



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

**VERMİKOMPOST VE HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ
TOPRAĞIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE BUĞDAY
VERİMİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Merve AKÇA

Danışman
Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

SAMSUN
2021

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



**VERMİKOMPOST VE HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ
TOPRAĞIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE BUĞDAY
VERİMİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Merve AKÇA

Danışman
Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Merve AKÇA tarafından, Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA danışmanlığında hazırlanan “Vermikompost Ve Hümik Asit Uygulamalarının Toprağın Biyolojik Özellikleri Ve Buğday Verimine Etkisi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 24.02.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı	Üniversitesi	Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Tayfun AŞKIN	Ordu Üniversitesi	Toprak Bilimi Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Çoşkun GÜLSER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> 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 Yüksek Lisans 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.

24/02/ 2021
Merve AKÇA

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Vermikompost ve Hümik Asit Uygulamalarının Toprağın Biyolojik Özellikleri ve Buğday Verimine Etkisi.

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 19/01/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 20

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

24/02/2021

Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

ÖZET

VERMİKOMPOST VE HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ TOPRAĞIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE BUĞDAY VERİMİNE ETKİSİ

Merve AKÇA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi, Şubat/2021

Danışman: Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

Bu çalışmanın amacı; vermikompost ile beraber topraklara ilave edilen hümik asitin buğday bitkisinin verim ve bazı verim unsurları ile toprakların bazı kimyasal biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 162 gün süren bir sera denemesi kurulmuştur. Denemede vermikompostun %0, %1, %2 ve %4'lük dozları ile hümik asitin 0, 1.5 L/da, 3 L/da, 4.5 L/da ve 6 L/da'lık dozları ile denemede test bitkisi olarak Pandas çeşidi yazlık buğday bitkisi kullanılmıştır. 162 gün sonunda hasat edilen buğday bitkisinin verim ve bazı verim unsurları ile toprakların bazı kimyasal ve biyolojik özellikleri saptanmıştır. Artan vermikompost dozlarına bağlı olarak kontrole göre, buğday bitkisinin verim ve bazı verim unsurları (buğday boyu, başak boyu, bindane ağırlığı) ile toprağın elektriksek iletkenliği, organik madde ile toplam azot ve alınabilir fosfor içeriği ile mikrobiyal biyomas karbon ve toprakların karbondioksit üretimlerinin (toprak solunumu) önemli artışlar gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde yapılan hümik asit uygulamasının buğday verimi ve toprak özelliklerinde meydana getirdiği etkilenmelerin çok stabil olmadığı saptanmıştır. Deneme sonunda en iyi uygulamanın; buğday bitkisinin verim ve verim unsurları ile toprak özelliklerini iyileştirmeye olan katkıları açısından vermikompostun en yüksek (%4) seviyesi ile beraber uygulanan 1.5 L/da seviyesinde hümik asit uygulamasından elde edildiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, hümik asit, buğday, toprak solunumu, mikrobiyal biyomas karbon, organik karbon, besin maddesi.

ABSTRACT

EFFECT OF VERMICOMPOST AND HUMIC ACID APPLICATIONS ON SOIL BIOLOGICAL PROPERTIES AND WHEAT YIELD

Merve AKÇA

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Master' s thesis, February/2021

Supervisor: Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

The aim of this study was; to determine the the effects of humic acid added to the soil together with vermicompost on the yield and some yield components of the wheat plant and some chemical biological properties of the soil. For this purpose, the trial was conducted in the research greenhouse of the Department of Soil Science and Plant Nutrition, with 3 replications and randomized plot design, lasting 162 days. In the trial Pandas summer wheat variety was used as tested plant with 0%, 1%, 2% and 4% doses of vermicompost and 0, 1.5 L / da, 3 L / da, 4.5 L / da and 6 L / da doses of humic acid. The yield and some yield components of the wheat plant harvested after 162 days and some chemical and biological properties of the soil were determined. Depending on the increasing doses of vermicompost compared with the control, the yield and some yield components of the wheat plant (wheat height, ear length, the thousand grain weight) and the electrical conductivity of the soil, organic matter and total nitrogen and absorbable phosphorus content and microbial biomass carbon and carbon dioxide production of soils (soil respiration)) indicated significant increases. However, it was found that the effects caused by the application of humic acid to soils at increased levels along with vermicomposts in wheat yield and soil properties were not very stable. At the end of the trial, it was determined that the best treatment was obtained from humic acid application at 1.5 L/da level applied together with the highest (4%) level of vermicompost in terms of wheat plant yield and yield components and their contribution to improving soil properties.

Key words: Vermicompost, humic acid, wheat, soil respiration, microbial biomass carbon, organic carbon, nutrient.

TEŞEKKÜR

Akademik yolculuğumda tez danışmanlığının yanında her zaman her konuda yanımda olan, yol göstericim Prof. Dr. Rıdvan KIZILKAYA.

Tez çalışmam süresince her zaman bilgi ve deneyimlerini en güzel şekilde benimle paylaşan tüm bunların yanında manevi olarak da her zaman yanımda olan en büyük destekçim Prof. Dr. Coşkun GÜLSER, lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca çok büyük emekleri olan OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme hocaları.

Bu tezin her aşamasında yanımda duran ve tüm aşamalarda yardımcı olan Araş. Gör. Abdurrahman AY, Araş. Gör. Salih DEMİRKAYA, Araş. Gör. Dr. Güney AKINOĞLU.

Tez aşamamda gerek bilgi birikimiyle bilimsel eksikliğimi tamamlayan gerekse manevi olarak bir abla gibi her zaman yanımda olan, desteğini asla esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendis Ö. Tebessüm KOP DURMUŞ.

Gücümün yetmediği yerde güç olan, belki en çok stresimi yansıttığım, benim için her zaman elinden gelenin en iyisini yapmaya çalışan ve yanımda olduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim, mesleğine olan disiplinini ve meslek aşkını örnek aldığım Dr. Öğr. Adis LIZALO.

Uyum içinde, severek çalıştığımız ve bu süreçte birbirimizden desteklerimizi hiç esirgemediğimiz değerli çalışma arkadaşım Ziraat Mühendis Ezgi IRMAK.

Ve başta Ziraat Mühendisi Özlem PALA olmak üzere tüm dostlarıma çok teşekkür ederim.

Belki de en büyük emeğin sahibi olan, tüm başarılarımın gizli kahramanları, beni her zaman ileriye taşıyan, arkamda duvar gibi sağlam ve dik duran canım babam İlhan AKÇA ve gerçek olamayacak kadar güzel, iyi kalpli, evlatları için her şeyi yapabilecek güçte olan, her zaman beni dinleyen, anlayan sırdaşım, arkadaşım, neşem, enerjim, en büyük şansım canım annem Mine AKÇA.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Vermikompost Uygulaması ile ilgili Yapılmış Olan Çalışmalar	5
2.2. Hümik Asit ile İlgili Olan Çalışmalar	11
3. MATERYAL ve METOD	15
3.1. Materyal	15
Toprak, vermikompost eldesi için ahır gübresi ve solucan, hümik ait ile buğday bitkisi denemede materyal olarak kullanılmıştır.	15
3.1.2. Ahır Gübresi.....	15
3.1.4. Humik Asit.....	16
3.1.5. Bitki.....	16
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Denemede Kullanılan Toprağın Analizleri	17
3.2.2. Vermikompost Eldesinde Kullanılan Ahır Gübresinin Analizleri	17
3.2.3. Vermikompost Eldesi.....	17
3.2.4. Sera Denemesi	18
3.2.4.1. Deneme Sonunda Hasat Edilen Bitkilerdeki Ölçümler.....	20
3.2.4.1.1. Bitki Boyu	20
3.2.4.1.2. Başak Boyu	20
3.2.4.1.3. Bitkilerin Dane+ Sap Verimi	20
3.2.4.1.4. Bin Dane Ağırlığı.....	20
3.2.4.2. Deneme Sonunda Yapılan Toprak Analizleri	20
3.2.4.2.1. Kimyasal Analizler	20
3.2.4.2.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH).....	20
3.2.4.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)	20
3.2.4.2.1.3. Organik Karbon (%).....	21
3.2.4.2.1.4. Toplam Azot	21

3.2.4.2.1.5. Alınabilir Fosfor.....	21
3.2.4.2.2. Biyolojik Analizler.....	21
3.2.4.2.2.1. Mikrobiyal Biyomas Karbon	21
3.2.4.2.2.2. Toprak Solumu (TS)	21
3.2.4.2.2.3. Sera Koşullarında Toprakların CO ₂ Üretimi	22
3.3. İstatistiksel Analizler	22
4. BULGULAR TARTIŞMA	23
4.1. Deneme Toprağı.....	23
4.3. Vermikompostun Özellikleri.....	23
4.4. Sera Denemesi	24
4.4.1. Vermikompostun Buğday Bitkisinin Ürün Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi	25
4.4.1.1. Dane + Sap verimi	25
4.4.1.2. Bitki Boyu.....	26
4.4.1.3. Başak Boyu.....	27
4.4.1.4. Bin Dane Ağırlığı.....	28
4.4.2. Vermikompostun Toprakların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi	29
4.4.2.1. Toprak Reaksiyonu (pH).....	29
4.4.2.2. Elektriksel İletkenlik (EC)	30
4.4.2.3. Organik Karbon	31
4.4.2.4. Toplam Azot	32
4.4.2.5. Alınabilir Fosfor.....	33
4.4.2.6. Mikrobiyal Biyomas C (MBC)	34
4.4.2.8. Bitki Verim ve Verim Unsurları İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	37
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	38
6. EKLER.....	40
7. KAYNAKLAR	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

C	Karbon
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Fe	Demir
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Mn	Mangan
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

KISALTMALAR

EC	Elektriksel iletkenlik
pH	Toprak reaksiyonu
OM	Organik madde
Cmic	Mikrobiyal biyokütle karbonu
Corg	Organik karbon
FKT	Fırın kuru toprak
ppm	Parts per million
mg	Miligram
BR	Toprak solunumu
MBC	Mikrobiyal biyokütle karbonu
CO ₂	Sera koşullarında karbondioksit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede Kullanılan Pandas türü buğday (<i>Triticum aestivum</i>) bitkisinden görüntüler	16
Şekil 3.2. Denemede kullanılan vermikomposttan görüntüler	18
Şekil 3.3. Sera denemesinin kurulma aşamasından görüntüler	19
Şekil 4.1. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitkisinin dane + sap verimindeki değişimler.....	25
Şekil 4.2. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitki boyundaki değişimler	26
Şekil 4.3. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitki başak boyundaki değişimler	27
Şekil 4.4. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitkisinin bin dane ağırlığındaki değişimler.....	28
Şekil 4.5. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprak reaksiyonu (pH) üzerine etkisi	29
Şekil 4.6. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının EC üzerine etkisi	30
Şekil 4.7. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların organik karbon içeriği üzerine etkisi.....	32
Şekil 4.8. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların toplam N içeriği üzerine etkisi	33
Şekil 4.9. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların alınabilir P içeriği üzerine etkisi	34
Şekil 4.10. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların mikrobiyal biyomas karbon içeriği üzerine etkisi	35
Şekil 4.11. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların laboratuvar koşullarında belirlenen solunumları (CO ₂ üretimleri) üzerine olan üzerine etkisi	36
Şekil 4.12. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların doğrudan sera koşullarında belirlenen solunumları (CO ₂ üretimleri) üzerine olan üzerine etkisi	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Eisenia fetida türüne ait solucanların bazı özellikleri.....	15
Çizelge 3.2. Deneme kullanılan hümitik asit içeriği.....	16
Çizelge 3.3. Sera denemesinde kullanılan toprağın özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler.....	17
Çizelge 3.4 Vermikompost eldesinde kullanılan ahır gübresinin özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler.....	17
Çizelge 3.5. Vermikompostun bazı özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan analiz yöntemleri.	18
Çizelge 4.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	23
Çizelge 4.2. Vermikompost eldesinde kullanılan ahır gübresinin bazı özellikleri.....	23
Çizelge 4.3. Vermikompostun bazı özellikleri.....	24
Çizelge 4.4. Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkilerde yapılan ölçümler ile toprak analizleri sonunda belirlenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları.....	37

1. GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının yaklaşık %65-70'inin az veya çok az organik madde içerdikleri ve bunların zaman içerisinde daha da azalarak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz şekilde etkiledikleri bilinmektedir. Toprak verimliliği için önemli öğelerden birisi toprak organik maddesidir. Ülkemiz iklim koşulları kurak ve yarı kurak olup, bu iklime sahip bölgelerin önemli sorunlarının başında toprak organik madde içeriğinin az olması gözlemlenmektedir. Bu bölgelerde toprak organik madde içeriğinin az olmasının başlıca sebepleri; sıcaklık, düşük yıllık yağış miktarı, yanlış toprak işleme, anız yakılması ve özellikle erozyondur. Doğal yollarla organik madde ihtiyacını karşılayamayan topraklara dışarıdan ihtiyacı olan organik madde miktarını ilave etmek zorunludur. Toprak organik maddesinin toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin olduğu, ayrıca hümik maddelerin bitki verimini doğrudan etkilediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Chen ve Aviad, 1990). İyi bir ürün elde etmek için toprakların hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik özelliklerinin bitki gelişimi için uygun olması gerekmektedir. Organik madde eksikliğine çözüm olabilmesi için her geçen gün organik gübrenin önemi artmış ve yeni organik madde kaynaklarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaçtan ötürü yeni kaynaklar bulunmuştur. İlk olarak kompostlama daha sonradan ise birçok atığın geri dönüşümünü sağlaması ve fiziksel kimyasal biyolojik yönden daha üstün olduğu gözlemlenen vermikompost kullanılmaya başlamıştır. Kompost uygulamalarının Ülkemizde hızla yaygınlaşırken, vermikompost uygulamalarının Ülkemiz için yeni bir uygulama sayılabilecek nitelikte olduğunu, organik atıkların normal fermentasyon yolu ile kompostlaştırılmasının yanı sıra, toprak solucanları ilave edilerek vermikompost oluşturulması ile de değerlendirilmesinin mümkün olabileceği belirtilmiştir (Bellitürk ve Görres, 2012).

Solucan gübresi olarak bilinen vermikompost, organik atıkların solucanlar yardımı ile kompostlaştırılması ile elde edilen organik materyale verilen isimdir. Bu işlemde organik artık/atıklar ortamda bulunan mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğrattılır ve sonrasında yer solucanlarının sindirim sisteminden geçerken hızlandırılmış bir humifikasyon ve detoksifikasyon işlemine tabi tutulur (Şimşek-Erşahin 2007). Vermikompostun, çeşitli organik atıkların bazı toprak

solucanları tarafından sindirilmeleri aşamasında kompostlaştırılan, bitki besin elementleri, mikroorganizmalar, çeşitli enzimler, organik madde, humik ve fulvik içeriği yönünden zengin toprak düzenleyicisi ve aynı zamanda bitki beslemede gübre olarak kullanılabilen bir madde olduğu ifade edilmiştir (Edwards ve Bohlen, 1996).

Organik bir materyal olan solucan gübresinin, toprak özelliklerini iyileştirici etkisi ve bitkilere besin maddeleri sağlama gibi özellikleri bulunur ve bu yüzden vermikompost, organik yetiştiricilik yapılan bütün alanlara uygulanabilmektedir (Demir ve ark., 2010). Organik olan bu gübre, solucanların dışkılarından elde edilmektedir. Solucanların sindirim sisteminde bulunan sölom vücut sıvısının gübreye geçmesi ile bitkinin patojenlere karşı bağışıklığının geliştirmesini sağlamaktadır. Organik atıklarda bulunan mikro besin elementleri, solucanların sindirim sisteminden doğal bir şekilde şelatlanarak dışarı atılması sebebiyle bitkiler tarafından kolayca alınabilmektedir. Sölom sıvısı ile birlikte mikroorganizmalar, enzimler, bitki besin elementleri toprağı organik madde yönünden zenginleştirir, pH ve biyolojik yapıya olumlu etkide bulunur (Abacıoğlu ve ark., 2020).

Toprak solucanları toprak verimliliği için büyük önem taşırlar. Toprak solucanları asıl faaliyetlerini yerine getirmek için gece çalışırlar. Toprağı atılmış olan ve çürümeye başlayan bitki artıklarını gece çalışarak toprakta açmış oldukları kanallara taşıyarak beslenirler. Bu bitki artıklarını sindirmeleri sonucunda, dışkılarında humus oluşur ve elde edilen bu humus toprak verimliliğinin artmasını sağlar. Bir m² bahçe toprağında ortalama olarak 400 adet solucan yaklaşık olarak bir yılda 2,5 kg humus yaparlar. Toprak solucanları aynı zamanda toprakta sürekli bir şekilde açtıkları yeni kanallar sayesinde toprağı havalandırırken yağmur sularının da birikmesini sağlarlar (Demir ve ark., 2010).

Vermikompost eldesi için kullanılan solucanı türleri şunlardır: *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*, *Heteroporodrilus spp*, *Pheretima excavatus*. *E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim kuşağındaki bölgelere iyi adapte olurken, *L. rubellus* and *P. excavatus* sıcak tropik iklim alanlarında daha fazla görülür. Bu beş tür, organik atık/artıkları indirgemek için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir (Edwards ve Bohlen, 1996). Yukarıda sayılan türler içinde, ticari amaçla kurulan vermikültür/

vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen tür *Eisenia spp* ve ikinci olarak da *Lumbricus rubellus'tur* (Dickerson, 2004). Toprak solucanları, bitki besin maddesi mineralizasyonunu sağlayarak toprak verimliliğine önemli katkılar sağlamaktadırlar (Bellitürk, 2011).

Vermikompost elde etmek için kullanılacak olan organik mateyallerin hazırlanması içi geçen süre ve yapılan işlemler farklılık göstermektedir. Vermikompostun kalitesini belirleme aşamasında, organik atığın cinsi büyük etkiye sahiptir (Kızılkaya ve Turkay, 2014; Aynehband ve ark., 2017).

Vermikompost çevreci bir üründür ve üretimde kullanıldığı sürece birçok atığın geri dönüşümü sağlanmakta ve kısa zamanda değersiz olan atıkları tarımsal açıdan oldukça kaliteli ve değerli bir ürüne dönüştürmektedir. Tüm bunların yanında toprağın organik madde içeriğinin artmasına da katkıda bulunmaktadır. Vermikompost, organik üretimde kullanılabilir olması ve ekosistemdeki zararı en aza indirilebilmesi gibi özellikleriyle, son yıllarda hem Ülkemizde hem de dünyada tercih edilir bir kaynak haline gelmiştir. Solucan gübresi “çevreci” bir üründür; çevreyi kirletmez, zarar vermez. Bitkisel üretimde solucan gübresi kullanan çiftçiler, daha az kimyasal gübre kullanır. Tamamı geri dönüşüm ürünüdür.

Vermikompost eldesi için kullanılacak olan birçok atık vardır. Bunlar; insan kaynaklı atıklar, endüstriyel atıklar, belediye ve kanalizasyon atıkları, bahçe atıkları, restoran atıkları, şeker ve kağıt atıklarıdır (Edwards, 1995).

Solucan gübresi kokusuzdur. Hatta kompost solucanları, kokulu bir sığır gübresini iki hafta içinde kokusuz solucan gübresine dönüştürürler. Solucan ve mikroorganizmaların arasındaki interaksyonlar, önemli miktarlarda bitki regülâtörleri olarak görev alan hümik asit ve bitki gelişim hormonlarını üretmektedirler (Arancon ve ark., 2006).

Günümüzde vermikompost, tarımda sürdürülebilirlik özelliğine katkı sağlayan yöntemler içinde, en yüksek ekonomik girdi sağlayan yöntem olmakla beraber, son zamanlardaki büyük çevre sorunu haline gelen katı organik atık ve artıkların işlenmesinde çok yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, toprak organik maddesini artırmak amacıyla kullanılan bir diğer materyal de humik asittir.

Humik asit, kaynak olarak leonardit, torf, linyit, hayvan gübresi, kompost, toprak, taş kömürü, arıtma çamuru gibi mataryallerden elde edilen genellikle siyah

renkli yapısında C, N, O, H ve S bulunan bir toprak düzenleyicisidir. Hümik asitlerin bitkilerin besin alımında etkili olduğunu ve ayrıca mikro besin elementlerinin elverişlilik ve taşınımında ana rol oynamakta olduğu bildirilmiştir (Böhme ve Lua, 1996).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Vermikompost Uygulaması ile ilgili Yapılmış Olan Çalışmalar

Alaboz ve ark. (2017) biber bitkisi yetiştirerek yaptıkları sera denemesi sonunda; kumlu tın bir toprağa uyguladıkları farklı vermikompost dozlarının (%0, %0.75, %1.5, %2.25 (w/w)) bitki boyu, toprak üstü yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve verim düzeylerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir,

Buckerfield ve Webster (1998) araştırmış oldukları vermikompost ve kum karışımlarının turp bitkisi gelişimi üzerindeki etkisini, uygulanmış olan vermikompost miktarıyla beraber olarak hasat ağırlığının doğrusal orantılı olarak arttığını bulmuşlardır. Bu sonuçla beraber %100 vermikompost uygulanan topraklardan, %10 vermikompost karışımı uygulananlara oranla 10 kat daha fazla ürün alındığını belirtmişlerdir.

Alam ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmada patates bitkisine artan dozlarda solucan gübresi ilave etmişlerdir ve atan dozlarda solucan gübresi uygulamasıyla beraber olarak patates bitkisinin verim parametrelerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Büyükfiliz (2016) ayçiçeği bitkisinin beslenme durumunu incelediği tarla denemesinde; topraklara 4 farklı dozda (0, 200, 400 ve 800 kg/da) vermikompost uygulamış ve deneme sonunda bitki verimi ve bitki boyunda önemli artışlar belirlemiştir. En yüksek verim 800 kg da⁻¹ uygulamasında elde edilirken, bitki boyu en yüksek vermikompost uygulaması olan (400 kg da⁻¹) parselde tespit edilmiştir. Araştırmacı, bitki analizleri sonuçlarına bakarak bitkinin N, P içeriklerinin vermikompost uygulamaları ile artmış olduğunu ispatlamışlardır.

Hınıslı (2014) yaptığı araştırmada; vermikompostun kıvrıcık marulun erkencilik özelliğine önemli derecede etkisi olduğunu kanıtlamışlardır.

Köksal ve ark. (2017) sera koşullarında olan çalışmalarında, farklı dozlarda (0, 250, 500, 750, 1000 kg da⁻¹) vermikompost uygulamasının pazı (*Beta vulgaris* L. var. cicola) bitkisinin bitki yaş ve kuru ağırlığını istatistiksel olarak önemli (P<0,05) seviyede etkilediği sonucuna varmışlardır.

Maltaş ve ark. (2017) vermikompostun kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde kullanımı üzerine yaptıkları tarla denemesinde; vermikompostun artan dozlarda olan

uygulamasının; kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini pozitif bir şekilde etkilediğini belirlemişlerdir. Bununla beraber olarak elde ettikleri diğer sonuç, vermikompost uygulamaları ile ortalama baş ağırlığı ve dekara verim arasında pozitif bir korelasyon olduğu ve bitki veriminin kontrole göre yaklaşık %50 artmıştır.

Oo ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, tuzdan etkilenmiş ve etkilenmemiş 2 farklı toprak kullanmıştır. Bu topraklara uygulamış oldukları kompost ve vermikompostun mısır bitkisinde bitki boyunu ve toplam kuru madde miktarını her iki toprakta da kontrol parsele göre artırdığı sonucuna varmışlardır.

Özkan ve ark. (2016) tarafından yapılmış olan çalışmada; artan dozlarda uygulanmış olan vermikompostun ıspanak bitkisinde bitki verimi, bitki boyu, bitki ağırlığı gibi parametreleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda görülmüş olan sonuç vermikompost uygulamalarının ıspanak bitkisinde bitki verimi, bitki boyu, bitki ağırlığı değerlerini artırdığı ve bu artışların istatistiksel anlamda önemli olduğudur.

Özkan ve Müftüoğlu (2016) tarafından yapılan bir çalışmada topraklara artan dozlarda uygulanan vermikompostun marul bitkisi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılmış olan araştırma sonunda vermikompostun bitkide verime ve bitki boyuna etkisi sayısal olarak değişikliklere neden olmasına rağmen istatistik anlamında bir fark bulunmadığı sonucu elde edilmiştir.

Sönmez ve ark. (2011) vermikompostun ıspanak bitkisi üzerine olan etkisini araştırmış olduğu çalışmada, vermikompost ilavesinin bitki gelişimi ve verim üzerine olan etkisinin kontrole oranla önemli artışlar gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Tavalı ve ark. (2013) karnabahar bitkisi üzerine vermikompostun etkilerini belirledikleri bir çalışmada, vermikompost uygulamasının karnabaharın kalite özelliklerini ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Fakat en yüksek vermikompost dozunun, karnabahar veriminde azalma sebep olduğu sonucuna varmışlardır. Karnabahar verimi için ideal vermikompost dozunun ticari gübrelemeye ilave olarak 200 ila 400 kg da⁻¹ olduğunu ifade etmişlerdir.

Tavalı ve ark. (2014) vermikompostun beyaz baş lahana yetiştiriciliği üzerine olan etkilerini incelemiş olduğu bir tarla denemesinde farklı ve artan dozlarda

uygulanan vermikompostun beyaz baş lahananın kalite özelliklerini, verim değerlerini kontrole göre istatistiksel açıdan olumlu etkilediğini belirlemişlerdir. Beyaz baş lahana veriminin kontrol uygulaması baz alındığında, %43.75 oranında arttığını ve kimyasal olarak uygulanan gübreleme ile birlikte verilebilecek uygun vermikompost dozunu 400 kg da⁻¹ olarak önermişlerdir.

Zahmacıoğlu (2017), çalışmasında brokoli bitkisini kullanarak fertigasyon tekniği ile farklı gübre ve su uygulamalarının ve uygulanan gübrelerin toprak ve bitki üzerine etkilerinin ortaya çıkmasını amaçlamıştır. Bu çalışmada, topraklara katı ve sıvı vermikompost ve kimyasal gübre uygulamıştır. Yapmış oldukları çalışma sonucunda görülmüştür ki genel olarak, farklı sulama uygulamaları ve gübre uygulamaları, verimi istatistiksel açıdan önemli bir düzeyde etkilemiştir..

Gopinath ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada; vermikompost dahil bütün organik uygulamaların mineral gübre uygulamalarına göre pH'yı ve organik karbon içeriğini yükselttiğini belirlemişler, buna karşılık olarak toprakların yararlı N ve P içeriklerinin mineral gübreli parsellerde daha yüksek bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Köksal ve ark. (2017) sera denemesiyle yaptıkları bir çalışmada, topraklara farklı dozlarda (0, 250, 500, 750, 1000 kg da⁻¹) vermikompost uygulamasının sadece toprak kireci üzerine etkide bulunduğunu, diğer toprak özelliklerine ise herhangi bir etkisinin bulunmadığını belirlemişlerdir.

Marinari ve ark. (2000) biyolojik çamur ile yapılan vermikompost ve farklı organik materyallerin toprak özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada; vermikompost dahil bütün organik uygulamaların, toprakların fiziksel ve biyolojik özelliklerini düzenlediği-sonucunu elde etmişlerdir.

Özkan ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada, farklı dozlarda olan vermikompostun bazı bitki ve toprak özellikleri üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda, toprak reaksiyonu ve fosfor değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Vermikompost 9 uygulaması ile suda çözünebilir tuz, kireç, organik madde miktarında değişme gözlemlenmesine karşılık, istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Sönmez ve ark. (2011) ıspanak bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada vermikompost uygulamalarının toprağın pH, EC ve organik madde gibi

karakteristikleri tüm uygulamalarda kontrole göre farklı derecelerde arttırdığını belirlemişlerdir.

Yıldız ve ark. (2019) yaptıkları araştırmada, toprağa farklı dozlarda uygulanan leonardit ve vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea*) bitkisinde verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırılmıştır. Çalışma sonucunda varılan sonuç ıspanak yetiştiriciliğinde, bitkilerde verim ve bazı kalite kriterleri ile toprak verimlilik parametrelerine her iki toprak düzenleyicisinin de pozitif bir etkileri olduğudur ve bu olumlu olan etkilerin doz artışlarıyla arttığı fakat buna karşılık olarak da vermikompostun tercih ve tavsiye edilebilir olduğudur.

Çıtak ve ark. (2011) çalışmalarında farklı 3 doz vermikompost (0, 100, 200 kg/da) ile 3 doz ahır gübresi (0, 1500, 3000 kg/da) uygulamasının ıspanak bitkisinin verim, verim özellikleri ve toprak verimlilik özellikleri üzerine olan etkilerine yer vermiştir. Araştırmacılar verim, verim özellikleri ve içerilen mineral madde miktarı ile toprak verimliliği özellikleri üzerine 3000 kg/da ahır gübresi uygulamasının daha etkili olduğunu gözlemlemiştir. Vermikompost uygulamalarının kontrole oranla önemli artışlar gösterdiğini, özellikle de bitkinin Fe ve toprağın Ca miktarı üzerine 200 kg/da vermikompost uygulamasının en iyi sonucu verdiğini, bununla beraber olarak toprağın pH, EC ve organik madde değerlerinin tüm uygulamalarda kontrole göre farklı derecelerde artışlar gösterdiğini, ve toprağın N, P, K ve magnezyum (Mg) içeriklerine ahır gübresi uygulamalarının daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Handreck (1986) vermikompostun bitkinin ihtiyaç duyduğu birçok bitki besin elementini karşıladığı, ancak N ihtiyacı bakımından yetersiz olduğunu öne sürmüştür.

Edwards ve Niederer (1988) uygulanan vermikompostun çimlenme hızını arttırdığını ayrıca büyümeyi teşvik ettiğini öne sürmüşlerdir.

Arancon ve Edwards (2005) vermikompostun bitkide verim, kalite, mikrobiyal aktiviteyi arttırdığını, buna karşılık olarak topraktan kaynaklanan hastalık ve zararlıları da önlediğini bildirmiştir.

Gutiérrez-Miceli ve ark. (2007) yürütülmüş olan bir denemede koyun gübresi kullanılarak üretilen vermikompostun domates ağırlığını büyük ölçüde arttırdığı ancak topraktaki pH'ı düşürdüğü gözlemlemiştir. Bunun yanında ki diğer bir sonuç ise bitki besin elementlerinin çözünürlüğünün arttığıdır.

Nagavallemma ve ark. (2004), Peyvast ve ark. (2007) tarafından ıspanakta yapılmış olan çalışmalar sonucunda, vermikompost uygulamasının besin alımını arttırdığı görülmüştür.

Azarmi ve ark. (2008), domateste vermikompost uygulamasının toprağın K, P, Ca, organik karbon, Mn, Zn miktarlarında artış sağladığını belirtmişlerdir.

Singh ve ark. (2008), çilek bitkisinde verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amacıyla, kimyasal gübrelemeye ilave olarak 2,5, 5, 7,5 ve 10 t/ha olmak üzere dört farklı vermikompost. Araştırma sonuçlarına göre, vermikompost uygulamasının kuru madde miktarı ve toplam meyve miktarını artırdığını saptamışlardır.

Sinha ve ark. (2010) yapmış oldukları bir çalışmada, vermikompostun azot bağlayıcı bakterilerin sayısını, bitkilerin (nohut, bezelye) büyüme ve gelişmesini arttırdığını bildirmişlerdir.

Kızılkaya ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmalarında, vermikompostun buğdayda verim, bitki ve toprağın besin maddesine katkılarını incelemişler ve sonuçta vermikompost kullanılan karışımların, kontrole göre olumlu etkide bulunduğunu gözlemlemişlerdir.

Joshi ve ark. (2013) tarafından vermikompostun buğdayın verim ve kalite parametlerine olan etkisini gözlemek için yapılan bir çalışmada; kontrol grubu, üç farklı vermikompost dozu (500 kg/da, 1000 kg/da, 2000 kg/da) ve kimyasal gübreleme (NPK) yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; en fazla etkinin NPK gübrelmesiyle sağlandığı bildirilmiştir.

Ahirwar ve Hussain (2015) vermikompostun sebzelerde verim ve kalite üzerine olan etkisini gözlemek istemişlerdir. Vermikompostun, domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), biber (*Capsicum annuum* L.) gibi sebzelerde fide kalitesine ve tarla performansına etkisi gözlemlenmiş, ayrıca fide kalitesine olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır. Biber ve patlıcan bitkilerinde şaşırtma kalitesinde artış, fakat domateste ise kalitede azalma görülmüştür.

Aksu ve ark. (2017) tarafından vermikompostun farklı dozlarının (0, 250, 500, 750, 1000 kg/da) pazı bitkisinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; en fazla bitki yaş ağırlığı ve yaprak sayısının 1000 kg/da vermikompost uygulamasında olduğu görülmüştür.

Goswami ve ark. (2017) kompost ve vermikompostun, domates ve lahanada, verim, bitki gelişimi ve toprak sağlığına olan etkisini araştırdıkları çalışmalarının sonucunda; vermikompostun, toprağı besin maddesi, hümik ve fülvik asit yönünden zenginleştirdiğini ifade etmişlerdir.

Kumar ve Gupta (2018) yapmış oldukları çalışmada; turp bitkisinde vermikompost ve kimyasal gübrenin verim ve kalite üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştıma sonunda; en yüksek bitki boyu ve kuru madde ,vermikompost uygulamasından elde edilmiş ayrıca verimin de vermikompost uygulanmasıyla beraber çalışmadaki kontrole göre daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Nijhawan ve Kanwar (1952) buğday bitkisinde yapmış oldukları bir çalışma sonucunda; vermikompost uygulamasının, bitki boyu, toplam kuru madde ve başaktaki dane sayısına pozitif bir şekilde etki ettiğini bildirmişlerdir.

Ferreras ve ark. (2006) tarafından toprağı vermikompost uygulaması yapılan bir araştırma sonucunda; vermikompostun, toprak organik karbon içeriğıyle beraber mikrobiyal solunumun miktarına tavşan, tavuk ve at gübresi uygulamasına göre daha fazla olumlu bir etki sağladığı bildirilmiştir.

Saha ve ark. (2008) tarafından yapılmış olan bir çalışmada görülen sonuç; toprağı vermikompost uygulaması ile alkali fosfataz aktivitesinde artış meydana gelmesi ve bununla beraber olarak ta yarıyıslı P_2O_5 miktarında bir artış olduğudur.

Gark ve ark. (2009), araştırmaları sonucunda vermikompostun daha düşük C/N oranına sahip olmasına rağmen, mineral N ve fosfor içeriğinin yüksek olduğunu, EC ve pH değerinin ise düşük olduğunu bildirmişleridir.

Jat ve Ahlawat (2006), şeker mısırı yetiştirilen toprağı 300 kg/da vermikompost uygulanması sonucunda; şeker mısırının kuru ağırlığının ve toprağın toplam N içeriğinin arttığı sonucunu gözlemlemişlerdir.

Zimny ve ark. (2001), çalışmalarını Polonya'da yürütmüşür ve bu çalışmada N'lu gübre, ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Yapılmış olan karşılaştırma sonucuna göre; 10 ton/ha vermikompost kullanılan grupta şeker pancarı bitkisinin biomas oluşumunun 30 ton/ha ahır gübresi ve 140 kg/ha kimyasal gübre kullanımına oranla çok daha iyi sonuçlara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Hümik Asit ile İlgili Olan Çalışmalar

Kaptan ve Aydın (2012) tarafından yapılan bir çalışmada; toprağa farklı seviyelerde uygulanan hümik asidin, pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimi ve kalite özellikleri üzerine olan etkileri, ile toprağın besin elementi içeriklerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, bitkinin morfolojik, verim ve bazı lif kalite parametreleri üzerine hümik asidin etkisinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Sağlam ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada; iki farklı bünyeye sahip toprakta, leonarditin mısır bitkisinin azot alınımına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlara göre 200 kg/da leonardit dozu ve mineral azot gübre uygulaması verim parametrelerinde önemli düzeyde bir artışa neden olmuştur. Bu artışlar hiçbir uygulamanın olmadığı kontrol uygulaması baz alınarak kıyaslandığında; bitki boyu, gövde çapı ve bitkideki azot miktarı sırasıyla yaklaşık %57, %30 ve %64 oranlarında bir artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Leonardit uygulaması ile birlikte diğer makro ve mikro besin elementlerinin içeriğinde de genel olarak bir artış olduğu diğer bir sonuç olarak elde edilmiştir.

Karaman ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, hümik asit uygulamasıyla beraber olarak farklı domates çeşitlerinin (*Lycopersicon esculentum* L.) demir alım etkinliklerinin araştırılması amaçlamışlardır. Çalışma sonunda, hümik asit uygulaması altında Fe gübrelemesinin domates bitkilerinin kuru madde ağırlıkları ve beslenme düzenine olumlu etkide bulunduğu görülmüştür.

Turan ve ark. (2012) tarafından tuzlu koşullarda yapraktan uygulanan hümik asidin mısır bitkisinin gelişimi ve bazı besin elementi alımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada 0 ve 60 mM NaCl ile %0, 0,1 ve 0,2 hümik asit dozları kullanılmıştır. Hümik asit, sera koşullarında saksı denemesinin kurulumundan sonraki 20. ve 35. günlerde yapraktan uygulanmıştır. Tuzluluk, bitki gelişimini olumsuz bir şekilde etkilemiş—bununla beraber, bitki kuru maddesinin ve bitkinin topraktan kaldırdığı besin elementleri miktarının azalmasına neden olmuştur (Na hariç). Yapraktan uygulanan hümik asidin bitki kuru maddesini ve bitkinin topraktan kaldırdığı K miktarını arttırmış olduğunu gözlemlenmiştir. Fakat Fe, Cu ve Zn miktarını ise azaltmıştır. Tuzlu koşullarda yapraktan uygulanan hümik asidin, bitki kuru maddesini, bitkinin topraktan kaldırdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını

arttırdığı sonucuna varılmıştır. Tüm bu sonuçların yanı sıra artış gösteren potasyum miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kunkel ve Holstad (1968) yapmış oldukları hümik asit çalışmasında, pH'sı 7 olan Kolombiya topraklarında hümik ürünlerin uygulamalarının Russet Burbank patates 7 çeşidine verim ve kalite açısından etkilerini araştırmışlardır. Yapılan araştırmanın sonucu olarak patatesin verim değerlerinin arttığını ve bu artış diğer sıvı gübrelere oranla %21 daha fazla verim sağladığını öne sürmüşlerdir.

Benedetti ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada, hümik asit ile N, P, K gübrelere birlikte uygulanması neticesinde elde edilen ürün artışının sadece hümik asit uygulanmasından daha fazla olduğunu ve hümik asit uygulamasının fosforun yararlanılabilirliğini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Selim ve ark. (2009) yüzey ve yüzey altı damlama sulama sistemlerinde kumlu toprak şartlarında bazı patates yumruları üzerinde hümik asit uygulamaları (0 kg/da, 6 kg/da, 12 kg/da) üzerine yaptıkları çalışmalarında, en yüksek dozdaki hümik asit uygulamasında yumru verimi ve nişasta oranında artış olduğunu gözlemlemiştir. Bununla beraber diğer bir sonuç olarak yumruda makro ve mikro besin içeriği hümik asit dozu ile birlikte paralel bir artma söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir.

Laz (2011) toprak düzenleyici ve hümik asitler ile bazı toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerinde etkilerini incelemiş olduğu çalışmada, hümik asit uygulamalarının toprak özelliklerini iyileştirdiğini bunun yanında hümik asit uyguladığı bitkilerde bitki boyu, kuru madde miktarı ve bitkideki makro besin element içeriklerini olumlu yönde etkilediğini ileri sürmüştür. Araştırmacı, kontrolde bitki boyu 45.8 cm iken, hümik asit uygulamasında ortalama 53.3 cm'ye yükseldiğini gözlemlemiş ve hümik asit dozları artışında bitki boylarının da bununla paralel artmakta olduğunu tespit etmiş ve 0.0020 g/g dozunda ise maksimum uzunluğu görme fırsatı olmuştur (54.4 cm). Kuru madde miktarında da hümik asit dozları ile paralel olan bir artış sağlanmış ve kontrolde 1.27 g olan kuru madde miktarının en yüksek hümik asit dozu uygulama sonucunda 2.15 g olduğunu bildirmiştir.

Şanlı ve Karadoğan (2011) yapmış oldukları çalışmalarında leonardit uygulamaları ile (0, 20, 40, 60 kg/da) bazı patates çeşitlerinin (Van Gogh, Milva, Lady Olimpia, Agata) verim ve kalite özelliklerini incelemişlerdir . Araştırma

sonucunda uygulamanın, tüm verim ve kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ileri sürmüşlerdir.

Lulakis ve Petsas (1995) sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kompostundan elde edilen hümik maddesinin domateste çimlenme ve gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. İnceleme sonunda 100-300 mg/kg dozunun kök ve gövde gelişimini olumlu etkilediğini fakat yüksek dozların gelişimi engellediği yönünde bir sonuca varmışlardır.

Elkatmış (2013) hümik asit ve farklı fosfor dozları uygulamalarının nohutta verim ve verim öğelerine olan etkisini incelemiş ve bu inceleme sonunda; bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide tane sayısı, birim alandaki tane verimi, tanede protein oranında artan fosfor ve hümik asit dozlarının yükselişe neden olduğu kanısına varmıştır.

Butler ve Ladd (1971) yapmış oldukları araştırma sonucunda, pamuk bitkisinde yapraktan hümik asit uygulamasının verimi ortalama olarak %11.2 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Çimrin ve ark. (2001) araştırmalarında toprağa azot, fosfor ve potasyumlu gübre kombinasyonları ile hümik asit uygulamalarının mısır bitkisinin gelişmesi ve mineral beslenmesine etkisine yer vermişlerdir. Bu amaçla toprağa katı ve sıvı formda 1000 mg/kg hümik asit ile iki farklı gübre kombinasyonu NPK/2 (150 mg N /kg + 50 mg P /kg + 40 mg K /kg) ve NPK (300 mg N /kg +100 mg P /kg + 80 mg K /kg) uygulaması yapmışlardır. Gübre kombinasyonları ile birlikte hümik asit uygulamaları, mısır bitkisinin kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Zn ve Mn kapsamalarını çok önemli düzeyde artırırken, bunun tam tersi olarak Ca ve Mg kapsamalarını azalttığını ve gübre dozları ile beraber ise sadece NPK/2 dozunda bitkinin N ve Mn içeriklerinde istatistiksel açıdan önemli farklar olduğunu tespit etmişlerdir.

Haroon ve ark. (2010) farklı dozlarda pamuk bitkisine farklı dozlarda uygulanan hümik asidin ve önerilen dozlarda uygulanan NPK gübresinin pamuk verimine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında; sırasıyla 0.5, 1 ve 2 kg/ha olarak farklı dozlarda uygulanan hümik asidin pamuk verimini sırasıyla %10.5, 15.6 ve 13.5 oranında arttırdığını ve NPK ile birlikte

uygulandığında ise verimi sırasıyla %9.01, 19.03 ve 13.02 oranında artırdığı sonucuna varmışlardır.

Öktem ve ark. (2017) yapmış oldukları araştırmalarında Harran Ovası koşullarında 2010 ve 2011 yıllarında iki yıl gibi bir süre zarfında farklı miktarlarda toprağa uygulanan hümik asidin buğday bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. Yapmış oldukları iki yıllık araştırma sonucunda; her iki deneme yılında da tane verimi, bin tane ağırlığı, m²' de tane sayısı ve hasat indeksi yönünden uygulamalar arasında istatistiksel önemde farklılık gözlenirken, bitki boyu ve başakta tane sayısını önemsiz bumuşlar kontrol uygulamasından itibaren artan hümik asit dozlarıyla birlikte tane verimi, bin tane ağırlığı, m²' de tane sayısı ve hasat indeksi değerlerinde artış gözlemlediklerini öne sürmüşlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Toprak, vermikompost eldesi için ahır gübresi ve solucan, hümik ait ile buğday bitkisi denemede materyal olarak kullanılmıştır.

3.1.1. Deneme Toprağı

Bu tez çalışmasında kullanılan deneme toprağı, Samsun'un Bafra ilçesinden Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra Araştırma İstasyonundan (41°56'35.6"N 35°87'59.2"E) 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Alınan toprak örnekleri, gölgede serilerek kurutulmuş ve hava kuru hale getirilmiştir. Kuruyan toprak örnekleri içindeki taş, bitki kökleri, yabancı maddeler elle ayıklandıktan sonra tahta tokmak ile dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve analize uygun hale getirilmiştir (Jackson, 1958).

3.1.2. Ahır Gübresi

Vermikompost eldesi için solucanlara yataklık olarak ahır gübresi kullanılmıştır. Vermikompost üretiminde kullanılan ahır gübresi, Samsun ve çevresinde bulunan veteriner kontrolündeki büyükbaş hayvan işletmelerinden ihtimar edilmiş olarak temin edilmiştir. Temin edilen ahır gübresinin parçacık büyüklüğü küçültülmüş, 0,5 mm'lik elekten elenmiş ve vermikompost eldesinde kullanılmıştır.

3.1.3. Solucanlar

Vermikompost eldesi için *Eisenia fetida* türü solucanlar kullanılmıştır. Bu türe ait solucanların bazı bazı özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. *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	4.8–mm × 2.82 mm
Kokonlardan çıkan yavruların yaşama oranı	%20

3.1.4. Humik Asit

Denemede kullanılan humik ait ticari olarak piyasadan temin edilmiş ve hümik asitin bazı özellikleri çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme kullanılan hümik asit içeriği

Garanti Edilen İçerik	w/w
Toplam Organik Madde	%7
Toplam Hümik + Fulvik Asit	%18
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K ₂ O)	%4
pH Aralığı	11,6-13,6
Üretimde Kullanılan Hammaddeler	Leonardit

3.1.5. Bitki

Denemede 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 görümlü olup, tane oval şekildedir. Buğday bitkisinden bazı görüntüler Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede Kullanılan Pandas türü buğday (*Triticum aestivum*) bitkisinden görüntüler

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemede Kullanılan Toprağın Analizleri

Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, Çizelge 3.3.'de verilen analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Sera denemesinde kullanılan toprağın özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler (Rowell, 1996; Kacar, 1995).

Analizler	Uygulanan Yöntem
Toprak tekstürü	Hidrometre yöntemi ile
Toprak reaksiyon (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
Kireç (CaCO ₃)	Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak
Toplam N	Kjeldahl yöntemi ile
Alınabilir P	Olsen yöntemine göre
Değişebilir Na, K, Ca, Mg	1 N NH ₄ OAc ekstraksiyonu ile

3.2.2. Vermikompost Eldesinde Kullanılan Ahır Gübresinin Analizleri

Sera denemesinde kullanılacak olan vermikompostun eldesi amacıyla alınan ahır gübresinin bazı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Çizelge 3.4. de verilen analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.4 Vermikompost eldesinde kullanılan ahır gübresinin özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler (Kacar, 1972, 1995; Estefan ve ark., 2014).

Analizler	Uygulanan Yöntem
pH	1:10 (w/v), kompost:su karışımında pH metre ile
Elektriksel İletkenlik	1:10 (w/v), kompost:su karışımında EC metre ile
Organik madde	Kuru yakma yöntemi
Toplam N	Kjeldahl yöntemi ile
C/N	Organik madde ve N analizleri sonucu hesaplama ile

3.2.3. Vermikompost Eldesi

Vermikompost eldesinde kullanılan kurutulmuş ve öğütülmüş ahır gübresi üzerine ilave edilen *Eisenia fetida* türü solucanlar 160 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. 25 ±2 °C'deki inkübasyon süresince ortamın nem içeriği maksimum su tutma kapasitesinin %50'si seviyesinde tutulmuştur. İnkübasyon sonunda ise, elde edilen vermikompost içerisinden *Eisenia fetida* türü solucanlar elle toplanarak, vermikompost özelliklerinin belirlenmesi ve sera denemesinde kullanılmak amacıyla

depolanmıştır. Çizelge 3.5.'de vermikompostun bazı özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler verilmiş olup, kullanılan vermikompostun görüntüsü ise Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Vermikompostun bazı özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan analiz yöntemleri (Kacar, 1972, 1995; Estefan ve ark., 2014).

Analizler	Uygulanan Yöntem
pH	1:10 (w/v), kompost:su karışımında pH- metre ile
Elektriksel İletkenlik	1:10 (w/v), kompost:su karışımında EC metre ile
Organik madde	Kuru yakma yöntemi
Toplam N	Kjeldahl yöntemi
C/N	Organik madde ve N analizleri sonucu hesaplama ile



Şekil 3.2. Denemede kullanılan vermikomposttan görüntüler

3.2.4. Sera Denemesi

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin verim ve verim unsurları ile toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak sera denemesi oluşturulmuştur. Sera denemesindeki, deneme konuları aşağıda verilmiştir:

Deneme Konuları

- V0HA0: Kontrol (K)
- V1HA0 : Vermikompost (% 1)
- V1HA1: Vermikompost (% 1) + Hümik Asit (1,5L/da)
- V1HA2: Vermikompost (% 1) + Hümik Asit (3 L/da)
- V1HA3: Vermikompost (% 1) + Hümik Asit (4,5 L/da)
- V1HA4: Vermikompost (% 1) + Hümik Asit (6 L/da)
- V2HA0: Vermikompost (% 2)
- V2HA1: Vermikompost (% 2) + Hümik Asit (1,5 L/da)

- V2HA2: Vermikompost (% 2) + Hümik Asit (3 L/da)
- V2HA3: Vermikompost (% 2) + Hümik Asit (4,5 L/da)
- V2HA4: Vermikompost (% 2) + Hümik Asit (6 L/da)
- V3HA0: Vermikompost (% 4)
- V3HA1: Vermikompost (% 4) + Hümik Asit (1,5 L/da)
- V3HA2: Vermikompost (% 4) + Hümik Asit (3 L/da)
- V3HA3: Vermikompost (% 4) + Hümik Asit (4,5 L/da)
- V3HA4: Vermikompost (% 4) + Hümik Asit (6 L/da)

Fırın kuru toprak ağırlık üzerinden 3.5 kg toprak bulunan saksılara çizelge 3.6.' da verilen uygulamalar yapılmış ve saksıların nem içerikleri tarla kapasitesi seviyesine getirilerek buğday tohumunun ekimi gerçekleştirilmiştir. Tüm saksılara önce 25 tohum ekilmiş daha sonrasında her bir saksı için saksı çapı göz önünde bulundurularak yapılan hesaplama sonucunda 17 adet buğday tohumu kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Her gün yapılan tartımlar ile saksılardaki toprakların nem içerikleri, tarla kapasitesi seviyesinde tutulmuş, eksilen su miktarı tamamlanmıştır. 162 gün süren sera denemesi sonunda saksılar bozulup, saksılardan alınan toprak örneklerinde ilgili analizler yapılmış ve bitki ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Sera denemesinin kurulması ile ilgili bazı görüntüler Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Sera denemesinin kurulma aşamasından görüntüler

3.2.4.1. Deneme Sonunda Hasat Edilen Bitkilerdeki Ölçümler

3.2.4.1.1. Bitki Boyu

Sera denemesi sonunda hasattan önce cetvel yardımıyla bitkinin boy uzunluğunun ölçümü yapılmıştır.

3.2.4.1.2. Başak Boyu

Sera denemesi sonunda hasattan önce cetvel yardımıyla bitkinin başak boyu ölçümü yapılmıştır.

3.2.4.1.3. Bitkilerin Dane+ Sap Verimi

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkilerin dane + sap verimi (yaş ağırlıkları) her bir bitki için ayrı ayrı olmak üzere tartım yapılarak belirlenmiştir.

3.2.4.1.4. Bin Dane Ağırlığı

Sera denemesi sonunda hasat edilen ve kurutulan bitkilerin bin dane ağırlıkları gravimetrik olarak belirlenmiştir.

3.2.4.2. Deneme Sonunda Yapılan Toprak Analizleri

Sera denemesi sonunda saksılardan alınan toprak örneklerinde bazı kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. Biyolojik analizler için toprak örnekleri analiz sırası gelinceye değin, +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir.

3.2.4.2.1. Kimyasal Analizler

3.2.4.2.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerinin pH'sı 1:1 (w/v) toprak:saf su karışımında pH-metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Rowell, 1996; Kacar, 1995).

3.2.4.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Toprak örneklerinin Elektriksel İletkenliği 1:1 (w/v) toprak:saf su karışımında EC-metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Rowell, 1996; Kacar, 1995).

3.2.4.2.1.3. Organik Karbon (%)

Toprak örneklerinin organik C içerikleri Kromik ve sülfürik asit ile işleme tabi tutulmak suretiyle toprak organik maddesindeki organik karbonun tamamının oksitlenmesini sağlamak ve bu oksidasyon için kullanılan kromatın oksidasyona girmeyen kısmının standart demir sülfat çözeltisi ile titre edilmesi ile belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1996).

3.2.4.2.1.4. Toplam Azot

Toprak örneklerinin toplam N içerikleri Bremner (1965) tarafından bildirildiği üzere Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.4.2.1.5. Alınabilir Fosfor

Toprakların alınabilir P içerikleri Olsen ve ark. (1954) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiştir.

3.2.4.2.2. Biyolojik Analizler

Alınan toprak örneklerinin biyolojik özellikleri 3 paralelli olarak yapılmış ve tüm sonuçlar, toprakların nem içeriklerindeki farklılıklar dikkate alınarak kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.4.2.2.1. Mikrobiyal Biyomas Karbon

Toprak örneklerinin içerdiği toplam mikrobiyal biyomas karbon miktarları Anderson ve Domsch (1978) tarafından bildirilen substrat indirgenme yöntemine göre elde edilmiştir. Bu amaçla, toprak örnekleri üzerine glikozun belirli miktarları ilave edilerek, belirli zaman sonunda üretilen CO₂ miktarından biyomas karbon hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar mg CO₂-C 100 g⁻¹ kuru toprak 1 saat⁻¹ cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.4.2.2.2. Toprak Solumu (TS)

Toprak örneklerinin karbondioksit üretim miktarı Anderson (1983) tarafından bildirildiği şekilde Isermeyer Yöntemine göre belirlenmiştir. Buna göre 24 saatlik inkübasyon boyunca 25°C'de inkübasyona bırakılan toprak örneklerinden üretilen CO₂ alkali tarafından (Ba(OH)₂·8H₂O+BaCl₂) tutularak, arta kalan OH⁻ kesin konsantrasyonu bilinen HCl ile fenolftalein indikatörü eşliğinde titrasyona tabi

tutularak elde edilen sonuçlar mg CO₂ g⁻¹ kuru toprak 24 saat⁻¹ 25°C cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.4.2.2.3. Sera Koşullarında Toprakların CO₂ Üretimi

Serada CO₂ belirlenmesi amacıyla petri kaplarına 0,3 M NaOH konulmuştur. Bu petri kapları sırasıyla saksıların içerisine yerleştirilmiş ve saksıların üzeri hava almayacak şekilde jelatin ile kapatılmıştır. Kapatma zamanı kayıt edilmiştir. Daha sonra erlenmeye 20 ml 0,5 M BaCl₂ konulmuş ve üzerine 5-6 damla indikatör damlatılmıştır. Yaklaşık olarak 2 saat inkübasyon süresi geçtikten sonra saksıların üzeri açılmaya başlanmış-ve açılma saati kayıt edilmiştir. Açılan saksılar içerisindeki petri kapları dikkatli bir şekilde erlenmeye dökülmüş, içerisinde 0,1 M HCl bulunan büret ile titrasyona tabi tutulmuştur. Harcanan HCl miktarı not edilmiştir. Ayrıca bu analiz sırasında, seranın ortalama sıcaklığı da kayıt edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan hareketle, doğrudan saksı toprağındaki CO₂ üretim miktarı belirlenmiştir.

3.3. İstatistiksel Analizler

Sera denemesi sonunda toprak analizleri ile bitkisel ölçümlerden elde edilen verilere ait istatistiksel analizler, SPSS paket programında yapılmış ve sonuçlar Yurtsever (1984) tarafından bildirildiğı şekli ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR TARTIŞMA

4.1. Deneme Toprağı

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre toprak, killi tın bünyeli, nötr reaksiyonlu, tuzsuz, kireçli, çok fazla fosfor içeriğine sahip, organik madde içeriği az, azot içeriği düşük, ca ve mg içeriği yüksek, sodyum ve potasyum içeriği çok yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özelliği	Analiz Sonucu
Kum, %	38.24
Silt, %	36.11
Kil, %	25.65
Tekstür Sınıfı	Tın
pH	7.18
EC, dS m ⁻¹	0.48
Kireç (CaCO ₃), %	19.76
Organik madde, %	1.12
Toplam Azot (N), %	0.08
Alınabilir Fosfor (P), mg kg ⁻¹	136.20
Değişebilir Kalsiyum (Ca), cmol kg ⁻¹	34.40
Değişebilir Magnezyum (Mg), cmol kg ⁻¹	7.70
Değişebilir Potasyum (K), cmol kg ⁻¹	0.81
Değişebilir Sodyum (Na), cmol kg ⁻¹	0.56

Vermikompost Eldesinde Kullanılan Ahır Gübresinin Özellikleri

Sera denemesinde kullanılacak olan vermikompostun eldesi amacıyla alınan ahır gübresinin bazı özellikleri Çizelge 4.2.’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre ahır gübresi hafif alkalın reaksiyonlu, organik madde içeriği %70,7 ve C/N oranı ise 21.25 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Vermikompost eldesinde kullanılan ahır gübresinin bazı özellikleri

Özellikler	Analiz sonucu
pH	7.30
Elektriksel İletkenlik (EC), dS m ⁻¹	1.76
Organik madde, %	70.72
Toplam N, %	1.93
C/N	21.25

4.3. Vermikompostun Özellikleri

Vermikompost eldesi amacıyla kurutulmuş ve öğütülmüş ahır gübresi üzerine ilave edilen *Eisenia fetida* türü solucanlar, 160 gün süre ile inkübasyona

bırakılmıştır. 25 ± 2 °C'deki inkübasyon süresince ortamın nem içeriği maksimum su tutma kapasitesinin %50'si seviyesinde tutulmuştur. İnkübasyon sonunda ise, elde edilen vermikompost içerisinden *Eisenia fetida* türü solucanlar elle toplanarak, vermikompostun özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre vermikompost alkalın reaksiyonlu, organik madde içeriği %52.28 ve C/N oranı ise 14 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Vermikompostun bazı özellikleri

Özellikler	Analiz sonucu
pH	8.11
Elektriksel İletkenlik (EC), dS m ⁻¹	17.04
Organik Madde, %	52.28
Toplam N, %	2.29
C/N	14.00
Toplam P, %	0.79
Toplam K, %	1.35

Solucanlara besin diyeti olarak kullanılan ahır gübresinin 160 günlük vermikompostlaştırma süresi sonunda özelliklerinin büyük oranda değiştiği, elde edilen vermikompostun hem organik madde içeriğinin hem de besin maddesi içeriğinin zenginleştiği, C/N oranının ise daraldığı saptanmıştır. Buna karşın, vermikompostun elektriksel iletkenliğinin (tuzluluk) arttığı, pH'sının ise alkalın olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalar ile (Kızılkaya, 2004, 2007, 2008; Kızılkaya ve Hepşen Türkay, 2007, 2014; Kızılkaya ve ark., 2011) solucanlar tarafından üretilen vermikompostların besin maddesi içeriklerinin ve tuzluluğun, solucanın besin diyetine giren materyalden çok fazla olduğu, vermikompostun veya solucan dışkısının yapısında daha yüksek seviyelerde bulunan bazik katyonlardan dolayı vermikompostun alkalı bir nitelik taşıdığı belirlenmiştir.

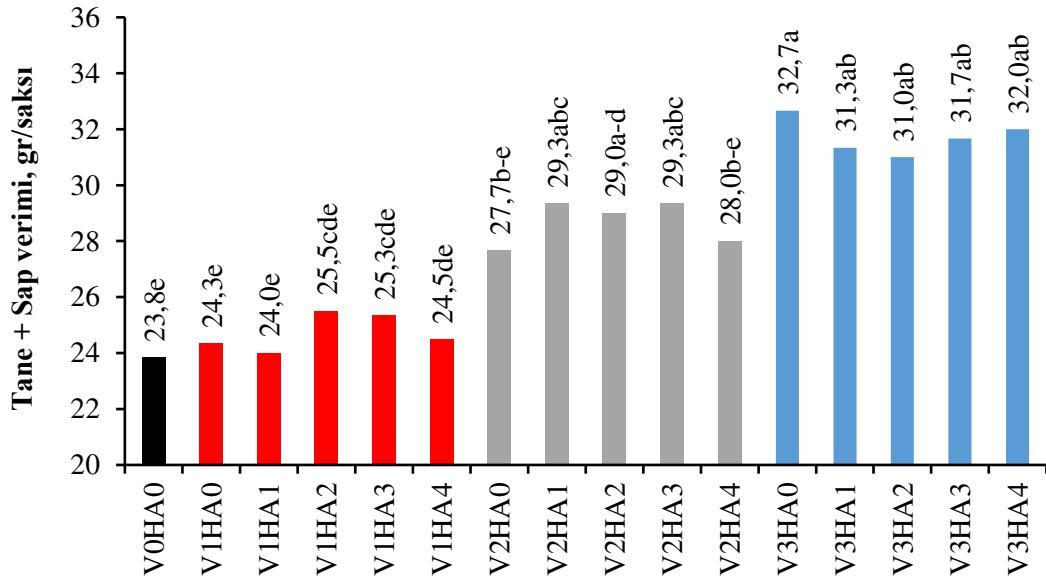
4.4. Sera Denemesi

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin verim ve verim unsurları ile toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ve 162 gün süren sera denemesi sonunda, deneme konularının buğday bitkisinin verim ve verim unsurları ile toprak özellikleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

4.4.1. Vermikompostun Buğday Bitkisinin Ürün Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi

4.4.1.1. Dane + Sap verimi

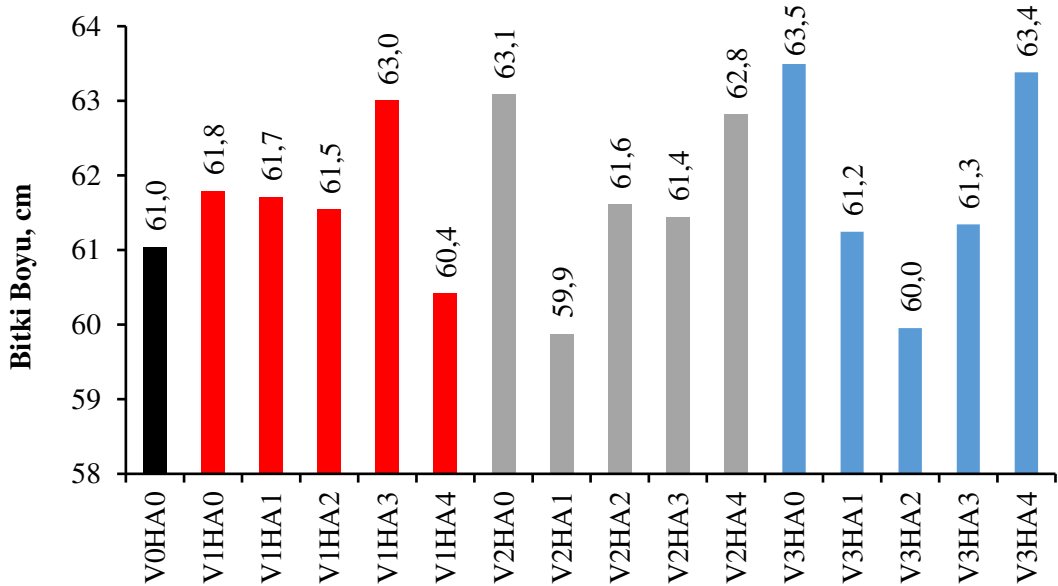
Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği saksılardaki dane+sap verimi üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.1.'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 1'de verilmiştir. Topraklara vermikompost ve humik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), dane + sap verimi 23,8 gr/saksı iken, topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) dane + sap veriminde önemli artışlar meydana getirdiği, verimdeki en yüksek artışın ise %4'lük vermikompost uygulamasından (V3) elde edildiği görülebilir ($P<0,05$). Buna karşın, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen humik asitin ise, bitkinin dane + sap veriminde oluşturduğu etkinin, vermikompost uygulamasında olduğu gibi belirgin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Buckerfield ve ark. (1998) turp Alam ve ark. (2007) patates bitkisine yapılan vermikompost uygulamasının bitkisel ürün verimini artırdığı saptanmıştır. Butler ve Ladd (1971) ise, pamuk bitkisinde yapılan yapraktan humik asit uygulamasının bitkisel ürün verimini yaklaşık % 11.2 oranında arttırdığını saptamışlardır.



Şekil 4.1. Vermikompost ve humik asit uygulaması sonunda buğday bitkisinin dane + sap verimindeki değişimler (V: Vermikompost, HA: Humik asit, V0: % 0 V, V1: %1 V, V2: %2 V, V3: %4 V, HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.1.2. Bitki Boyu

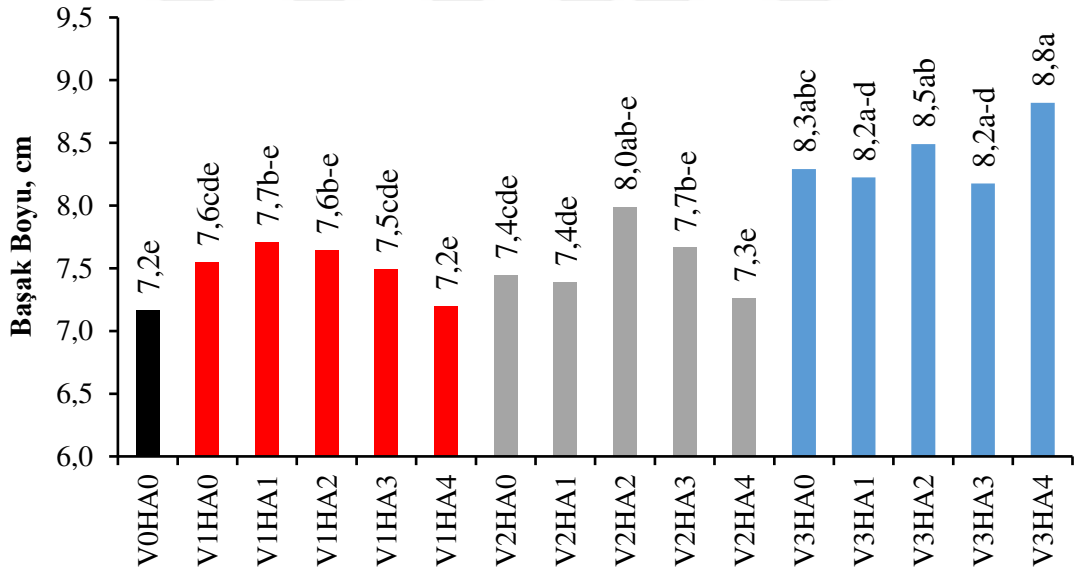
Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği saksılardaki buğday bitkisinin bitki boyu üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.2.'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 2'de verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), bitki boyu 61 cm iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) bitki boyundaki önemli artışlar meydana getirdiği, en yüksek artışın ise V3 uygulamasında 63,5 cm olarak belirlenmiştir. Buna karşın, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen hümik asitin ise, bitki boyunda oluşturduğu etkinin, vermikompost uygulamasında olduğu gibi belirgin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Alaboz ve ark. (2017) sera koşullarında kumlu tın bünyeli toprakta yetiştirilen biber bitkisine artan dozlarda vermikompost uygulamasının etkisinin araştırıldığı çalışmalarında, artan vermikompost dozuna bağlı olarak bitki boyunda da önemli artışların olduğunu saptamışlardır.



Şekil 4.2. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitki boyundaki değişimler (V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: % 0 V, V1: %1 V, V2: %2 V, V3: %4 V, HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.1.3. Başak Boyu

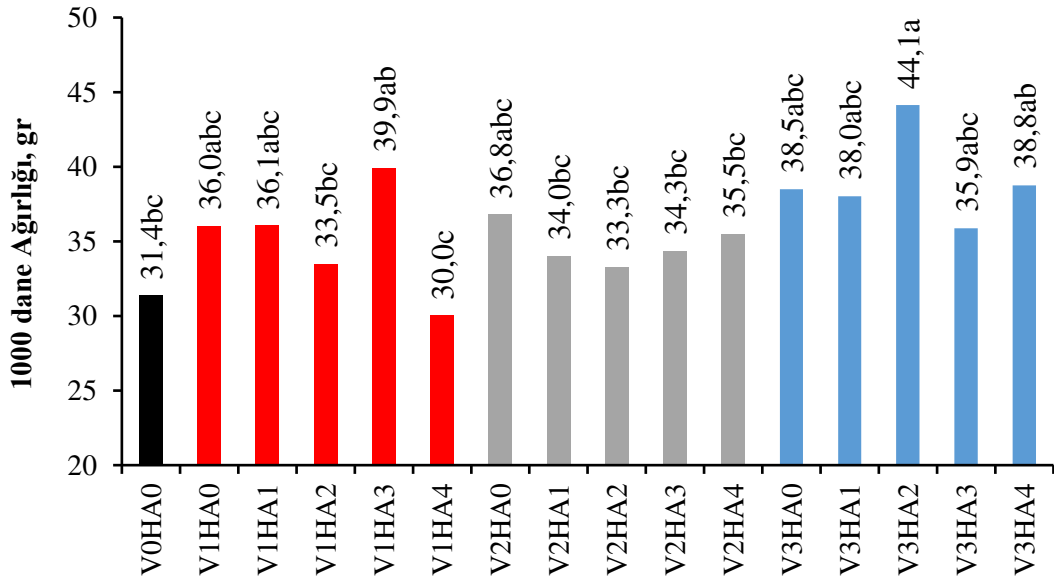
Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği saksılardaki buğday bitkisinin başak boyu üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.3.'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 3'te verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), başak boyu 7,2 cm iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) dane + sap veriminde önemli artışlar meydana getirdiği, verimdeki en yüksek artışın ise V3 uygulamasında 8,3 cm olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen hümik asitin bitki boyunda oluşturduğu etkinin ise, vermikompost uygulamasında olduğu gibi kararlı bir artış veya azalmaları içeren bir olmadığını belirlenmiş olmasına karşın, tüm uygulamalar içerisinde en fazla başak boyu V3HA4 uygulamasında 8,8 cm olarak saptanmıştır.



Şekil 4.3. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitki başak boyundaki değişimler (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V, V1: %1 V, V2: %2 V, V3: %4 V, HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.1.4. Bin Dane Ağırlığı

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği saksılardaki buğday bitkisinin başak boyu üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.4.'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 4'te verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), bin dane ağırlığı 31,4 g iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) bin dane ağırlığında önemli artışlar meydana getirdiği, verimdeki en yüksek artışın ise V3 uygulamasında 38,5 g olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen hümik asitin ise, bin dane ağırlığında oluşturduğu etkinin, vermikompost uygulamasında olduğu gibi kararlı bir artış veya azalmaları içeren bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiş olmasına karşın, tüm uygulamalar içerisinde en fazla bin dane ağırlığı V3HA2 uygulamasında 44,1 g olarak saptanmıştır. Benzer şekilde, Nijhawan and Kanwar (1952) buğday bitkisinde yapmış oldukları çalışmada, topraklara yapılan vermikompost uygulamasının, başaktaki dane sayısında ve bin dane ağırlığında, önemli artışların sağlandığını saptamışlardır.

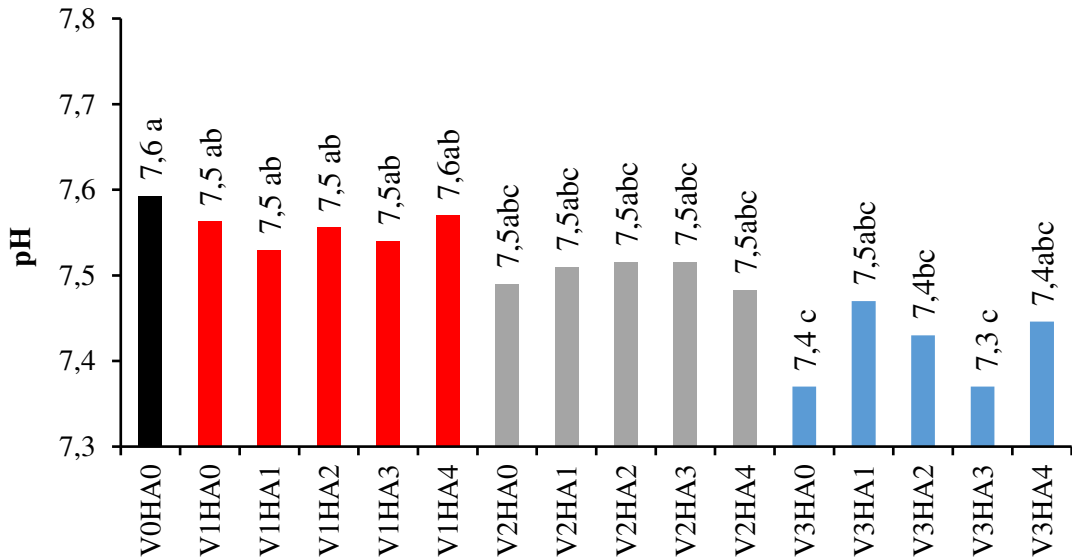


Şekil 4.4. Vermikompost ve hümik asit uygulaması sonunda buğday bitkisinin bin dane ağırlığındaki değişimler (V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: % 0 V, V1: %1 V, V2: %2 V, V3: %4 V, HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2. Vermikompostun Toprakların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi

4.4.2.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

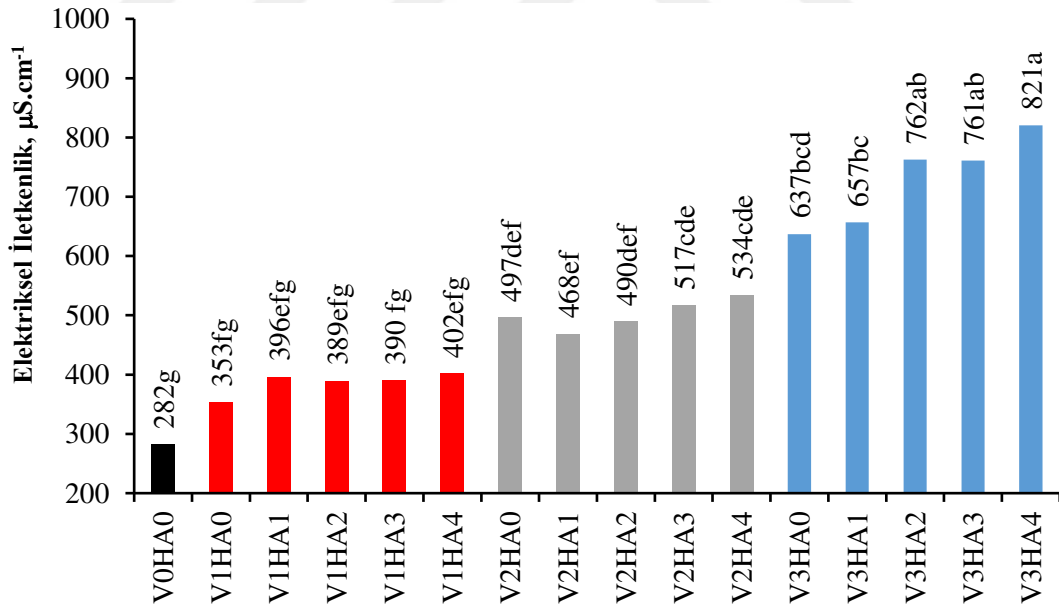
Vermikompostun ve humik asit uygulamalarının buğday bitkisi yetiştirilen toprakların pH'sı üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.5.'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 5'te verilmiştir. Topraklara vermikompost ve humik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), toprak pH'sı 7,60 iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) toprak pH'sında düşüşler meydana getirdiği, toprak pH'sında meydana gelen en fazla düşüşün ise %4'lük vermikompost uygulamasından (V3) elde edildiği görülmüştür ($P < 0,05$). Buna karşın, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen humik asitin ise, toprak pH'sında meydana getirdiği etki, vermikompost uygulamasında olduğu gibi belirgin bir etkiye sahip olmamıştır. Benzer şekilde, Azarmi ve ark. (2008) domates yetiştiriciliği yapılan topraklara artan dozlarda vermikompost uygulamasının toprak pH'sını düşürdüğünü, toprak pH'sında meydana gelen en fazla düşüşün ise vermikompost en yüksek uygulama dozunda (15 t da^{-1}) olduğunu saptamışlardır. Gutiérrez-Miceli ve ark. (2007) ise, koyun gübresinden elde edilen vermikompostun domates verimini artırdığını, buna karşın toprak pH'sını düşürdüğünü saptamışlardır.



Şekil 4.5. Vermikompostun ve humik asit uygulamasının toprak reaksiyonu (pH) üzerine etkisi (V: Vermikompost, HA: Humik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların Elektriksel İletkenlik (EC) değerleri üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları, Şekil 4.6.'da, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 6'da verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), toprakların Elektriksel İletkenlik değerleri ortalama olarak $282 \mu\text{S cm}^{-1}$ iken, topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) toprakların EC değerlerinde önemli artışları meydana getirdiği, en yüksek EC'nin ise en fazla (%4'lük) vermikompost uygulamasından (V3) elde edildiği ortaya koyulmuştur ($P < 0,05$). Bununla beraber, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen hümik asitin de, toprakların Elektriksel İletkenlik değerlerinde artışlar sağladığı, en fazla artışın da en yüksek hümik asit dozunda (HA3) olduğu saptanmıştır. Başka bir ifadeyle; ortalama olarak en yüksek EC değeri, en yüksek uygulama dozlarında (V3HA3) $821 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının EC üzerine etkisi

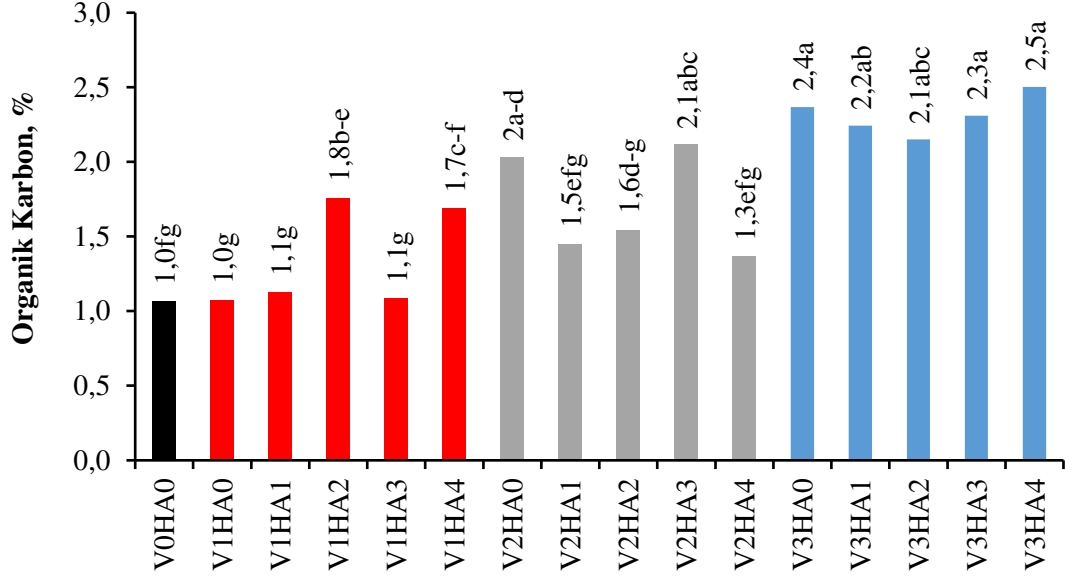
(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

Toprakların EC değerleri, toprak tuzluluğunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Besin maddelerince ve çeşitli iyonlarca zengin olan vermikompostun artan dozlarının topraklara uygulanmasıyla, toprağın suda

çözünebilir iyon ve buna bağlı olarak tuz içeriğinin yani elektriksel iletkenliğinin artması beklenen bir sonuç olarak görünmektedir. Topraklara yapılan vermikompost ve hümik asit uygulamalarının; EC değerlerini artırması, toprakların tuzluluğunun artması olarak değerlendirilebilir. Ancak, başlangıçta tuzsuz olan toprağın tuz içeriği artmasına karşın, en yüksek olan uygulama dozunda dahi toprak yine “tuzsuz” sınıfında yer almaktadır. Benzer şekilde Çıtak vd. (2011), Tavalı vd. (2014) ve Azarmi et al., (2008) tarafından yapılan çalışmalar ile; topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostun, toprakların Elektriksel İletkenlik değerlerinde önemli düzeylerde artışlar sağlandığı saptanmıştır.

4.4.2.3. Organik Karbon

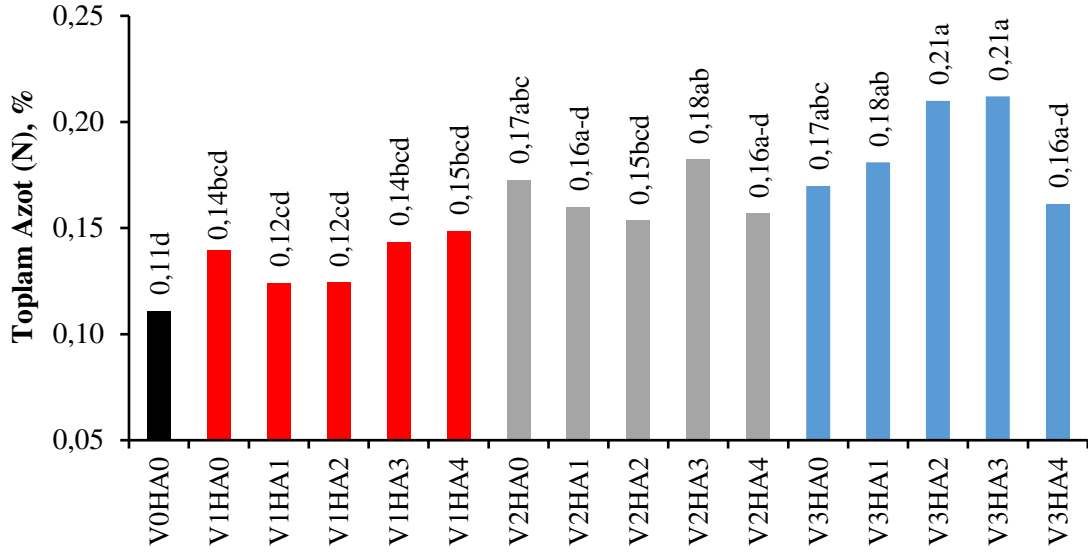
Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların organik karbon içeriği üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.7. 'de, elde edilen sonuçların detayları ise Ek 7'de verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), toprakların organik karbon içerikleri %1 seviyesinde iken, topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2, V3) toprakların organik karbon içeriklerinde önemli artışları meydana getirdiği, en yüksek toprak organik karbon seviyesinin ise vermikompostun en fazla uygulamasında (V3) elde edildiği saptanmıştır ($P < 0,05$). Bununla beraber, topraklara vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde verilen hümik asitin de, toprakların organik karbon içeriğinde stabil olmayan bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek toprak karbon içeriği, V3HA3 uygulama dozunda %2,5 olarak saptanmıştır. Bu durumun, büyük bir kısmı organik yapılardan oluşan ve organik madde içeriği %52,28 olan vermikompostun, topraklara uygulandığında doğal olarak toprağın organik C içeriğini de artırmasına atfedilmiştir. Benzer şekilde Gopinath et al., (2008), topraklara vermikompost dahil tüm organik materyal uygulamalarının, toprakların organik karbon içeriğini artıracaklarını bildirmişlerdir.



Şekil 4.7. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların organik karbon içeriği üzerine etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2.4. Toplam Azot

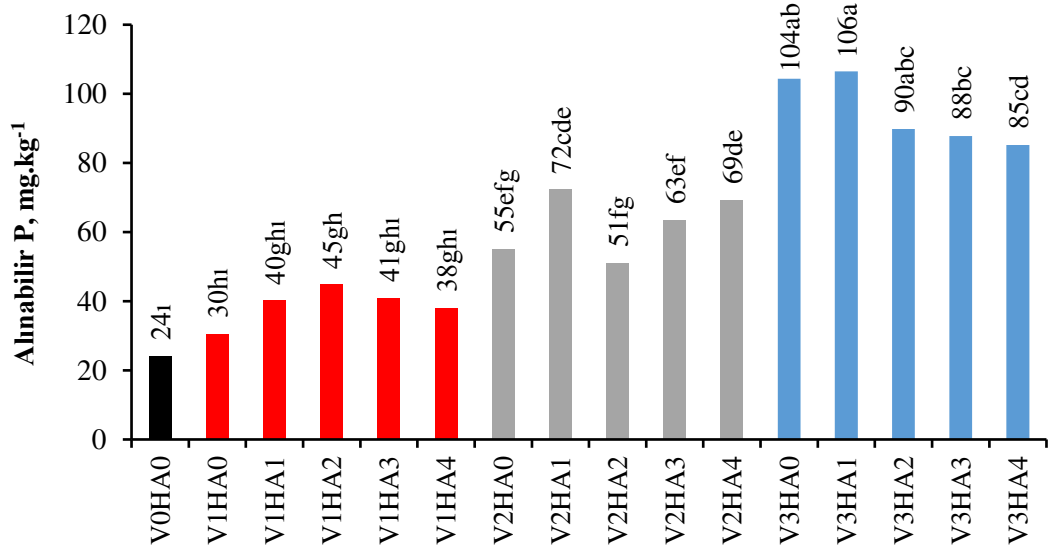
Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların toplam azot (N) içeriği üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.8’de, elde edilen sonuçların detayları Ek 8’de verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), toprakların toplam N içerikleri %0.11 seviyesinde iken topraklara artan seviyelerde uygulanan vermikompostun arta dozlarının (V1, V2, V3) toprakların toplam N içeriklerinde önemli artışları meydana getirdiği saptanmıştır. Aynı şekilde, vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde ilave edilen hümik asitlerinde toprakların toplam N içeriğini artırdığı saptanmıştır. En yüksek toplam N içeriğinin ise V3HA2 ve V3HA3 uygulama dozlarında %0.21 olarak saptanmıştır. Bu durum, kuşkusuz, vermikompostun bileşiminde bulunan N’den kaynaklanmakta ve topraklara ilave edilen vermikompost ile beraber vermikompostun bileşimindeki N, toprağın N içeriğini artırmaktadır. Benzer şekilde Azarmi ve ark. (2008), Handreck (1986) ve Jat and Ahlawat (2006) yaptıkları çalışmalarda, topraklara artan seviyelerde uygulanan vermikompostların toprakların toplam N içeriğini artırdığını belirlemişlerdir.



Şekil 4.8. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların toplam N içeriği üzerine etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da-1; HA1: 1,5 L HA.da-1; HA2: 3 L HA.da-1; HA3: 4,5 L HA.da-1; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2.5. Alınabilir Fosfor

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların alınabilir fosfor (P) içeriği üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.9.'de, elde edilen sonuçların detayları Ek 9'da verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), toprakların alınabilir P içerikleri 24 mg.kg⁻¹ seviyesinde iken topraklara artan seviyelerde uygulanan vermikompost dozlarının (V1, V2, V3) toprakların alınabilir P içeriklerinde önemli artışları meydana getirdiği saptanmıştır. Aynı şekilde, vermikompostlar ile beraber artan seviyelerde ilave edilen artan Hümik asitlerinde toprakların alınabilir P içeriğini artırdığı saptanmıştır. Topraklara vermikompost uygulanması ile kireç içeriği % 19,76 olan deneme toprağında ortamın asitleşmesine katkı sağlayarak kireç tarafından tutulan fosforun çözünebilir hale geçmesiyle ilgilidir. Benzer durum, topraklara artan seviyelerde ilave edilen humik asit için geçerlidir. Mahmoud ve Ibrahim (2012), Özkan vd. (2016) ve Özkan ve Müftüoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmalarda topraklara artan seviyelerde uygulanan vermikompostların toprakların alınabilir P içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Benedetti (1996) ise, topraklara yapılan humik asit uygulamasının topraklardaki P'un çözünürlüğünü artırarak, toprakların alınabilir P içeriğinin artmasına neden olduğunu saptamışlardır.

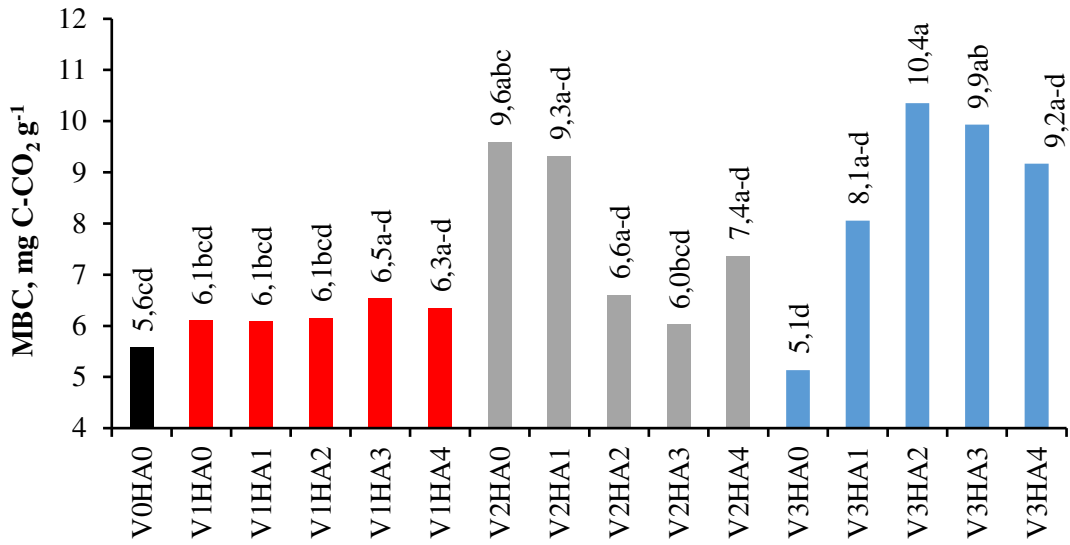


Şekil 4.9. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların alınabilir P içeriği üzerine etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2.6. Mikrobiyal Biyomas C (MBC)

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içeriği üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.10.'de, elde edilen sonuçların detayları Ek 10'da verilmiştir. Topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), MBC içerikleri 5,6 mg C-CO₂ g⁻¹ seviyesinde iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2) toprakların MBC içeriklerini önemli seviyede artırdığı, buna karşın yüksek vermikompost dozlarında ise MBC'nin azalmaya başladığı saptanmıştır. Bununla beraber, vermikompost ile beraber artan seviyelerde uygulanan hümik asitlerin toprakların MBC içeriği üzerine olan etkisi kararlı bir değişkenlik göstermediği saptanmıştır. Tüm uygulamalarda en yüksek MBC içeriği 10,4 mg C-CO₂ g⁻¹ seviyesi ile V3HA2 uygulamasından elde edilmiştir. Toprakların mikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesinde önemli bir indikatör parametre olan MBC, özellikle topraktaki organik maddenin mineralizasyonu süreçlerine iştirak ederek (Powlson ve Brookes, 1987) topraktaki ekolojik çevrimlere aktif olarak katılmaktadır (Jenkinson ve Parry, 1989). Bu mikrobiyal aktiviteyi ve MBC'yi artırmaktadır. Bununla beraber, yüksek dozda topraklara ilave edilen vermikompostun MBC'yi düşürdüğü saptanmıştır. Benzer şekilde Marinari et al., (2000), Kızılkaya ve Hepşen (2007), Akça vd. (2014), vermikompost ve diğer farklı organik materyallerin topraklara uygulanmasıyla

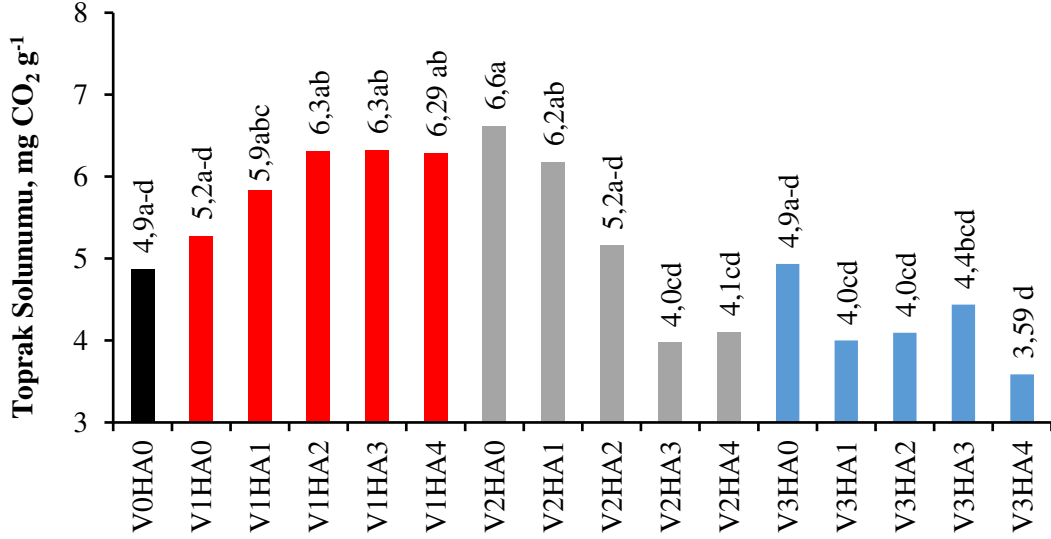
toprakların mikrobiyal biyomas karbon içeriklerinin artırarak, toprakların biyolojik özelliklerini düzenlediğini saptanmıştır.



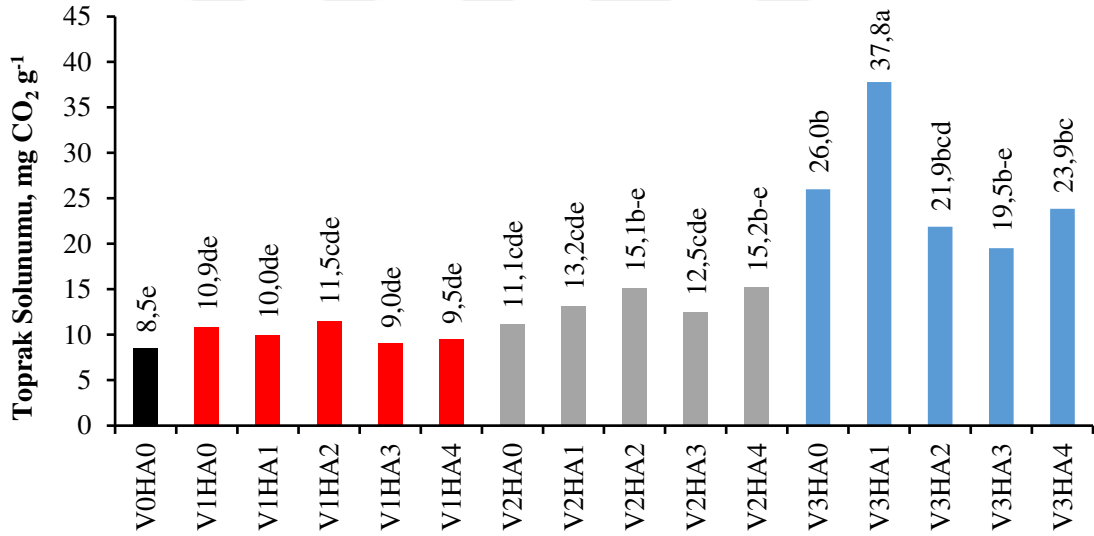
Şekil 4.10. Vermikompostun ve hümik asit uygulamasının toprakların mikrobiyal biyomas karbon içeriği üzerine etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

4.4.2.7. Toprak Solunumu (TS)

Vermikompostun ve humik asitin buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakların solunumları (CO₂ üretimleri) üzerine olan etkileri ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 4.11 ve 4.12’de, elde edilen sonuçların detayları Ek 11 ve 12’de verilmiştir. Saksılardaki bitkilerin hasatları sonucu alınan toprak örneklerinin laboratuvara götürüldükten sonra bu toprakların CO₂ üretim miktarları (Şekil 4.11) ile doğrudan hasat sonu saksılardan meydana gelen CO₂ ölçümleri arasında (Şekil 4.12) bir kısım farklı sonuçlar elde edilmiştir. Laboratuvara götürülerek belirlenen ölçümlerde, topraklara vermikompost ve hümik asit uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında (V0HA0), TS içerikleri 4,9 mg CO₂ g⁻¹ seviyesinde iken topraklara artan seviyelerde verilen vermikompostların (V1, V2) toprakların TS içeriğini artırmış, en yüksek dozdaki vermikompost uygulamasında (V3), TS’nin azaldığı saptanmıştır. Oysaki, doğrudan hasat sonu topraklarda yapılan ölçümlerde vermikompost uygulama dozu arttıkça TS’nin arttığı saptanmıştır. Ancak, vermikompostlar ile beraber uygulanan hümik asit uygulamalarının TS üzerinde oluşturduğu etkide kararlı bir artış veya azalmaların olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.11. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların laboratuvar koşullarında belirlenen solunumları (CO₂ üretimleri) üzerine olan etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)



Şekil 4.12. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının toprakların doğrudan sera koşullarında belirlenen solunumları (CO₂ üretimleri) üzerine olan etkisi (V:Vermikompost, HA:Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

Benzer şekilde, topraklara vermikompost gibi diğer tüm organik atıkların uygulanması durumunda, toprakların solunumlarının (CO₂ üretimleri) arttığı, yapılan çalışmalarda (Ferrerias et al., 2006) ortaya konulmuştur.

4.4.2.8. Bitki Verim ve Verim Unsurları İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkilerde yapılan ölçümler ile toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkilerde yapılan ölçümler ile toprak analizleri sonunda belirlenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

	pH	EC	TS	MBC	BB	BU	BDA	Verim	N	P
OC	-0,477**	0,670**	0,624**	0,298*	0,071	0,549**	0,276	0,647**	0,524**	0,671**
pH		-0,744**	-0,461**	-0,270	0,032	-0,449**	-0,128	-0,531**	-0,639**	-0,721**
EC			0,663**	0,425**	0,020	0,676**	0,335*	0,726**	0,706**	0,804**
TS				0,183	0,111	0,582**	0,216	0,629**	0,411**	0,767**
MBC					-0,087	0,253	0,324*	0,325*	0,362*	0,432**
BB						0,182	0,185	0,134	-0,170	0,067
BU							0,508**	0,713**	0,282	0,593**
BDA								0,439**	0,205	0,347*
Verim									0,586**	0,806**
N										0,633**

pH : Toprak Reaksiyonu; EC : Elektriksel İletkenlik; TS : Doğrudan CO₂ üretimi; MBC: Mikrobiyal Biyomas Karbon; BB: Bitki Boyu, BU: Başak Boyu; BDA: Bindane Ağırlığı; Verim: Dane+sap verimi, N: Azot; P: Fosfor

Yapılan istatistiksel analizler sonunda toprak organik C içeriği ile pH arasında negatif; EC, CO₂ üretimi, MBC, başak uzunluğu, verim, N ve P arasında pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu ile EC, TS, MBC, başak uzunluğu, verim, N ve P arasında önemli negatif ilişkiler; EC ile TS, MBC, başak boyu, bin dane ağırlığı, N ve P arasında önemli pozitif ilişkiler; TS ile başak boyu, verim, N ve P arasında önemli pozitif ilişkiler, MBC ile bin dane ağırlığı, N ve P arasında önemli pozitif ilişkiler; Başak boyu ile bindane ağırlığı, verim ve P arasında önemli pozitif ilişkiler; Bin dane ağırlığı ile verim ve P arasında önemli pozitif ilişkiler; Verim ile N ve P arasında önemli pozitif ilişkiler, N ile P arasında önemli pozitif ilişki saptanmıştır. Liu et al., (2005), verimliliğin artırılması amacıyla solucanların (*Eisenia foetida*) kullanım potansiyelini araştırdıkları çalışmada, solucan aktivitesinin toprakların mineral N ve P kapsamını artırdığını, fakat organik madde ve toplam N kapsamını azalttığını, bununla birlikte toplam P, üzerine ise önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tın bünyeli bir toprağa artan seviyelerde ilave edilen vermikompost ve vermikompost ile beraber ilave edilen hümik asitin buğday bitkisinin verimi ile toprakların bazı kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olan etkileri sera koşullarında araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, topraklara vermikompost ilavesi sonunda buğday bitkisinin verim ve verim unsurlarında önemli artışların olduğu saptanmış, bu artışların ise vermikompost doz artışına bağlı olarak artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın, vermikompost ile beraber topraklara yapılan hümik asit uygulamalarında ise, sadece vermikompost uygulaması yapılmış topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinin verim ve verim unsurlarındaki artışında olduğu gibi doğrusal bir artış veya etki saptanmamıştır. Benzer durum, toprak özelliklerinde meydana gelen değişimler içinde geçerlidir. Vermikompostun tek başına artan dozlarda topraklara uygulanması durumunda toprak özelliklerinde meydana gelen değişimler daha belirgin olarak ortaya çıkmış, vermikompost ile beraber topraklara ilave edilen hümik asitin artan dozlarının toprak özelliklerinde gösterdiği etkilerin daha değişken olduğu saptanmıştır. Başlangıçta 7,6 olan toprak pH'sı uygulamalar sonunda düşmeler göstermiş, en fazla düşüş ise en yüksek vermikompost ve hümik asit uygulamasında elde edilmiştir. Bununla beraber, başlangıçta toprağın $282 \mu\text{S cm}^{-1}$ olan elektriksel iletkenlik değeri, artan vermikompost ve hümik asit dozlarına bağlı olarak artışlar gösterdiği saptanmıştır. Aynı şekilde toprağın organik karbon, toplam azot ve alınabilir fosfor içerikleri de artan toprağa yapılan artan vermikompost uygulamasına bağlı olarak artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Gerek buğday bitkisinin verimi ile verim unsurlarını ve gerekse toprakların N ve P içeriklerini artırmada, en yüksek vermikompost dozu olan %4 vermikompost uygulamasında en iyi sonuç alınmıştır. Ancak, toprakların biyolojik özellikleri üzerine olan etkide ise, %2 vermikompost uygulamasında toprak biyolojik aktivitelerinin en yüksek seviyede bulunduğu saptanmıştır. Hümik asit ile beraber vermikompost uygulamasında ise %4 vermikompost uygulamasıyla beraber $1,5 \text{ L da}^{-1}$ dozunda hümik asit uygulamasının en yüksek biyolojik aktiviteyi sağladığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, topraklara vermikompost uygulamasının ürün verimini artırmakla kalmayıp, toprakların biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği, toprakların besin maddesini artırdığı saptanmıştır. Ancak, yapılan denemede,

vermikompost ile beraber hümik asit uygulamasının verim, verim unsurları, besin maddesi kapsamı ile toprakların biyolojik özelliklerini artırıcı yönde ciddi bir etkisinin olmamasından dolayı vermikompost uygulaması ile beraber hümik asit uygulamasına tarımsal açıdan gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Gerek toprakların biyolojik özellikleri üzerine olan etkileri ve gerekse pratikteki uygulama koşulları ile miktarları dikkate alındığında %2'lik vermikompost uygulama dozunun uygun doz olduğu söylenebilir. Bu nedenle, toprak derinliği ve toprağın hacim ağırlıkları da hesaplamalarda dikkate alınmak koşuluyla, arazi koşullarında %2'lik vermikompost uygulama dozunun ürün verimini artırmakla kalmayıp toprak özelliklerini iyileştirici yönde etkide bulunabileceği bu deneme sonunda açıkça söylenebilir.



6. EKLER

Ek 1. Dane + Sap Verimi

Dane + Sap Verimi, gr/saksı	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	23,8	2,53
V1HA0	24,3	1,15
V1HA1	24,0	2,65
V1HA2	25,5	3,79
V1HA3	25,3	1,15
V1HA4	24,5	2,08
V2HA0	27,7	2,89
V2HA1	29,3	0,58
V2HA2	29,0	1,73
V2HA3	29,3	1,53
V2HA4	28,0	1,73
V3HA0	32,7	2,08
V3HA1	31,3	3,21
V3HA2	31,0	1,73
V3HA3	31,7	2,52
V3HA4	32,0	1,73

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	444,828	15	29,655	9,046	0,000
Tekerrür	14,156	2	7,078	2,159	0,133
Toplam	557,328	47			

Ek 2. Bitki Boyu

Bitki Boyu (cm)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	61,0	1,35
V1HA0	61,8	2,14
V1HA1	61,7	2,64
V1HA2	61,5	0,31
V1HA3	63,0	0,66
V1HA4	60,4	1,56
V2HA0	63,1	1,32
V2HA1	59,9	0,57
V2HA2	61,6	3,41
V2HA3	61,4	0,90
V2HA4	62,8	0,93
V3HA0	63,5	1,17
V3HA1	61,2	2,22
V3HA2	60,0	2,15
V3HA3	61,3	1,32
V3HA4	63,4	2,03

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	59,381	15	3,959	1,260	0,285
Tekerrür	1,386	2	0,693	0,221	0,803
Toplam	155,011	47			

Ek 3. Başak Boyu

Başak Boyu (cm)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	7,2	0,42
V1HA0	7,6	0,36
V1HA1	7,7	0,64
V1HA2	7,6	0,17
V1HA3	7,5	0,15
V1HA4	7,2	0,12
V2HA0	7,4	0,67
V2HA1	7,4	0,16
V2HA2	8,0	0,57
V2HA3	7,7	0,23
V2HA4	7,3	0,18
V3HA0	8,3	0,20
V3HA1	8,2	0,26
V3HA2	8,5	0,30
V3HA3	8,2	0,22
V3HA4	8,8	0,49

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	10,955	15	0,730	6,278	0,000
Tekerrür	0,507	2	0,254	2,180	0,131
Toplam	14,952	47			

Ek 4. Bin Dane Ağırlığı

Bin dane Ağırlığı (g)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	31,4	2,84
V1HA0	36,0	6,64
V1HA1	36,1	1,85
V1HA2	33,5	3,55
V1HA3	39,9	5,63
V1HA4	30,0	5,77
V2HA0	36,8	3,59
V2HA1	34,0	2,01
V2HA2	33,3	6,61
V2HA3	34,3	4,84
V2HA4	35,5	4,73
V3HA0	38,5	0,97
V3HA1	38,0	4,42
V3HA2	44,1	2,65
V3HA3	35,9	3,34
V3HA4	38,8	4,73

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	534,432	15	35,629	1,833	0,077
Tekerrür	4,487	2	2,244	0,115	0,891
Toplam	1122,034	47			

Ek 5. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu (pH)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	7,59	0,04
V1HA0	7,56	0,06
V1HA1	7,53	0,02
V1HA2	7,56	0,05
V1HA3	7,54	0,02
V1HA4	7,57	0,03
V2HA0	7,49	0,07
V2HA1	7,51	0,01
V2HA2	7,52	0,01
V2HA3	7,52	0,03
V2HA4	7,48	0,07
V3HA0	7,37	0,11
V3HA1	7,47	0,07
V3HA2	7,43	0,09
V3HA3	7,37	0,06
V3HA4	7,45	0,03

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	0,195	15	0,013	3,982	0,001
Tekerrür	0,001	2	0,001	0,192	0,826
Toplam	0,294	47			

Ek 6. Elektriksel İletkenlik (EC)

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	282	139,46
V1HA0	353	37,01
V1HA1	396	10,65
V1HA2	389	46,84
V1HA3	390	47,12
V1HA4	402	36,25
V2HA0	497	36,73
V2HA1	468,6	71,32
V2HA2	490	43,03
V2HA3	517	45,11
V2HA4	534	63,22
V3HA0	637	358,07
V3HA1	657	115,91
V3HA2	762	193,97
V3HA3	761	40,33
V3HA4	821	98,44

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	1175821.68	15	78388.112	19.241	0.000
Tekerrür	17699.07	2	8849.533	2.172	0.132
Toplam	1315740.31	47			

Ek 7. Organik Karbon

Organik Karbon (%)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	1,07	0,35
V1HA0	1,07	0,05
V1HA1	1,13	0,70
V1HA2	1,76	0,51
V1HA3	1,09	0,53
V1HA4	1,69	0,47
V2HA0	2,03	0,25
V2HA1	1,45	0,20
V2HA2	1,54	0,47
V2HA3	2,12	0,38
V2HA4	1,37	0,01
V3HA0	2,37	0,12
V3HA1	2,24	0,35
V3HA2	2,15	0,29
V3HA3	2,31	0,25
V3HA4	2,50	0,76

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	34,146	15	2,276	18,390	0,000
Tekerrür	0,102	2	0,051	0,411	0,666
Toplam	37,962	47			

Ek 8. Toplam N

Toplam N (%)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	0,11	0,02
V1HA0	0,14	0,02
V1HA1	0,12	0,02
V1HA2	0,12	0,01
V1HA3	0,14	0,01
V1HA4	0,15	0,02
V2HA0	0,17	0,02
V2HA1	0,16	0,03
V2HA2	0,15	0,01
V2HA3	0,18	0,04
V2HA4	0,16	0,03
V3HA0	0,17	0,04
V3HA1	0,18	0,02
V3HA2	0,21	0,03
V3HA3	0,21	0,01
V3HA4	0,16	0,00

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	0,034	15	0,002	5,041	0,000
Tekerrür	0,003	2	0,001	3,307	0,051
Toplam	1,222	47			

Ek 9. Alınabilir P

Alınabilir P (ppm)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	24	4,39
V1HA0	30	3,77
V1HA1	40	6,20
V1HA2	45	11,62
V1HA3	41	3,79
V1HA4	38	7,30
V2HA0	55	8,94
V2HA1	72	10,71
V2HA2	51	6,26
V2HA3	63	39,25
V2HA4	69	36,04
V3HA0	104	3,87
V3HA1	106	20,63
V3HA2	90	7,93
V3HA3	88	7,60
V3HA4	85	10,17

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	30886,395	15	2059,093	36,220	0,000
Toplam	32705,604	47			

Ek 10. Mikrobiyal Biyomas C (MBC)

Mikrobiyal Biyomas C (MBC)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	5,6	2,59
V1HA0	6,1	1,50
V1HA1	6,1	0,76
V1HA2	6,1	0,82
V1HA3	6,5	1,03
V1HA4	6,3	1,45
V2HA0	9,6	1,23
V2HA1	9,3	3,49
V2HA2	6,6	1,35
V2HA3	6,0	0,24
V2HA4	7,4	1,33
V3HA0	5,1	2,01
V3HA1	8,1	2,95
V3HA2	10,4	0,85
V3HA3	9,9	1,13
V3HA4	9,2	0,83

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	135,038	15	9,003	3,517	0,002
Tekerrür	9,243	2	4,622	1,805	0,182
Toplam	221,077	47			

Ek 11. Toprak Solunumu⁻¹ (CO₂)

Toprak Solunumu (CO ₂)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	4,9	0,50
V1HA0	5,3	0,92
V1HA1	5,8	0,54
V1HA2	6,3	0,35
V1HA3	6,3	0,70
V1HA4	6,3	0,28
V2HA0	6,6	0,15
V2HA1	6,2	1,03
V2HA2	5,2	1,00
V2HA3	4,0	0,39
V2HA4	4,1	0,20
V3HA0	4,9	1,41
V3HA1	4,0	1,59
V3HA2	4,1	0,84
V3HA3	4,4	0,32
V3HA4	3,6	0,43

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	47,151	15	3,143	5,522	0,000
Tekerrür	2,475	2	1,238	2,174	0,131
Toplam	66,703	47			

Ek 12. Toprak Solunumu⁻² (CO₂)

Toprak Solunumu (CO ₂)	Ortalama	Standart Sapma
V0HA0	5,6	0,68
V1HA0	6,1	10,24
V1HA1	6,1	1,08
V1HA2	6,1	6,36
V1HA3	6,5	0,97
V1HA4	6,3	1,11
V2HA0	9,6	2,16
V2HA1	9,3	1,21
V2HA2	6,6	0,98
V2HA3	6,0	4,39
V2HA4	7,4	2,71
V3HA0	5,1	8,37
V3HA1	8,1	10,32
V3HA2	10,4	0,69
V3HA3	9,9	2,47
V3HA4	9,2	2,91

(V: Vermikompost, HA: Hümik asit, V0: %0 V; V1: %1 V; V2: %2 V; V3: %4 V; HA0: 0 L HA.da⁻¹; HA1: 1,5 L HA.da⁻¹; HA2: 3 L HA.da⁻¹; HA3: 4,5 L HA.da⁻¹; HA4: 6 L HA.da⁻¹)

İstatistiksel Değerlendirmeler

ANOVA ÖZETİ

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Önem Düzeyi
Uygulamalar	2879,133	15	191,942	7,753	0,000
Tekerrür	4,733	2	2,367	0,096	0,909
Toplam	3626,628	47			

7. KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E. ve Yücesoy, P. (2020). Vermikompostun (solucan gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi. *Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi* 3(1): 1-10.
- Abafita, R., Shimbir, T. ve Kebede, T. (2014). Effects of different rates of vermicompost as potting media on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and soil fertility enhancement. *Sky Journal of Soil Science and Environmental Management* 3(7): 73-77.
- Ahirwar, C.S. ve Hussain, A. (2015). Effect of vermicompost on growth, yield and quality of vegetable crops. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture* 1(8): 49-56.
- Aksu, G., Altay, H. ve Köksal, SB. (2017). Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(2): 123-128.
- Alaboz, P., Işıldar, A.A., Müjdecı, M. and Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 27(1): 30-36.
- Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Islam, M.S., ve Khandaker, S.M.A.T. (2007). Effect of vermicompost and NPKS fertilizers on growth, yield and yield components of red amaranth. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 1(4): 706-716.
- Anderson, J.P.E. (1982). Soil respiration. In. *Methods of soil analysis, Part 2- Chemical and microbiological properties*. Page, A.L., Keeney, D. R., Baker, D.E., Miller, R.H., Ellis, R. Jr., Rhoades, J.D. (Eds.). *ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA*. pp. 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(3): 215-221.

- Arancon, N.Q. and Edwards, C.A. (2005). Effects of vermicomposts on plant growth. In: *International Symposium Workshop on Vermitechnology. Philippines*, pp. 16-18.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S. and Byrne, R. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology* 42: 65–69.
- Aynehband, A., Gorooei, A. and Moezzi, A.A. (2017). Vermicompost: An eco-friendly technology for crop residue management in organic agriculture. *4th International Conference on Power and Energy Systems Engineering, September 19-21, CPESE, Berlin*, pp 25-29.
- Azarmi, R., Giglou, M.T. and Taleshmikail, R.D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology* 7(14): 2397-2401.
- Bellitürk, K. (2011). Edirne ili Uzunköprü ilçesi tarım topraklarının beslenme durumlarının belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(3): 8-15..
- Bellitürk, K. and Görres, J.H. (2012). Balancing vermicomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions. *International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, Çeşme, İzmir*. pp. 302-306.
- Benedetti, M.F., van Riemsdijk, W.H., Koopal, L.K., Kinniburgh, D.G., Goody, D.C. and Milne, C.J. (1996). Metal ion binding by natural organic matter: from the model to the field. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60(14): 2503-2513.
- Böhme, M. and Lua, H. (1996). Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulture* 450: 161-168.
- Bremner, J.M. (1965). Total Nitrogen. In: *Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Black, C.A. et al. (Eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1149-1178.
- Buckerfield, J. and Webster, K. (1998). Compost as mulch for managing young vines. *The Australian Grapegrowers and Winemaker* 75-78.
- Butler, J.H.A. and Ladd, J.N. (1971). Importance of the molecular weight of humic and fulvic acids in determining their effects on protease activity. *Soil Biology and Biochemistry* 3: 249-257.

- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ*. 51s.
- Chen, K., Chen, J., Liu, Y., Xie, J., Li, D., Sawamura, T. and Mehta, J.L. (2005). Adhesion molecule expression in fibroblasts: alteration in fibroblast biology after transfection with LOX-1 plasmids. *Hypertension* 46(3): 622-627.
- Chen, Y., and Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. *In: Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings*. MacCarthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds.). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, USA. pp.161-186.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 28(1): 56-69.
- Çimrin, K.M., Karaca, S. ve Bozkurt, M.A. (2001). Mısır bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine hümik asit ve NPK uygulamalarının etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7(2): 95-100.
- Demir, H., Sönmez, İ. ve Polat, E. (2010). Ülkemiz için Yeni Bir Organik Gübre: Solucan Gübresi. International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems, Famagusta, 3-7 Şubat 2010, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, s.15.
- Dickerson, G.W. (2004). Home garden strawberry production in new Mexico. *Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University. Guide H-324*, 8.
- Edwards, C.A. (1995). Historical overview of vermicomposting. *Biocycle* 36(6): 56-58.
- Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. (1996). Biology and ecology of earthworms. *Chapman & Hall*, .
- Edwards, C.A. and Niederer, A.L.A.N. (1988). Production and processing of earthworm protein. *In: Earthworms in waste and environmental management*. Edwards, C.A., Neuhauser, E.F. (Eds.). SPB Academic Publishing pp.169-179.

- Elkatmış, B. (2013). Nohutta (*Cicer arietinum* L.) humik asit ve fosfor uygulamasının verim ve verim öğelerine etkisi. *Yüziüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van*. 63s.
- Estefan, G., Sommer, R. and Ryan, J. (2014). Analytical methods for soil-plant and water in the dry areas. A Manual of Relevance to the West Asia and North Africa Region. 3rd Edition, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, 255 p.
- Ferreras, L., Gómez, E., Toresani, S., Firpo, I. and Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology* 97(4): 635-640.
- Gark, V.K., Gupta, R. and 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.
- Gopinath, K.A., Saha, S., Mina, B.L., Kundu, S., Selvakumar, G. and Gupta, H.S. (2009). Bell pepper yield and soil properties during conversion from conventional to organic production in Indian Himalayas. *Scienceta Horticulturae* 122(3): 339-345.
- Goswami, L., Nath, A., Sutradhar, S., Bhattacharya, S.S., Kalamdhad, A., Vellingiri, K. and Kim, K. (2017). Application of drum compost and vermicompost to improve soil health, growth and yield parameters for tomato and cabbage plants. *Journal of Environmental Management* 200: 243-252.
- Gutierrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud-Archila, M., Llaven, M.A.O., Rincon-Rosales, R. and Dendooven, L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology* 98:2781-2786.
- Handreck, K.A. (1986). Vermicomposts as components of potting media. *Biocycle* 27(9): 58-62.
- Haroon, R., Khattak, A. and Muhammad, D. (2010). Seed cotton yield and nutrient concentrations as influenced by lignitic coal derived humic acid in salt-affected soils. *Sarhad Journal of Agriculture* 26 (1): 43-49.

- 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, Tekirdağ*. 50s.
- Jackson, M.L. (1958). Soil Chemical Analysis, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 498p.
- Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. (2006). Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize. *Journal of Sustainable Agriculture* 28(1): 41-54.
- Joshi, R., Vig, A.P. and Singh, J. (2013). Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of Triticum aestivum L.: a field study. *International journal of Recycling of organic waste in Agriculture* 2: 16.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri,. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu: L55. Ankara.*
- Kacar, B. (1995). Bitki ve Toprak Kimyasal Analizleri. II. Toprak Analizleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 3, Ankara.*
- Kaptan, M.A. ve Aydın, M. (2012). Humik asidin pamuk (*Gossypium hirsutum* l.) gelişimi ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 291-299.
- Karaman, M., Kendal, E., Aktaş, H., Tekdal, S. ve Altıkat, A. (2012). Kalite parametreleri yönünden yerli ve yabancı bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin değerlendirilmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences* 5(2): 29-32.
- Kızılkaya, R. and Türkay, F.Ş.H. (2014). Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*. *Compost Science and Utilization* 22(2): 68-82.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B. and Sağlam, M. (2004). Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology* 40(2): 95-102.

- Kızılkaya, R., Hepsen, Turkey, F.S., Turkmen, C. and Durmus, M. (2012). Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(S1): 175-179.
- Köksal, S.B., Aksu, G. ve Altay, H. (2017). Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(2): 123-128.
- Kumar, A. and Gupta, R.K. (2018). The effects of vermicompost on growth and yield parameters of vegetable crop radish (*Raphanus sativus*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(2): 589-592.
- Kunkel, R. and Holstad, N. (1968). Effects of adding humates to the fertilizer on the yield and quality of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal*, 45(12): 449-457.
- Laz, O. (2011). toprak düzenleyici polimer (PVA, PAM&HJ) ve hümik asit (HA) uygulamalarının bazı toprak özellikleri ile bitki gelişimi üzerine etkisi *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum*. 79s.
- Lulakis, M.D. and Petsas, S.I. (1995). Effect of humic substances from vine-canes mature compost on tomato seedling growth. *Bioresource Technology* 54(2), 179-182.
- Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., Uz, İ. ve Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences* 30(2): 155-161.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Biosource Tecnology* 72. 9-17.
- Nagavallema, K.P., Wani, S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Rao, M.B. and Sahrawat, K.L. (2004). Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. *Global Theme on Agroecosystems Report*, 8. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 20 p.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., (1996). Total carbon and soil organic matter. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods*. Sparks, D.L. Page, A.L.,

- Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E. (Eds.). *American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA. pp. 961-1010.*
- Nijhawan, S.D. and Kanwar, J.S. (1952). Physico-chemical properties of earthworm castings and their effect on the productivity of soil. *Indian Journal of Agricultural Science* 22: 357-373.
- Olsen, S.R., Watanabe, F.S., Cosper, H.R., Larson, W.E. and Nelson, L.B. (1954). Residual phosphorus availability in long-time rotations on calcareous soils. *Soil Science* 78(2): 141-152.
- Oo, A.N., Iwai, C.B. and Saenjan, P. (2015). Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and vermicompost with or without earthworms. *Land Degradation and Development* 26(3): 300-310.
- Öktem, A.G., Nacar, A.S. ve Öktem, A. (2017). Sıvı olarak toprağa uygulanan hümik asit miktarlarının kırmızı mercimek bitkisinde (*Lens culinaris Medic.*) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 26: 119-124.
- Özkan, N. ve Müftüoğlu, N.M. (2016). Farklı dozlardaki vermikompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Bahçe - Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi Araştırma Enstitüsü Dergisi* (45). Özel Sayı.
- Özkan, N. ve Müftüoğlu, N.M. (2017). Farklı kalsiyum ve azotlu gübre uygulamalarının domates verimi ve kalsiyum içeriği üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2): 213-219.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E. ve Müftüoğlu, N.M. (2016). Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea L.*) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 1-5.
- Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Madeni, S. and Forghani, A. (2007). Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea L.*). *Journal of Food Agriculture and Environment* 6(1): 110-113
- Rowell, DL. 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. Longman, UK.
- Sağlam, N., Doksöz, S., Geboloğlu, N., Şahin, S., ve Yılmaz, E. (2015). Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvırcık

- yapraklı salata verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences* 8(1): 59-61.
- Saha, S., Mina, B. L., Gopinath, K. A., Kundu, S. and 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(6): 1750-1757.
- Selim, E.M., Mosa, A.A. and El-Ghamry A.M. (2009). Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. *Agricultural Water Management* 96: 1218–1222.
- Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K. and Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of stawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
- Sinha, J., Biswas, C. K., Ghosh, A. and Saha, A. (2010). Efficacy of vermicompost against fertilizers on cicer and pisum and on population diversity of N₂ fixing bacteria. *Journal of Environmental Biology* 31(3):287-292
- Sönmez, S., Çıtak, S., Koçak, F. ve Yaşın S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal. Araştırma. Enstitüsü Derim Dergisi* 28(1): 56-69.
- Şanlı, A., ve Karadoğan, T. (2011). Leonardit uygulamalarının bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, Endüstri Bitkileri ve Biyoteknoloji*, 2, 12-15.
- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikest ve vermikest hümik fraksiyonlarının hıyar (*C.sativus* L.) kök ve gövde çürüklük etmenleri *R. solani* (kühn) ve *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum* üzerindeki baskılama etkisinin belirlenmesi *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tokat.128s*
- Tavalı, I.E., Maltaş, A.Ş., Uz, I. ve Kaplan, M. (2013). The effect of vermicompost on yield, quality and nutritional status of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2), 115-120.

- Tavali, I.E., Maltaş, A.Ş., Uz, I. ve Kaplan, M. (2014). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *Alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(1): 61-67
- Turan, M.A., Aşık, B.B., Çelik, H. ve Katkat, A.V. (2012). Tuzlu koşullarda yapraktan uygulanan hümik asidin mısır bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi* 14: 529-539.
- Yıldız, K. Y., Demirer, T. ve Kılıç, Ö.G. (2019). Farklı dozda uygulanan leonardit ile vermikompostun ıspanakta verim ve bazı kalite kriterlerine etkisi. *Turan: Stratejik Araştırmalar Merkezi* 11(43): 468-481.
- Yurtsever, N. (2011). Deneysel İstatistik Metotları. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları. 2.Baskı, Ankara,
- Zahmacıoğlu, A. (2017). Sera koşullarında vermikompost ve amonyum nitrat uygulamalarının brokoli (*brassica oleracea* l. var *Italica*) bitkisine etkisinin toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ*. 51s.
- Zimny, L., Malak, D. and Sniady, R. (2001). Yielding of sugar beet cultivated after manure and Vermicompost in the background of increasing doses of nitrogen fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science* 47(5-6): 473-480.