin edilen buğday samanı parçacık büyüklüğü tekrar kurutulduktan sonra öğütülerek küçültülmüş, <0.5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost üretiminde kullanılmıştır.

3.1.5. Ahır Gübresi

Vermikompost eldesi için solucanlara yataklık olarak ahır gübresi kullanılmış ve ahır gübresi, Samsun ili Bafra ilçesindeki bir üreticinin işletmesinden ihtimar edilmiş olarak temin edilmiştir. Temin edilen ahır gübresinin parçacık büyüklüğü küçültülmüş, <0.5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost eldesinde kullanılmıştır.

3.1.6. Solucanlar

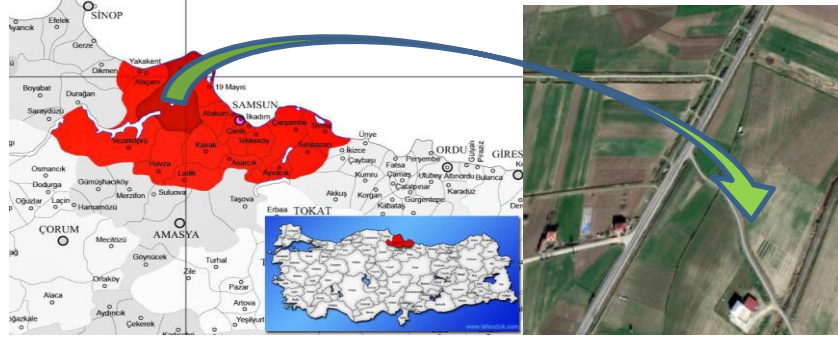
Vermikompost eldesi için *Eisenia fetida* türü solucanlar kullanılmıştır. Bu türe ait solucanlar, piyasadan ticari yollarla temin edilmiş ve vermikompost üretiminde kullanılmak üzere orjinal yataklıkları (ahır gübresi) içerisinde optimum nem ve sıcaklık koşullarında depolanmıştır.

3.1.7. Test Bitkisi

Tez çalışmasında test bitki materyali olarak Pandas türü buğday bitkisi (*Triticum aestivum*) kullanılmıştır. İtalyan orijinli olan bu buğday türü 1984 yılında aldığı tescil ile ülkemizde üretimi yapılmaktadır. 90-100 cm sap uzunluğuna sahip, yaprakları koyu yeşil renkli, başaklar beyaz kılçıklı ve yoğunluğu sık olup başak uzunluğu 8-10 cm arasında değişmektedir. Taneleri kırmızı-sert görünümlü olup tane oval şekildedir.

3.1.8. Toprak

Sera denemesinde kullanılan deneme toprağı, Samsun'un Bafra ilçesinde tarım yapılan araziden (41° 32' 26.3" K. ve 35° 51' 04.7" G.), 0-20 cm derinlikten alınmıştır (Şekil 3.1). Deneme alanından alınan toprak örnekleri laboratuvara hava kuru getirilerek, 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1. Toprak örneği alınan yerin görüntüsü

3.2. Metot

3.2.1. Organik Artıklar ve Artıkların Özellikleri

Vermikompost eldesi için temin edilen organik artık ve atıkların (çay fabrikasyon atığı, tütün atığı, fındık zurufu, buğday samanı ve ahır gübresi) besin maddesi kapsamları ile kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla, organik artık ve atıklar sabit ağırlığa gelinceye değin kese kağıtlar içerisinde 65°C’de kurutulmuş ve öğütüldükten sonra bu atıklara uygulanan kimyasal analiz Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Organik atıkların bazı kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan yöntemler (Ryan, et al., 2001; Kacar 1972, 1995)

Analiz	Uygulanan Yöntem
Organik madde	Kuru yakma (etil alkol içerisinde çözündürülmüş %5’lik H ₂ SO ₄ ’den her 1 gr materyale 1 ml olacak şekilde ilave edilmesi sonucu porselen krozelerde 550 °C’de yakılması) yöntemi ile
Toplam Azot	Kjeldahl yöntemine göre
C/N	Organik madde ve N analizleri sonucu hesaplama ile
pH	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında pH-metre ile
EC	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında EC-metre ile
Toplam Fosfor	Kuru yakma ile elde edilen ekstraktta spektrofotometrik olarak
Toplam Potasyum	Kuru yakma ile elde edilen ekstraktta flame fotometrik olarak
Toplam Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn	Kuru yakma ile elde edilen ekstraktta Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile

3.2.2. Solucanların Özellikleri

Vermikompost eldesi için *Eisenia fetida* türü solucanlar kullanılmış olup, bu solucan türlerinin bazı özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

3.2.3. Toprak Örneğinin Özellikleri

Tez çalışması kapsamında üretilen vermikompostların tarımsal etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan toprağın özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Tablo 3.3’de verilen analizler yapılmıştır.

Tablo 3.2. *Eisenia fetida* türüne ait solucanların bazı özellikleri

Özellikler	
Renk	Kahverengi
Yaşam süresi	45-51 gün
Yaşayabildiği sıcaklık düzeyi	0-35°C
Optimum sıcaklık isteği	25°C
Yaşayabildiği nem düzeyi	%70-90
Optimum Nem isteği	%80-85
Ergen evresine kadar geçen süre	21-28 gün
Bir günde kokon üretme sayısı	0.35-0.50
Kokon büyüklükleri	4.8mm × 2.82mm
Kokonlardan çıkan yavruların yaşama oranı	%20

Tablo 3.3. Denemede kullanılan toprak örneğinin özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan analizler ve yöntemleri (Çağlar 1958; Lindsay and Norvell 1978; Rowell 1996)

Analiz	Yöntem
Tekstür (% kum, silt, kil)	Hidrometre yöntemi
Toprak reaksiyonu (pH)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımında pH-metre ile
Elektriksel İletkenlik (EC)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımında EC-metre ile
Kireç kapsamı (CaCO ₃)	Scheibler kalsimetresi ile
Organik madde	Walkey-Black yöntemi ile
Toplam N	Kjeldahl yöntemi ile
Alınabilir P	Olsen yöntemine göre
Değişebilir Na, K, Ca, Mg	Amonyum asetat ekstraksiyonunda
Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn	0.005 M DTPA+0.01 M CaCl ₂ +0.1 M TEA ekstraksiyonu ile

3.2.4. Vermikompost Eldesi

Kurutulduktan, öğütüldükten sonra 0.5 mm'lik elekten elenen organik artık ve atıklar vermikompost üretiminde kullanılmış, farklı oranlarda ahır gübresi ile kuru ağırlıkları esas alınarak karıştırılmış, ortama *Eisenia fetida* türü solucanlar ilave edilmiş (120 adet/20 kg) ve kontrollü koşullarda (25 °C) vermikompostlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Karışımların nem içerikleri *Eisenia fetida*'lar için uygun nem oranı olan %70'i sağlamak amacıyla ortam devamlı surette aynı nem düzeyinde tutularak inkübasyona terk edilmiştir. Her bir karışımda vermikompost eldesi sağlandıktan sonra solucan sayımı bitirilmiştir. Uygulanan karışım oranları aşağıda verilmiştir:

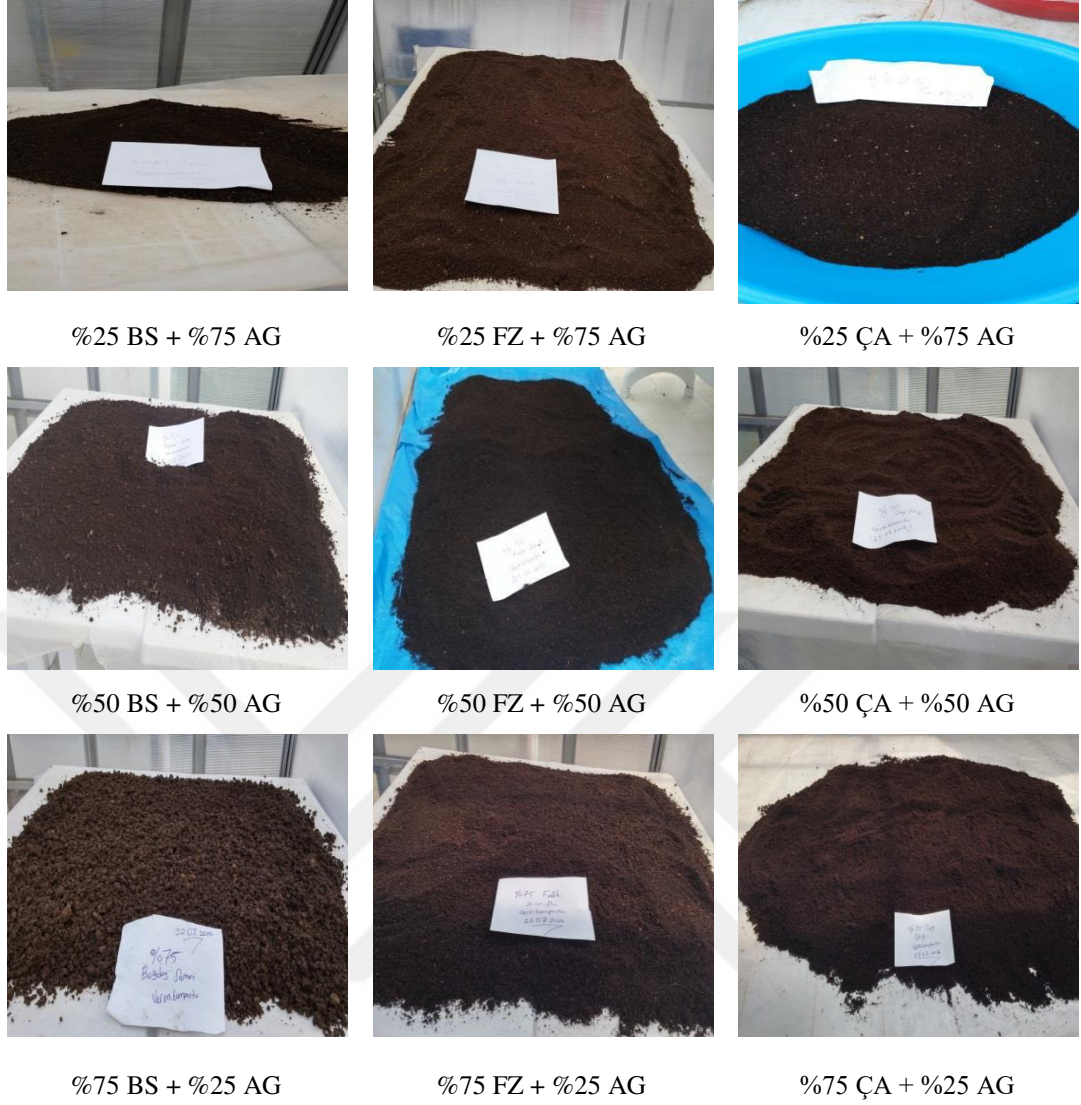
- %25 Buğday samanı (BS) + %75 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %50 Buğday samanı (BS)+ %50 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %75 Buğday samanı (BS) + %25 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %100 Buğday samanı (BS) + solucan
- %25 Fındık zurufu (FZ) + %75 Ahır gübresi (AG) + solucan

- %50 Fındık zurufu (FZ) + %50 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %75 Fındık zurufu (FZ) + %25 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %100 Fındık zurufu (FZ) + solucan
- %25 Çay atığı (ÇA) + %75 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %50 Çay atığı (ÇA) + %50 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %75 Çay atığı (ÇA) + %25 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %100 Çay atığı (ÇA) + solucan
- %25 Tütün atığı (TA) + %75 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %50 Tütün atığı (TA) + %50 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %75 Tütün atığı (TA) + %25 Ahır gübresi (AG) + solucan
- %100 Tütün atığı (TA) + solucan
- %100 Ahır Gübresi (AG) + solucan

Karışımların vermikompostlanma başlangıcındaki bazı görüntüleri Şekil 3.2’de, vermikompostlanma sonrasındaki görüntüleri ise Şekil 3.3’de verilmiştir. Tüm karışımların vermikompostlama süresince, karışımlardaki solucanların sayımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Karışımların vermikompostlama başlangıcındaki bazı görüntüleri



Şekil 3.3. Vermikompostlama sonunda karışımlara ait görüntüler

Farklı organik atıkların solucanlar ile vermicompostlaşması süresi sonunda elde edilen vermicompostların özelliklerini belirlemek amacıyla Tablo 3.4’de verilen analizler yapılmıştır.

Tablo 3.4. Vermikompostların özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan yöntemler (Ryan, et al., 2001; Kacar 1972, 1995; Shuman 1983; Chao and Zhou 1983)

Uygulanan Analiz	Uygulanan Yöntem
Organik madde, %	Kuru yakma (etil alkol içerisinde çözündürülmüş %5’lik H ₂ SO ₄ ’den her 1 gr materyale 1 ml olacak şekilde ilave edilmesi sonucu porselen krozelerde 550 °C’de yakılması) yöntemi ile
Toplam N, %	Kjeldahl yöntemine göre
C/N	Organik madde ve N analizleri sonucu hesaplama ile
pH	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında pH-metre ile
EC dS m ⁻¹	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında EC-metre ile
Toplam P, %	Kuru yakma ile elde edilen ekstraktta spektrofotometrik olarak
Toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, mg kg ⁻¹	Kuru yakma ile elde edilen ekstraktta Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile

3.2.5. Sera Denemesi

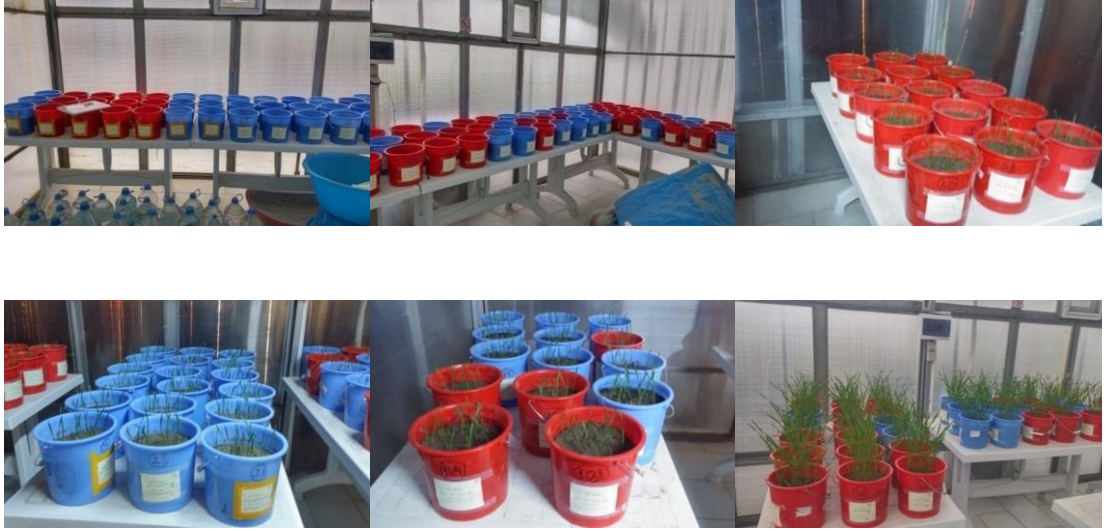
Farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılması ile değişken özelliklerde vermikompost eldesi sağlanması ve elde edilen vermikompostların buğday bitkisinin verimi ile toprak örneklerinin biyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla sera denemesi kurulmuştur. Bu amaçla, toprakların 3.7 kg'lık miktarları plastik saksılara konulmuş ve farklı organik atıkların farklı dozlarından elde edilen vermikompostlardan kuru ağırlık esasına göre % 0, 2, 4, 6, 8 dozlarında uygulanmıştır. Deneme süresince herhangi bir kimyasal gübreleme ve ilaçlama yapılmamıştır. Buğday tohumları her bir saksıya 17 tane olacak şekilde elle ekilmiş ve tohumların topraktan ilk çıkışından sonra her saksıda eşit sayıda (13 adet/saksı) bitkinin bulunması amacıyla seyreltme işlemi yapılmıştır. Vermikompost konulmamış saksılar kontrol olarak kabul edilmiştir. Toprakların nem içeriği tarla kapasitesi seviyesinde tutulmuştur. Bu amaçla topraktan çeşitli yollar ile eksilen su her gün tartımlar alınarak arıtılmış su ile tamamlanmıştır. Deneme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü seralarında tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüş olup toplamda $[11 \text{ (organik atık)} \times 4 \text{ (doz)} + \text{(kontrol)}] \times 3 \text{ (paralel)} = 135$ saksıdan oluşturulmuştur. Denemeye ait bazı görüntüler Şekil 3.4'de verilmiştir.

Deneme kurulduktan birkaç ay sonra bitki boylarında meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla yapılan ölçümler Şekil 3.5'de verilmiştir. Deneme süresince saksılarda yetiştirilen buğday bitkisinin başaklanma öncesi ve sonrası uygulama konularına bağlı olarak gösterdiği değişimler ise Şekil 3.5'de verilmiştir.

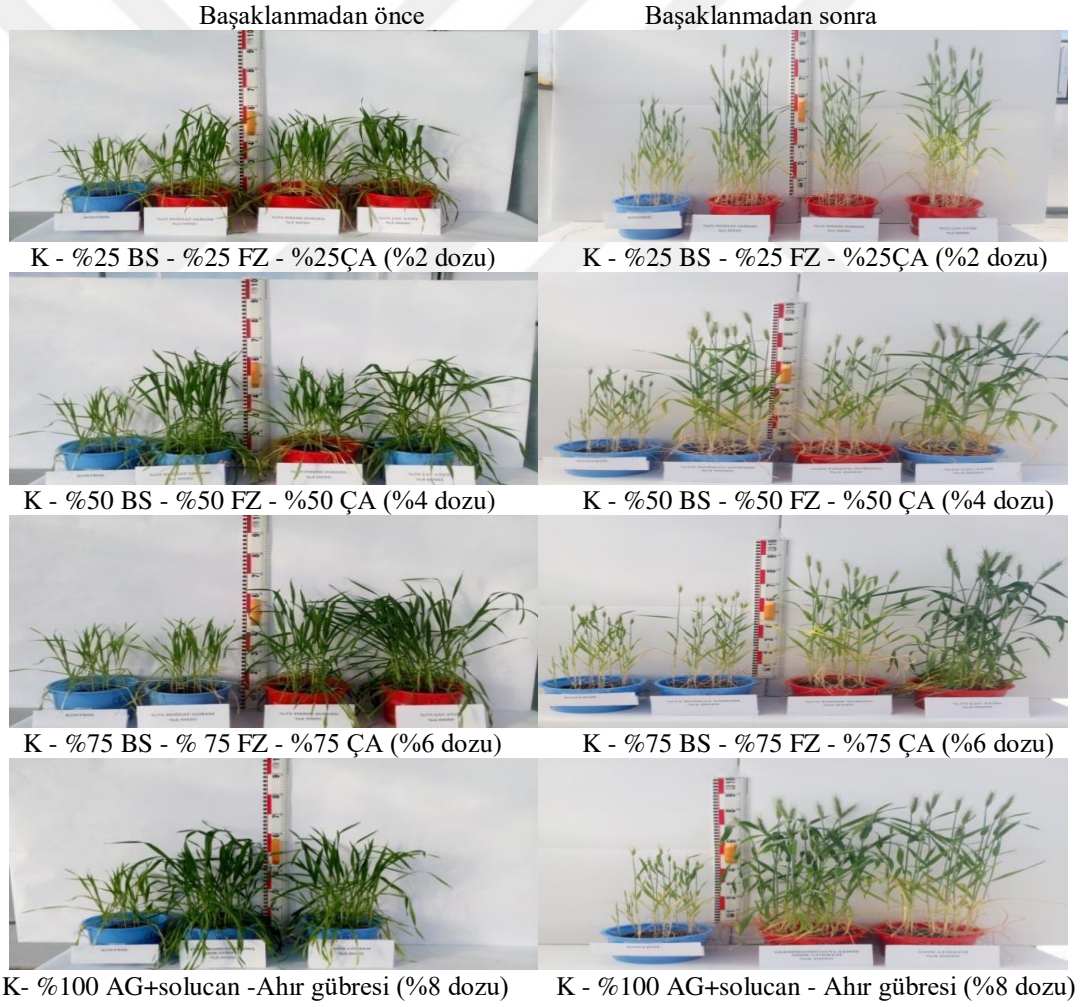
150 gün süre ile yürütülen sera denemesinde hasat edilen bitkilerin tane ve sap verimleri gravimetrik olarak belirlemiş, her bir saksıdan alınan toprak örneklerinde Tablo 3.5'de verilen toprak analizleri yapılarak toprak özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Değerlendirmeler

Sera denemesi sonucu elde edilen bulgulara ait istatistiksel değerlendirmelerde ikiden çok farklı grup ortalamalarının karşılaştırılmasının normal dağılış gösterdiği ve varyansları homojen olan grup ortalamaları için ANOVA, çoklu karşılaştırmaları için Duncan testi kullanılmıştır. Veriler IBM SPSS 20.0 programında analiz edilmiştir



Şekil 3.4. Sera denemesine ait bazı görüntüler



Şekil 3.5. Bitki boylarındaki değişimlerden görüntüler

Tablo 3.5. Deneme sonrası saksılardan alınan bitki ve toprak örneklerinde uygulanan analizler ve yöntemler

Toprak Analizleri	Uygulanan Yöntemler
Toprak reaksiyonu (pH)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımında pH-metre ile
Elektriksel İletkenlik (EC)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımında EC-metre ile
Organik madde	Walkey-Black yöntemi ile
Toplam N	Kjeldahl yöntemi ile
Alınabilir P	Olsen yöntemine göre
Değişebilir Na, K, Ca, Mg	Amonyum asetat ekstraksiyonunda
Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn	DTPA ekstraksiyonunda
Mikrobiyal biyomas C	Anderson and Domsch (1978) tarafından bildirildiği şekli
Toprak Solunumu	Anderson (1982) tarafından bildirildiği şekli ile
Dehidrogenaz Aktivitesi	Pepper et al. (1995) tarafından bildirildiği şekli ile
Katalaz Aktivitesi	Beck (1971) tarafından bildirildiği şekli ile

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Organik Artık ve Artıkların Özellikleri

Vermikompost eldesi için temin edilen organik artık ve atıkların (çay fabrikasyon atığı, tütün atığı, fındık zurufu, buğday samanı ve ahır gübresi) özellikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Organik artık veya artıkların pH'ları 5,59 ile 7,40 arasında değişmektedir. Elektriksel İletkenlik (EC) içerikleri ise 0,94 – 8,13 dSm⁻¹ arasında değişmektedir. Elektriksel iletkenlik, bir materyalin tuzluluğunun değerlendirilmesinde kullanılan bir parametredir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında kullanılan organik artık veya artıkların tuzluluk içerikleri bakımında çok geniş bir varyasyonda dağılım gösterdiği, bu artıklar içerisinde tütün atığının tuz içeriğinin en yüksek olan atık olduğu söylenebilir. Bununla beraber, organik madde içeriği en yüksek olan organik atıkların çay fabrikasyon atığı ile fındık zurufunun olduğu, C/N oranı en dar olan organik atığın ise ahır gübresi olduğu saptanmıştır. Organik artık veya artıklar içerisinde, N içeriği en yüksek çay fabrikasyon atığı, P, K ve Mg içeriği en yüksek ahır gübresinde, Ca içeriği de en fazla tütün atığında saptanmıştır. Benzer şekilde, ahır gübresinin en fazla Fe, Zn ve Mn içeriğine sahip olan artık veya atık olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.1. Denemede kullanılan organik artıkların özellikleri

Özellikler	Buğday Samanı	Tütün Atığı	Çay Fabrikasyon Atığı	Fındık Zurufu	Ahır Gübresi
pH (1:10)	6,50	6,60	5,59	6,06	7,40
EC, dSm ⁻¹	4,31	8,13	2,93	3,29	0,94
Organik madde, %	73,21	75,42	93,07	93,13	22,94
C/N	77,22	21,98	24,32	72,04	14,89
N, %	0,55	1,99	2,22	0,75	0,89
P, %	0,03	0,19	0,15	0,08	0,50
K, %	1,30	2,25	1,18	1,67	4,92
Na, %	0,02	0,07	0,03	0,01	0,14
Ca, %	0,01	2,01	0,01	0,02	1,86
Mg, %	0,02	0,07	0,01	0,01	0,56
Fe, mg.kg ⁻¹	0,59	0,27	0,41	0,03	1,65
Mn, mg.kg ⁻¹	220,83	190,03	600,54	85,04	778,54
Cu, mg.kg ⁻¹	8,92	23,15	30,68	5,50	11,95
Zn, mg.kg ⁻¹	18,41	41,63	33,93	6,63	115,03

4.2. Deneme Toprağının Özellikleri

Çalışma kapsamında üretilen vermikompostların tarımsal etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan toprağın özellikleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Denemede kullanılan toprağın özellikleri

Kil, %	29,94	Toplam N, %	0,13
Kum, %	26,56	Alınabilir P, mg.kg ⁻¹	6,29
Silt, %	43,50	Alınabilir Ca, cmol(+).kg ⁻¹	31,83
Tekstür sınıfı	Killi Tın	Alınabilir Mg, cmol(+).kg ⁻¹	8,88
pH (1:1)	7,55	Alınabilir Fe, mg.kg ⁻¹	6,96
Organik madde, %	1,64	Alınabilir Cu, mg.kg ⁻¹	2,17
EC, dSm ⁻¹	1,02	Alınabilir Mn, mg.kg ⁻¹	3,11
Kireç (CaCO ₃), %	11,19	Alınabilir Zn, mg.kg ⁻¹	1,33

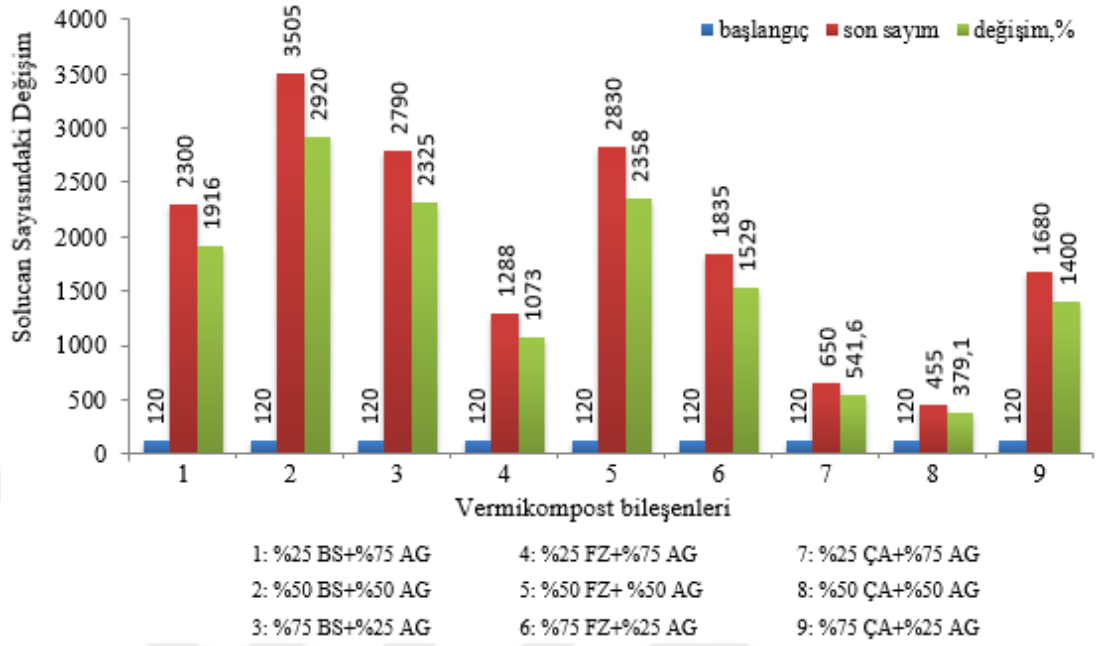
Denemede kullanılan toprak, siltli kil bünyeye sahip, hafif alkalın reaksiyonlu, çok hafif tuzlu (0,98-1,71 dSm⁻¹), organik madde içeriği düşük (%1,70) ve kireçli (%8-15)’dir. Toprağın azot içeriği düşük (<%0,150), alınabilir fosfor içeriği düşük (<8 mg.kg⁻¹), alınabilir Ca içeriği yüksek (>20 cmol(+).kg⁻¹), alınabilir Mg içeriği yüksek (>8 cmol.kg⁻¹)’tir. Toprağın mikroelement içerikleri yönünden ise, yüksek Fe (>4,5 mg.kg⁻¹), yüksek Cu (>0,2 mg.kg⁻¹), çok az Mn (<4 mg.kg⁻¹) ve yeterli seviyede Zn (0,7-2,40 mg.kg⁻¹) içeren bir topraktır.

4.3.Vermikompost Eldesi

Organik artık ve atıkların farklı oranlarda ahır gübresi ile kuru ağırlıkları esas alınarak karıştırılarak *Eisenia fetida* türü solucanlar (120 adet/20 kg) ile kontrollü koşullarda (25 °C ve %70 nem içeriğinde) 187 gün sonunda farklı özelliklerde vermikompostlar elde edilmiştir.

Vermikompost eldesinde ortama *Eisenia fetida* türü solucanların ilave edilmesinden sonra vermikompostlama periyodu boyunca ortamdaki solucanların sayısındaki değişimler Şekil 4.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, solucan sayısının en fazla 2 no’lu karışımda (%50 buğday samanı + %50 ahır gübresi) olduğu görülmüştür. Buna karşın, bileşimine yataklık olarak ahır gübresinin girmediği %100 buğday samanı, %100 fındık zurufu, %100 çay fabrikasyon atığı ve %100 tütün atığı karışımlarında solucan sayısında bir artış olmadığı ve denemenin sonuna doğru bu karışımlardaki solucanların öldüğü görülmüştür. Bununla beraber, solucanların besin diyetine tütün atığının girdiği tüm karışımlarda ise, ortama solucan ilavesinden 2 hafta

sonunda tüm solucanların öldükleri belirlenmiş olup bu karışımlar Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Solucan Sayısındaki Değişim



%50 Tütün Atığı+%50 Ahır Gübresi



%75 Tütün Atığı+%25 Ahır Gübresi



%100 Tütün Atığı

Şekil 4.2. Tütün atığına ait karışımlardan görüntüler

Farklı organik artık veya atıklardan elde edilen vermikompostların elde edilme süreleri birbirlerinden farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Besiyerinin bileşimine giren ahır gübresi miktarı arttıkça karışımların vermikompostlanma süresinin azaldığı saptanmıştır. Tüm organik artık veya atıklar (buğday samanı, fındık zuru ve çay fabrikasyon atığı) için solucanın besin diyetine giren veya yataklık olan ahır gübresi oranı %75 olduğunda 86. gün sonunda, %50 olduğunda 119. gün sonunda, %25 olduğunda ise 187. gün sonunda vermikompost eldesi sağlanmıştır. Solucanın besin diyetine organik artık veya atık ilave edilmeksizin sadece ahır gübresinden ibaret olan karışımdan ise 2 hafta sonunda vermikompost eldesi sağlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında elde edilen vermikompostların bazı kimyasal özellikleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Elde edilen vermikompostların pH'ları 6,3-8,0 arasında, EC içerikleri 1,65 - 5,74 dSm⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Solucanın besin diyetine giren organik atık miktarı arttıkça veya besin diyetindeki ahır gübresi miktarı azaldıkça, bu karışımlardan elde edilen vermikompostların tuz içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, çay fabrikasyon atığından elde edilen vermikompostların C/N oranlarının diğerlerine göre daha dar olduğu da belirlenmiştir. Bu durum kuşkusuz, başlangıçta çay fabrikasyon atığının C/N oranının daha dar oluşu ile ilgilidir.

Tablo 4.3. Farklı vermikompostların bazı kimyasal özellikleri

Vermikompost bileşenleri	Ph (1:10)	EC, dSm ⁻¹	OM, %	C/N
%25 BS + %75 AG	7,40	3,04	33,40	14,43
%50 BS + %50 AG	7,40	3,61	24,87	16,21
%75 BS + %25 AG	7,80	4,15	29,56	16,62
%25 FZ + %75 AG	7,70	2,64	53,69	21,47
%50 FZ + %50 AG	8,00	2,32	39,48	14,22
%75 FZ + %25 AG	7,90	2,92	68,07	39,49
%25 ÇA + %75 AG	7,10	3,46	46,79	15,89
%50 ÇA + %50 AG	6,80	4,28	58,39	14,22
%75 ÇA + %25 AG	6,30	5,74	70,72	13,83
%100 AG + solucan	6,80	1,65	21,37	13,69

Farklı organik artık ve atıklardan elde edilen vermikompostların makroelement içerikleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çay atığından elde edilen vermikompostun diğerlerine göre daha yüksek miktarda N, Buğday samanından elde edilen vermikompostun diğer vermikompostlara oranla daha yüksek miktarda Mg içerdiği saptanmıştır. En fazla Ca içeriği de %100 ahır gübresi+solucan karışımından elde edilmiştir.

Farklı organik artık ve atıklardan elde edilen vermikompostların mikroelement içerikleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, buğday samanından elde edilen vermikompostların diğerlerine göre çok daha fazla miktarda Fe, çay atığından elde edilen vermikompostların diğerlerine göre çok daha fazla miktarda Mn içerdiği saptanmıştır. En fazla Zn ve Cu içeriği ise %25 çay atığı +%75 ahır gübresi karışımından elde edilmiştir.

Tablo 4.4. Farklı vermikompostların makroelement içerikleri

Vermikompost bileşenleri	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
%25 BS +%75 AG	1,34	0,63	0,96	1,24	0,85
%50 BS %50 AG	0,91	0,49	1,34	1,11	0,89
%75 BS +%25 AG	1,03	0,31	1,96	1,06	0,80
%25 FZ +%75 AG	1,45	0,74	2,23	1,13	0,70
%50 FZ +%50 AG	1,61	0,63	1,45	1,48	0,81
%75 FZ +%25 AG	1,33	0,44	2,68	0,88	0,52
%25 ÇA +%75 AG	1,72	0,76	1,22	1,33	0,86
%50 ÇA +%50 AG	2,39	0,55	1,53	1,00	0,64
%75 ÇA +%25 AG	2,99	0,59	2,20	0,69	0,56
%100 AG + solucan	0,91	0,50	5,59	1,67	0,63

Tablo 4.5. Farklı vermikompostların mikroelement içerikleri

Vermikompost bileşenleri	Fe, %	Mn, mg.kg ⁻¹	Cu, mg.kg ⁻¹	Zn, mg.kg ⁻¹
%25 BS +%75 AG	1,58	646,94	20,43	131,43
%50 BS + %50 AG	1,74	705,43	17,04	116,05
%75 BS +%25 AG	1,76	620,62	20,01	89,10
%25 FZ +%75 AG	1,05	614,77	27,22	124,25
%50 FZ +%50 AG	1,50	778,54	24,67	153,98
%75 FZ +%25 AG	0,68	456,84	20,43	73,31
%25 ÇA +%75 AG	1,36	1012,50	32,31	155,00
%50 ÇA +%50 AG	0,88	1044,67	29,76	110,93
%75 ÇA +%25 AG	0,52	1342,97	31,88	85,71
%100 AG +solucan	1,77	834,11	15,34	123,23

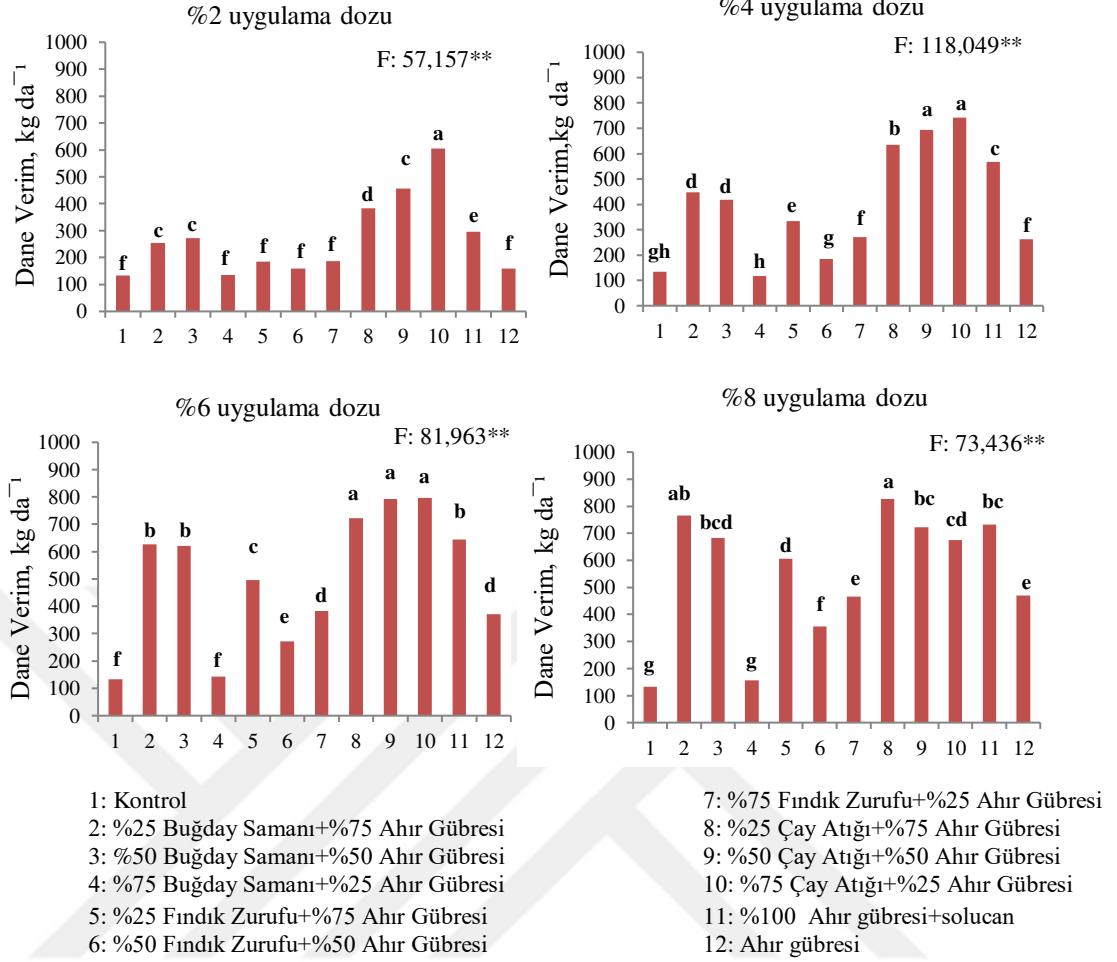
4.4. Sera Denemesi Sonunda Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Verim ve Besin Maddesi Kapsamları ile Toprak Özellikleri

4.4.1. Buğday Bitkisinin Verimi

4.4.1.1. Buğday Bitkisinin Dane Verimi

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanlar ile vermikompostlaştırılması ve vermikompostlaşmış karışımların topraklara uygulanması sonucunda buğday bitkisinin dane veriminde kontrole göre çok önemli artışların olduğu ($P<0,01$) sera denemesi ile belirlenmiştir.

Farklı dozlarda farklı organik artıkların vermikompostlanması ile buğday bitkisinin veriminin arttığı ve saksılardaki buğday bitkisinin dane veriminin kontrole göre daha fazla artış gösterdiği saptanmıştır. Vermikompostlanmış karışımlar içerisinde en yüksek dane veriminin %2, %4, %6 dozunda 10 no'lu karışımda (%75ÇA+%25AG), %8 dozunda ise 8 no'lu karışımda (%25ÇA+%75AG) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Sera Denemesi Sonunda Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Dane Verimi, kg da⁻¹

Çoğu araştırmacı tarafından farklı orjinli vermikompostların sebzeler (Azarmi, et al., 2008; Patel, et al., 2015), meyveler (Sing, et al., 2008; Zuo, et al., 2018), tahıllar (Patil and Bhilare, 2000) ve süs bitkileri (Bellitürk ve Eker, 2016) üzerine etkisi sera koşulları altında incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda vermikompostun tarımsal önemi olan (sebze, tahıl, bahçe bitkileri, süs bitkileri) birçok ürün üzerine verim ve kaliteyi artırıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca vermikompost uygulamalarının, bitki büyümesini teşvik etmesinin yanında, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini artırma, toprağın doğal halini eski haline getirme ve iyileştirme gibi avantajlı özelliklere sahip olması nedeniyle hem organik hem de geleneksel tarıma katkıları bulunmaktadır (Sinha, 2009).

Edwards and Burrows (1988) tarafından yapılan bir çalışmada, organik atıkların *E. fetida* türü solucanlar tarafından işlenmesiyle üretilen bitki yetiştirme ortamlarında 28 tane süs bitkisi ve sebzenin büyümesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Solucanın işlediği organik atıkların 20:1 oranında diğer uygun malzemelerle seyreltildiğinde ve

besin içerikleri inorganik gübrelerinkine göre dengelendiğinde bile süs bitkilerinin büyümesini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

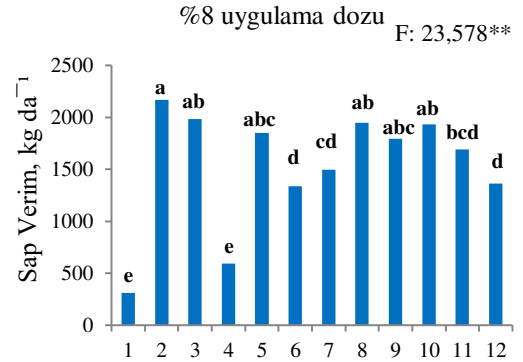
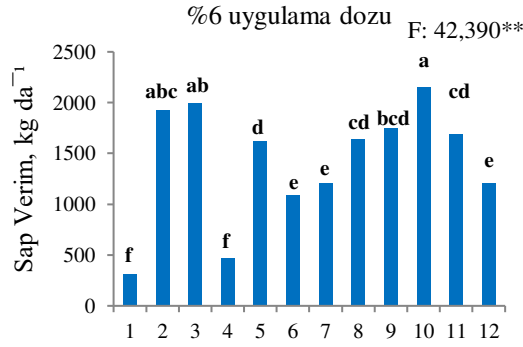
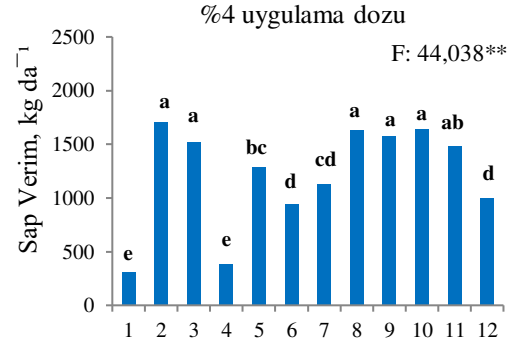
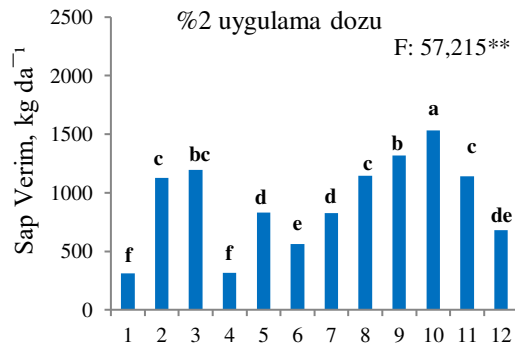
Yourtchi et al. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, tarafından patates bitkisi kullanılarak yapılan bir araştırmada, patates bitkisine artan dozlarda vermikompost uygulanarak bitkinin verim ve verim unsurları üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Araştırmada 0; 4,5; 9 ve 12 ton/da vermikompost uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonucunda en yüksek bitki boyunun, gövde ve yaprak kuru ağırlığının, yumru sayısının, kuru ve yaş yumru ağırlığının, toplam yumru ağırlığının, yumru çapının, yumru azot yüzdesinin, yumru potasyum yüzdesinin 12 ton/da vermikompost uygulamasından elde edildiği saptanmıştır.

4.4.1.2. Buğday Bitkisinin Sap Verimi

Farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanlar ile vermikompostlaştırılması ve vermikompostlaşmış karışımların topraklara uygulanması sonucunda buğday bitkisinin sap veriminde kontrole göre çok önemli artışların olduğu ($P<0,01$) sera denemesi sonunda belirlenmiştir.

Farklı organik artıkların vermikompostlanması ile buğday bitkisinin sap veriminin arttığı ve kontrole göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değişkenlik gösteren sap veriminin %2, %6 dozunda 10 no'lu karışımda (75ÇA+%25AG), %4, %8 dozunda ise 2 no'lu karışımda (%25BS+%75AG) yüksek olduğu belirlenmiştir.

Garcia-Gomez et al. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, bira ve zeytin endüstri atığından elde ettikleri vermikompostu uygulayarak iki farklı bahçe bitkisinin gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre; vermikompost uygulamasının kontrole göre bitki gelişimini arttırdığını ve vermikompost uygulaması yaptıkları parsellerde bitki hastalık gelişimi olmadığını belirlemişlerdir. Singh et al. (2008), vermikompost uygulamasının çilek bitkisinin verimi ve kalitesine etkisini belirlemek için 4 farklı vermikompost dozu (2.5, 5, 7.5 ve 10 ton ha⁻¹) uygulamışlardır. Denemelerinde Kuzey Hindistan semiarid bölge koşulları altında çileğin gübre ihtiyacını ayarlamak için inorganik gübreleme uygulaması yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre vermikompost uygulamasının çilek bitkisinin yayılımı, lif miktarı, kuru madde miktarı ve toplam meyve miktarını arttırdığını saptamışlardır.



1: Kontrol

2: %25 Buğday Samanı+%75 Ahır Gübresi

3: %50 Buğday Samanı+%50 Ahır Gübresi

4: %75 Buğday Samanı+%25 Ahır Gübresi

5: %25 Fındık Zurufu+%75 Ahır Gübresi

6: %50 Fındık Zurufu+%50 Ahır Gübresi

7: %75 Fındık Zurufu+%25 Ahır Gübresi

8: %25 Çay Atığı+%75 Ahır Gübresi

9: %50 Çay Atığı+%50 Ahır Gübresi

10: %75 Çay Atığı+%25 Ahır Gübresi

11: %100 Ahır gübresi+solucan

12: Ahır gübresi

Şekil 4.4. Sera Denemesi Sonunda Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Sap Verimi, kg da⁻¹

Sultana et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, NPK gübreleri ile inek gübresi vermikompostunun Kirli Hanım çiçeği (*Zinnia elegans*) büyümesi ve çiçek üretimi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, Zinnia bitkisinin büyüme parametreleri (sürgün yüksekliği, kök uzunluğu, yaprak sayısı, toplam çiçek sayısı, çiçek çapı, çiçeğin taze ve kuru ağırlığı) üzerine inek gübresi vermikompostu uygulaması ile artış gösterdiği, ancak NPK gübrelerinin etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

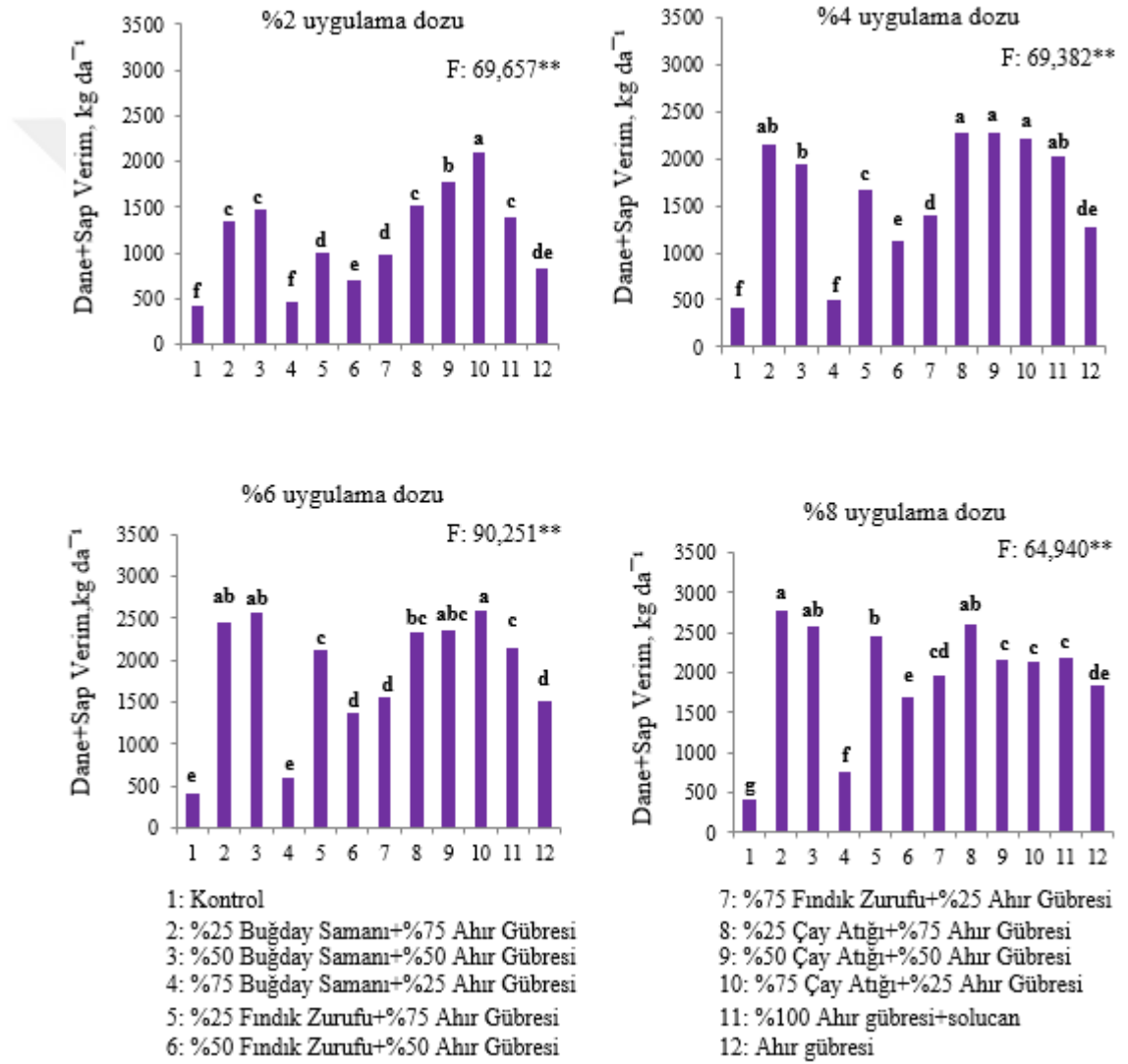
4.4.1.3. Buğday Bitkisinin Dane+Sap Verimi

Sera denemesi sonunda hasat edilen buğday bitkisinin dane+sap veriminde kontrole göre çok önemli artışların bulunduğu ($P<0,01$) belirlenmiştir.

Vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değişen dane+sap veriminin arttığı ve kontrole göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. %2, %6 dozunda 10 no'lu karışım

(%75ÇA+%25AG), %4 dozunda 9 no'lu karışım (%50ÇA+%50AG), %8 dozunda ise 2 no'lu karışım (%25BS+%75AG) yüksek çıkmıştır.

Buckerfield and Webster (1998), vermikompost ve kum karışımlarının turp bitkisi gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, vermikompostun uygulama miktarıyla hasat ağırlığının doğrusal orantılı olarak arttığını belirlemişlerdir. Bu şekilde %100 vermikompost uygulanan topraklardan, %10 vermikompost karışımı uygulananlara oranla 10 kat daha fazla ürün alınabileceğini ortaya çıkarmışlardır.



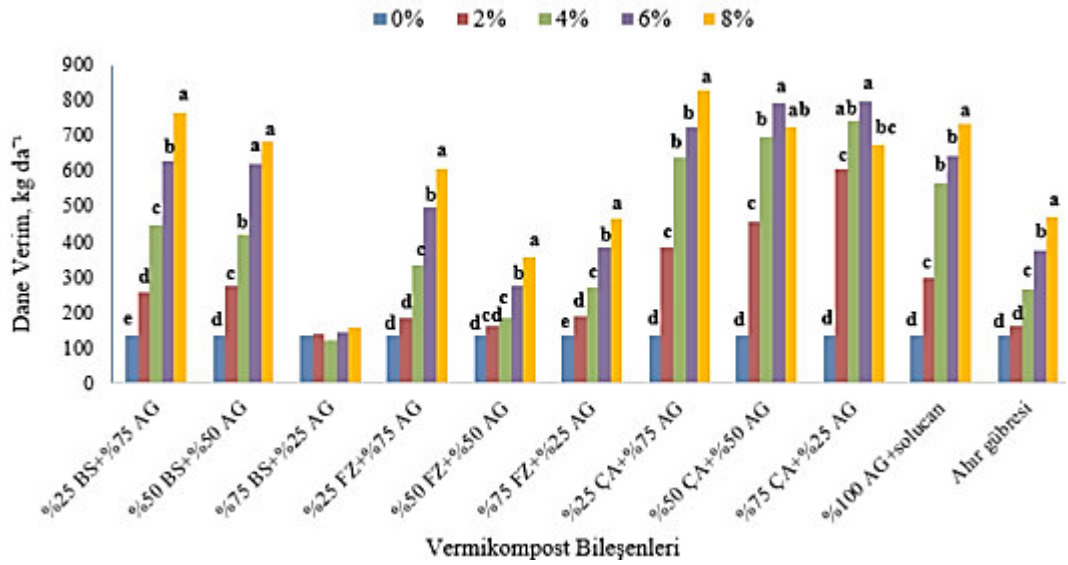
Şekil 4.5. Sera Denemesi Sonunda Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Dane+Sap Verimi, kg da⁻¹

Kantürer vd (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda vermikompost, kompost, kimyasal gübre ve ahır gübrelerinin biber verimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Vermikompost uygulamasının verim ve kalite üzerinde daha

avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Subler et al. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, seren atığı - biokatı karışımı ile ticari bir gübre ve vermikompost karışımının domates bitkisi üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; vermikompostlu karışımlarda bitki gelişiminin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. %80 ve %90 vermikompost oranlarında karışımlarda domatesin çekirdeksiz ağırlığında önemli artışların meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

4.4.1.4. Buğday Bitkisinin Dane Verimi (Dozlara göre)

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanlar ile vermikompostlaştırılması ve vermikompostlaşmış karışımların topraklara uygulanması sonucunda buğday bitkisinin dane veriminde kontrole göre çok önemli artışların olduğu ($P<0,01$) sera denemesiyle belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Dane Verimi (Dozlara göre), kg da⁻¹

Organik artıkların farklı dozlarda vermikompostlanması ile dane veriminin kontrole göre artış gösterdiği ve karışımlar içerisindeki vermikompost miktarı arttıkça dane veriminin de arttığı görülmüştür. En yüksek dane verimi %25ÇA + %75AG %8 dozu karışımında olduğu tespit edilmiştir. %25FZ+ %75AG, %50FZ + %50AG, %75FZ + %25AG ile %25ÇA+ %75AG, %50ÇA+ %50AG, %75ÇA+ %25AG karışımlarında en yüksek dane veriminin %6 ve %8 dozlarında olduğu tespit edilmiştir. Vermikompost çeşitleri kendi içerisinde dozlara göre incelendiğinde, %2, %4, %6 dozunda tüm karışımlar içerisinde en yüksek verimin %75ÇA + %25AG, %8 dozunda da %25ÇA + %75AG karışımlarında olduğu saptanmıştır. %75BS + %25AG

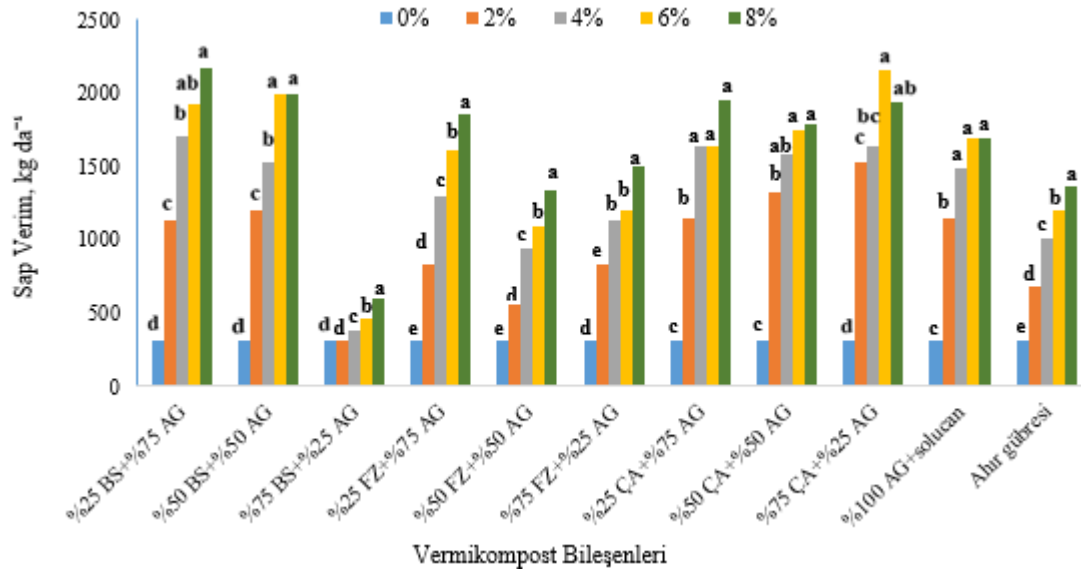
karışımında ise vermikompost miktarı arttıkça verimde kontrole göre düşüşlerin meydana geldiği ve doz miktarının artmasının istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Köksal vd (2017), sera koşullarında kış döneminde yürütülen bir çalışmada, farklı dozlarda vermikompost uygulamasının Pazı (*Beta vulgaris L. var. cicla*) bitkisinin gelişimi ve toprağın bazı özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışmada vermikompostun 0, 250, 500, 750, 1000 kg/da dozları ile tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve iki paralelli olarak kurulmuştur. Hasattan sonra bitkinin yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak boyu ve eni, yaprak alanı ve toprağın pH, tuz, kireç ve organik madde içeriği belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre yapılan vermikompost uygulamasının bitki yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak enini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir.

Yılmaz ve Kurt (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı topraksız yetiştirme ortamlarındaki domatesin fide verim ve kalitesindeki değişimleri sera koşulları altında belirlenmiştir. Bu amaçla araştırmada yetiştirme ortamı olarak; torf, zeolit ve vermikompost ve bu maddelerin farklı karışımları [Zeolit % 100 (M1); Torf % 100 (M2); Torf % 80 + Vermikompost % 20 (M3); Zeolit % 80 + Vermikompost % 20 (M4); Torf % 65 + Zeolit % 15 + Vermikompost % 20 (M5); Torf % 40 + Zeolit % 40 + Vermikompost % 20 (M6)] kullanılmıştır. 45 günlük deneme periyodu sonunda; tohum çimlenme yüzdesi, fide boyu, fide gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök ağırlığı ve bitki besin element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu) belirlenmiştir. Araştırmada, çimlenme yüzdesi, fide boyu, kök boyu, fide yaş ağırlığı, kök ağırlık parametrelerinde M5 ortamı en iyi sonuç veren ortam olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.1.5. Buğday Bitkisinin Sap Verimi (Dozlara göre)

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanlar ile vermikompostlaştırılması ve vermikompostlaşmış karışımların topraklara uygulanması sonucunda buğday bitkisinin sap veriminde kontrole göre çok önemli artışların olduğu ($P<0,01$) sera denemesi sonunda belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Sap Verimi (Dozlara göre), kg da⁻¹

Farklı organik artıkların farklı dozlarda vermikompostlaştırılması neticesinde sap veriminin kontrole göre artış gösterdiği ve doz miktarı arttıkça verimde artış olduğu görülmüştür. Buğday samanı ve fındık zurufu vermikompostunda en yüksek sap verim değerlerinin %4, %6, %8 dozlarında olduğu belirlenmiştir. Çay atığı vermikompostunda da doz miktarı arttıkça verimin arttığı görülmüş ve en yüksek sap veriminin %6 dozunda %75ÇA+%25AG karışımında olduğu görülmüştür. %100 ahır gübresi+ solucan ile ahır gübresi karışımlarında da doza bağlı olarak sap veriminin arttığı ve diğer karışımlarda olduğu gibi en yüksek verimin %6 ve %8 dozlarında artış gösterdiği belirlenmiştir.

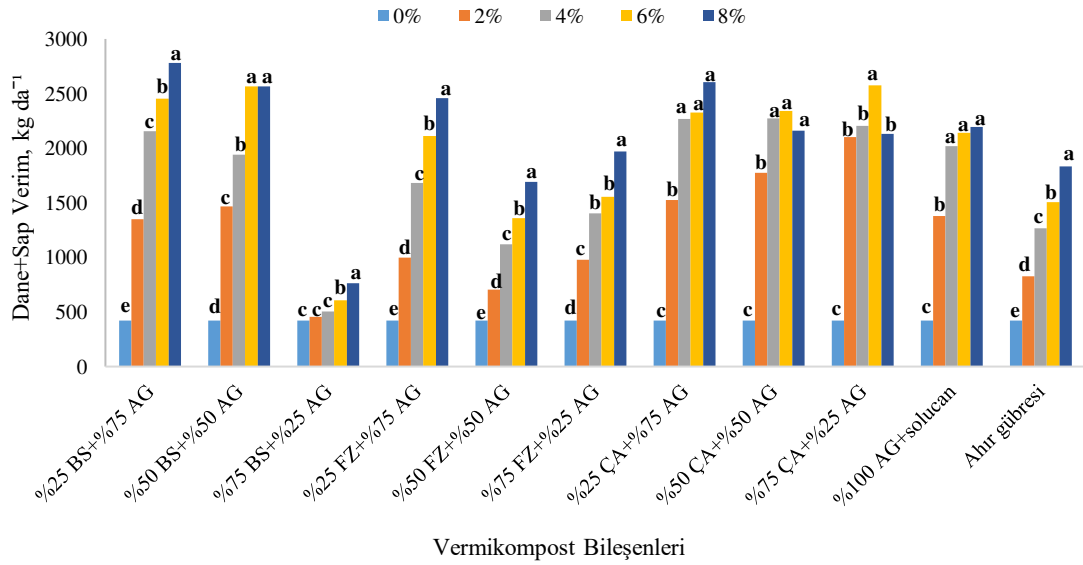
Kızılkaya vd (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, fındık zurufu (HH), inek gübresi (CM) ve arıtma çamurunun (SS) değişik oranlarda karıştırılmasıyla (%0 SS + %50 HH + %50 CM; %10 SS + %45 HH + %45 CM; %20 SS + %40 HH + %40 CM; %30 SS + %35 HH + %35 CM; +%40 SS + %30 HH + %30 CM; %50 SS + %25 HH + %25 CM) elde edilen vermikompostun sera ve tarla denemesi koşulları altında buğday bitkisinin verimi ve bitkideki besin içerikleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, %50 SS + %25 HH + %25 CM vermikompost uygulamasının diğerlerine kıyasla verim üzerinde en yüksek pozitif etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Abduli et al. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompost kullanımı sonucunda domates bitkisinin büyüme hızı, verimlilik ve özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Araştırmacılar dört çeşit toprak:vermikompost karışımını 1:1, 1:2, 1:3, 1:4

oranlarında uygulamışlar ve bunun içinde dört farklı yatak kullanmışlardır. Bitkilerin büyüme ve verim oranlarını ekimden 40 ve 90 gün sonra iki farklı zamanda incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, toprakla birlikte uygulanacak vermikompost miktarının artmasıyla domates bitkisinin büyümesinde önemli bir artış olduğunu belirlemişlerdir. 40 gün sonra yapılan ölçümlerde en iyi verimin toprak: vermikompost karışımlarından sırasıyla 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 90 gün sonrasında da maksimum verimin toprak:vermikompst karışımları içerisinde 1:1 oranında olduğunu saptamışlardır.

4.4.1.6. Buğday Bitkisinin Dane+Sap Verimi (Dozlara göre)

Sera denemesi sonunda hasat edilen buğday bitkisinin dane+sap veriminde kontrole göre çok önemli artışların olduğu ($P<0,01$) belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Hasat Edilen Buğday Bitkisinin Dane+Sap Verimi (Dozlara göre), kg da^{-1}

Vermikompost çeşitlerine bağlı olarak dane+sap veriminin kontrole göre arttığı ve karışımlar içerisindeki vermikompost dozu arttıkça veriminde artış olduğu görülmüştür. Karışımlar içerisindeki organik atıkların çeşidine bağlı olarak değişen verimin en yüksek değerlerinin %6 ve %8 dozunda olduğu belirlenmiştir.

Durak vd (2017) tarafından yaptıkları bir çalışmada, vermikompostun marul verimi ve bazı büyüme parametreleri üzerine olan etkisi belirlenmiştir. Uygulamaları, kontrol, konvansiyonel gübreleme ve dekar başına 100 kg, 200 kg, 300 kg vermikompost uygulaması olacak şekilde yapmışlar ve araştırma sonucunda, verim ve büyüme parametrelerinin vermikompost uygulaması ile kontrol ve konvansiyonel gübrelemeye göre daha iyi geliştiğini ve dekara 300 kg vermikompost uygulamasının

marul üretiminde optimum verim ve toprak ıslahı için uygun olabileceğini tespit etmişlerdir.

Joshi and Vig (2010) tarafından yapılan çalışmada, farklı oranlarda toprak ve vermikompost karışımlarını (Toprak (kontrol), VC15 (Toprak +% 15 VC), VC30 (Toprak +% 30 VC), VC45 (Toprak +% 45 VC)) hazırlamak amacıyla sığır gübresi vermikompostu(VC) kullanılmıştır. Çalışmada vermikompostu, pH, Toplam Azot (TN), Toplam Alınabilir Fosfor (TAP), Toplam Sodyum (TNa), Toplam Organik Karbon (TOC) ve Elektrik İletkenliği (EC) gibi çeşitli parametreler için kimyasal olarak analiz etmişlerdir. Her bir işlemten rastgele seçilen fideler, saksılardaki gibi aynı işlemleri içeren kaplara ekilmiştir. Ortalama gövde çapı, ortalama bitki boyu, verim / ekim, pazarlanabilir verim/ekim, ortalama yaprak sayısı, toplam bitki biyokütlesi gibi çeşitli büyüme ve verim parametreleri her bir işlem için belirlenmiştir. Askorbik asit, titre edilebilir asitlik, çözünür katı maddeler, çözünmeyen katı maddeler ve pH gibi çeşitli nitelik parametreleri her işlemten elde edilen domatesler için kaydedilmiştir. Hemen hemen tüm büyümelerin, verim ve kalite parametrelerinde kontrole kıyasla önemli ölçüde artmasına rağmen işlemlerdeki bu artışın önemli ölçüde olmadığını tespit etmişlerdir.

4.4.2. Buğday Bitkisinin Besin Maddesi Kapsamları

4.4.2.1. Azot

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Bitkinin Azot Kapsamı

Özellikler	Dane N, %				Sap N, %			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	2,11	2,11abc	2,11abc	2,11cde	0,36	0,36	0,36ab	0,36abc
%25BS+%75AG	2,04	1,91bc	1,94ab	2,02cde	0,31	0,25	0,25ab	0,35abc
%50BS+%50AG	2,09	1,98bc	1,78b	1,96cde	0,37	0,33	0,31ab	0,33abc
%75BS+%25AG	2,23	2,42ab	2,39ab	2,30bcd	0,42	0,40	0,30ab	0,29abc
%25FZ+%75AG	2,43	1,91bc	1,96ab	2,02cde	0,33	0,25	0,19b	0,28bc
%50FZ+%50AG	2,22	2,46ab	2,13ab	2,02cde	0,42	0,41	0,32ab	0,30abc
%75FZ+%25AG	2,26	2,16abc	2,09ab	1,69de	0,28	0,22	0,25ab	0,19c
%25ÇA+%75AG	1,99	1,85c	2,18ab	2,41bc	0,29	0,33	0,47a	0,43abc
%50ÇA+%50AG	1,92	1,97bc	2,12ab	2,80ab	0,21	0,32	0,41ab	0,68a
%75ÇA+%25AG	1,95	2,58a	2,67a	2,95a	0,38	0,40	0,59a	0,63a
%100AG+solucan	1,96	1,81c	2,07ab	2,27bcd	0,24	0,39	0,34ab	0,56ab
Ahır gübresi	2,34	1,99bc	1,96ab	1,83de	0,34	0,34	0,35ab	0,30abc

Deneme sonunda hasat edilen buğday bitkisinin N içeriklerinin vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. %6, %8 dozlarında dane ve saptaki N değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). %2 dozu istatistik anlamda önemsiz bulunmuştur. En yüksek N içeriğinin %75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi %8 dozunda olduğu saptanmıştır. Barley (1961), tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompostun içeriğindeki bitki besin elementlerinin % 97'sinin özellikle N, P ve K'un bitki tarafından doğrudan alınabilir formda olduğunu belirlenmiştir.

4.4.2.2. Fosfor

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Bitkinin Fosfor Kapsamı

Özellikler	Dane P, %				Sap P, %			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,36	0,36	0,36	0,36	0,24a	0,24a	0,24a	0,24a
%25BS+%75AG	0,34	0,29	0,29	0,28	0,12ab	0,10abc	0,09ab	0,09abc
%50BS+%50AG	0,29	0,25	0,28	0,27	0,15ab	0,07abc	0,10ab	0,11abc
%75BS+%25AG	0,33	0,37	0,30	0,31	0,30a	0,25a	0,17a	0,15ab
%25FZ+%75AG	0,32	0,33	0,30	0,28	0,16ab	0,11abc	0,09ab	0,12abc
%50FZ+%50AG	0,33	0,34	0,34	0,31	0,20a	0,20ab	0,22a	0,11abc
%75FZ+%25AG	0,34	0,27	0,30	0,33	0,15ab	0,13abc	0,08ab	0,10abc
%25ÇA+%75AG	0,33	0,30	0,29	0,30	0,11ab	0,11abc	0,09ab	0,07abc
%50ÇA+%50AG	0,32	0,30	0,31	0,31	0,11ab	0,09abc	0,07ab	0,09abc
%75ÇA+%25AG	0,29	0,29	0,29	0,27	0,05b	0,04c	0,04b	0,10abc
%100AG+solucan	0,33	0,30	0,32	0,31	0,11ab	0,06bc	0,09ab	0,05c
Ahır gübresi	0,32	0,33	0,32	0,29	0,18ab	0,11abc	0,11ab	0,13abc

Vermikompost çeşitlerine ve dozlara bağlı olarak değişen dane P değerleri istatistik anlamda önemsiz bulunmuşken, sap P değerlerinin %2, %4, %6 ve %8 dozları istatistik anlamda önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek sap P değeri %75 Buğday samanı+% 25 Ahır gübresinde saptanmıştır. Rupani et al. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı organik atıkların vermikomposta dönüştürülmesi ile besin özelliklerinin (N, P, K) önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir.

4.4.2.3. Potasyum

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Bitkinin Potasyum Kapsamı

Özellikler	Dane K, %				Sap K, %			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,36	0,35	0,36ab	0,36	1,35abcd	1,35	1,35bc	1,35d
%25BS+%75AG	0,32	0,35	0,37ab	0,33	1,39abcd	1,59	1,78ab	1,67abcd
%50BS+%50AG	0,30	0,33	0,30b	0,36	1,62ab	1,39	1,67abc	1,62abcd
%75BS+%25AG	0,35	0,33	0,35ab	0,31	1,53abcd	1,40	1,51abc	1,47abcd
%25FZ+%75AG	0,30	0,38	0,34ab	0,37	1,22cd	1,29	1,28c	1,43bcd
%50FZ+%50AG	0,31	0,38	0,38ab	0,36	1,31abcd	1,38	1,41abc	1,39d
%75FZ+%25AG	0,41	0,36	0,44a	0,39	1,23bcd	1,32	1,47abc	1,41c
%25ÇA+%75AG	0,41	0,37	0,42ab	0,39	1,18d	1,32	1,51abc	1,65abcd
%50ÇA+%50AG	0,38	0,39	0,41ab	0,35	1,30abcd	1,62	1,45abc	2,06cd
%75ÇA+%25AG	0,36	0,30	0,38ab	0,36	1,67a	2,37	2,31a	2,46a
%100AG+solucan	0,36	0,39	0,42ab	0,36	1,39abcd	1,58	1,49abc	1,89abc
Ahır gübresi	0,35	0,35	0,35ab	0,34	1,36abcd	1,41	1,43abc	1,40d

Bitkinin Dane K içerikleri %6 dozunda önemli farklılıklar belirlenmiştir. %2, %4, %8 dozlarında önemsiz bulunmuştur. Sap K içeriklerin de ise %2, %6, %8 dozlarında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). En yüksek sap K değerlerinin %75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi karışımında olduğu saptanmıştır. Durukan vd (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompost uygulamasının mısır bitkisinde N, P, K, Zn, Ca, Mg konsantrasyonlarına olumlu yönde, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarına ise olumsuz yönde etki gösterdiği belirlenmiştir.

4.4.2.4. Kalsiyum

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamındaki değişiklikler Tablo 4.9’da verilmiştir.

Bitkinin sap Ca içerikleri %4, %6 ve %8 dozlarında istatistik olarak önemli bulunmuşken ($p<0,05$), %2 dozu önemsiz bulunmuştur. En yüksek sap Ca değerinin %100 Ahır gübresi+ solucan karışımında olduğu belirlenmiştir. Dane Ca içerikleri ise dozlar açısından istatistik anlamda önemsiz bulunmuştur. Hınıslı (2014), inek ve koyun gübrelerinin kıvırcık marulun gelişimi üzerine yaptıkları vermikompost çalışmasında, bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından koyun gübresinin daha iyi sonuçlar verdiğini ve Ca, Cu, Zn elementlerinin bitki bünyesine alınmasında vermikompost uygulamasının etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Bitkinin sap Ca içerikleri %4, %6 ve %8 dozlarında istatistik olarak önemli bulunmuşken ($p<0,05$), %2 dozu önemsiz bulunmuştur. En yüksek sap Ca değerinin %100 Ahır gübresi+ solucan karışımında olduğu belirlenmiştir. Dane Ca içerikleri ise dozlar açısından istatistik anlamda önemsiz bulunmuştur. Hınıslı (2014), inek ve koyun gübrelerinin kıvırcık marulun gelişimi üzerine yaptıkları vermikompost

çalışmasında, bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından koyun gübresinin daha iyi sonuçlar verdiğini ve Ca, Cu, Zn elementlerinin bitki bünyesine alınmasında vermikompost uygulamasının etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Tablo 4.9. Bitkinin Kalsiyum Kapsamı

Özellikler	Dane Ca, %				Sap Ca, %			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,06	0,06	0,06	0,06	0,16	0,16ab	0,16abc	0,16ab
%25BS+%75AG	0,03	0,03	0,06	0,03	0,14	0,13ab	0,21abc	0,19ab
%50BS+%50AG	0,06	0,03	0,04	0,03	0,20	0,13ab	0,26a	0,16ab
%75BS+%25AG	0,04	0,03	0,04	0,03	0,16	0,15ab	0,17abc	0,17ab
%25FZ+%75AG	0,03	0,03	0,05	0,04	0,17	0,10ab	0,12bc	0,17ab
%50FZ+%50AG	0,04	0,03	0,07	0,03	0,12	0,13b	0,11c	0,09b
%75FZ+%25AG	0,05	0,07	0,06	0,04	0,13	0,17ab	0,16abc	0,15ab
%25ÇA+%75AG	0,05	0,04	0,06	0,08	0,12	0,21ab	0,22abc	0,20ab
%50ÇA+%50AG	0,04	0,06	0,08	0,05	0,13	0,20ab	0,19abc	0,23a
%75ÇA+%25AG	0,03	0,04	0,04	0,04	0,19	0,22ab	0,23ab	0,23a
%100AG+solucan	0,03	0,05	0,05	0,04	0,15	0,23a	0,21abc	0,23a
Ahır gübresi	0,03	0,03	0,05	0,03	0,13	0,13ab	0,17abc	0,19ab

4.4.2.5. Magnezyum

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.10'da verilmiştir.

Bitkinin Mg içeriklerinin analiz sonuçları değerlendirildiğinde, dane Mg içeriklerinde dozlara ve vermikompost çeşitlerine bağlı olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Sap Mg içerikleri de %4, %6 ve %8 dozlarında önemli bulunmuştur. En yüksek sap Mg içeriklerinin % 6 ve %8 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Durukan vd (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır bitkisine vermikompost uygulamasının Mg konsantrasyonu üzerinde olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Bitkinin Magnezyum Kapsamı

Özellikler	Dane Mg, %				Sap Mg, %			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,19a	0,19a	0,19a	0,19a	0,07	0,07ab	0,07abc	0,07ab
%25BS+%75AG	0,17a	0,15abc	0,14abc	0,13abc	0,06	0,05ab	0,06abcd	0,06ab
%50BS+%50AG	0,18a	0,15abc	0,14abc	0,14abc	0,06	0,06ab	0,06abcd	0,06ab
%75BS+%25AG	0,17a	0,17ab	0,14abc	0,15abc	0,08	0,08a	0,06abcd	0,06ab
%25FZ+%75AG	0,18a	0,13abc	0,14abc	0,15abc	0,07	0,04ab	0,05cd	0,06ab
%50FZ+%50AG	0,15a	0,17ab	0,17ab	0,16ab	0,07	0,06ab	0,05bcd	0,05b
%75FZ+%25AG	0,16a	0,16abc	0,15abc	0,14abc	0,06	0,06ab	0,05d	0,05b
%25ÇA+%75AG	0,16a	0,04bc	0,06bc	0,08abc	0,05	0,06ab	0,06abcd	0,07ab
%50ÇA+%50AG	0,04b	0,06abc	0,08abc	0,05bc	0,06	0,08ab	0,08ab	0,09a
%75ÇA+%25AG	0,03b	0,04bc	0,04c	0,04bc	0,07	0,08ab	0,09a	0,09a
%100AG+solucan	0,03b	0,05abc	0,05bc	0,04bc	0,00	0,08ab	0,07abcd	0,07ab
Ahır gübresi	0,03b	0,02c	0,04bc	0,03bc	0,07	0,05b	0,05bcd	0,06ab

4.4.2.6. Demir

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Bitkinin Demir Kapsamı

Özellikler	Dane Fe, mg kg ⁻¹				Sap Fe, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	31,04	31,04	31,04a	31,00a	58,65	58,65	58,65	58,65ab
%25BS+%75AG	27,59	23,35	33,16ab	24,41bc	44,45	57,45	59,83	123,14ab
%50BS+%50AG	29,18	29,98	28,65ab	32,10abc	73,44	71,08	93,56	68,71ab
%75BS+%25AG	26,00	32,10	23,08ab	24,94bc	62,20	36,17	30,48	32,62b
%25FZ+%75AG	33,43	23,35	21,49ab	23,61bc	68,12	64,86	69,30	76,40ab
%50FZ+%50AG	29,71	24,94	30,78ab	23,61bc	40,31	46,23	79,95	34,39b
%75FZ+%25AG	28,65	24,40	27,59ab	25,47bc	59,83	84,09	88,83	37,47ab
%25ÇA+%75AG	28,12	20,96	42,45ab	27,59abc	54,51	71,08	125,35	97,70ab
%50ÇA+%50AG	28,63	33,16	42,72ab	40,33a	60,43	140,03	149,18	206,57a
%75ÇA+%25AG	42,18	35,55	47,49a	37,14ab	121,96	172,25	108,94	142,08ab
%100AG+solucan	32,63	39,27	35,82ab	35,29abc	53,33	100,66	153,32	97,70ab
Ahır gübresi	30,778	28,92	40,33ab	31,57abc	36,76	35,58	50,37	145,63ab

Bitkinin dane Fe içerikleri %6 ve %8 dozlarında önemli bulunmuşken, %2 ve %4 dozlarında önemsiz bulunmuştur. Sap Fe kapsamı da %8 dozunda önemli bulunmuştur (p<0,05). %2, %4 ve %6 dozlarının istatistik anlamda bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir.

4.4.2.7. Mangan

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Bitkinin Mangan Kapsamı

Özellikler	Dane Mn, mg kg ⁻¹				Sap Mn, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	40,35a	40,35a	40,35a	40,35a	38,88a	38,88ab	38,88a	38,88a
%25BS+%75AG	33,75ab	25,08ab	22,75ab	25,74abcd	22,66b	23,44ab	32,86abc	19,00bcd
%50BS+%50AG	36,08ab	33,36ab	35,05a	39,19ab	26,06ab	24,75ab	38,10a	30,77ab
%75BS+%25AG	38,93ab	39,19a	33,36ab	39,96ab	32,86ab	47,52a	32,86ab	36,53a
%25FZ+%75AG	38,80ab	23,92ab	18,74b	21,07cd	18,73ab	17,95b	13,76c	16,64bcd
%50FZ+%50AG	28,58ab	26,12ab	26,25ab	22,24cd	30,25ab	21,09ab	22,40abc	15,07d
%75FZ+%25AG	31,29ab	25,21ab	24,82ab	23,92bcd	22,54ab	17,69b	17,43bc	16,12cd
%25ÇA+%75AG	26,64ab	20,81ab	20,55b	19,00d	21,35b	19,00b	21,09abc	15,33cd
%50ÇA+%50AG	25,60ab	17,19b	23,66ab	29,22abcd	22,66b	25,28ab	23,44abc	32,86abc
%75ÇA+%25AG	23,92b	23,66ab	28,06ab	33,36abc	27,63ab	23,18ab	24,75abc	35,22ab
%100AG+solucan	30,00,ab	24,18ab	23,92ab	20,17cd	32,34ab	22,92ab	27,11abc	22,66abcd
Ahır gübresi	28,15ab	33,10ab	35,05a	26,51abcd	35,74ab	28,15ab	27,11abc	27,37abcd

Bitkinin dane ve sap içeriklerinin vermikompost ve dozlara göre değiştiği görülmüştür. %2, %4, %6, %8 dozlarında bitkinin Mn içeriklerinde istatistiksel

anlamda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Adiloğlu vd (2015), artan dozlarda uyguladıkları solucan gübresinin salata bitkisinin verimi üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda, bitkinin Fe ve Mn gibi bazı mikro besin elementi içerikleri üzerine önemli derecede artışların olduğunu belirtmişlerdir.

4.4.2.8. Çinko

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.13’de verilmiştir.

Bitkinin dane Zn içerikleri %4, %6, %8 dozlarında istatistik olarak önemli, %2 dozu ise önemsiz bulunmuştur. Vermikompost çeşitleri değerlendirildiğinde, dane Zn içeriği en yüksek kontrol örneğinde yüksek çıkmıştır. Sap Zn içeriklerinde de vermikompost bileşenlerine bağlı olarak %2, %4, %6 dozlarında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Hınıslı (2014), inek ve koyun gübrelere kıyıcık marulun gelişimi üzerine yaptıkları vermikompost çalışmasında, bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından koyun gübresinin daha iyi sonuçlar verdiğini ve Ca, Cu, Zn elementlerinin bitki bünyesine alınmasında vermikompost uygulamasının etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

4.4.2.9. Bakır

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkinin besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.13. Bitkinin Çinko Kapsamı

Özellikler	Dane Zn, mg kg ⁻¹				Sap Zn, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	39,01	39,01a	39,01a	39,01a	13,76ab	13,76ab	13,76ab	13,76
%25BS+%75AG	27,45	20,59ab	24,00bcd	19,21ab	10,59ab	11,09ab	9,28c	14,61
%50BS+%50AG	28,67	23,31ab	21,53cd	23,28ab	20,82ab	11,29ab	14,09abc	16,96
%75BS+%25AG	40,96	45,79a	36,45ab	41,12a	29,99ab	19,59ab	39,65a	27,30
%25FZ+%75AG	36,05	21,97ab	14,88d	23,31ab	13,17ab	9,10b	10,09bc	12,25
%50FZ+%50AG	33,25	32,88ab	36,41ab	25,34ab	8,64b	26,58a	10,33abc	15,51
%75FZ+%25AG	33,98	31,18ab	24,28bcd	25,01ab	9,66ab	9,10b	13,80abc	19,60
%25ÇA+%75AG	31,26	20,31ab	23,47bcd	23,28ab	21,35b	15,23ab	22,57abc	17,15
%50ÇA+%50AG	23,88	22,21ab	19,98cd	23,88ab	24,94ab	10,66b	23,26abc	11,09
%75ÇA+%25AG	18,25	20,84ab	19,13cd	21,93ab	8,97b	10,07b	12,56abc	12,29
%100AG+solucan	25,06	18,25b	20,51cd	17,63ab	11,16ab	8,83b	10,09abc	20,87
Ahır gübresi	36,41	26,03ab	31,10abc	22,74ab	48,09a	10,98ab	34,51ab	13,77

Bitkinin dane Cu kapsamı vermikompost ve dozlara göre istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Sap Cu kapsamı da %2 ve %6 dozlarında istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Durukan vd (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompost uygulamasının mısır bitkisinde bazı besin elementlerin

konsantrasyonlarına olumlu etki ederken, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarına ise olumsuz yönde etki ettiği belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Bitkinin Bakır Kapsamı

Özellikler	Dane Cu, mg kg ⁻¹				Sap Cu, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8	%2	%4	%6	%8
Kontrol	4,80	4,80	4,80	4,80	3,86ab	3,86	3,86ab	3,86
%25BS+%75AG	4,97	4,14	8,96	5,64	0,58b	3,86	3,53ab	8,78
%50BS+%50AG	5,80	4,47	7,63	7,63	4,52ab	1,57	5,50ab	5,17
%75BS+%25AG	7,96	7,30	5,97	5,47	4,19ab	4,84	24,18a	6,16
%25FZ+%75AG	7,80	5,64	5,14	8,23	7,14ab	7,47	4,19ab	3,53
%50FZ+%50AG	8,23	5,30	6,13	5,47	5,83a	5,50	0,91b	2,55
%75FZ+%25AG	5,64	8,80	8,13	8,30	2,22ab	5,50	0,58b	2,22
%25ÇA+%75AG	8,96	5,14	9,79	6,47	2,22ab	2,88	10,74ab	5,17
%50ÇA+%50AG	6,97	10,79	6,63	9,29	3,86ab	4,84	11,40ab	4,84
%75ÇA+%25AG	6,97	7,80	6,47	5,47	4,19ab	1,24	3,86ab	2,55
%100AG+solucan	7,13	5,97	6,97	6,97	0,91b	3,53	3,53ab	3,53
Ahır gübresi	5,97	4,80	9,46	8,79	30,08a	2,88	29,43a	5,17

4.4.2.10. Bitkinin Verimi ile Besin Maddesi İçeriği Arasındaki İlişkiler

Buğday bitkisinin verimi ile besin maddesi içeriği arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Hasat sonu bitkilerin besin maddesi kapsamı ile bitkinin verimine ait istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, dane verimi ile demir arasında önemli pozitif, fosfor, magnezyum, çinko ve mangan arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur ($p < 0.05$). Sap verimi ile fosfor, potasyum, kalsiyum, demir, mangan, çinko, arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Sap verimi ile P, Mn, Zn arasında önemli negatif ilişki, potasyum, kalsiyum ve demir arasında ise önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Tablo 4.15. Bitkinin verimi ile besin maddesi kapsamı arasındaki korelasyon analizi (* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$)

n=45	Dane	Sap
N	0,006	0,204
P	-0,333*	-0,799*
K	0,163	0,531*
Ca	0,117	0,513*
Mg	-0,524*	0,153
Fe	0,439*	0,587*
Mn	-0,592*	-0,330*
Zn	-0,834*	-0,370*
Cu	0,135	-0,225

Hashemimajd et al. (2004), yaptıkları çalışmada vermikompost uygulaması ile bitkiye verilen besin maddeleri arasında önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Adak (2016) yapmış olduğu çalışmada, domates bitkisinde vermikompost uygulaması ile N, P, Zn, Cu, Mg elementleri, biber bitkisinde de N, P, Mg elementleri arasında pozitif yönde ilişki olduğunu belirtmiştir.

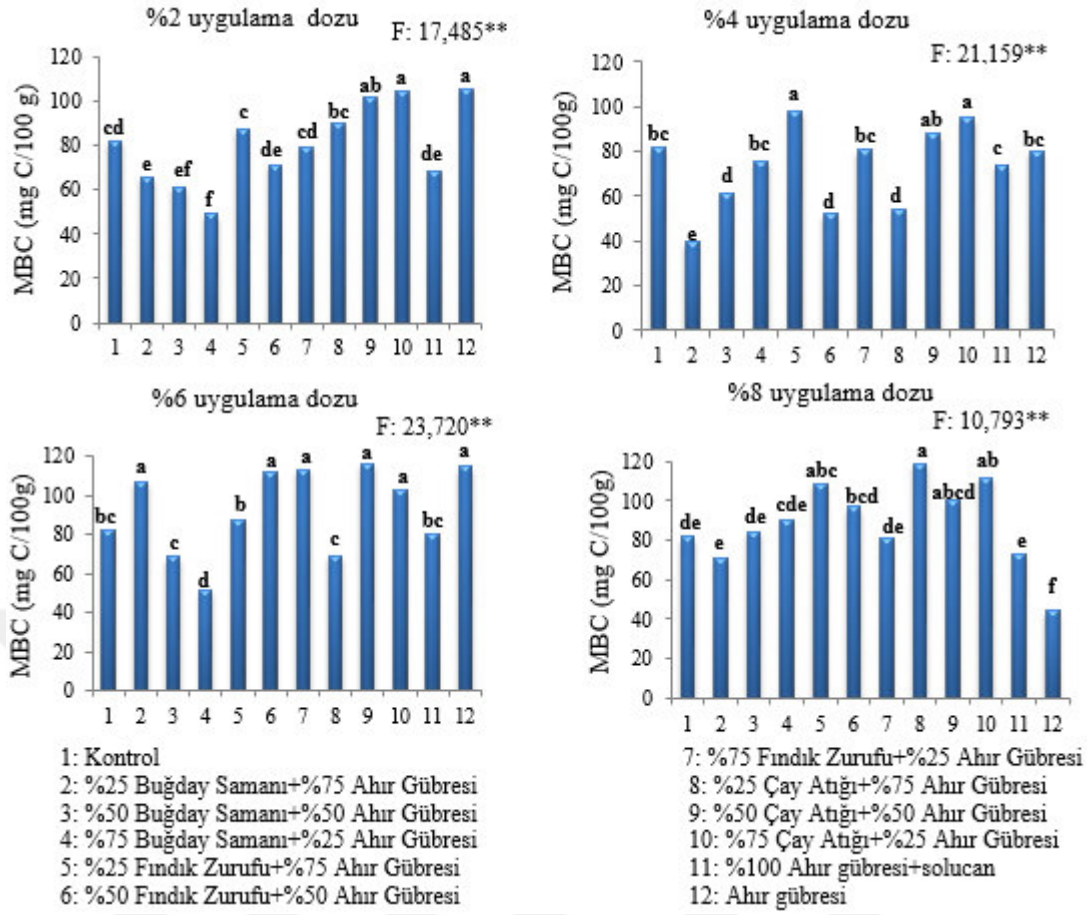
4.4.3. Toprakların Biyolojik Özellikleri

4.4.3.1. Mikrobiyal Biyomas Karbon (MBC)

Sera denemesi sonunda, farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanları ile vermikompostlaştırılması ve topraklara uygulanması sonucunda, toprakların mikrobiyal biyomas C'daki değişiklikler Şekil 4.9'da verilmiştir.

Sera denemesi sonunda alınan toprak örneklerinden mikrobiyal biyomas C'un dozlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği, karışım içerisine giren artıkların çeşidine bağlı olarak değiştiği ve karışımlar arasında çok önemli ($p < 0,01$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çeşitlere bağlı olarak her bir doz kendi içerisinde incelendiğinde; %2 dozunda en yüksek mikrobiyal biyomas C değerinin 10 no'lu karışım (%75ÇA+%25AG) ile 12 no'lu karışım (Ahır gübresi) olduğu saptanmıştır. %4 dozunda 5 no'lu karışım ile 10 no'lu karışım (%75ÇA+%25AG), %6 dozunda 9 no'lu karışım (%50ÇA+%50AG) ile 12 no'lu karışım (Ahır gübresi) ve %8 dozunda ise 8 no'lu karışım (%25ÇA+%75AG) ile 10 no'lu karışım (%75ÇA+%25AG) olduğu belirlenmiştir.

Mikrobiyal biyokütle aktivitesi, toprağın mikrobiyal durumunu karakterize etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Nannipieri, et al., 1990; Gil-Stores, et al., 2005). Toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (Cmic) toprak organik karbonunun en dinamik ve değişken bileşeni olarak kabul edilmektedir. Pek çok tarıma elverişli arazilerde, toprak mikrobiyal biyokütlesi toprak organik madde içeriği ile ilişkilidir (Houot and Chaussod, 1995), genellikle toprak organik maddenin %2-3 'lük kısmını temsil etmektedir (Anderson and Domsch, 1989). Topraklara ilave edilen organik maddeler toprakların organik karbon içeriklerini değiştirmenin yanında mikrobiyal popülasyonun ve aktivitelerinin de artmasına olanak sağlamaktadır (Tejada, et al., 2006; Ros, et al., 2003).



Şekil 4.9. Sera Denemesi Sonunda Toprakların Mikrobiyal Biyomas C İçeriklerindeki Değişimler

Arancon et al. (2003), bitki büyümesindeki gelişmelerin ve meyve verimindeki artışların, vermikompost uygulamasından sonra toprağın mikrobiyal biyomas C içeriğindeki artıştan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ferreras et al. (2006) tarafından, farklı organik gübrelerin toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, toprağa 20 t ha⁻¹ vermikompost uygulanmış ve bu uygulama sonucunda toprak agregatlaşmasının, toprak organik karbonunun ve mikrobiyal solunumun aynı oranda tavşan, tavuk ve at gübresi uygulamasına göre daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Tejada et al. (2009), yeşil yem atığı ve şeker pancarı vermikompostunun toprakların fiziksel (strüktür stabilitesi ve hacim ağırlığı), kimyasal (değişebilir Na yüzdesi), ve biyolojik (MBC, toprak solunumu ve toprak enzim aktivitesi) özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, topraklara organik madde ilavesi olarak 5-10 t ha⁻¹ düzeyinde vermikompost uygulaması yapmışlardır. Yeşil yem atığı vermikompostu ile şekerpancarı atığının birlikte kompostlanmasının toprakların

fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinde toprak kaybının azalmasında ve ayrışmanın artmasında pozitif bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

4.4.3.2. Toprak Solunumu (CO₂ Üretimi)

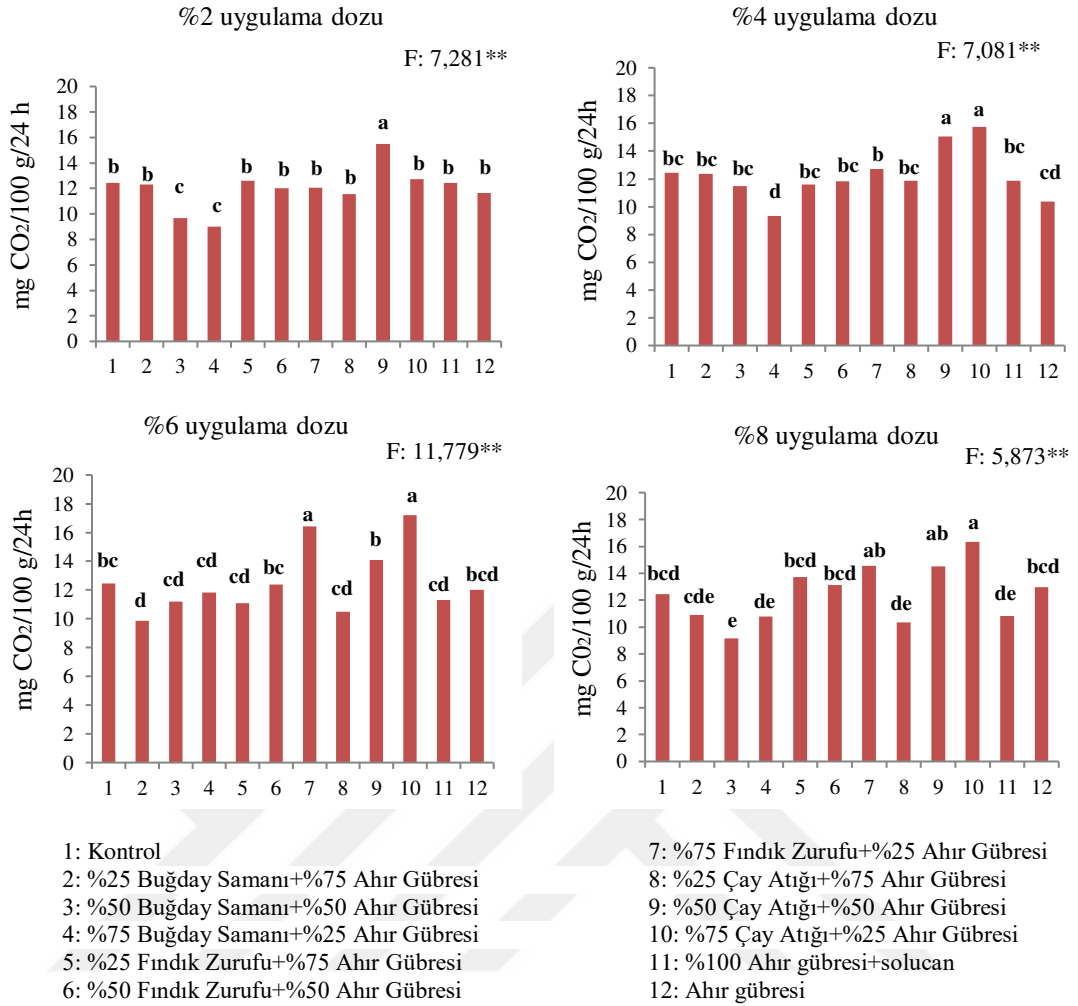
Farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp ortama *Eisenia fetida* türü solucanların ilave edilmesi ile oluşan vermikompostların topraklara uygulanması neticesinde toprakların CO₂ üretimindeki değişiklikler Şekil 4.10'da verilmiştir.

Deneme sonrası alınan toprakların CO₂ içeriklerinin vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve karışımlar arasında kontrole göre çok önemli ($p<0,01$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Genel olarak tüm dozlarda toprakların CO₂ içeriğinin kontrole göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek CO₂ değerinin %2 dozunda 9 no'lu (%50ÇA+%50AG), %4, %6, %8 dozunda 10 no'lu (%75ÇA+%25AG) karışımında olduğu belirlenmiştir. Topraklarda belirlenen CO₂ üretimi, toprak içerisinde bulunan heterotrofik mikroorganizmaların metabolik olayları neticesinde ortaya çıkmaktadır. Topraklarda oluşan CO₂'in önemli bir kısmını (2/3'ü) toprakta bulunan toprak canlıları (toprak faunası ve mikroflora) oluşturmakta ve diğer kısmı da (1/3'ü) bitki kökleri tarafından üretilmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997). Bu nedenle CO₂ üretiminin saptanması toprak içerisindeki mikroorganizma faaliyetleri için en çok tercih edilen bir değerlendirme şeklidir (Anderson, 1982).

4.4.3.3. Dehidrogenaz Aktivitesi (DHA)

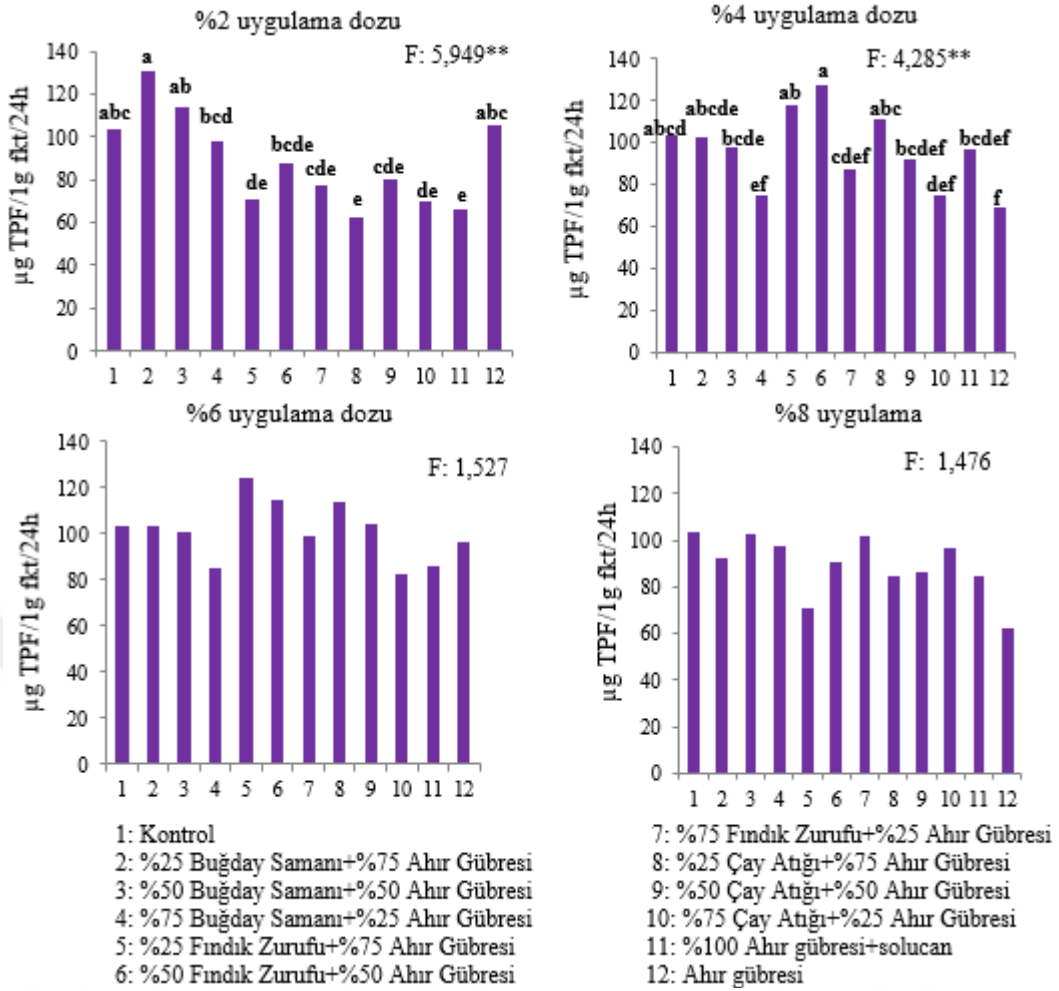
Sera denemesi sonunda, farklı organik atıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanları ile vermikompostlaştırılması ve topraklara uygulanması sonucunda, toprak örneklerinde meydana gelen DHA değişiklikler Şekil 4.11'de verilmiştir.

Sera deneme sonrası alınan toprak örneklerinin dehidrogenaz aktivitesinin vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve %2 ve %4 dozlarında kontrole göre çok önemli ($p<0,01$) farklılıklarının olduğu belirlenmiştir. %6 ve %8 dozlarında ise dehidrogenaz aktivitesinin topraklara ilave edilen vermikompost miktarı fazla olmasına rağmen istatistik anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.10. Sera Denemesi Sonunda Toprakların CO₂ Seviyelerindeki Değişimler

Toprakta Oxidoreductases, Hydrolases, Isomerases, Lyases ve Ligases gibi birçok enzim bulunmaktadır ve bunların her biri enerji dönüşümü için önemli biyokimyasal fonksiyonları yerine getirmektedir (Gu, et al., 2009). Dehidrogenaz enzimi Oxidoreductases enzimleri sınıfının ana temsilcisidir (Gu, et al., 2009). Toprak ortamındaki tüm enzimler arasında dehidrogenazlar en önemlilerinden biridir ve genel olarak toprak mikrobiyal aktivitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Quilchano and Marañon, 2002; Gu, et al., 2009; Salazar, et al., 2011). Dehidrogenaz enzimi, tüm canlı mikrobiyal hücreler içerisinde bulunduğu için sıklıkla tercih edilen bir enzimdir (Moeskops, et al., 2010; Zhao, et al., 2010; Yuan and Yue, 2012).



Şekil 4.11. Sera Denemesi Sonunda Toprakların Dehidrogenaz Aktivitesindeki Değişimler

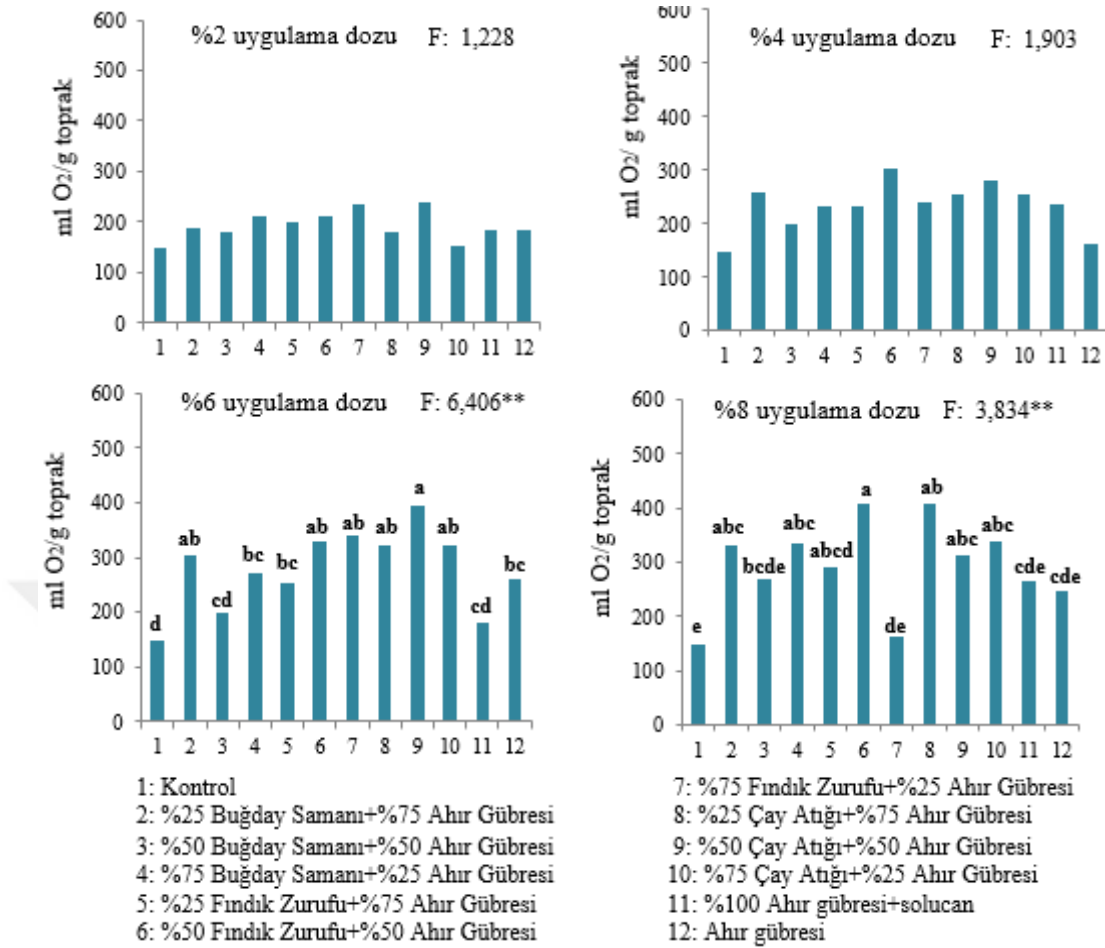
Macci et al. (2010), zeytin karasu ve buğday samanını 1:3 oranında karıştırıp plastik kaplara *E. foetida* solucanları ilave edilmesi amacıyla yaptıkları vermikompost çalışması sonucunda, toplam organik C'da %35, biyokimyasal parametrelerde (hidrolitik enzimlerde %40, dehidrogenaz enzim aktivitesinde %23) azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Maheswarappa et al. (1999), topraklara vermikompost uygulanması sonucunda toprağın organik karbon içeriği, toprak pH'sı, toprak gözenekliliği ve su tutma kapasitelerinin arttığı, mikrobiyal populasyon ve toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesinde de artış olduğunu bildirmişlerdir. Truu vd (2008), yaptıkları bir çalışmada, dehidrogenaz aktivitesinin, N mineralizasyonunun, mikrobiyal biyomas gibi toprak verimliliğini belirleyen faktörlerin toprağa uygulanan vermikompost miktarı ile olumlu yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

4.4.3.4. Katalaz Aktivitesi

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp ortama *Eisenia fetida* türü solucanların ilave edilmesi ile oluşan vermikompostların topraklara uygulanması neticesinde toprakların katalaz aktivitesindeki değişiklikler Şekil 4.'de verilmiştir.

Sera deneme sonrasında alınan toprak örneklerinde katalaz aktivitesinin vermikompost çeşitlerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği, ilave edilen vermikompost miktarı arttıkça katalaz aktivitesinin arttığı ve buna bağlı olarak da %6 ile %8 dozlarında kontrole göre çok önemli ($p<0,01$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. %2 ve %4 dozlarında ise katalaz aktivitesinin istatistiksel anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır. %6 dozunda en yüksek katalaz aktivitesinin 9 no'lu (%50ÇA+%50AG) karışımında, %8 dozunda da 6 no'lu (%50FZ+%50AG) karışımında olduğu belirlenmiştir. Katalaz enzimi oksidoreduktazlar (EC 1.11.1.6) grubuna giren hücre içi bir enzimdir. Bu enzim canlı organizmaların solunum olayları ile hidrojen peroksiti su ve oksijene ayıran metabolik olayların sonucunda açığa çıkan bir enzimdir (Klebanoff, 2016). Katalaz enzimi tüm aerob ve çoğu fakültatif anaerob bakterilerin hücresinde yer alırken, obligat anaerob bakteri hücrelerinde bulunmamaktadır. Toprakta katalaz enzim aktivitesinin belirlenmesi o topraktaki aerobik mikroorganizmaların metabolik aktivitesi hakkında bilgi vermektedir (Glinski, et al., 1986; Kızılkaya, vd, 2004; Kızılkaya ve Hepşen, 2007). Analiz prensibi açığa çıkan O₂ miktarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Weetall, et al., 1965; Beck 1971; Kuprevich and Shcherbakova 1971a; Trevors 1984; Holz and Davies, 1986b). Katalaz enzimi organik C içeriği ile önemli bir ilişki içerisindedir (Beck, 1971; Ladd, 1978).

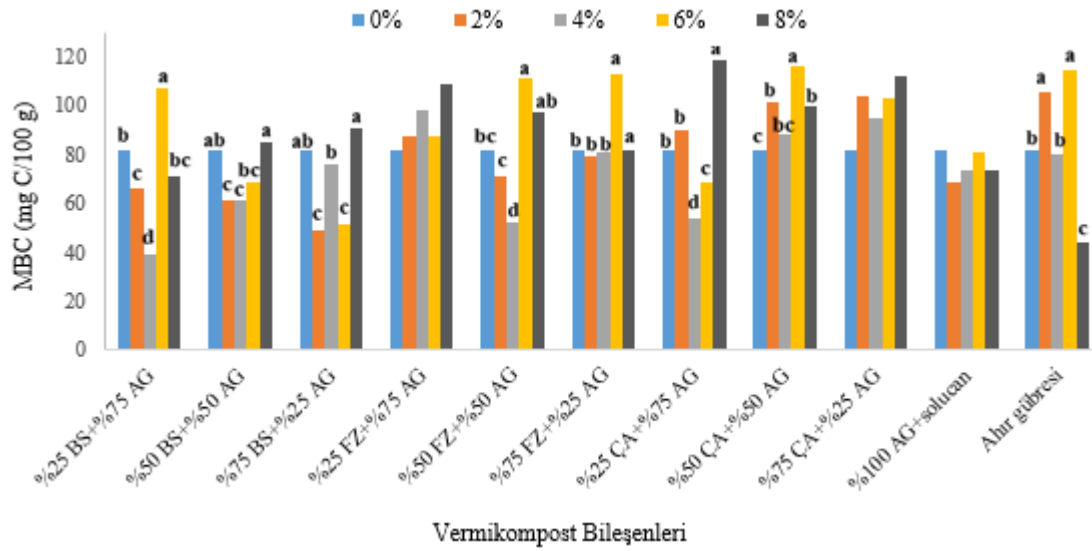


Şekil 4.12. Sera Denemesi Sonunda Toprakların Katalaz Aktivitesindeki Değişimler

4.4.3.5. Mikrobiyal Biyomas Karbon (MBC) (Dozlara göre)

Sera denemesi sonunda, farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanları ile vermikompostlaştırılması ve topraklara uygulanması sonucunda, toprakların mikrobiyal biyomas C'daki değişiklikler Şekil 4.13'de verilmiştir.

Sera deneme sonrasında alınan toprak örneklerinde mikrobiyal biyomas C içeriklerinin dozlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Tüm vermikompost çeşitlerine bakıldığında kontrole göre en yüksek mikrobiyal biyomas C değerlerinin %6 ve %8 dozlarında olduğu belirlenmiştir. %25FZ + %75AG, %75ÇA + %25AG ve ahır gübresinden elde edilen vermikompost karışımlarının ilave edilen vermikompost miktarına rağmen mikrobiyal biyomas C içeriklerinde istatistiksel anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı, diğer karışımların ise vermikompost dozuna bağlı olarak istatistik anlamda çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Toprakların Mikrobiyal Biyomas C İçeriklerindeki Değişimler (Dozlara göre)

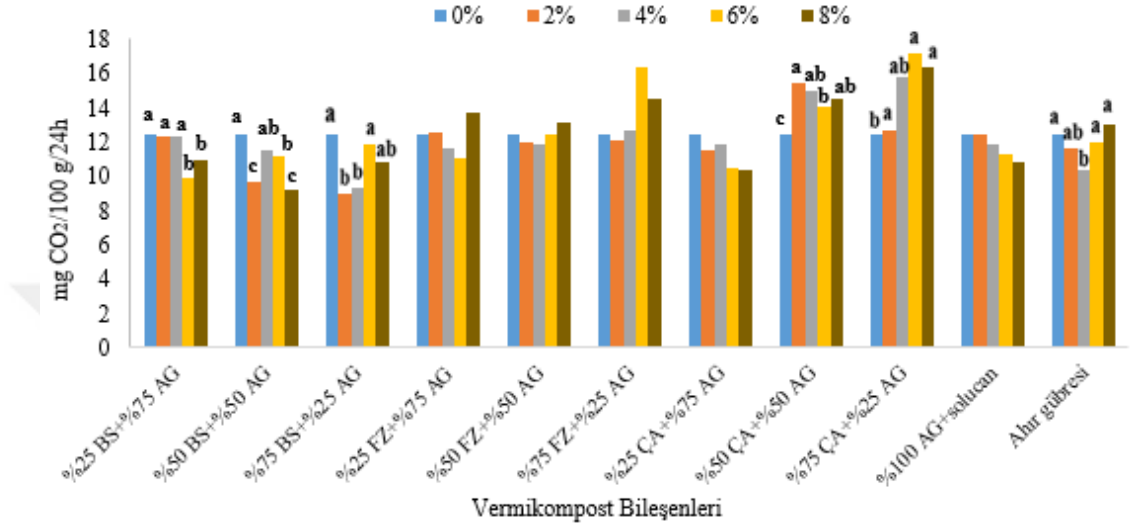
Sera deneme sonrasında alınan toprak örneklerinde mikrobiyal biyomas C içeriklerinin dozlarla bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Tüm vermikompost çeşitlerine bakıldığında kontrole göre en yüksek mikrobiyal biyomas C değerlerinin %6 ve %8 dozlarında olduğu belirlenmiştir. %25FZ + %75AG, %75ÇA + %25AG ve ahır gübresinden elde edilen vermikompost karışımlarının ilave edilen vermikompost miktarına rağmen mikrobiyal biyomas C içeriklerinde istatistiksel anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı, diğer karışımların ise vermikompost dozuna bağlı olarak istatistik anlamda çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir.

Yakushev et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı organik atıkların solucanlar tarafından vermikompostlanması neticesinde, peat materyalinden oluşan vermikompostların mikrobiyal biyomas C içeriğinin komposta göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Romaniuk et al. (2011), farklı miktarlardaki vermikompost uygulamalarının (10 ve 20 Mg ha⁻¹) toprak özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada 20 Mg ha⁻¹ uygulamasının toprakların kimyasal (EC, alınabilir P, toplam organik C) ve biyolojik özelliklerinin (mikrobiyal solunum, mikrobiyal biyomas C, MBC/TOC, qCO₂) birçoğunda olumlu etki meydana getirdiğini belirlemişlerdir. Özellikle mikrobiyal solunum, mikrobiyal biyomas C ve MBC/TOC'nin toprağa uygulanan 20 mg ha⁻¹ vermikompost uygulaması ile belirgin şekilde artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

4.4.3.6. Toprak Solunumu (CO₂ Üretimi) (Dozlara göre)

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp ortama *Eisenia fetida türü* solucanların ilave edilmesi ile oluşan vermikompostların topraklara uygulanması neticesinde toprakların CO₂ üretimindeki değişiklikler Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Toprakların CO₂ Seviyelerindeki Değişimler (Dozlara göre)

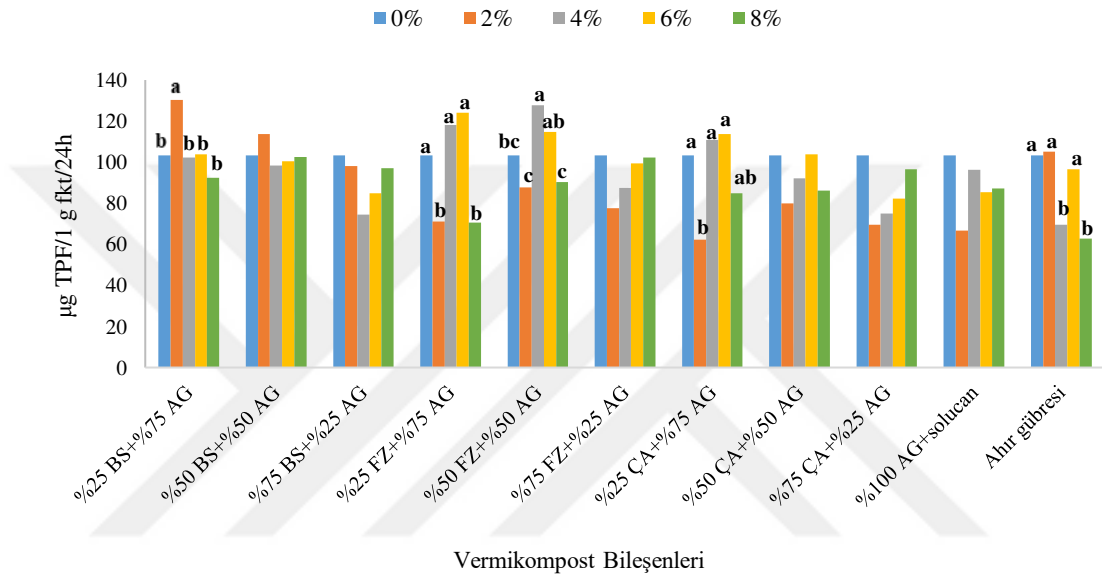
Sera deneme sonrasında alınan toprak örneklerinde mikrobiyal CO₂ içeriklerinin dozlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. %25FZ + %75AG, %50FZ + %50AG, %75FZ + %25AG, %25ÇA + %75AG, ahır gübresinden elde edilmiş vermikompost karışımlarının karışımlar içerisine giren vermikompost miktarında artış olsa bile mikrobiyal CO₂ değerlerinde istatistik anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı, diğer karışımların ise vermikompost dozlarına bağlı olarak istatistiksel anlamda çok önemli (p<0,01) farklılıklar sağladığı belirlenmiştir. %25BS + %75AG karışımlarında en yüksek CO₂ değerlerinin %2, %4 dozlarında; %50BS + %50AG ile %75BS + %25AG karışımlarında en yüksek değerlerin %6 dozlarında olduğu tespit edilmiştir. %50ÇA + %50AG karışımında en yüksek %2 dozunda, %75ÇA + %25AG ile ahır gübresi karışımlarında da %6, %8 dozlarında belirlenmiştir.

Chaoui et al. (2003), toprak solucanlarının (EW), konvansiyonel kompost (CP), ve NPK inorganik gübre (FT) değişikliklerinin N mineralizasyon oranları, mikrobiyal solunum ve mikrobiyal biyomas üzerindeki etkileri bir laboratuvar inkübasyon çalışmasında incelenmiştir. İlk 35 günlük inkübasyondan sonra benzer solunum hızları ve biyomas uygulamaları takip edilerek çalışmanın sonunda 70 günlük

inkübasyon için hem mikrobiyal solunum hem de biyomas EW uygulamasına kıyasla CP işleminde önemli ölçüde yüksek çıktığını belirlemişler.

4.4.3.7. Dehidrogenaz Aktivitesi (Dozlara göre)

Sera denemesi sonunda, farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp *Eisenia fetida* türü solucanları ile vermikompostlaştırılması ve topraklara uygulanması sonucunda, toprak örneklerinde meydana gelen DHA değişiklikler Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Toprakların Dehidrogenaz Aktivitesindeki Değişimler (Dozlara göre)

Sera deneme sonrasında alınan toprak örneklerinde dehidrogenaz aktivitesinin dozlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. %50BS + %50AG, %75BS+ %25AG, %75FZ + %25AG, %50ÇA + %50AG, %75ÇA + %25AG ve ahır gübresinden elde edilmiş vermikompost karışımlarının karışımlar içerisine giren vermikompost miktarında artış olsa bile dehidrogenaz aktivitesinde istatistik anlamda önemli bir farklılık oluşturmadığı, diğer karışımların ise vermikompost dozlarına bağlı olarak istatistik anlamda önemli ($p<0,05$) farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir.

Arancon et al. (2005), ticari, gıda, kağıt atıkları ve sığır gübresinden elde ettikleri vermikompostun biber bitkisi gelişimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda, vermikompost uygulamasının biber bitkisi gelişimini önemli ölçüde etkilediğini, mikrobiyal biyomas ve dehidrogenaz enzim aktivitesinin de kontrole göre artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

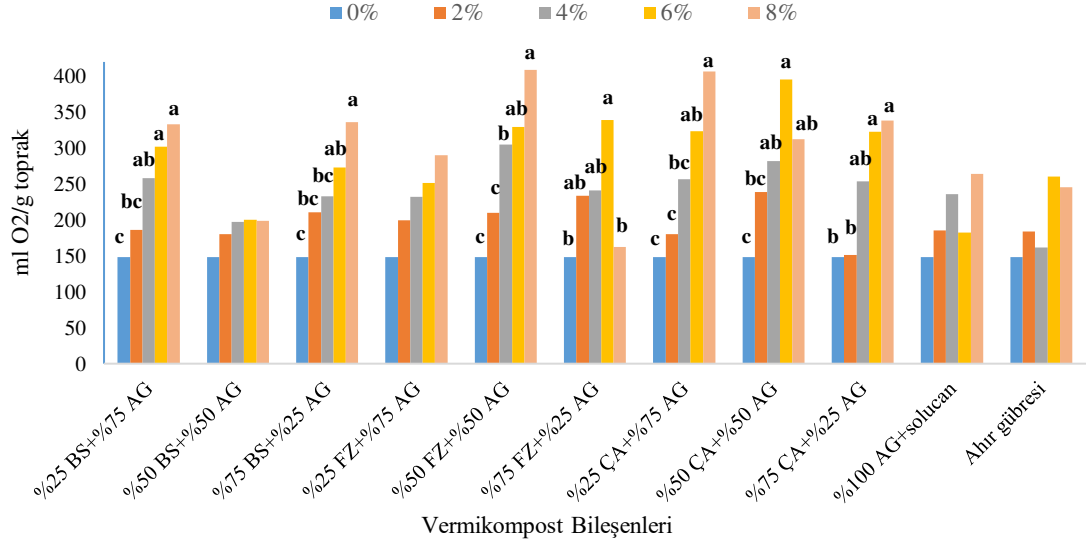
Dinesh et al. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, organik gübreler (çiftlik gübresi, vermikompost keki ve kül) ve biyo-gübrelerin toprağa uygulanması ile dehidrogenaz, asit fosfataz ve β -glukosidaz aktivitelerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Kaçar (2015), zeytinyağından elde edilen zeytin karasu kekinin farklı organik materyaller ile vermikompost işlemine tabi tutularak bazı kimyasal ve mikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Karasu kekinin organik materyallerle (pamuk çırcır atığı, üzüm atığı ve ahır gübresi) kuru ağırlıkları esas alınarak %15, %30, %45, %60 oranlarında karıştırılarak *E. fetida* türü solucanlar tarafından 90 gün süreyle vermikompostlanması gerçekleştirilmiştir. Denemenin 30, 60, 90 günlerinde alınan örneklerde C ve N mineralizasyonu tespit edilirken, humifikasyon indeksi, dehidrogenaz, alkalın fosfataz, üreaz enzim aktiviteleri de belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda en yüksek enzim aktivitesinin %45 karasu kekinde olduğunu, solucanların faaliyetlerinin %60 zeytin karasu kekinde koruduklarını ve vermikompost işlemini gerçekleştirebildiğini saptamışlardır.

4.4.3.8. Katalaz Aktivitesi (Dozlara göre)

Farklı organik artıkların farklı dozlarda ahır gübresi ile karıştırılıp ortama *Eisenia fetida* türü solucanların ilave edilmesi ile oluşan vermikompostların topraklara uygulanması neticesinde toprakların katalaz aktivitesindeki değişiklikler Şekil 4.16'da verilmiştir.

Deneme sonrası alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonucunda katalaz aktivitesinin ilave edilen vermikompost miktarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. %50BS + %50AG, %25FZ + %75AG, ahır gübresinden yapılmış vermikompost ve ahır gübresi karışımlarında vermikompost miktarına göre katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimler önemsiz bulunmuşken, diğer karışımlarda ise önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Genel olarak %6 ve %8 dozlarında katalaz aktivitesinin daha yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür.



Şekil 4.16. Toprakların Katalaz Aktivitesindeki Değişimler (Dozlara göre)

Uyanöz vd (2000) , laboratuvar şartlarında saksı denemesi olarak yürüttükleri bir çalışmada killi tınlı tekstürlü bir toprağa, buğday anızı (BA), sığır gübresi (SG) , tavuk gübresi (TG) ve üre (Ü) gübresini karıştırarak 75 günlük inkübasyona bırakmışlardır. Ağırlıkça % 0.1 ve 2 oranlarında buğday anızı karıştırılmış örneklerle sığır gübresi, tavuk gübresi ve üre gübresi % 0, 2 ve 4 oranlarında eklemişlerdir. İnkübasyonun 25, 50 ve 75. günlerinde toprağın CO₂ üretimi 75. gününde ise üreaz ve katalaz aktiviteleri belirlenmiştir. En düşük CO₂ üretimi ise % 2 BA uygulamasında olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek katalaz aktivitesinin kontrol örneğinde, en düşüğünü ise % BA + % 2 Ü uygulamasında olduğunu saptamışlardır.

Yang et al. (2015), üç toprak su rejimi altındaki (%50-60, %60-70, %70-80 tarla kapasitesi) bir serada vermikompostun (VM) domates verimi, kalitesi ve toprak verimliliği üzerine etkileri tavuk kompostu (CM), at kompostu (HM) ve kimyasal gübre (CF) ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, vermikompost uygulamasının topraktaki fosfataz, katalaz, üreaz enzim aktivitelerini diğer uygulamalara kıyasla önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir. Vermikompostun %60-70 tarla kapasitesi altında domates verimini arttırdığını ve toprak verimliliği üzerine etkisinin toprak su rejimine bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

4.4.4. Toprakların Besin Maddesi Kapsamları

4.4.4.1. Azot

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Toprakların Azot Kapsamı

Özellikler	N, %			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,14	0,14b	0,14b	0,14c
%25BS+%75AG	0,14	0,19ab	0,16ab	0,18abc
%50BS+%50AG	0,15	0,14b	0,14b	0,24abc
%75BS+%25AG	0,11	0,15ab	0,19ab	0,13c
%25FZ+%75AG	0,18	0,17ab	0,18ab	0,20abc
%50FZ+%50AG	0,16	0,16ab	0,16ab	0,23abc
%75FZ+%25AG	0,16	0,16ab	0,21ab	0,17abc
%25ÇA+%75AG	0,15	0,18ab	0,23ab	0,25abc
%50ÇA+%50AG	0,17	0,22ab	0,28a	0,31ab
%75ÇA+%25AG	0,17	0,25a	0,27ab	0,32a
%100AG+solucan	0,20	0,14b	0,21ab	0,26abc
Ahır gübresi	0,12	0,13b	0,17ab	0,13c

4.4.4.2. Fosfor

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Toprakların Fosfor Kapsamı

Özellikler	P, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	10,35c	10,35e	10,35e	10,35b
%25BS+%75AG	44,80a	84,62a	107,34a	103,77a
%50BS+%50AG	40,20ab	65,75abcd	60,18cd	96,51a
%75BS+%25AG	18,43bc	43,07d	48,40d	74,30a
%25FZ+%75AG	48,62a	74,58abc	96,53a	88,41a
%50FZ+%50AG	45,05a	87,71a	95,16a	113,31a
%75FZ+%25AG	28,99abc	50,04cd	50,03d	72,54a
%25ÇA+%75AG	51,28a	80,50ab	96,03a	100,04a
%50ÇA+%50AG	38,64ab	59,93bcd	89,26ab	88,10a
%75ÇA+%25AG	18,74bc	47,75d	56,00cd	82,19a
%100AG+solucan	30,66abc	56,19bcd	61,30cd	87,75a
Ahır gübresi	37,46ab	43,38d	72,30bc	75,40a

4.4.4.3. Potasyum

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. Toprakların Potasyum Kapsamı

Özellikler	K, me 100g ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	0,92b	0,92c	0,92d	0,92d
%25BS+%75AG	1,01bc	1,01bc	1,49abcd	1,52cd
%50BS+%50AG	1,23ab	1,28abc	1,40bcd	1,56bcd
%75BS+%25AG	1,19ab	1,94ab	1,10ab	2,23ab
%25FZ+%75AG	1,43ab	1,28abc	1,68abcd	1,94abc
%50FZ+%50AG	1,13b	1,80abc	1,97abc	2,53a
%75FZ+%25AG	1,63a	2,25a	2,34a	2,49a
%25ÇA+%75AG	1,10b	1,52abc	1,40bcd	1,37cd
%50ÇA+%50AG	1,32ab	1,41abc	1,70abcd	2,21ab
%75ÇA+%25AG	1,21ab	1,80ab	1,86abc	2,05abc
%100AG+solucan	0,86b	0,90c	1,08cd	1,17d
Ahır gübresi	0,84b	1,60abc	0,93d	1,10d

4.4.4.4. Kalsiyum

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.19’de verilmiştir.

Tablo 4.19. Toprakların Kalsiyum Kapsamı

Özellikler	Ca, me 100g ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	24,19	24,19	24,19	24,86
%25BS+%75AG	24,36	22,95	22,64	23,79
%50BS+%50AG	24,10	23,13	23,80	21,63
%75BS+%25AG	24,12	23,21	24,21	23,78
%25FZ+%75AG	24,20	23,21	24,16	22,30
%50FZ+%50AG	23,30	22,62	25,52	22,63
%75FZ+%25AG	25,16	24,88	22,53	22,30
%25ÇA+%75AG	23,46	23,36	23,22	23,30
%50ÇA+%50AG	23,32	24,29	24,78	24,78
%75ÇA+%50AG	23,90	24,90	22,88	22,71
%100AG+solucan	23,78	26,38	23,62	25,87
Ahır gübresi	24,22	23,32	25,63	23,87

4.4.4.5. Magnezyum

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Toprakların Magnezyum Kapsamı

Özellikler	Mg, me 100g ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	9,06	9,06	9,06	9,06
%25BS+%75AG	10,22	11,98	10,33	10,31
%50BS+%50AG	11,05	10,73	9,56	10,18
%75BS+%25AG	9,73	11,48	10,40	8,90
%25FZ+%75AG	9,23	9,32	9,50	11,90
%50FZ+%50AG	9,41	10,81	8,40	10,56
%75FZ+%25AG	11,478	11,07	12,39	11,48
%25ÇA+%75AG	11,73	9,48	12,57	12,65
%50ÇA+%50AG	12,41	13,64	12,90	9,73
%75ÇA+%25AG	10,82	7,33	13,48	12,31
%100AG+solucan	9,73	9,90	12,06	11,06
Ahır gübresi	9,41	12,49	11,65	11,23

4.4.4.6. Demir

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21. Toprakların Demir Kapsamı

Özellikler	Fe, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	1,74	1,74a	1,74a	1,74ab
%25BS+%75AG	1,54	1,40ab	1,52ab	1,33abc
%50BS+%50AG	1,50	0,98b	1,27ab	1,18bc
%75BS+%25AG	1,18	1,39ab	0,77ab	0,68c
%25FZ+%75AG	1,55	1,53ab	1,34ab	1,50abc
%50FZ+%50AG	1,53	1,31ab	1,36ab	1,31abc
%75FZ+%25AG	1,69	1,35ab	1,35ab	1,30abc
%25ÇA+%75AG	1,72	1,59ab	1,72ab	1,59abc
%50ÇA+%50AG	1,58	1,52ab	1,78a	1,61abc
%75ÇA+%25AG	1,54	1,53ab	1,50ab	1,49abc
%100AG+solucan	1,73	1,53ab	1,42ab	2,01a
Ahır gübresi	1,77	1,84a	1,89a	1,80ab

4.4.4.7. Mangan

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Toprakların Mangan Kapsamı

Özellikler	Mn, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	16,29	16,29d	16,29b	16,29e
%25BS+%75AG	17,49	18,50bcd	22,23ab	21,58cd
%50BS+%50AG	20,67	17,11cd	22,10ab	23,38cd
%75BS+%25AG	21,17	24,44ab	21,43ab	23,25cd
%25FZ+%75AG	19,13	21,25abcd	20,26ab	23,55cd
%50FZ+%50AG	20,00	21,75abcd	27,35ab	26,94bc
%75FZ+%25AG	20,43	23,66abc	26,66ab	30,45ab
%25ÇA+%75AG	21,67	22,28abcd	24,12ab	25,22bcd
%50ÇA+%50AG	21,60	23,97ab	30,39a	30,58ab
%75ÇA+%25AG	21,25	23,66a	30,21a	34,05a
%100AG+solucan	18,65	15,97d	15,87b	23,06cd
Ahır gübresi	19,09	18,76bcd	21,15ab	19,67de

4.4.4.8. Çinko

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.23. Toprakların Çinko Kapsamı

Özellikler	Zn,mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	1,08	1,08e	1,08b	1,08b
%25BS+%75AG	1,62	2,33abc	3,22a	2,81ab
%50BS+%50AG	1,64	1,92abcd	2,20ab	3,08ab
%75BS+%25AG	4,85	1,51de	1,55ab	3,92ab
%25FZ+%75AG	1,83	2,40ab	2,67ab	3,56a
%50FZ+%50AG	2,05	2,30abc	3,24a	3,51a
%75FZ+%25AG	1,62	2,33abc	2,59ab	3,16ab
%25ÇA+%75AG	2,19	2,50a	3,25a	3,32ab
%50ÇA+%50AG	1,75	2,19abc	3,24a	3,67a
%75ÇA+%25AG	1,64	2,31abc	2,96ab	2,93ab
%100AG+solucan	1,66	1,66cde	1,94ab	2,99ab
Ahır gübresi	1,62	1,19bcd	2,23ab	2,39ab

4.4.4.9. Bakır

Toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.24’de verilmiştir.

Tablo 4.24. Toprakların Bakır Kapsamı

Özellikler	Cu, mg kg ⁻¹			
	%2	%4	%6	%8
Kontrol	3,73	3,73	3,73abc	3,73
%25BS+%75AG	3,47	3,56	3,67abc	3,43
%50BS+%50AG	3,58	3,45	3,45bc	3,45
%75BS+%25AG	3,74	3,43	3,28c	3,33
%25FZ+%75AG	3,76	3,82	3,58abc	3,71
%50FZ+%50AG	3,70	3,60	4,04a	3,76
%75FZ+%25AG	3,65	3,77	3,57abc	3,79
%25ÇA+%75AG	3,73	3,80	3,80abc	3,78
%50ÇA+%50AG	3,82	3,62	3,68abc	3,53
%75ÇA+%25AG	3,55	3,52	3,68abc	3,77
%100AG+solucan	3,78	3,72	3,71abc	3,78
Ahır gübresi	3,94	3,66	3,89a	3,58

Hasat sonrası toprakların besin maddesi kapsamlarındaki değişiklikler Tablo 4.16 ile Tablo 4.24 arasında verilmiştir. Toprakların N içerikleri %0,12-0,33 arasında değişmektedir. Vermikompost bileşenlerine bağlı olarak genel olarak %6 ve %8 dozlarında N değerleri yüksek çıkmıştır. P içerikleri 10,35-113,31 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Vermikompost bileşenlerinin P içeriklerinin kontrole göre yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek P değerinin %50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi %8 dozunda olduğu belirlenmiştir. K değerlerinin 0,84-2,49 me 100 g⁻¹ arasında değiştiği ve vermikompost miktarı arttıkça toprakların K içeriklerinin de arttığı görülmüştür. Ca içeriklerinin 21,56-26,37 me 100 g⁻¹, Mg içeriklerinin de 8,04-13,64 me 100 g⁻¹ aralığında elde edilmiştir.

Hasat sonrası toprakların mikro besin maddesi kapsamları değerlendirildiğinde, Fe içeriklerinin 0,67-2,00 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Mn içeriklerinin 15,87-34,05 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve en yüksek Mn değerinin %75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi %8 dozunda olduğu saptanmıştır. Toprakların Cu ve Zn içeriklerinin vermikompost bileşenlerine ve dozlara bağlı olarak değiştiği görülmüştür. En yüksek Cu değerinin %50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi %6 dozunda, Zn değerinin de en yüksek %75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi %8 dozunda olduğu

belirlenmiştir. N, Fe, Mn, Zn, besin elementlerinin %4, %6 ve %8 dozlarında ve vermikompost bileşenlerine bağlı olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). P ve K besin elementleri tüm dozlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ca ve Mg besin elementleri dozlara ve vermikompost bileşenlerindeki değişikliğe rağmen önemsiz bulunmuştur. Azarmi et al. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompost uygulamasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu yönde etki ettiğini, organik C, N, P, K, Ca, Zn, Mn miktarlarında da artışlar meydana getirdiği belirlenmiştir.

4.4.4.10. Toprakların Biyolojik Özellikleri ile Bitki Besin Maddeleri Arasındaki İlişkiler

Hasat sonrası toprakların bitki besin maddesi kapsamı ile toprakların biyolojik özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.25. Toprakların Besin Kapsamları ile Biyolojik Parametreler Arasındaki Korelasyon Analizi (* $P<0.05$ ** $P<0.01$)

n=45	MBC	CO ₂	DHA	KA
N	0,291*	0,407*	-0,071	0,391*
P	0,209*	-0,026	0,195*	0,527*
K	0,235*	0,325*	0,825	0,439*
Ca	-0,082	-0,022	0,050	-0,113
Mg	0,370*	0,426*	0,017	-0,450*
Fe	0,216	0,097	-0,228	-0,165
Mn	0,505*	0,572*	0,014	0,647*
Zn	0,220	0,072	0,140	0,625*
Cu	0,350*	0,114	0,105	-0,015

Hasat sonu toprakların besin maddesi kapsamı ve biyolojik parametrelere ait istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, Mikrobiyal biyomas C, toprak solunumu, katalaz enzim aktivitesi ile azot, potasyum, mangan arasında pozitif yönde önemli ($p<0.05$) ilişki bulunmuştur. Fosfor ile mikrobiyal biyomas C, dehidrogenaz, katalaz enzim aktivitesi arasında pozitif ilişki ($p<0.05$) saptanmıştır. Magnezyum ile Mikrobiyal biyomas C, karbondioksit üretimi arasında önemli pozitif, katalaz enzim aktivitesi arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Çinko ile katalaz enzim aktivitesi arasında önemli pozitif, bakır ile mikrobiyal biyomas C arasında da önemli pozitif ilişki bulunmuştur ($p<0.05$). Ca ile toprakların biyolojik özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Tejada et al. (2006) yaptıkları bir çalışmada; vermikompostun toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasında önemli ilişkiler bulunduğunu belirlemişlerdir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma; farklı organik atıkların ahır gübresi ile farklı dozlarda karıştırılarak *Eisenia fetida* türü solucanlarla vermikompostlanması, elde edilen vermikompostların sera koşulları altında buğday bitkisinin verim ve toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemede kullanılan organik atıklardan, buğday samanı Samsun ili Bafra ilçesindeki bir işletmeden, çay atığı Rize ili Pazar ilçesi Doğu çay fabrikasından, fındık zurufu Trabzon ili Araklı ilçesi fındık bahçelerinden ve ahır gübresi de Samsun ili Bafra ilçesinden temin edilmiştir. Kompostlayıcı tür olarak *Eisenia fetida* türü solucanı seçilmiş olup vermikompost üretiminde kullanılmak üzere orjinal yataklıkları olan ahır gübresi içerisinde optimum nem ve sıcaklık koşullarında tutulmuştur. Organik artık ve atıkların farklı oranlarda ahır gübresi ile karıştırılarak *Eisenia fetida* türü solucanlar ile 187 gün sonunda farklı özelliklerde vermikompostlar elde edilmiştir. Vermikompostlama işlemi boyunca yapılan solucan sayımı neticesinde en iyi gelişimin deneme kurulduktan 119 gün sonra %50 Buğday samanı + %50 ahır gübresi karışımında olduğu saptanmıştır. Ahır gübresinin karışımlara girmediği %100 buğday samanı, %100 fındık zurufu, %100 çay fabrikasyon atığı karışımlarında solucan sayısında artış olmadığı, hatta solucanların tamamının ölmesi nedeniyle vermikompost eldesi gerçekleşmemiştir.

Vermikompostlama işleminden sonra, topraklara elde edilen vermikompostlardan %0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 dozları uygulanmış ve buğday bitkisinin verimi, toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla sera denemesi kurulmuştur. Sera denemesi sonunda, vermikompost uygulamasının buğday bitkisinin verimi üzerine olumlu etkisinin kontrole göre daha yüksek olduğu ve topraklara ilave edilen vermikompost miktarı arttıkça, buğday bitkisinin veriminin de arttığı da ortaya konulmuştur.

Toprak biyolojik aktivitesi, organik maddenin parçalanması, açığa yarayışlı besin maddelerinin çıkması ve bu besin maddelerinin bitki tarafından alınabilecek formlarda olması sebebiyle toprak verimliliği ve toprak sağlığı açısından oldukça önemlidir. Toprakta mikrobiyal biyomas C, mikrobiyal solunum, intrasellüler ve ekstrasellüler enzimlerin belirlenmesi biyolojik aktiviteyi yorumlamak için öncelikle tercih edilmektedir. Bu çalışmada; sera denemesi sonrasında alınan toprak örneklerinde toprak solunumu (CO₂ üretimi), mikrobiyal biyomas C (C_{mic}), dehidrogenaz (DHA), katalaz (KA) aktiviteleri değerlendirilmiştir. Deneme

sonrasında mikrobiyal biyomas C, CO₂ üretimi, dehidrogenaz ve katalaz enzim aktivitelerinin atıkların çeşidine ve dozlara bağlı olarak kontrole göre değiştiği saptanmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, dane ve sap verimi ile bazı besin elementleri arasında önemli ilişkiler, toprakların biyolojik özellikleri ile N, P, K, Mg besin elementleri arasında da önemli pozitif ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Kompostlamada kullanılan *Eisenia fetida* solucanlar diğer türlere nazaran hızlı üremeleri ve büyüme ortamlarındaki değişikliklere çok hızlı adapte olabilmeleri sebebiyle tercih edilmiştir. *Eisenia fetida* obligat aerob özellik gösterdiğinden organik atıkların kompostlanmasında ve solucanların hayatsal faaliyetlerinin devam edebilmesinde ortamda bulunan mevcut O₂'nin varlığı önem kazanmaktadır. Bu nedenle kompostlama süresi boyunca havalandırmanın düzenli bir şekilde yapılması hem solucanlar için hem de vermikompostlama işleminin gerçekleşmesinde yararlı olacaktır.

Genel olarak buğdaylarda protein miktarları %6-%20 arasında değişmektedir. Çalışmada buğday bitkisinin dane protein değerlerinin, sap protein değerlerine göre daha yüksek olduğu ve buğday bitkisinin dane kalitesi üzerine daha çok etki ettiği görülmüştür. Bitkide protein değerlerinin kalite üzerine etki eden en önemli faktör olduğu görülmektedir.

Ülkemiz topraklarının organik madde kapsamı bakımından fakir durumda olduğu bilinen bir gerçektir. Topraklarımızın organik madde içeriklerinin ve verimliliklerinin artırılması ve devamlılığının sağlanmasına yönelik olarak, tarım alanlarımızda vermikompost kullanımının sağlanması ve yaygınlaştırılmasının, çoğu atık durumda olan organik madde kaynaklarının değerlendirilmesinde önemli bir adım olacağı savunulmaktadır.

Tarımsal atıkların değerlendirilmesinde tercih edilen vermikompostun yararları, üretilmesi ve kullanılması konusunda çok fazla akademik çalışmalar bulunmadığı için bu konudaki çalışmaların yaygınlaştırılması da ayrıca önem kazanmıştır. Yine Ülkemizde vermikompost işletmelerinin kurulması ve yaygınlaştırılmasının, vermikompost üretimi ve kullanımı hakkında gerekli olan eğitimlerin üreticilerimize verilmesinin tarım sektörüne çok büyük katkılar sağlayacağı da düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abduli, M.A., et al. Amiri, L., Madadian, E., Gitipour, S., Sadighian, S. (2013). Efficiency of vermicompost on quantitative and qualitative growth of tomato plants. *International Journal Environmental Research*, 7(2):467-472, ISSN: 1735-6865.
- Adak, E.Ş. (2016). Vermikompostun domates ve biberin büyüme ve besin elementi içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Adiloğlu, A., vd. Eryılmaz, A.F., Adiloğlu, S., ve Solmaz, Y. (2015). Akuakültür atığı ve solucan gübresi uygulamalarının salata (*Lactuca sativa L. var. crispata*) bitkisinin verim, bazı bitki besin elementi içeriği ile bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi No: NKUBAP.00.24.AR.15.11.
- Adiloğlu, A. ve Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Tekirdağ.
- Alagöz, Z., vd. Yılmaz, E., Öktüren, F. (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006, 19(2), 245-254.
- Anderson, J.P.E. (1982). Soil respiration. In: *Methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties*, (Page, A. L. (Editors), ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, p. 831-871.
- Anderson, J.P.E. and Domsch, K.H. (1978). A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 10, 215 - 221.
- Ansari, A.A. and Ismail, S.A. (2012). Role of earthworms in vermitechnology. *Journal Agriculture Technology* 8(2):405-415.
- Arancon, N.Q., et al. Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., Welch, C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731- 735.
- Arancon, N.Q., et al. Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lucht, C. (2005). Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia* 49 (4), 297-306.
- Arancon, N.Q., et al. Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P., Metzger, J. D. (2008). Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse, *Applied Soil Ecology* 39, 91-99.
- Atiyeh, R.M., et al. Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D. (2000b). Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75 (3), 175-180.
- Atiyeh, R.A., et al. Dominguez, J., Subler, S., Edwards, C.A. (2000). Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia Andrei*) and the effects on seedling growth *pedobiologia*. 44 (6), 709-724.
- Atiyeh, R.M., et al. Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D. (2002). The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81, 103-108.

- Aynacı, D. ve Erdal, İ. (2016). Evsel atıklardan elde edilen kompostun mısır ve biberin gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 20, Sayı 1,123-128, 2016.
- Azarmi, R., et al. Giglou, M.T., Talesmikail, R.D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum Esculentum*) field. African Journal of Biotechnology, 7 (14), 2397-2401.
- Barlas, N.T., et al. Cönkeroğlu, B., Unal, G., Bellitürk, K. (2018). The Effect of different vermicompost doses on wheat (*Triticum vulgare L.*) nutrition. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 15(02).
- Barley, K.P. (1961). Plant nutrition levels of vermicast. Advances in Agronomy, 13: 251 p.
- Beck, T.H. (1971). Die messung der Katalasen Aktivität Von Böden, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 130; Pp: 68-81.
- Bellitürk, K. ve Eker, M. (2016). Vermikompost ve diğer bazı organik gübrelerin farklı dış mekan süs bitkilerinin gelişimine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Tekirdağ.
- Bellitürk, K., et al. Hınıslı, N., Adiloğlu, A. (2017). The effect of vermicompost, sheep manure and cow manure on nutrition content of curly lettuce (*Lactuca Sativa var.*) Fresenius Environmental Bulletin. (26). P.1116-1120.
- Benitez, E., et al. Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G., Ceccanti, B. (1999). Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia Foetida*. Bioresource Technology 67 (3), 297-303.
- Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making Mechanical Analysis of Soils 1. Agronomy Journal, 43(9): 434-438.
- Buckerfield, J.C. and Webster, K.A. (1998). Worm worked waste boosts grape yields prospects for vermicompost use in vineyards. Australia and New Zealand Wine Industry.
- Butt, K.R. (1993). Utilization of solid paper mill sludge and brewery yeast as a feed for soil-dwelling earthworms, Bioresource Technology 44, 105-107.
- Chao, T.T. and Zhao, L. (1983). Extraction techniques for selective dissolution of amorphous iron oxides from soils and sediments. Soil Science Society American Journal 47, 225-232.
- Chaoui, H.I., et al. Zibilske, L.M., Ohno, T. (2003). Effects of earthworms cast and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. Soil Biology Biochemistry 35:295–302.
- Çaglar, K.O. (1958). *Toprak Bilimi*. Ankara Üniversitesi Yayınları, No.10, Ankara.
- Çetin, Ü. ve Gür, K. (2011). Çeşitli organik atıkların toprağın bazı fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25 (3): (2011) 9-16 ISSN:1309-0550.
- De Bertoldi, M., et al. Vallini, G., Pera, A. (1983). The Biology of composting: A review. *Waste Management Research* 1, 157–176.
- Decker, S.J. (2000). Vermicomposting of cod (*Gadus Morhua*) offal mixed with Sphagnum peat. Environmental Science Program Memorial University of Newfoundland, MsC Thesis, Canada, p. 104.
- Diaz, L., et al. Savage, M., Golueke, C.G. (2002). Composting of Municipal solid Wastes. In: Kreith, F. (Editors) Handbook of Solid Waste Management. McGraw – Hill, Inc. New York, USA.

- Dickerson, G.W. (2004). Vermicomposting cooperative extension service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Available at http://www.cahe.nmsu.edu/Pubs/_h/h_164.pdf.
- Dinesh, R., et al. Srinivasan, V., Hamza, S., Manjusha, A., and Kumar, P.S. (2012). Short-term effects of nutrient management regimes on biochemical and microbial properties in soils under rainfed ginger (*Zingibe officinale* Roscoe). *Geoderma* 173–174: 192–198.
- Dominguez, J., et al. Briones, M.J.I., Mato, S. (1997). Effect of the diet on growth and reproduction *Eisenia Andrei* (Oligocheta, Lumbricidae), *Pedobiologia* 41, 556-576.
- Domínguez, J. (2004). State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: Edwards, C. A. (editors), *Earthworm Ecology* 2nd Edition, 401–424. 2nd Edition CRC Press, Boca Raton, FL.
- Durak, A., vd. Altuntaş, Ö., Kutsak, K.İ., Işık, R., Karaat, F.E. (2017). The effects of vermicompost on yield and some growth parameters of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 5 (12): 1566-1570, 2017.
- Durukan, H., vd. Saraç, H., Demirbaş, A. (2020). Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*:45-51.
- Edwards, C.A., et al. Burrows, I., Fletcher, K.E., Jones, B.A. (1985). The use of earthworms for composting farm wastes. In *Composting of Agricultural and Other Wastes*. JKR Gasser (Editors.). Elsevier, Amsterdam, 229-242.
- Edwards, C.A. (1988). Breakdown of animal, vegetable and industrial organic waste by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 21-31.
- Edwards, C.A. (1988a). Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 21-31.
- Edwards, C.A. (1988b). Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 21-31.
- Edwards, C.A. and Bohlen P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd Edition Chapman and Hall, London.
- Edwards, C.A., et al. Domínguez, J., Arancon, N.Q. (2004). The influence of wormcomposts on plant growth and pest incidence. In Shakir, S.H. and Mikhail, W.Z.A. (editors), *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century*, 397-420, El Cairo, Egypt.
- Elvira, C., et al. Sampedro, L., Benitez, E., Nogales, R. (1998). Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia Andrei*: A Pilot Scale Study. *Bioresource Technology* 63,205-211.
- Ferreras, L., et al. Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I., Rotondo, R. (2006). Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology*, 97: 635-640.
- Gallardo-Lara, F. and Nogales, R. (1987). Effect of the application of town refuse compost on the soil-plant system: A Review. *Biological Waste* 19,35-62.
- Garcia - Gomez, A., et al. Bernal, M.P., Roig, A. (2000). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource Technology* 83, 81-87.
- Gark, V.K., et al. Gupta, R., Kaushik, P. (2009). Vermicomposting of solid textile mill sludge spiked with cow dung and horse dung: A pilot-scale study. *International Journal of Environment and Pollution*, 38-4: 385-396.

- Gil-Stores, F., et al. Trasar-Cepeda, C., Leiro's, M.C., Seoane, S. (2005). Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 877–887.
- Giusquiani, P.L., et al. Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D., Benetti, A. (1995). Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical Soil properties. *Journal of Environmental Quality* 24, 175–182.
- Glinsky, J., et al. Stepniewska, Z., Brzezinska, M. (1986). Characterization of the dehydrogenase and catalase activity of the soils of two natural sites with respect to the soil oxygenation status. *Polish Journal of Soil Science* 2, 47-52.
- Golueke, C.G. (1972). *Composting: A study of the process and its principles*. Rodale Press, Emmaus, PA.
- Gootas, H.B. (1956). *Fundamentals of composting process*. University of California, Berkeley, CA.
- Graham, M.H., et al. Haynes, R.J., Meyer, J.H. (2002). Soil organic matter content and quality: Effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. *Soil Biol Biochemistry* 34:93–10.
- Guerrero, R.D. (2010). Vermicompost production and its use for crop production in the philippines; *International Journal Environment Engineer (Special Issue on 'Vermiculture Technology')*; (Editors.) Rajiv K. Sinha vd., (Accepted for publication).
- Gu, Y., et al. Wag, P., Kong, C. (2009). Urease, invertase, dehydrogenase and polyphenoloxidase activities In paddy soils influenced by allelopathic rice variety. *European Journal of Soil Biology*, 45, pp. 436-441.
- Gutierrez-Miceli, F., et al. Montes-Molina J.A., Santiago- Borraz, J., Nafate, C.C. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98: 2781-2786.
- Haktanır, K., ve Arcak, S. (1997). *Toprak Biyolojisi: Toprak Ekosistemine Giriş*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No. 447, Ankara.
- Hashemimajd, K., et al. Kalbasi, M., Golchin, A., Shariatmadari, H. (2004). Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition* 27, 1107-1123.
- Haug, R.T. (1979). Engineering principles of sludge composting. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 51, 2189–2206.
- Haug, R.T. (1993). *The practical handbook of compost engineering*. Florida: Lewis Publishers.
- He, X., et al. Zhang, Y., Shen, M., Zeng, G., Zhou, M., Li, M. (2016). Effect of vermicomposting on concentration and speciation of heavy metals in sewage sludge with additive materials. *Bioresource Technology*, 218 (2016) 867-873.
- Hınıslı, N. (2014). Vermikompost gübresinin kıvırcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Hobson, P.N. and Wheatly, A.D. (1993). *Anaerobik digestion: Modern theory and practice*. Elsevier Science Publishers Ltd. London. UK.
- Holz, G. and Knox-Davies, P.S. (1986b). Relation between endo-pectin-trans-eliminase and apoplast-symplast sugars in *Fusarium bulb* rot of onions. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 28, 411-421.

- Houot, S. and Chaussod, R. (1995). Impact of agricultural practices on the size and activity of the soil microbial biomass in a long-term field experiment. *Biology and Fertility of Soils* 19, 309–316.
- Inbar, Y., et al. Chen, Y., Hadra, Y., Hoitink, H.A.J. (1991). Approaches to determining compost maturity. In : Staff of Biocycle (Edition), *The Biocycle Guide to the Art and Science of Composting*. P. 183-187.
- Joshi, R. and Vig, A.P. (2010). Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum Esculentum L.*) *African Journal of Basic & Applied Sciences* 2 (3-4): 117-123, 2010 ISSN 2079-2034.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri I. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 453, Ankara.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No. 3, Ankara.
- Kale, R.D., et al. Mallesh, B.K., Bagyaraj, D.J. (1992). Influence of vermicompost application on the available macro nutrients and selected microbial population in a paddy field. *Soil Biology and Biochemistry* 24, 1317-1320.
- Kantürer, D., vd. Tepecik, M., Özden, F. ve İlbi, H. (2013). Çevreye dost üretimde vermikompost bir alternative olabilir mi? VERMİKOMPOST. Nisan, 2013.
- Klebanoff, S.J. (2016). Oxygen-dependent cytotoxic activity of phagocytes. *Advances in Immunopharmacology: Proceedings of the First International Conference on Immunopharmacology*, July 1980, Brighton, England.
- Kızılkaya, R., vd. Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M. (2004). Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology* 40, 95-102.
- Kızılkaya, R. ve Hepşen, Ş. (2007). Microbiological properties in earthworm *Lumbricus terrestris* L. cast and surrounding soil amended with various organic wastes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 38, 2861-2876.
- Kızılkaya, R. (2008). Dehydrogenase activity in *Lumbricus terrestris* casts and surrounding soil affected by addition of different organic wastes and Zn. *Bioresource Technology* 99, 946-953.
- Kızılkaya, R., vd. Türkay, H.F.Ş., Aşkın T., Akça, İ., Ceyhan, V., Bayraklı, B., Türkmen, C. (2010). Fındık zurufu ve arıtma çamurunun solucanlar (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması, elde edilen vermikompostun sera ve tarla koşullarında buğday (*Triticum aestivum*) bitkisinin verim ve bazı toksik metal kapsamalarına etkisinin belirlenmesi (yayınlanmamış). TÜBİTAK Proje No: 107O128.
- Kızılkaya, R., vd. Türkay, H.F.Ş., Bayraklı, B., Aşkın, T., Türkmen, C., Akça, İ., Ceyhan, V. (2010). Enzyme and earthworm activities during vermicomposting in sewage sludge. In: *Proceedings of the international soil science congress on management of natural resources to sustain soil health and quality*. R. Kızılkaya, C. Gulser, O. Dengiz (editors.), May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. pp. 1047-1054.
- Kızılkaya, R., vd. Türkay, H.F.Ş., Türkmen, C., Durmuş, M. (2012). Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant. *Archives of Agronomy and Soil Science* Volume 58, No. S1, 2012, S175–S179.
- Köksal, B. S., vd. Aksu, G., Altay, H. (2017). Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazu bitkisinde verim üzerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2017: 5 (2): 123–128 ISSN: 2147–8384.
- Kuprevich, V.F. and Shcherbakova, T.A. (1971a). Comparative enzyme activities in diverse types of soil. In: McLaren, A. D., Skujins, J. (Editors.), *Soil Biochemistry*, volume 2. Marcel Dekker, NY, pp. 167–201.

- Küçükyumuk, Z., vd. Gültekin, M., Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9 (1):51-58, 2014 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Ladd, J.N. (1978). Origin and range of enzymes in soil. pp. 51–96 in Burns, R. G. (editor), *Soil Enzymes*, Academic Press, London.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42:421-428.
- Loehr, R.C., et al. Neuhauser, E.F., Malecki, M.R. (1985). Factors affecting the vermistabilization process: *Water Research* 19,1311-1317.
- Macci, C., et al. Masciandaro, G., Ceccanti, B. (2010). Vermicomposting of olive oil mill waste waters. *Waste Management & Research* 28: 738-747.
- Maheswarappa, H.P., et al. Nanjappa, H.V., Hegde, M.R. (1999). Influence of organic manures on yield of arrowroot, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. *Annals of Agricultural Research*. 20: 318-323.
- Moeskops, B., et al. Buchan, D., Sleutel, S., Herawaty, L., Husen, E., Saraswati, R., Setyorini, D., De Neve, S. (2010). Soil microbial communities and activities under intensive organic and conventional vegetable farming in west Java, Indonesia. *Applied Soil Ecology*, 45, pp. 112-120.
- Nair, J., et al. Sekiozoic, V., Anda, M. (2006). Effect of precomposting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97(16): 2091-2095.
- Najjari, F. and Ghasemi, S. (2018). Changes in chemical properties of sawdust and blood powder mixture during vermicomposting and the effects on the growth and chemical composition of cucumber. *Scientia Horticulturae* 232 (2018) 250-255.
- Nannipieri P., et al. Grego S., Ceccanti B. (1990). Ecological significance of the biological activity in soil. In: *Soil Biochemistry* (Editors.: G. M. Bollag, G. Stotzky). Marcel Dekker, New York, 6, 293–355.
- Neuhauser, E.F., et al. Loehr, R.C., Malecki, M.R. (1988). The potential of earthworms for managing sewage sludge. In: *Earthworms in waste and environmental management*, Edwards, C. A. and Neuhauser E. F., The Hague (Ed.), The Netherlands, pp. 9-20.
- Özdemir, N., vd. Kızılkaya, R., Sürücü, A. (2000). Farklı organik atıkların toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi Cilt: 10 Sayı: 37(2000)*, 23-26.
- Özdemir, N., vd. Gülser, C., Kızılkaya, R., Durmuş, Ö.T.K. ve Ekberli, İ. (2017). Farklı pH değerlerine sahip topraklara organik düzenleyici uygulamalarının dehidrogenaz enzim aktivitesi üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (1): 21-27, 2018.
- Özkan, N. ve Müftüoğlu, M. (2016). Farklı dozlardaki vermikompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi Araştırma Enstitüsü Dergisi*. (45). Özel Sayı.
- Pamir, M.H. (1985). *Fermentasyon Mikrobiyolojisi*. Ankara Üniversitesi Yayınları, Genel Yayın No: 936, Teknik Yayın No: 267, Ankara.
- Pascual, J.A., et al. Garcia, C., Hernandez, T., Ayuso, M. (1997). Changes in the microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. *Biology Fertility Soils* (1997) 24:429–434.
- Patel, B., et al. Sheth, N., Murt, S., Bhatt, N., Khimani, R. (2015). Vermiconversion of potato waste by *Eisenia Foetida* and its application on the growth of *Vigna Radiata* and *Trogonella Foenumgrecum*. *Vidyapith* (ISSN 0976 – 5794) Volume 4 (2015) Pages 48 – 65.

- Patil, V.S. and Bhilare, R.L. (2000). Effect of vermicompost prepared from different organic sources on growth and yield of wheat. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 2000 Volume 25 No.3 pp.305-306 reference 4.
- Pepper, I.L., et al. Gerba, C.P., Brendecke, J.W. (1995). *Environmental microbiology: A laboratory manual*. Academic Press, New York, pp. 175.
- Perucci, P. (1990). Effect of the addition of municipal solid-waste compost on microbial biomass and enzyme activities in Soil. *Biology and Fertility Soils* 10, 221-226.
- Peyvast, G.H., et al. Olfati, J.A., Madeni, S., Forghani, A. (2007). Effect of vermicompost on the growth and yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(1): 132-135.
- Poincelot, R.P. (1975). *The biochemistry and methodology of composting*. Bulletin 754, Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven.
- Quilchano, C. and Marañon, T. (2002). Dehydrogenase activity in mediterranean forest soils. *Biology & Fertility of Soils*, 35, pp. 102-107.
- Quiroz, M.C., et al. Lopez-Espinosa, S.T., Sánchez-Chávez, E., García-Bañuelos, M.L., De La Cruz-Lázaro, E., Reyes-Carrilo, J.L. (2014). Effect of vermicompost tea on yield and nitrate reductase enzyme activity in saladette tomato. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* [Online]. 2014, Volume 14, n.1, pp.223-231. Epublish 19-January-2014. ISSN 0718-9516.
- Romaniuk, R., et al. Giuffré, L., Romero, R. (2011). A soil quality index to evaluate the vermicompost amendments effects on soil properities. *Journal of Environmental Protection*, 2011, 2, 502-510 doi:10.4236/jep.2011.25058 Published Online July 2011 (<http://www.scirp.org/journal/jep>).
- Ros, M., et al. Hernandez, M.T., Garcia, C. (2003). Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biology Biochemistry* 35:463-469.
- Ryan, J., et al. Estefan, G., Rashid, A. (2001). *Soil and plant analysis laboratory manual*. syria: International Center For Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Rowell, D. L. (1996). *Soil Science: Methods and applications*. 3rd Edition Longman. London, UK.
- Rupani, F.P., et al. Md Din, F.M., Kanhere, D.Z. (2013). Sustainable management of different organic waste by vermicomposting technology. *International Journal of Agricultural Technology* 2013 Volume 9(3): 529-539.
- Saha, S., et al. Mina, B.L., Gopinath, K.A., Kundu, S., Gupta, H.S. (2008). Relative changes in phosphatase activities as influenced by source and application rate of organic composts in field crops. *Bioresource Technology*, 99: 1750-1757.
- Salazar, S., et al. Sanchez, L., Alvarez, J., Valverde, A., Galindo, P., Igual, J., Peix, A., SantaRegina, I. (2011). Correlation among soil enzyme activities under different forest system management practices. *Ecological Engineering*, 37, pp. 1123-1131.
- Shammugasundaram, R., et al. Jeyalakshmi, T., Saravanan, M., Mohan, S.S. (2013). Influence of some wastes and their combination on growth and reproduction potential of earthworm, *Eisenia foetida* and their effect on plant growth. *International Journal Environment and Waste Management*, Volume 11, No. 4, 2013.
- Shuman, L.M. (1983). Sodium hypochloride methods for extracting micronutrients associated with soil organic matter. *Soil Science Society America Journal* 47, 656-660.
- Singh, R., et al. Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K., Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bioresource Technology* 99, 8507 - 8511.

- Sinha, R.K. (2009). Earthworms vermicompost: a powerful crop nutrient over the conventional compost & protective soil conditioner against the destructive chemical fertilizers for food safety and security. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 5 (2009), pp. 1-55.
- Sönmez, S., vd. Çıtak, S., Koçak, F., Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. *L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2011, 28(1):56-69.
- Subler, S., et al. Edwards, C.A., Metzger, J.D. (1998). Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle* 39, 63-66.
- Sultana, S., et al. Kashem, M.A. and Mollah, A.K.M.M. (2015). Comparative assessment of cow manure vermicompost and NPK fertilizer and on the growth and prudoction of Zinnia (*Zinnia Elegans*) flower. *Open Journal of Soil Science* 05(09) 193-198.
- Suthar, S. (2007). Production of vermifertilizer from guar gum industrial wastes by using composting earthworm *Perionyx Sansibaricus* (Perrier). *Environmentalist* 27, 329 – 335.
- Tavalı, E.İ., vd. Maltaş, Ş.A., Uz, İ., Kaplan M. (2013). Karnabaharın (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine verimikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (2013) 26(2): 115-120.
- Tchobanoglous G., et al. Theisen H., Vigil S. (1993). Integrated solid waste management: Engineering principles and management Issues. McGraw-Hill.
- Tejada, M., et al. Garcia, C. Goazelez, J.L. Hernandez, M.T. (2006). Organic Amendment Based on Fresh and Composted Beet Vinasse: İnfluence on Soil Properties and Wheat Yield. *Soil Science Society America Journal* 70-900-908.
- Tejada, M., et al. Hernandez, M.T., Garcia, C. (2009). Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. *Soil and Tillage Research* 102 (1).
- Trevors, J.T. (1984). Dehydrogenase activity in soil: A comparison between the INT and TTC assay. *Soil Biology Biochemistry* 16:673-674.109-117.
- Truu, M., et al. Truu, J., Ivask, M. (2008). Soil mikrobiological and biochemical properties for assessing the effect of agricultural management practices in Estonian cultivated soils. *European Journal of Soil Biology*, 44: 231-237.
- TÜİK (2021).Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/Bitkisel-Uretim.2021>
- Uyanöz, R., vd. Çetin, Ü., Karaarslan, E. (2004). Çeşitli organik materyallerin buğday bitkisinin mineral madde alımı üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(34): (2004) 20-27.
- Uyanöz, R., vd. Zengin, M., Şeker, C., Çetin, Ü. (2000). Toprağın üreaz, katalaz ve biyolojik aktivitesine bazı organik materyallerin etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14 (22): 85-92.
- Wang, D., et al. Shi, Q., Wang, X., Wei, M., Hu, J., Liu, J., Yang, F. (2010). Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). *Biology and Fertility of Soils*, 46, 689-696.
- Weetall, H.H., et al. Weliky, S.P., Vango, S.P. (1965). Detection of microorganisms in soil by their catalytic activity *Nature*, 206 (1965), pp. 1019-1021.
- Yang, L., et al. Zhao, F., Chang, Q., Li, T., Li, F. (2015). Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. *Agricultural Water Management* 160 (2015) 98–105.

- Yakushev, A.V., et al. Blagodatsky, S.A., Byzov, B.A. (2009). The effect of earthworms on the physiological state of the microbial community at vermicomposting. *Microbiology* 78; 4, 510–519.
- Yılmaz, I.F. ve Kurt, S. (2016). Biyokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin (*Zea Mays L.*) kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Ordu.
- Yuan, B. and Yue, D. (2012). Soil microbial and enzymatic activities across a Cchronosequence of chinese pine plantation development on the Loess Plateau of China. *Pedosphere*, 22, pp. 1-12.
- Yurdagül, E.Ş. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2), 99-107.
- Yourtchi, M.S., et al. Hadi, M.H.S., Darzi, M.T. (2013). Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato *International Journal Agriculture Crop Science* 5 (18): 2033-2040.
- Zhang, B., et al. Li, G., Shen, T., Wang, J., Sun, Z. (2000). Changes in microbial biomass C, N and P and enzyme activities in soil incubated with the earthworms *Metaphire guilelmi* or *Eisenia feotida*. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 2055-2062.
- Zhao, B., et al. Chen, J., Zhang, J., Qin S. (2010). Soil microbial biomass and activity response to repeated drying-rewetting cycles along a soil fertility gradient modified by long-term fertilization management practices. *Geoderma*, 160, pp. 218-224.
- Zucconi, F. and De Bertoldi, M. (1987). Composting specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. In *Compost: Production, Quality and use*, Editor M. De Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite, and F. Zucconi, 30–51. Elsevier Applied Science, London.
- Zuo, Y., et al. Zhang, J., Zhao, R., Dai, H., Zhang, Z. (2018). Application of vermicompost improves strawberry growth and quality through increased photosynthesis rate, free radical scavenging and soil enzymatic activity.

EKLER

Ek 1: Vermikompost Uygulamalarının Buğday Bitkisi Verimi Üzerine Etkileri

Tablo Ek 1.1. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Biyolojik Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	422,70±29,911 ^f	69,657	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	1350,37±75,657 ^c		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1468,00±105,012 ^c		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	454,30±83,190 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	995,13±98,211 ^d		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	706,37±65,644 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	979,50±83,695 ^d		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	1526,10±87,157 ^c		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	1773,37±146,109 ^b		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	2101,70±226,574 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	1377,70±61,202 ^c		
Ahır gübresi	826,20±105,388 ^{de}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 1.2. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Biyolojik Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	422,70±29,911 ^f	69,382	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	2154,40±54,399 ^{ab}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1941,33±101,340 ^b		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	502,10±52,584 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	1679,77±94,718 ^c		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	1121,10±98,211 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1400,80±109,205 ^c		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	2269,53±290,582 ^a		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	2272,63±153,405 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	2205,57±205,511 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	2020,17±175,059 ^{ab}		
Ahır gübresi	1264,80±18,322 ^{de}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 1.3. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Biyolojik Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	422,70±29,911 ^c	90,521	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	2452,33±142,535 ^{ab}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	2565,03±38,622 ^{ab}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	605,83±19,540 ^e		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	2110,20±168,717 ^c		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	1360,03±88,442 ^d		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1553,53±44,930 ^d		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	2324,90±146,7689 ^{bc}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	2341,90±149,786 ^{abc}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	2577,27±276,920 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	2139,73±150,831 ^c		
Ahır gübresi	1507,47±117,772 ^d		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 1.4. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Biyolojik Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	422,70±29,911 ^g	64,940	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	2779,20±82,002 ^a		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	2567,20±127,268 ^{ab}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	764,27±10,842 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	2457,87±175,454 ^b		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	1692,60±66,799 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1968,83±123,789 ^{cd}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	2605,60±376,887 ^{ab}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	2161,50±161,859 ^c		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	2131,30±141,046 ^c		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	2191,83±102,265 ^c		
Ahır gübresi	1832,37±120,859 ^{de}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 1.5. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	14462574,928	3	4820858,309	248,512	,000
Vermikompost	34070570,526	10	3407057,053	175,631	,000
Doz x Vermikompost	4082547,415	30	136084,914	7,015	,000
Hata	1745902,173	90	19398,913		
Toplam	460006276,390	135			

Ek 2: Vermikompost Uygulamalarının Buğday Bitkisi Verimi Üzerine Etkileri

Tablo Ek 2.1. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Dane Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	133,37±26,098 ^f	57,157	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	254,77±35,366 ^c		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	271,90±24,501 ^c		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	136,00±29,832 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	185,30±33,817 ^f		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	159,00±7,374 ^f		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	186,97±12,367 ^f		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	382,17±8,737 ^d		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	456,27±42,088 ^c		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	604,40±49,136 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	296,13±59,648 ^e		
Ahır gübresi	159,87±29,510 ^f		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 2.2. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Dane Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	133,37±26,098 ^{gh}	118,049	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	447,53±37,639 ^d		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	417,57±45,177 ^d		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	117,83±7,713 ^h		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	334,40±63,000 ^c		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	184,60±18,041 ^g		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	270,37±12,139 ^f		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	635,27±14,488 ^b		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	694,37±24,456 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	724,60±53,544 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	566,43±47,779 ^c		
Ahır gübresi	263,20±,556 ^c		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 2.3. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Dane Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	133,37±26,098 ^f	81,963	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	626,93±45,231 ^b		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	620,13±31,006 ^b		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	142,83±22,704 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	495,53±70,563 ^c		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	272,03±19,707 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	382,87±25,929 ^d		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	722,80±53,329 ^a		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	792,27±65,569 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	797,13±34,781 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	643,83±61,031 ^b		
Ahır gübresi	372,00±48,794 ^d		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 2.4. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Dane Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	133,37±26,098 ^g	73,436	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	765,53±40,396 ^{ab}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	683,63±60,308 ^{bcd}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	157,23±15,339 ^g		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	606,40±7,192 ^d		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	356,27±24,768 ^f		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	466,40±19,846		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	826,43±99,695 ^a		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	722,53±64,380 ^{bc}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	675,03±43,627 ^{cd}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	731,60±32,220 ^{cd}		
Ahır gübresi	469,37±50,208 ^e		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 2.5. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	1807729,451	3	602576,484	349,825	,000
Vermikompost	4113133,344	10	411313,334	238,787	,000
Doz x Vermikompost	530689,766	30	17689,6559	10,270	,000
Hata	155025,847	90	1722,509		
Toplam	341943811,470	135			

EK 3: Vermikompost Uygulamalarının Buğday Bitkisi Verimi Üzerine Etkileri

Tablo Ek 3.3. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Sap Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	310,70±29,047 ^f	57,215	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	1126,07±136,227 ^c		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1196,10±86,046 ^{bc}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	314,67±44,996 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	828,63±39,363 ^d		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	559,93±50,996 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	827,63±34,917 ^e		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	1143,93±80,301 ^c		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	1317,07±105,156 ^b		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	1531,83±143,231 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	1139,83±144,109 ^c		
Ahır gübresi	681,83±60,556 ^{de}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 3.2. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Sap Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	310,70±29,047 ^e	44,038	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	1706,83±16,879 ^a		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1523,77±114,911 ^a		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	384,27±54,633 ^e		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	1288,90±39,007 ^{bc}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	938,03±116,057 ^d		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1130,43±111,517 ^{cd}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	1634,27±292,327 ^a		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	1578,27±177,000 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	1641,20±128,760 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	1485,63±102,401 ^{ab}		
Ahır gübresi	1001,60±18,700 ^d		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 3.3. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Sap Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	310,70±29,047 ^f	42,390	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	1923,77±284,026 ^{abc}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1995,93±129,136 ^{ab}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	463,00±22,653 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	1614,67±109,762 ^d		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	1088,00±105,232 ^e		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1202,50±118,584 ^e		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	1641,60±161,719 ^{cd}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	1743,90±210,481 ^{bcd}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	2153,53±114,865 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	1684,30±241,061 ^{cd}		
Ahır gübresi	1203,90±103,840 ^b		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 3.4. Vermikompost uygulamalarının buğday verimi üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Sap Verim (kg/saksı)	F değeri	p
Kontrol	310,70±29,047 ^e	23,578	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	2169,27±48,889 ^a		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	1984,80±283,773 ^{ab}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	590,93±19,110 ^e		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	1851,47±168,801 ^{bc}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	1336,33±45,098 ^d		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	1497,10±34,534 ^{cd}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	1946,37±293,132 ^{ab}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	1791,97±217,644 ^{abc}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	1930,20±391,542 ^{ab}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	1692,37±291,843 ^{bcd}		
Ahır gübresi	1363,00±95,955 ^d		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 3.5. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	8761181,338	3	2920393,779	122,979	,000
Vermikompost	20400267,582	10	2040026,758	85,906	,000
Doz x Vermikompost	1402100,529	30	46736,684	1,968	,008
Hata	21372443,533	90	23747,150		
Toplam	277216210,780	135			

Ek 4: Vermikompost Uygulamalarının Toprakların Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

Tablo Ek 4.1. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal biyomas C üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Mikrobiyal Biyomas C (mg C/100 g)	F değeri	p
Kontrol	81,774±11,586 ^{cd}	17,485	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	65,702±8,829 ^e		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	61,355±9,775 ^{ef}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	48,989±3,382 ^f		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	87,159±2,676 ^c		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	71,118±5,852 ^{de}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	79,383±6,390 ^{cd}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	89,850±8,882 ^{bc}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	101,146±5,118 ^{ab}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	104,034±12,114 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	68,447±7,753 ^{de}		
Ahır gübresi	105,441±10,838 ^a		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.2. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal biyomas C üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Mikrobiyal Biyomas C (mg C/100 g)	F değeri	p
Kontrol	81,774±11,586 ^{bc}	21,159	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	39,325±4,275 ^e		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	61,329±3,210 ^d		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	75,812±5,391 ^{bc}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	98,145±15,518 ^a		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	51,817±2,151 ^d		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	80,585±3,326 ^{bc}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	53,775±1,170 ^d		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	87,966±2,890 ^{de}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	94,867±8,516 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	73,818±3,699 ^c		
Ahır gübresi	80,315±5,263 ^{bc}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.3. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal biyomas C üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Mikrobiyal Biyomas C (mg C/100 g)	F değeri	p
Kontrol	81,774±11,586 ^{bc}	23,720	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	107,121±8,444 ^a		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	68,408±,084 ^c		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	51,636±5,322 ^d		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	87,582±1,544 ^b		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	111,477±13,354 ^a		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	113,190±,560 ^a		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	68,875±1,953 ^c		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	116,169±9,287 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	103,179±2,752 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	80,546±1,910 ^{bc}		
Ahır gübresi	114,728±14,470 ^a		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.4. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal biyomas C üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Mikrobiyal Biyomas C (mg C/100 g)	F değeri	p
Kontrol	81,774±11,586 ^{de}	10,793	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	71,380±7,403 ^e		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	84,576±9,044 ^{de}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	90,542±1,989 ^{cde}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	108,825±14,524 ^{abc}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	97,070±13,537 ^{bcd}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	81,497±18,421 ^{de}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	118,862±7,485 ^a		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	100,049±7,007 ^{abcd}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	111,818±15,904 ^{ab}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	73,485±3,415 ^e		
Ahır gübresi	44,318±6,156 ^f		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.5. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	8405,579	3	2801,860	42,559	,000
Vermikompost	19616,843	10	1961,684	29,797	,000
Doz x Vermikompost	30924,077	30	1030,803	15,657	,000
Hata	5925,137	90	65,835		
Toplam	1011148,504	135			

Tablo Ek 4.6. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal CO₂-C üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Mikrobiyal CO ₂ -C (mg CO ₂ /g/24h)	F değeri	p
Kontrol	12,445±,561 ^b	7,281	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	12,303±1,364 ^b		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	9,672±,786 ^c		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	9,011±,509 ^c		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	12,598±1,899 ^b		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	12,038±,132 ^b		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	12,070±1,599 ^b		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	11,565±1,357 ^b		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	15,496±,427 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	12,732±,505 ^b		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	12,415±,778 ^b		
Ahır gübresi	11,653±,761 ^b		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.7. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal CO₂-C üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Mikrobiyal CO ₂ -C (mg CO ₂ /g/24h)	F değeri	p
Kontrol	12,445±,561 ^{bc}	7,081	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	12,356±,382 ^{bc}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	11,488±,609 ^{bc}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	9,321±,201 ^a		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	11,616±1,067 ^{bc}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	11,822±,764 ^{bc}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	12,712±2,559 ^b		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	11,874±1,379 ^{bc}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	15,043±,339 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	15,760±1,516 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	11,863±1,147 ^{bc}		
Ahır gübresi	10,350±,973 ^{ab}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.8. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal CO₂-C üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Mikrobiyal CO ₂ -C (mg CO ₂ /g/24h)	F değeri	p
Kontrol	12,445±,561 ^{bc}	11,779	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	9,859±,293 ^d		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	11,179±,781 ^{cd}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	11,836±1,356 ^{cd}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	11,101±,923 ^{cd}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	12,399±2,080 ^{bc}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	16,410±1,830 ^a		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	10,483±,746 ^{cd}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	14,092±,345 ^b		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	17,213±,381 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	11,321±1,703 ^{cd}		
Ahır gübresi	12,027±,836 ^{bcd}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.9. Vermikompost uygulamalarının mikrobiyal CO₂-C üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Mikrobiyal CO ₂ -C (mg CO ₂ /g/24h)	F değeri	p
Kontrol	12,445±,561 ^{bcd}	5,873	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	10,920±,662 ^{cde}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	9,162±,467 ^a		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	10,791±1,739 ^{de}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	13,719±1,858 ^{bcd}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	13,112±,827 ^{bcd}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	14,570±3,422 ^{ab}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	10,349±,174 ^{de}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	14,501±1,188 ^{ab}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	16,349±2,329 ^a		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	10,810±,706 ^{de}		
Ahır gübresi	12,982±,477 ^{bcd}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.10. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	7,079	3	2,360	1,502	,219
Vermikompost	363,902	10	36,390	23,162	,000
Doz x Vermikompost	140,283	30	4,676	2,976	,000
Hata	141,403	90	1,571		
Toplam	21068,643	135			

Tablo Ek 4.11. Vermikompost uygulamalarının dehidrogenaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF/g/24h}$)	F değeri	p
Kontrol	103,364 $\pm$ 7,703 ^{abc}	5,949	,000
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	130,339 $\pm$ 3,932 ^a		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	113,652 $\pm$ 11,401 ^{ab}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	98,034 $\pm$ 22,523 ^{bcd}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	71,185 $\pm$ 10,305 ^{de}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	87,807 $\pm$ 11,382 ^{bcd}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	77,568 $\pm$ 2,440 ^{cde}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	62,308 $\pm$ 19,487 ^e		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	79,841 $\pm$ 19,371 ^{cde}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	69,667 $\pm$ 7,541 ^{de}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	66,620 $\pm$ 27,893 ^e		
Ahır gübresi	105,214 $\pm$ 14,143 ^{abc}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.12. Vermikompost uygulamalarının dehidrogenaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF/g/24h}$)	F değeri	p
Kontrol	103,364 $\pm$ 7,703 ^{abcd}	4,285	,001
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	102,334 $\pm$ 9,323 ^{abcde}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	98,248 $\pm$ 12,730 ^{bcd}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	74,445 $\pm$ 8,170 ^{ef}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	118,228 $\pm$ 16,555 ^{ef}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	127,821 $\pm$ 9,755 ^a		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	87,544 $\pm$ 14,426 ^{cdef}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	110,940 $\pm$ 18,578 ^{abc}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	92,103 $\pm$ 19,247 ^{bcd}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	75,073 $\pm$ 13,999 ^{def}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	96,369 $\pm$ 28,620 ^{bcd}		
Ahır gübresi	69,538 $\pm$ 1,858 ^a		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.13. Vermikompost uygulamalarının dehidrogenaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%6 Doz)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF/g/24h}$)	F değeri	p
Kontrol	103,364 $\pm$ 7,703	1,527	0,186
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	103,755 $\pm$ 4,187		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	100,518 $\pm$ 17,334		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	84,870 $\pm$ 16,055		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	124,045 $\pm$ 14,775		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	114,602 $\pm$ 20,096		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	99,345 $\pm$ 20,795		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	113,650 $\pm$ 20,861		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	103,888 $\pm$ 18,003		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	82,182 $\pm$ 12,662		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	85,921 $\pm$ 29,820		
Ahır gübresi	96,526 $\pm$ 16,708		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. ($p<0,01$)

Tablo Ek 4.14.. Vermikompost uygulamalarının dehidrogenaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%8 Doz)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF/g/24h}$)	F değeri	p
Kontrol	103,364 $\pm$ 7,703	1,476	0,205
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	92,348 $\pm$ 23,535		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	102,426 $\pm$ 24,095		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	97,163 $\pm$ 11,125		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	70,520 $\pm$ 18,994		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	90,261 $\pm$ 10,190		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	102,203 $\pm$ 9,044		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	84,979 $\pm$ 15,296		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	86,146 $\pm$ 5,944		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	96,518 $\pm$ 31,537		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	84,306 $\pm$ 28,416		
Ahır gübresi	62,688 $\pm$ 5,545		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. ($p<0,01$)

Tablo Ek 4.15. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	4056,674	3	1352,225	4,693	,004
Vermikompost	9973,199	10	997,320	3,461	,001
Doz x Vermikompost	24642,853	30	821,428	2,851	,000
Hata	25931,152	90	288,124		
Toplam	1239294,071	135			

Tablo Ek 4.16. Vermikompost uygulamalarının katalaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%2 Doz)	Katalaz (ml O ₂ /g toprak)	F değeri	p
Kontrol	148,084±36,844	1,228	0,383
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	186,508±27,493		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	180,386±8,668		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	210,569±53,546		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	199,834±25,002		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	210,317±18,185		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	233,435±30,391		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	180,604±66,455		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	238,771±42,508		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	151,665±85,470		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	185,798±17,169		
Ahır gübresi	192,474±28,240		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.17. Vermikompost uygulamalarının katalaz üzerine etkileri

Uygulamalar (%4 Doz)	Katalaz (ml O ₂ /g toprak)	F değeri	p
Kontrol	148,084±36,844	1,903	0,091
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	257,937±6,873		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	197,348±65,893		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	233,345±7,718		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	232,191±46,527		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	304,685±74,097		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	240,936±84,191		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	256,460±61,269		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	282,133±56,493		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	253,968±56,260		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	235,869±66,991		
Ahır gübresi	161,730±63,692		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.18. Vermikompost uygulamalarının katalaz üzerine etkiler

Uygulamalar (%6 Doz)	Katalaz (ml O ₂ /g toprak)	F değeri	p
Kontrol	148,084±36,844 ^d	6,406	,001
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	302,331±68,815 ^{ab}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	200,627±39,80 ^{cd}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	273,069±56,543 ^{cd}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	251,452±60,506 ^{bc}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	329,265±38,268 ^{ab}		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	339,140±47,848 ^{ab}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	323,655±44,321 ^{ab}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	395,761±77,238 ^a		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	322,742±11,302 ^{ab}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	182,341±53,373 ^{cd}		
Ahır gübresi	260,162±21,250 ^{bc}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.19. Vermikompost uygulamalarının katalaz üzerine etkiler

Uygulamalar (%8 Doz)	Katalaz (ml O ₂ /g toprak)	F değeri	p
Kontrol	148,084±36,844 ^e	3,834	,003
%25 Buğday samanı+%75 Ahır gübresi	333,135±90,195 ^{abc}		
%50 Buğday samanı+%50 Ahır gübresi	268,121±56,266 ^{bcd}		
%75 Buğday samanı+%25 Ahır gübresi	335,946±53,883 ^{abc}		
%25 Fındık zurufu+%75 Ahır gübresi	289,823±74,148 ^{abcd}		
%50 Fındık zurufu+%50 Ahır gübresi	408,685±48,235 ^a		
%75 Fındık zurufu+%25 Ahır gübresi	162,671±89,044 ^{de}		
%25 Çay atığı+%75 Ahır gübresi	406,746±96,501 ^{ab}		
%50 Çay atığı+%50 Ahır gübresi	312,660±104,022 ^{abc}		
%75 Çay atığı+%25 Ahır gübresi	338,531±75,495 ^{abc}		
Vermikompostlaşmış Ahır gübresi	263,935±35,599 ^{cde}		
Ahır gübresi	245,548±66,431 ^{cde}		

Rakamlar 3 paralelin ortalaması olup, standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Harflendirmeler ise her bir grup içerisindeki farklılıkları ifade etmektedir. (p<0,01)

Tablo Ek 4.20. Varyans Tablosu ve Duncan Testi Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doz	241734,821	3	80578,274	24,269	,000
Vermikompost	158013,090	10	15801,309	4,759	,000
Doz x Vermikompost	178210,087	30	5940,336	1,789	,019
Hata	298815,080	90	3320,168		
Toplam	9748603,089	135			