T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VERMİKOMPOST VE HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ BİBER FİDESİNİN KALİTESİNE ETKİLERİ

Sultan Nur BENEK

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAY SAYFASI

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ danışmanlığında, Sultan Nur BENEK'in hazırladığı **"Vermikompost ve Hümik Asit Uygulamalarının Biber Fidesinin Kalitesine Etkileri"** konulu bu çalışma 19/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

X Oybirliğiyle / □ Oy çokluğu ile

		İmza
Danışman	: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ	…….
Üye	: Prof. Dr. A. Yıldız PAKYÜREK	……
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Vedat PİRİNÇ	……

Bu tezin Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalında yapıldığını ve enstitümüz kurallarına göre düzenlendiğini onaylarım.

Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma: HÜBAP Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No : 21188

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
2.1. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar 6
2.2. Hümik Asit İle İlgili Yapılan Çalışmalar 10
3. MATERYAL VE YÖNTEM 13
3.1. Materyal 13
3.1.1.Denemede kullanılan vermikompostun özellikleri 13
3.1.2. Denemede kullanılan torfun özellikleri 14
3.1.3. Denemede kullanılan hümik asidin özellikleri 14
3.1.4. Kullanılan bitki materyalinin özellikleri 14
3.2. Yöntem 15
3.2.1. Bitki büyüme parametreleri 16
3.2.1.1. Bitki boyu (cm) 16
3.2.1.2. Gövde çapı (mm) 16
3.2.1.3. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1}) 17
3.2.1.4. Yaprak alanı (cm^2 bitki^{-1}) 17
3.2.2. Bitki analizleri 18
3.2.2.1. Klorofil indeksi 18
3.2.2.2. Yaprak taze ağırlığı (bitki g^{-1}) 19
3.2.2.3. Yaprak kuru ağırlığı (bitki g^{-1}) 19
3.2.2.4. Gövde taze ağırlığı (bitki g^{-1}) 19
3.2.2.5. Gövde kuru ağırlığı (bitki g^{-1}) 20
3.2.2.6. Kök uzunluğu (cm) 20
3.2.2.7. Kök taze ağırlığı (bitki g^{-1}) 20
3.2.2.8. Kök kuru ağırlığı (bitki g^{-1}) 21
3.2.2.9. Toplam bitki kuru ağırlığı - biyomas (g bitki $^{-1}$) 21
3.2.2.10. Taze ağırlık bazında gövde/kök oranı 21
3.2.2.11. Kuru ağırlık bazında gövde/kök oranı 21
3.2.2.12. İstatistiksel analiz 21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 22
4.1. Bitki Büyüme Parametreleri 22
4.1.1. Bitki boyu (cm) 22
4.1.2. Gövde çapı (mm) 25
4.1.3. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1}) 28
4.1.4. Yaprak alanı (cm^2) 30
4.2. Bitki Analizleri 32
4.2.1. Klorofil indeksi (mg ml^{-1}) 32
4.2.2. Yaprak taze ağırlığı (g bitki^{-1}) 34
4.2.3. Yaprak kuru ağırlığı (bitki g^{-1}) 35
4.2.4. Gövde taze ağırlığı (bitki g^{-1}) 37
4.2.5. Gövde kuru ağırlığı (bitki g^{-1}) 38
4.2.6. Kök uzunluğu (cm) 40
4.2.7. Kök taze ağırlığı (bitki g^{-1}) 41
4.2.8. Kök kuru ağırlığı (g bitki^{-1}) 43
4.2.9. Toplam bitki kuru ağırlığı (biyomas) (g bitki^{-1}) 44
4.2.10. Taze ağırlık bazında gövde/kök oranı 46

4.2.11. Kuru ağırlık bazında gövde/kök oranı 47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 49
5.1. Sonuçlar 49
5.2. Öneriler 51
KAYNAKLAR 53
ÖZGEÇMİŞ 58

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VERMİKOMPOST VE HÜMİK ASİT UYGULAMALARININ BİBER FİDESİNİN KALİTESİNE ETKİLERİ

Sultan Nur BENEK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ
Yıl: 2022, Sayfa: 58

Bu çalışma, vermikompost ve hümik asidin fide kalitesine olan etkisini belirlemek amacıyla 2021 yılı ilkbahar döneminde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait plastik serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, bitkisel materyal olarak Afat F_1 biber çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise torf içerisine farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) vermikompost karıştırılarak 5 farklı yetiştirme ortamı elde edilmiştir. Ayrıca 3 farklı dozda hümik asit (0, 100 ve 200 ppm) uygulaması yapılmıştır. Araştırmada, biber bitkisinin fide boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak alanı (cm^2), klorofil indeksi, yaprak taze ve kuru ağırlıkları (gr), gövde taze ve kuru ağırlıkları (gr), kök uzunluğu (cm), kök taze ve kuru ağırlıkları (gr), gövde/kök oranları (taze, kuru) ve toplam bitki kuru ağırlığı (g) özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre vermikompostun miktarı arttıkça bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, klorofil indeksi, yaprak taze ve kuru ağırlığı, gövde taze ve kuru ağırlıkları, kök taze ve kuru ağırlığı ve toplam bitki kuru ağırlığı değerlerinde azalma olduğu ve bu durumun istatistiksel olarak %1 düzeyinde önem taşıdığı belirlenmiştir. Yetiştirme ortamına farklı oranlarda vermikompost eklenmesi, kök uzunluğunu ve gövde/kök oranlarını arttırdığı belirlenmiştir. Hümik asit (HA) uygulamasının bitki boyu, gövde çapı, yaprak taze ağırlığı, gövde taze ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök taze ve kuru ağırlığı, toplam bitki kuru ağırlığı parametreleri üzerine etkisi incelendiğinde; en yüksek değerler 100 ppm uygulamasından; yaprak sayısı, klorofil, gövde/kök oranı (kuru) parametreleri için ise 200 ppm HA uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak kuru ağırlığı ve gövde/kök oranına hümik asidin etkisi önemli bulunmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Capsicum annuum,* Solucan gübresi, Hümik Asit, Fide gelişimi ve kalitesi

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECTS OF VERMICOMPOST AND HUMIC ACID APPLICATIONS ON QUALITY OF PEPPER SEEDLINGS

Sultan Nur BENEK

Harran University
Graduate School of Natural And Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Asst. Prof. Selçuk SÖYLEMEZ
Year: 2022, Page: 58

This study was carried out in plastic greenhouse of Harran University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in the spring of 2021; in order to determine the effect of vermicompost and humic acid on seedling quality. Afat F1 pepper variety was used as plant material in the study. As a growing medium, vermicompost were mixed to the peat in 5 different ratios (0, 25, 50, 75 and 100%). In addition, 3 different doses of humic acid (0, 100 and 200 ppm) were applied. In the research; seedling's length (cm), stem diameter (mm), number of leaves, leaf area, chlorophyll index, leaf fresh and dry weights, stem fresh and dry weights (gr), root length (cm), root fresh and dry weights of pepper plant (gr), stem-root ratios (fresh, dry) and total plant dry weight (g) were investigated. According to the results of the study, as the amount of vermicompost increased, plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, chlorophyll index, leaf fresh and dry weight, stem fresh and dry weight, root fresh and dry weight and total plant dry weight decreased at the 1%significant level. It was determined that adding vermicompost at different rates to the growing medium increased root length and stem/root ratio. The effect of humic acid (HA) application on plant height, stem diameter, leaf fresh weight, stem fresh and dry weight, root length, root fresh and dry weight, and total plant dry weight parameters were examined, the highest values were obtained from 100 ppm application; however, the highest leaf number, chlorophyll index, stem/root ratio (dry) parameters were obtained from 200 ppm HA application. The effect of humic acid on leaf dry weight and stem/root ratio was not significant.

KEYWORDS: *Capsicum annuum*, Vermicompost, Humic Acid, Seedling growth and quality

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve her aşamasında bilgilerini benimle paylaşan ve yol gösteren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ'e,

Çalışmanın sera ve laboratuar aşamalarında yardımlarını esirgemeyen kıymetli Ziraat Mühendisi arkadaşlarım Zeynep ALMA'ya ve Mirac YAMAN'a,

Başta kardeşlerim Makbule BENEK ve Muhammet Mesut BENEK olmak üzere her zaman yanımda olan aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü seradan bir görünüm 13
Şekil 3.2. Denemede kullanılan vermikompost 14
Şekil 3.3. Bitki boyu ölçümünden bir görünüm 16
Şekil 3.4. Bitki gövde çapı ölçümünden bir görünüm 17
Şekil 3.5. Yaprak sayıları 17
Şekil 3.6. Yaprak alanı 18
Şekil 3.7. Klrofil ölçümü 18
Şekil 3.8. Yaprak taze ağırlığı 19
Şekil 3.9. Bitki kök uzunluğu 20
Şekil 4.1. Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi 23
Şekil 4.2. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının gövde çapı (mm) üzerine etkisi 26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompostun özellikleri (Firma beyanına göre) 13
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan HA'nın özellikleri 14
Çizelge 3.3. Araştırmada yer alan uygulamalar 15
Çizelge 4.1. VC ve HA uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkisi..... 24
Çizelge 4.2. VC ve HA uygulamalarının gövde çapı (mm) üzerine etkisi 27
Çizelge 4.3. VC ve HA uygulamalarının yaprak sayısına (adet bitki^{-1}) etkisi..... 29
Çizelge 4.4. VC ve HA uygulamalarının yaprak alanına etkisi..... 31
Çizelge 4.5. VC ve HA uygulamalarının klorofil indeksi üzerine etkisi..... 33
Çizelge 4.6. VC ve HA uygulamalarının yaprak taze ağırlığına (g) etkisi 35
Çizelge 4.7. VC ve HA uygulamalarının yaprak kuru ağırlığına (g) etkisi 36
Çizelge 4.8. VC ve HA uygulamalarının gövde taze ağırlığına etkisi..... 38
Çizelge 4.9. VC ve HA uygulamalarının gövde kuru ağırlığına etkisi..... 39
Çizelge 4.10. VC ve HA uygulamalarının kök uzunluğuna (cm) olan etkisi 41
Çizelge 4.11. VC ve HA uygulamalarının kök taze ağırlığına etkisi 42
Çizelge 4.12. VC ve HA uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi..... 44
Çizelge 4.13. VC ve HA uygulamalarının toplam bitki kuru ağırlığına etkisi 45
Çizelge 4.14. VC ve HA uygulamalarının gövde/kök oranı (taze) üzerine etkisi 46
Çizelge 4.15. VC ve HA uygulamalarının gövde/kök oranı (kuru) üzerine etkisi 48

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

˚C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cm	Santimetre
Cu	Bakır
Fe	Demir
g	Gram
HA	Hümik Asit
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mm	Milimetre
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
ppm	Milyonda bir kısım (mg/litre)
VC	Vermikompost
Zn	Çinko
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Solanaceae familyasından önemli bir kültür bitkisi olan biberin anavatanı tropikal Amerika'dır ve bu kıtada kültüre alınan ilk bitkilerdendir. Daha sonra İspanya'ya getirilen biber bitkisinin 30'a yakın türünün mevcut olduğu bilinmektedir. Fakat *Capsicum annuum* L. türü dışındakilerin tarımı ekonomik olarak sadece Amerika'nın bazı bölgelerinde yapılmaktadır (Abak ve ark., 1981). Dünyanın birçok ülkesinde yetiştiriciliği yapılan biber, tüm dünyada olduğu gibi bizim ülkemizde de önemli bir gıda maddesidir. Biber; salça, közleme, sos, pul biber, kurutulmuş veya taze olarak değişik şekillerde tüketilmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizin 2021 yılı sebze üretim miktarı 31.753.466 tondur. Bu sebze üretiminin yaklaşık %9.74'ü (3.091.295 ton) bibere aittir (TÜİK, 2021). Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretilen biber miktarı ise 2021 yılında 237.580 tondur (TÜİK, 2021). Şanlıurfa, Diyarbakır, Gaziantep, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Hatay illerinin bazı yörelerinde açıkta; İzmir, Antalya, Muğla, Mersin illerinde ise yaygın olarak örtüaltında üretim yapılmaktadır (Üstün, 1991; Koç ve ark., 2014).

Biber üretiminde kullanılan bitkiler ya doğrudan araziye tohum ekimi yapılarak ya da fide dikilerek yetiştirilmektedir. Fide ile yetiştiriciliğin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri: Erkencilik, enerjiden, tohumdan, araziden ve zamandan tasarruftur. Ayrıca dikim esnasında zayıf ve cılız fideler ayıklanmakta, bu durum sağlıklı fideler ile üretimin yapılmasını sağlamaktadır. 1990'lı yılların başına kadar Türkiye'de üreticiler kendi olanakları çerçevesinde fidelerini kendileri üretmekteydiler. Ancak geleneksel üretimde çevre şartlarının istenilen düzeyde olmadığı durumlarda kalitesi düşük, homojen büyüme göstermeyen, sağlıksız fideler meydana gelmekteydi. Yastıkların hazırlanmasının zor ve fazla işçilik gerektirmesi de geleneksel fidecilik için ayrı bir problem olarak görülmekteydi. 1994 yılında modern anlamda ilk fide işletmesinin kurulumuyla hazır fide kullanımında hızlı bir şekilde atış meydana gelmiştir. Hazır fidelere uygulanan bazı uygulamalar sayesinde

kök sistemleri daha güçlü olmakta ve araziye uyum sağlayarak iyi bir büyüme ve gelişme gösterebilmektedir. Ayrıca hazır fidelerin kök hastalıklarına karşı daha dayanıklı, doğrudan ekime göre daha erkenci ve homojen büyüme sağlaması gibi sebeplerle daha çok tercih edilmektedir. Hazır fide kullanımı, günümüzde örtüaltı yetiştiriciliğinde %100'e ulaşırken, tarla ve bahçe sebzeciliğinde fide kullanımı hızla artmaktadır (Balkaya ve ark., 2015; Demir ve ark., 2020).

Fidelerin yetiştirilmesinde kullanılan ortamlar üreticiden üreticiye farklılık göstermektedir. Günümüzde fide yetiştiriciliğinde en fazla tercih edilen ortam torftur. Çünkü torfun birçok bitki yetiştiriciliğine uygun, hastalık içermeyen ve su tutma kapasitesinin yüksek olması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır. Torf, tek başına ya da perlit veya vermikülit gibi materyallerle belirli oranlarda karıştırılarak birlikte de kullanılabilmektedir. Torf, genel olarak ihraç edildiğinden maliyeti yüksek, kaynakları yetersiz ve en önemlisi çıkarıldığı yerlerde sulak alan ekosistemlerini dünya çapında tehlikeye atmaktadır. Bu nedenlerle torfa alternatif materyallerin kullanılarak torfun kullanım miktarlarının azaltılması sağlanabilir (Tüzel ve ark., 2021).

Biber yetiştiriciliğinde önemli olan diğer bir husus gübrelemedir. Çünkü biber, toprakta bulunan organik maddeleri seven bir bitkidir. Gübreler kimyasal ve organik olmak üzere 2'ye ayrılırlar. Organik gübreler; yeşil gübre, çiftlik gübresi ve kompost şeklindeki gübreler organik kaynaklardan elde edildikleri için doğal özelliktedirler. Kimyasal yollarla üretilen gübreler ise sentetik gübrelerdir.

'Yeşil Devrim' olarak isimlendirilen kimyasal gübrelerin kullanılmaya başlandığı 1950-60'lı yıllarda bu gübrelerin dünyadaki doğal dengeye, toprağın kalitesine ve insan sağlığına yüksek ölçüde bir zarar teşkil ettiğini gören araştırıcılar bu konu hakkında araştırma yapmaya başlamışlardır. Kullanılan kimyasallar üretimde artışı sağlamış olmalarının yanında uzun vadede kullanılmasıyla toprakta bulunan ve toprağı besleyen organizmaların ölümüne, bunun sonucunda topraktaki verimliliğin ve toprak kalitesinin düşmesine neden olmuştur (Sinha ve Herat, 2009). Bu nedenle kimyasal gübrelemelere göre organik ve çevre dostu olan vermikompost

gibi sürdürülebilir gübreleme sistemleri ön plana çıkmıştır. Toprak solucanlarının organik atık ve artıkları kalitesi yüksek materyallere dönüştürme gibi önemli bir özelliğinin anlaşılması; Hindistan, Amerika ve Avrupa ülkelerinde vermikültür denilen toprak solucanlarının kültürünün yapılması adına bir tarımsal üretim sektörünün doğmasına neden olmuştur. Bu sektör tüm dünyada sürdürülebilirlik kavramına önemli bir vurgu yapmaktadır (Erşahin, 2007).

Solucanların beslenmeleri için vücutlarından dışarı attıkları yüksek besin değerli gübreye vermikompost denir. Üretimde genel olarak 6 tür solucan kullanılır. Bunlar: *Lumbricus rubellus* (red worm), *Dendrobaena veneta*, *Eisenia fetida* (tiger worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler),*Eisenia andrei* (red tiger worm), , *Perionyx excavatus* (indian blue worm),) türleridir (Domínguez ve Edwards, 2011).

Topraktaki çeşitli sıvılar, enzimler, vitaminler, proteinler ve ölen solucanların toprak solucanlarının ürettiği gübrelere karışmasıyla birlikte vermikompost karakteristik bir yapıya sahip olmaktadır (Prabha ve ark., 2007). Bu karakteristik yapıya, solucan bağırsaklarındaki mikroorganizmaların katılımıyla daha önemli bir hale gelmektedir. Sonuç olarak vermikompost uygulanmış toprakların kimyasal ve fiziksel yapılarında iyileşme, bununla birlikte azot bağlayan bakterilerin sayısında çoğalma meydana gelmektedir (Shobha ve ark., 2008).

Dünyada kullanımı ve üretimi yaygın hale gelmeye başlayan solucan gübresi, ülkemizde de gün geçtikçe dahada tanınmaktadır. Fakat zamanla üretimi artan bu vermikompostun sera ve tarla denemeleriyle desteklenip elde edilen neticenin üreticilerle ve ilgi duyan kişilerle paylaşılması gerekmektedir. Ayrıca ülkemiz tarım topraklarının organik madde düzeyinin düşük miktarda olması nedeniyle vermikompost gibi materyallerin yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Vermikompost sadece organik bir gübre değil, aynı zamanda iyi bir toprak düzenleyici özelliğine de sahiptir (Ertenprab, 2016). Vermikompost, insan sağlığını ve çevreyi tehdit edecek herhangi bir mikroorganizma taşımamaktadır. Birçok hayvansal ve bitkisel atıklarla beslenip bunları organik maddeye dönüştürürler.

Böylece bu atıklarda bulunan birçok zararlı ve bunların çevre ve insana olan etkilerini önlemiş olurlar.

Son yıllarda toprak iyileştirici veya destekleyici olarak birçok madde kullanılmaktadır. Moleküler değeri yüksek, bozulmaya dayanıklı, doğal bir şekilde oluşan hümik maddeler bunlardan biridir. Hümik asit, fülvik asit ve hümin olarak 3'e ayrılırlar (Andreu ve ark., 1994). Hümik asit, fülvik aside kıyasla daha büyük molekül yapısına sahip olup topraktaki kalıcılığı fazladır. Hümik asidin parçalanması uzun sürdüğü için topraktan uygulamalarda hümik asitlerden yararlanılmaktadır (Sparks, 2003; Yılmaz, 2007). Genel olarak hümik asit ve fülvik asit toplamı yalnızca 'hümik asit' olarak ifade edilir. Hümik asit, humusça zengin topraklarda bulunması dışında leonarditten elde edilir. Leonardit, madenden çıkarılıp birtakım işlemlerden geçirilerek toprak düzenleyici olarak katı veya sıvı haliyle kullanılır (Şener, 2019).

Hümik asit bir 'bitki besin maddesi' olmayıp toprağın kimyasal, fiziksel yapısını düzenleyen ve topraktaki kimyasal maddelerin bitkinin alabileceği şekle dönüşmesini sağlayan bir 'toprak düzenleyici' maddedir. Toprağın havalanmasını ve su tutma kapasitesini arttır. Ayrıca kuraklık ve tuz streslerine karşı mücadele ederek, bazı bitkilerin toksik etkilerden korunmasını sağlar (Akıncı, 2011; Şener, 2019).

Hümik asidin bitkilere bir diğer faydası da kökün gelişimine olan etkisidir. Kök gelişimini arttırıp bitkinin büyüme ve gelişimini olumlu yönde etkiler. Bu da hümik asidin iyi bir köklendirici olmasını sağlar. Hümik asidin kullanımıyla birlikte verim ve kalite de artar. Hümik asidin şelatlama özeliği de vardır. Topraklarda oluşan besin elementlerinin kaybını önler ve bu durum toprağa uygulanan gübre miktarını azaltır. Böylelikle hümik asit kullanımı ile ülke ekonomisine katkı da sağlanmış olur (Akıncı, 2011).

Bilim insanları, torf yataklarının tahrip edilmesinin zamanla ekolojik dengeyi bozacağı ve karbondioksit salınımı ile küresel ısınma üzerine olumsuz etki yapacağı endişesini taşımaktadırlar. Bu nedenle çalışmada fide üretimi esnasında torf

kullanımının azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaçla biber fidesinin üretiminde torfa alternatif olarak vermikompostun farklı dozları ile hümik asit uygulamasının biber fidesinin gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Domuz gübresi kullanılarak üretilen solucan kompostunun, domates bitkisinin büyümesine ve fizikokimyasal özelliklerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, %5, %10, %20, %50, %100 oranlarında vermikompost kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre vermikompost uygulamasının %5'ten %50'ye kadar olan parametrelerinde doz arttıkça hava boşluklarındaki azalma %33.1'den %52.9'a kadar çıkmıştır. Vermikompost konsantrasyonu %100'e yaklaştığında ise hava boşluklarındaki azalmalar artarak devam etmiştir. Bu durum bitki büyüme parametrelerini de etkileyerek gelişimde azalmalara sebep olduğu rapor edilmiştir.(Atiyeh ve ark., 2001).

Farklı dozlarda vermikompost ve torfun (%0, %20, %40, %60, %80, %100) domates bitkisinin çimlenmesine ve meyve kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sonuçların olumlu olduğu ifade edilmiştir. Fakat vermikompost dozunu belirlerken yetiştirilecek olan çeşide ait isteklerin de göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (Zaller, 2007).

Prabha ve ark., (2007), vermikompost, çiftlik gübresi ve inorganik gübrelerin patlıcan ve bamyanın büyüme parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre kök ve sürgün uzunluğu ile yaprak sayısı parametrelerinde en iyi sonucu veren gübrenin vermikompost olduğunu belirtmişlerdir.

Vermikompostun çilekte kalite ve verime etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 4 farklı dozda vermikompost (2.5, 5, 7.5, 10 t ha^{-1}) ve inorganik gübre uygulaması yapılan bir çalışmada, solucan gübresinin çilekte kuru madde, lif miktarı ve verim gibi parametreleri arttırdığını tespit etmişlerdir (Singh ve ark., 2008).

Azarmi ve ark. (2008), vermikompostun domates bitkisi yetiştirilen topraklardaki etkisini araştırdıkları bir çalşmada değişik miktarlardaki vermikompostu (0, 5, 10, 15 t ha^{-1}) toprağın 15 cm'lik üst kısmına eklemişlerdir. Sonuç olarak hektara 15 ton solucan gübresinin toprağın fiziksel yapısını olumlu yönde etkilediği; K, N, Mn, Zn, Ca, P ve organik karbon değerlerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir.

Ansari (2008), şalgam, ıspanak ve patates bitkilerinde çalışma yaparak vermikompostun verime etkisini araştırmıştır. Uygulamada farklı dozlar (4.5 ve 6 ton ha^{-1}) vermikompost kullanıp vermikompost uygulamasının her 3 türde de kontrole kıyasla daha yüksek verim sağladığını dile getirmiştir. Şalgam ve patateste 6 ton ha^{-1}, ıspanakta ise 4 ton ha^{-1} uygulamasından daha yüksek verimin elde edildiğini bildirmiştir.

Atmaca (2012), fide yetiştirme ortamı ve sonrasında fidelerin kalitesini saptamak amacıyla domates ve hıyar fidelerini, torf (%100) ve vermikompost (VC) (%100) ile bunların farklı oranlardaki (%10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 VC) karışımlarından oluşturduğu ortamlarda yetiştirmiştir. Araştırıcı, solucan gübresinin yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiğini, fide yetiştirme ortamına karıştırılıp kullanılabileceğini ve verimi arttırdığı belirtmiştir. Vermikompostun %40 ile %60 arasında değişen karışımlarının ön plana çıktığı bildirilmiştir.

Tavalı ve ark. (2013), karnabahar sebzesine solucan gübresinin etkisini inceleyen bir çalışmada farklı oranlarda (0 (kontrol), 100, 200, 400 ve 800 kg da^{-1}) vermikompost uygulaması yapmışlardır. Ayrıca, kimyasal gübreler de ilave olarak kullanmışlardır. Çalışmada, kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini belirlemek istemişlerdir. Araştırıcılar, incelenen parametrelerde vermikompostun olumlu etki gösterdiğini, ancak 800 kg da^{-1} uygulamasında karnabahar veriminde bir azalma olduğunu, bununla birlikte 200-400 kg da^{-1} uygulamasının uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Jahan ve ark. (2014), Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada karnabahar bitkisine farklı oranlarda vermikompost uygulmışlardır. Yapılan bu çalışmada en yüksek verimin 6 ton ha^{-1} vermikompost uygulamasından alındığını tespit etmişlerdir.

Hınıslı (2014), kıvırcık marulun gelişimi üzerine vermikompostun etkisini araştırmıştır. Bu amaçla vermikompost, koyun ve inek gübreleri %0, %1, %3, %5 ve %7 oranlarda uygulamıştır. Erkencilik açısından vermikompostun önemli derecede etki ettiğini, ayrıca vermikompostun özellikle Cu, Ca ve Zn elementlerinin bitki bünyesine alınımında iyi sonuçlar verdiğini saptamıştır.

Küçükyumuk ve ark. (2014), bibere uygulanan vermikompost ve mikorizanın, birlikte ve ayrı ayrı kullanımının bitkinin gelişimine ve besin elementlerine etkisini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Uygulama dozlarını, vermikompost için 2.5, 5 ve 10 g $saks\imath^{-1}$; mikoriza için 0, 1 ve 2 g $saks\imath^{-1}$ şeklinde belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, yapılan uygulamaların biber bitkisinde taze-kuru ağırlığı ve besin elementi alınımının olumlu yönde etkilediğini, ancak bu parametrelerdeki en iyi sonucun en yüksek dozda uygulanan vermikompost ve mikorizadan elde edildiği gözlemlemişlerdir.

Sahoo ve ark. (2015), vermikompost uygulamasının biber ve patlıcanın büyüme ve gelişmesine olan etkilerini belirlemek amacıyla sera koşullarında bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre vermikompost uygulamasının biber ve patlıcanın büyümesini arttırdığını, ayrıca vermikompostun biber verimine etkisinin önemli, fakat bitki büyümesine etkisinin istatistiki açıdan önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Patlıcanda ise yaprak alanı, taze ağırlık, sürgün taze ağırlığı gibi büyüme parametrelerinde artış gözlemlemişler. Ancak patlıcanda vermikompostun verime doğrudan bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Adak (2016), çalışmasında vermikompostun biber ve domates bitkilerinin gelişimine etkisini karşılaştırmayı hedeflemiştir. Çalışmayı açık alanda 2 kg'lık saksılarda yürütmüş olup vermikompost dozlarını VC1: %0 (kontrol), VC2: %5 (100

g), V3: %10 (200 g), V4: %20 (400 g), V5: %30 (600 g) şeklinde belirlemiştir. Çalışmada potasyum içeriğini biberde %7.35 ile %20'lik uygulamada, domateste ise %0.62 ile %30'luk uygulamada en yüksek değer olarak bulduğunu; biberin en yüksek Zn değerinin 34 mg kg^{-1}, domatesin ise en yüksek Zn değerinin 58 mg kg^{-1} olarak sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca Ca ve Mn elementleriyle vermikompost arasında negatif (-) yönlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Erşahin ve ark. (2017), domates bitkisinin fide büyümesi üzerine mutfak artıklarından elde edilen vermikompost ve sığır gübresinin etkisini araştırmışlardır. Vermikompost oranlarını %0, %10, %20, %30 olarak belirlemişlerdir. Vermikompostun her dozunda tohum çıkışını geciktirdiğini ve azalttığını görmüşlerdir. Azot içeriğinin vermikompostta düşük olması nedeniyle fidelerde de düşük; K içeriğinin fazla olması nedeniyle fidelerde de yüksek olduğu saptamışlardır. Vermikompostun pH ve EC değerlerinin yüksek olmasının bitkinin kök uzunluğu, yaprak sayısı ve sürgün çapı gibi büyüme parametrelerini olumsuz etkilediğini, bu nedenle araştırıcıların vermikompost üretiminde solucanın beslenme stoğunun iyi belirlenmesi gerektiğini ve bitki gelişimi için en iyi dozun %20 olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2017), farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen domates fidelerinin verim ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Araştırmada vermikompost, zeolit, torf ve bunların farklı oranları ile değişik ortamlar (zeolit %100 (M1), torf %100 (M2), torf %80 + vermikompost %20 (M3), zeolit %80 + vermikompost %20 (M4), torf %65 + zeolit %15 + vermikompost %20 (M5) ve torf %40 + zeolit %40 + vermikompost %20 (M6)) hazırlamışlardır. Yapılan çalışmada, tohum çimlenme yüzdesi, fide boyu, fide gövde çapı, sürgün taze ağırlığı, kök uzunluğu, kök ağırlığı ve bitki besin maddesi içeriği (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu) gibi parametreler belirlenmiştir. Denemede M5 ortamının (torf %65 + zeolit %15 + vermikompost %20) domates fidesinin çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, fide boyu, fide taze ağırlığı ve kök ağırlığı parametrelerinde en iyi sonuçları verdiğini tespit etmişlerdir. M1 ortamının (zeolit %100) domates fidesi yetiştiriciliğine olumlu bir etkisinin olmadığını, ancak diğer ortamlarla kombine edildiğinde yararlı olabileceğini ileri

sürmüşlerdir. Sonuçlar neticesinde M5 ortamının (torf %65 + zeolit %15 + vermikompost %20) fide yetiştiriciliği için daha iyi olduğunu ve topraksız tarımda da rahatlıkla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Uluğ (2018), vermikompost ve mikoriza uygulamalarının fasulye ile soğan sebzelerinin bitki gelişimi ve verime olan etkilerini araştırmıştır. Vermikompostu her bitki için 180 ml, mikorizayı 150 mg, vermikompost + mikorizayı ise belirtilen dozları birleştirip uygulamıştır. Araştırıcı, vermikompost uygulamalarının fasulye ve soğan yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi gibi parametrelerde olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir (Uluğ, 2018).

2.2. Hümik Asit İle İlgili Yapılan Çalışmalar

David ve ark. (1994), farklı dozlarda (0, 640, 1280 ve 2560 mg L^{-1}) uygulanan hümik asidin domates fidelerinin büyümesi ve besin birikimine etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar, 1280 mg L^{-1} hümik asit uygulamasının domates bitkisinin köklerinde taze ve kuru ağırlık artışına sebep olduğunu; ayrıca gövdede Mg, Fe, P, Ca, Mn, Zn ve K elementlerinde artış görüldüğünü bildirmişlerdir.

Hümik asidin yaprak gübrelerine eklenerek biber ve patlıcan fidelerinin kalitesine ve besin elementi içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada fide yetiştirme ortamına 0, 500, 1000, 1500, 2000 ve 2500 ml da^{-1}, fide yapraklarına ise 0, 200, 400, 600, 800, 1000 ml da^{-1} konsantrasyonlarında uygulama yapılmıştır (Padem ve ark., 1999). Araştırıcılar, hem yapraklara hem ortama uygulanan hümik asitin biber ve patlıcan fidelerinde yaprak sayısını, gövde çapını, sürgün ve kök kuru ağırlığını, sürgün taze ağırlığını önemli derecede etkilediğini saptamışlardır. Biberde en yüksek fide boyu değerinin 22.81 cm ile yetiştirme ortamına 1500 ml da^{-1} hümik asit uygulamasıyla, patlıcanda en yüksek fide boyu değerinin 11.94 cm ile yetiştirme ortamına 2500 ml da^{-1} hümik asit uygulamasıyla elde edildiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte yapraklardaki N, P, K içeriklerinin kontrole kıyasla hümik asit uygulanan bitkilerde arttığını tespit etmişlerdir.

Cimrin ve Yılmaz (2005), fosfor ve hümik asit uygulamalarının marulun bitki büyümesi ve besin içeriğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan hümik asit miktarlarını 0, 100, 200, 300 kg ha^{-1}; fosfor miktarlarını ise 0, 120, 240 kg ha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Fosfor uygulamasının verim artışına sebep olduğunu, ancak hümik asidin verimi önemli ölçüde etkilemediğini gözlemlemişlerdir. Hümik asit ve fosforun birlikte kullanımının azot miktarını arttırdığını, bununla birlikte Fe, Mn, Cu, K, Ca besin elementlerini etkilemediğini saptamışlardır.

Dursun ve ark. (2009), domates ve patlıcan bitkilerine uygulanan hümik asidin fide büyümesi ile makro ve mikro besin içeriklerine olan etkisini araştırmak amacıyla yürüttükleri bir çalışmada 50, 100, 150 ve 200 ml l^{-1} hümik asit dozları kullanmışlardır. Araştırıcılar, hümik asit uygulamalarının kontrole kıyasla fidelerde yaprak alanlarını, yaprak sayılarını, gövdelerin ve köklerin taze ve kuru ağırlık değerlerini, makro ve mikro besin içeriklerini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Sera koşullarında yürütülen bir çalışmada, domates bitkilerine farklı dozlarda (0, 4, 8, 12, 16 ve 20 l da^{-1}) hümik asit uygulayıp, domatesin verim, beslenme durumu ile meyve kalitesi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırıcılar, hümik asit uygulamasının domateste N, P, K, Fe ve Cu değerlerinde önemli bir artış sağladığını, bununla birlikte meyve kalite kriterlerini olumlu etkilediğini gözlemlemişlerdir (Demirtaş ve ark., 2014).

Kaya (2014) , farklı dozlardaki (0, 500, 1000 ppm) hümik asit ve Zn (0, 5, 50 ve 500 ppm) uygulamalarının ıspanak bitkisinde çinko alınımına ve fide gelişimine etkilerini araştırmıştır. Araştırıcı, hümik asidin bitki boyu, bitki taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, sap uzunluğu ve yaprak alanı parametreler üzerine etkili olmadığını ve en yüksek SÇKM değerinin 1000 ppm hümik asit uygulanan bitkilerden elde edildiğini belirtmiştir. Hümik asit ve çinko uygulamalarının Mn, Mg, Fe ve Cu miktarları üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ifade etmiştir. Yaprakta bulunan P ve S miktarlarının 500 ppm'lik hümik asit uygulamasıyla artış gösterdiğini, kökte bulunan Zn'nin ise 500 ppm hümik asit ve 500 ppm Zn uygulamalarıyla artış gösterdiğini bildirmiştir.

Köse (2015), marul bitkisine hümik asit ve humus organik maddelerinin bitki beslenmesi ve verime olan etkilerin araştırdığı çalışmada, hümik asit dozlarını 0, 1500 ve 3000 ml da^{-1}; humus dozları ise 0, 25, 50, 100 kg da^{-1} olarak belirlemiştir. Araştırıcı, yaprak sayısı, yaprak genişliği, yaprak uzunluğu ve verim parametrelerinde en yüksek artışın hümik asidin 3000 ml da^{-1} ve humusun 100 kg da^{-1} uygulamalarından elde edildiğini belirtmiştir. Hümik asitin, besin elementlerinden Fe, B, Mn, Mg, K, Zn içeriklerini kontrole kıyasla önemli derecede etkilendiği bildirilmiştir.

Abdellatif ve ark. (2017), Nema 1400 ve Platinium 5043 domates çeşitlerine uyguladıkları hümik asitin sıcaklık stresi altında büyüme ve verim parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Yaz mevsimlerinde yapılan bu çalışmada hümik asit dozlarını 4.8, 9.6 ve 14.4 $kg \cdot ha^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Hümik asitin 14.4 $kg \cdot ha^{-1}$ uygulamasının domateslerin bitki boyu, taze ağırlık, çiçek ve meyve sayısı gibi parametrelerini arttırdığını, bununla birlikte C vitamini ve toplam çözünür katı konsantrasyonu (SÇKM) üzerinde kontrole kıyasla daha az bir etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Sesveren ve Taş (2018), bir çalışmada hümik ile fülvik asitin kaynağı olan leonarditin farklı oranlarda (%5, %10, %20) toprağa ilavesinin kıvırcık yaprak salatada kalite ve su tüketimine etkisini sera koşullarında araştırmışlardır. Araştırıcılar en düşük su tüketiminin %20 leonardit dozundan elde ettiklerini ve leonarditin organik gübrelemeden ziyade toprak düzenleyici olarak kullanılmasının daha uygun olacağını bildirmişlerdir.

Aksoy ve ark. (2019), tuz (3 dS m^{-1} ve 7 dS m^{-1}) ve hümik asit (0, 0.7 ve 1.4 ml l^{-1}) uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırıcılar, hümik asit uygulamasının tuz stresini azalttığını; gövde çapı, bitki boyu, kök taze ve kuru ağırlığı ile kök uzunluğu gibi parametrelerin kontrole göre arttığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme 2021 yılı ilkbahar üretim döneminde Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait plastik serada yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü seranın tepe yüksekliği 3.0 m, genişliği 8.0 m ve uzunluğu 20 m'dir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü seradan bir görünüm

3.1.1.Denemede kullanılan vermikompostun özellikleri

Denemede kullanılan vermikompost ve bazı özellikleri Şekil 3.2. ve Çizelge 3.1.' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan vermikompostun özellikleri (Firma beyanına göre)

Organik madde (%)	Toplam azot (%)	Organik azot (%)	Maksimum nem (%)	C/N (%)	Toplam hümik+fülvik asit (%)	pH aralığı	EC (ds m^{-1}) Max
35	1.2	1	35	14	20	6.5-8.5	5



Şekil 3.2. Denemede kullanılan vermikompost

3.1.2. Denemede kullanılan torfun özellikleri

Araştırmada, Klasman marka ithal torf kullanılmıştır. Su tutma kapasitesi yüksek, hastalık ve zararlı içermeyen, yüksek gözenekli, drenajı iyi bir üründür. Ayrıca eşit su alımını sağlayan özel nemlendirici katkılıdır.

3.1.3. Denemede kullanılan hümik asidin özellikleri

Denemede, Gübretaş'a ait K-Humat isimli hümik asit kullanılmıştır. Firma beyanına göre bazı özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir (Gübretaş, 2022)

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan HA'nın özellikleri

Toplam organik madde	Toplam hümik+fülvik asit	Suda çözünür potasyum oksit (K2O)	Maksimum nem	pH (%10'luk çözeltide)
25	80	10	20	9-11

3.1.4. Kullanılan bitki materyalinin özellikleri

Denemede, Afat F_1 biber çeşidi kullanılmıştır. Acı, erkenci, verimliliği yüksek, bitkileri güçlü ve diktir. Açık tarla yetiştiriciliğine uygun hibrit bir biber tipidir (Firma beyanına göre).

3.2. Yöntem

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak, hacim bazında farklı oranlarda torf ve vermikompost karışımları kullanılmıştır. Bu oranlar Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmada yer alan uygulamalar

	Torf	Vermikompost	Hümik asit (ppm)
1. Uygulama	%100	%0	0 (Kontrol)
2. Uygulama			100
3. Uygulama			200
4. Uygulama	%75	%25	0
5. Uygulama			100
6. Uygulama			200
7. Uygulama	%50	%50	0
8. Uygulama			100
9. Uygulama			200
10. Uygulama	%25	%75	0
11. Uygulama			100
12. Uygulama			200
13. Uygulama	%0	%100	0
14. Uygulama			100
15. Uygulama			200

Çalışma, 15 ayrı yetiştirme ortamı, 3 tekerrür ve 1 çeşit biber olmak üzere toplamda 45 uygulamadan oluşmaktadır. Tohumlar, 13.04.2021 tarihinde yalnızca torf ile doldurulmuş 27x37x8 cm ebatlarındaki plastik çimlendirme kasaları içerisine ekilmiştir. Kasalara ekilen tohumlar, Bahçe Bitkileri Bölüm laboratuvarında bulunan etüv içerisinde 27-28 °C sıcaklıkta çimlendirilip, kotiledon yaprakların yere paralel olduğu dönemde (21.04.2021 tarihinde) farklı oranlarda torf ve vermikompost karışımları ile doldurulan 72'lik viyoller içerisine dikilmişlerdir. Dikimden hemen sonra can suyu verilmiştir. Sulama, söküm zamanına kadar düzenli ve eşit miktarda süzgeçli kovalar ile yapılmıştır.

Her bir uygulama için 6 adet biber fidesi kullanılmış olup, toplamda 270 adet homojen bir şekilde büyüme gösteren fidelerde çalışma yapılmıştır. Dikimden 5 gün sonra (26.04.2021) hümik asit uygulamalarına başlanmış ve haftada 1 defa kökten uygulama yapılıp, söküme kadar (6 hafta boyunca) uygulamalara devam edilmiştir. Fideleri beslemek amacıyla 30.04.2021 tarihinden itibaren 10 gün aralıklarla %50

seyreltilmiş Hoagland besin solüsyonu verilmiştir. Dikimden 50 gün sonra (10.06.2021) fide sökümü gerçekleştirilmiştir. Fideler, ölçüm ve tartım işlemleri için fakültenin bölüm laboratuvarına getirilmiştir.

3.2.1. Bitki büyüme parametreleri

3.2.1.1. Bitki boyu (cm)

Fideler, viyollere aktarıldıktan sonra bitki boyları 7 gün aralıkla, her viyolden 6 bitki olacak şekilde, toprak seviyesinden büyüme ucuna kadar olan kısımları şerit metre ile ölçülerek bulunmuştur (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Bitki boyu ölçümünden bir görünüm

3.2.1.2. Gövde çapı (mm)

Gövde çapı 7 gün aralıkla, her tekerrürde 6 bitkide bitkilerin ortam seviyelerinin 1-2 cm üzerinden, 0.01 mm hassasiyetteki dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Bitki gövde çapı ölçümünden bir görünüm

3.2.1.3. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})

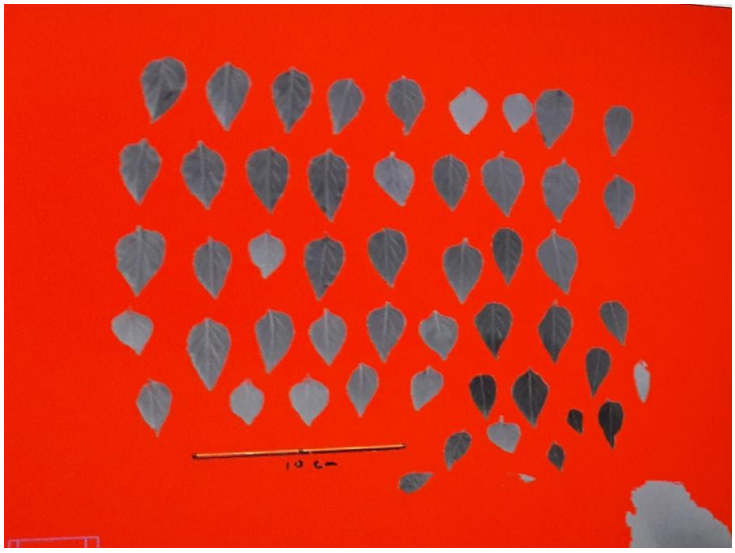
Söküm zamanı her parselden seçilen 5 bitkide sürgünün yaprakları tek tek sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Yaprak sayıları

3.2.1.4. Yaprak alanı (cm^2 bitki^{-1})

Deneme sonunda hasat edilen bitkilerden ayrılan tüm yaprakların alanı "ImageJ" programı ile tespit edilmiştir (Easlon ve Bloom, 2014) (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Yaprak alanı

3.2.2. Bitki analizleri

3.2.2.1. Klorofil indeksi

Yaprakların klorofil indeks değeri taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502) ile 14 günde bir her tekerrürden rastgele seçilen 6 yaprak ile ölçümü yapılmış ve klorofil indeks değerleri bu ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Martinez ve ark., 2017) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Klrofil ölçümü

3.2.2.2. Yaprak taze ağırlığı (bitki g^{-1})

Deneme sonunda her tekerrürden 5 bitki sökülmüş ve üzerindeki tüm yapraklar, gövdeden birleştiği yerden ayrılıp, tartılmış ve yaprak taze ağırlığı gram olarak belirlenmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Yaprak taze ağırlığı

3.2.2.3. Yaprak kuru ağırlığı (bitki g^{-1})

Taze ağırlığı alınan yapraklar, 65 ^{o}C sıcaklıktaki etüv içerisinde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra hassas terazide tartılarak, yaprak kuru ağırlık değerleri tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Gövde taze ağırlığı (bitki g^{-1})

Deneme sonunda, her tekerrürden sökülen 5 bitkinin yaprak ve kök kısımları ayrıldıktan sonra kalan gövde kısmı hassas terazi ile tartılıp gövde taze ağırlığı bulunmuştur.

3.2.2.5. Gövde kuru ağırlığı (bitki g^{-1})

Taze ağırlığı alınan gövdeler, 65 ^{o}C sıcaklıktaki etüv içerisinde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, daha sonra hassas terazide tartılarak, gövde kuru ağırlığı saptanmıştır.

3.2.2.6. Kök uzunluğu (cm)

Bitkinin kök kısmı akar su altında yıkanarak kökler ile yetiştirme ortamının birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Köklerin ortam içerisinde ne kadar uzayabildiğini saptamak amacıyla en uzun kökün uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bitki kök uzunluğu

3.2.2.7. Kök taze ağırlığı (bitki g^{-1})

Deneme sonunda her tekerrürden 3 bitkinin kök kısmı akar su altında ve elek üzerinde yıkanarak kökler ile yetiştirme ortamının birbirinden ayrılması sağlanmış ve toprak üstü aksamı kesilerek kökler gövdeden ayrılmıştır. Daha sonra kökler üzerinde kalan fazla sular bir peçete yardımıyla kurutulup tartılarak, kök taze ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.2.8. Kök kuru ağırlığı (bitki g^{-1})

Taze ağırlığı alınan kökler, 65 ^{0}C sıcaklıktaki etüv içerisinde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, daha sonra hassas terazide tartılarak, kök kuru ağırlığı saptanmıştır.

3.2.2.9. Toplam bitki kuru ağırlığı - biyomas (g bitki $^{-1}$)

Toplam bitki kuru ağırlığının tespiti, gövde kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı değerlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

3.2.2.10. Taze ağırlık bazında gövde/kök oranı

Deneme sonunda gövde taze ağırlıkları, kök taze ağırlıklarına bölünerek gövde/kök ağırlık oranı belirlenmiştir.

3.2.2.11. Kuru ağırlık bazında gövde/kök oranı

Deneme sonunda gövde kuru ağırlıkları, kök kuru ağırlıklarına bölünerek gövde/kök ağırlık oranı bulunmuştur.

3.2.2.12. İstatistiksel analiz

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuş ve her tekerrür için 10 tohum ekilmiştir. Fide çıkışları sağlandıktan sonra her tekerrürde kuvvetli gelişen 6 bitki seçilmiş ve çalışmaya, bu 6 bitki üzerinden devam edilmiştir. Denemeden elde edilen veriler, MSTAT-C istatistik paket programında analiz edilmiş ve veriler arasındaki farklılıklar LSD (en küçük önemli farklılık) testine tabi tutularak belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Büyüme Parametreleri

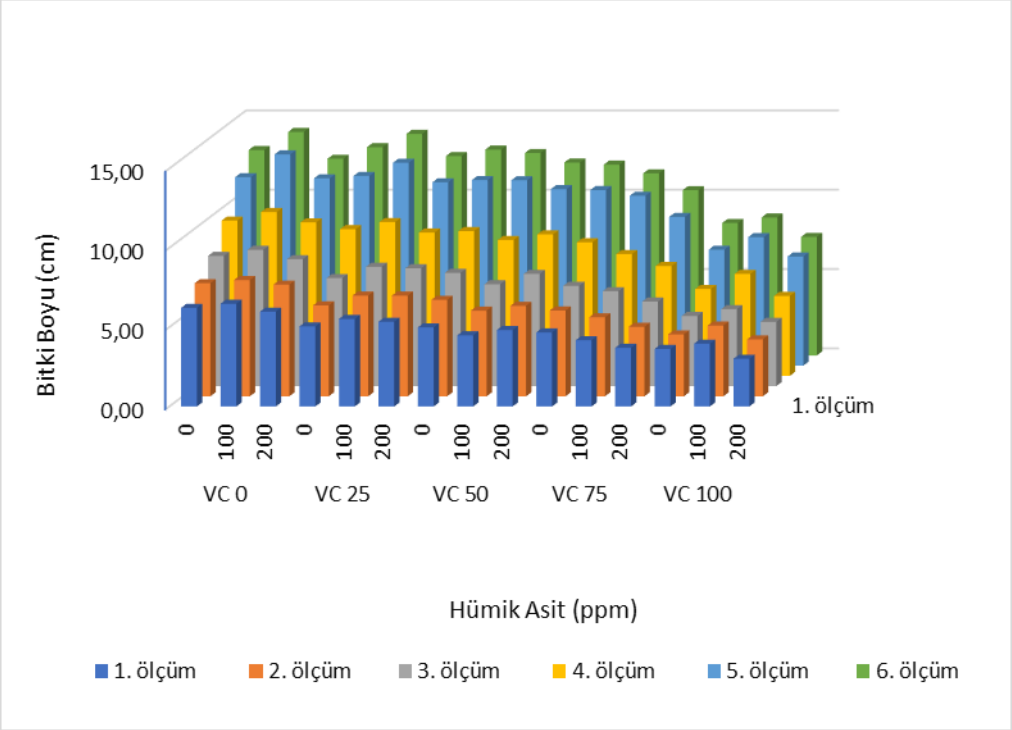
Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı gibi bazı parametreler üzerine etkisi ile ilgili sonuçlar, aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. Bitki boyu (cm)

Vermikompost (VC) ve hümik asit (HA) uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisini belirlemek amacıyla 7 gün aralıklarla bitki boyu ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere VC %100 ortamında yetiştirilen bitkilerin boyları diğer ortamlara göre daha az gelişim göstermiştir. En yüksek bitki boyları VC %0, VC %25 ve VC %50 ortamlarından elde edilirken, vermikompostun ortamlara daha fazla eklenmesiyle bitki boylarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer taraftan hümik asit uygulamaları incelendiğinde (Şekil 4.1.), HA uygulaması bitki boyu gelişimini olumlu yönde etkilemiş ve en yüksek bitki boyu 100 ppm HA uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fide boyu 200 ppm HA uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Dolayısıyla HA dozunun iki katına çıkarılması bitki boyunun gelişimine olumsuz etki yaparak büyümeyi yavaşlatıcı etkide bulunmuştur.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek bitki boyu değeri %0 ve %25 VC ortamlarındaki HA 100 ppm uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük bitki boyu değeri ise VC ve HA'in en yüksek dozu olan VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi

Bitki boyunun son ölçümü için yapılan istatistiksel analiz sonucunda VC ve HA uygulamalarının bitki boyuna etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Vermkompost * hümik asit interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

Bitkilerin yetiştirildiği ortama, %25 oranında vermikompost karıştırılması bitki boyunu kontrole göre arttırmış, ancak her iki uygulama da aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En yüksek bitki boyu değeri 13.22 cm ile %25 vermikompost uygulamasından elde edilirken, bu uygulamayı VC %0 ve VC %50 uygulamaları takip etmiştir. En düşük bitki boyu değeri 8.54 cm ile en yüksek vermikompost oranı olan VC %100 ortamından elde edilmiştir. Yetiştirme ortamına ilave edilen vermikompostun oranı arttıkça bitki boyu değerlerinde azalma görülmüştür. Yetiştirme ortamına %100 VC ilave edilmesi bitki boyunu kontrole göre yaklaşık %35 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde en uzun bitki boyunun 12.42 cm ile HA 100 ppm dozunda uygulanan bitkilerden elde

edildiği, HA dozunun 200 ppm'e yükseltilmesi ile bitki boylarının kısaldığı (11.01 cm) belirlenmiştir. HA'nın 100 ppm dozunda uygulanması kontrole kıyasla bitki boyunu yaklaşık olarak %4.45 düzeyinde arttırıken, 200 ppm HA uygulaması bitki boyunu kontrole göre %7.4 oranında azaltmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek bitki boyu 14.10 cm ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından ölçülürken, en düşük değer 7.47 cm ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından ölçülmüştür. Vermikompost oranları ve HA dozlarının en yüksek olduğu uygulamalarda bitki boylarının azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. VC ve HA uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	12.95	14.10	12.41	13. 15 a
VC (25)	13.13	13.97	12.57	13.22 a
VC (50)	12.98	12.76	12.17	12.64 a
VC(75)	12.05	11.48	10.42	11.31 b
VC (100)	8.35	9.79	7.47	8.54 c
Ortalama	11.89 ab	12.42 a	11.01 b	
LSD	VC:1.174**; HA: 0.9093**; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Atmaca (2012), domates ve hıyar fidesi üretiminde vermikompostun fide yetiştirme ortamı olarak kullanımının etkilerini araştırdığı denemede vermikompost ve torfun farklı oranlarda karışımlarını (%10, 20, 30, 40 ,50, 60, 70, 80, 90, 100) kullanmıştır. Çalışmayı 3 dönemde gerçekleştirmiştir (2011 ilkbahar ve sonbahar ile 2012 ilkbahar). Domates fidesi üretiminde en düşük bitki boyunun her üç dönemde de %100 VC uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Alaboz ve ark. (2017), farklı düzeylerde vermikompost ve sulama uygulamalarının (%0, %0.75 %1.5 ve %2.25 w/w) biber bitkisinin gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada vermikompostun bitki boylarında herhangi bir değişiklik göstermediğini, bunun sebebinin ise vermikompostun düşük uygulama seviyeleri ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir. Maltaş ve ark. (2017), kırmızı baş lahanaya farklı oranlarda

vermikompost ve kimyasal gübre uygulamalarının (U-0 (kontrol), U-1 (0 kg da^{-1} vermikompost + N:P:K), U-2 (100 kg da^{-1}vermikompost + N:P:K), U-3 (200 kg da^{-1} vermikompost + N:P:K), U-4 (400 kg da^{-1} vermikompost + N:P:K) ve U-5 (800 kg da^{-1} vermikompost + N:P:K)) etkisini incelemişlerdir. Araştırıcılar vermikompostun artan miktarıyla birlikte bitki boyunda da artış görüldüğünü tespit etmişlerdir.

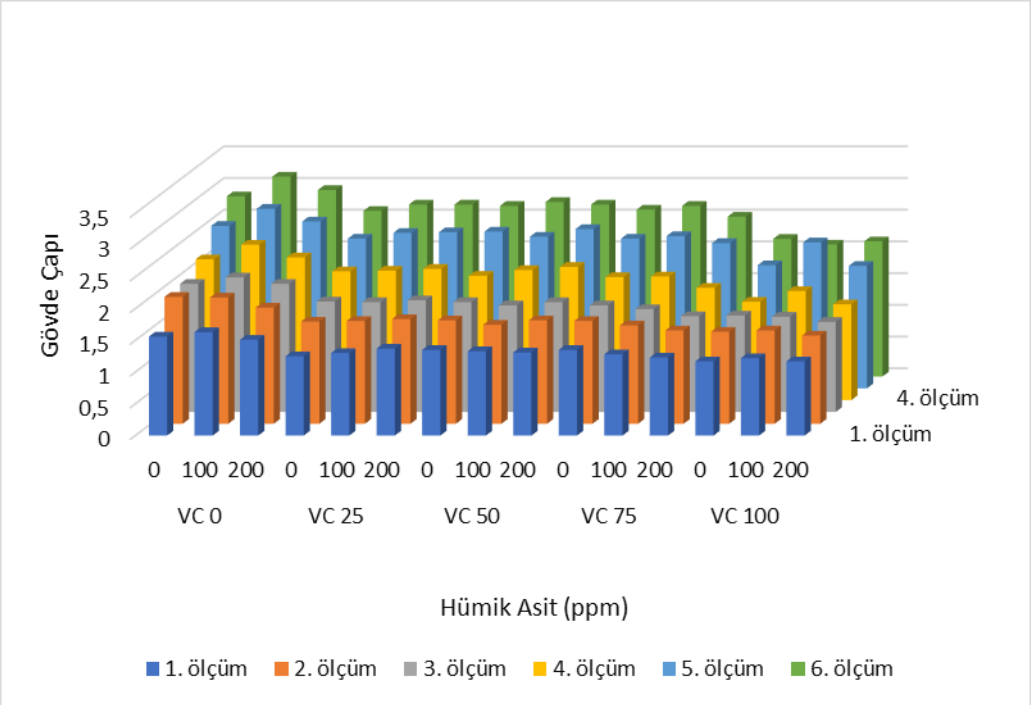
Kolsarıcı ve ark. (2005), farklı dozlardaki hümik asit uygulamalarının (0, 60, 120 ve 180 g 100 kg^{-1} tohum) ayçiçeği bitkisinin çıkış ve fide gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Hümik asidin farklı dozlarının kontrole göre fide boyunda artış sağladığı ve en yüksek değerin 60 g dozudan elde edildiğini; hümik asit uygulamalarının fide boyunu olumlu yönde etkilediğini, ancak doz azaldıkça gelişimin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Shafeek ve ark. (2015), kumlu toprak koşullarında yetiştirilen sarımsak bitkisine uyguladıkları hümik asidin bitki boyunu önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Oğurlu (2019), toprağa ve yaprağa uyguladığı hümik asidin, patatesin verimine ve bazı parametrelere olan etkisini tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada, dikimden önce toprağa 0, 4, 8 ve 12 l da^{-1}; çiçeklenmeden önce ise yaprağa 0 ve 400 ml da^{-1} HA uygulaması yapmıştır. Araştırıcı, hümik asit dozu arttıkça bitki boyunda da artış olduğunu bildirmiştir.

Yapılan bu çalışmalara göre elde ettiğimiz sonuçlar Atmaca (2012) ve Kolsarıcı ve ark. (2005)'nın sonuçları ile uyum içindeyken, diğer araştırıcıların sonuçları ile uyum içinde değildir. Bu durum tür, ekolojik koşullar, kullanılan doz, ortam farklılığı gibi sebeplere bağlanabilir.

4.1.2. Gövde çapı (mm)

Farklı oranlarda uygulanan vermikompost ve hümik asit dozlarının gövde çapı üzerine etkisini belirlemek amacıyla 7 günde bir gövde çapı ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerden elde edilen değerler Şekil 4.2.'de verilmiştir. Genel olarak vermikompost dozunun düşük olduğu bitkilerde çap kalınlığı daha fazla olurken, vermikompost oranı arttıkça gövdenin çap kalınlığı azalmıştır. Hümik asit

uygulamasının gövde çapı üzerine etkisi incelendiğinde, Şekil 4.2.'de de görüldüğü gibi genel olarak HA 100 ppm uygulaması daha kalın gövde çapları oluşturmuştur.



Şekil 4.2. Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının gövde çapı (mm) üzerine etkisi

Son ölçüm için yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre VC ve HA uygulamalarının gövde çapı üzerine olan etkileri %1 düzeyinde önemli bulunurken, VC*HA interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Vermikompost uygulamalarında en kalın gövde çapı değeri 2.98 mm ile VC %0 uygulamasında ölçülürken, en ince gövde çapı 2.23 mm ile en yüksek VC oranı olan VC %100 uygulamasından ölçülmüştür. Genel olarak yetiştirme ortamındaki vermikompost oranının artması, gövde çapı değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması gövde çapını kontrole kıyasla yaklaşık %10.06 oranında azaltırken, %100 oranında VC karıştırılması gövde çapını %25.16 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulaması gövde çapı değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. En kalın gövde çapı değeri 2.75 mm ile HA 100 ppm uygulamasında saptanırken, en

ince gövde çapı 2.59 mm ile HA 0 ppm uygulamasından saptanmıştır (Çizelge 4.2). HA'nın 100 ppm uygulanması gövde çapını kontrole kıyasla yaklaşık %6.17 oranında arttırmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en kalın gövde çapı değeri 3.16 mm ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından ölçülürken, en ince gövde çapı kalınlığı 2.13 mm ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından ölçülmüştür. Diğer uygulamalar bu değerler arasında yer almıştır.

Çizelge 4.2. VC ve HA uygulamalarının gövde çapı (mm) üzerine etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	2.84	3.16	2.95	2.98 a
VC (25)	2.61	2.71	2.71	2.68 b
VC (50)	2.69	2.76	2.71	2.72 b
VC (75)	2.63	2.70	2.53	2.62 b
VC (100)	2.17	2.40	2.13	2.23 c
Ortalama	2.59 b	2.75 a	2.61 b	
LSD	VC: 0.1534**; HA: 0.1188**; VC X HA. int.:öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Erşahin ve ark. (2017), vermikompostun domates bitkisinde fide büyümesine etkilerini incelemek amacıyla %0, 10, 20 ve 30'luk vermikompost uygulamışlardır. Araştırmada vermikompost dozu arttıkça gövde çapı değerlerinde azalma olduğunu, %20'den fazla uygulamalarının vermikompostun yüksek EC değerine bağlanarak fide büyümesini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Aydın (2019), yaptığı çalışmada vermikompost ekstraktları topraktan, yapraktan ve her iki şekilde de biber bitkisine uygulayarak bu uygulamaların bitki gelişimine olan etkisini araştırmıştır. Araştırıcı, vermikompostun genel olarak bitki çapında kontrole göre azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Vermikompost uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişim ve besin içeriklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %100 bahçe toprağı ile bahçe toprağına farklı oranlarda (%1, 5, 10 ve 20) vermikompost uygulanmıştır. En kalın

gövde çapının %20 vermikompost uygulamasından alındığı ve en ince gövde çapının ise %1 vermikompost uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir (Toksoy, 2019).

Padem ve Öcal. (1999) ile Husein ve ark. (2015), domateste yaptıkları çalışmalarda hümik asit uygulamalarının gövde çapını arttırdığını bildirmişlerdir. Bulgularımız bahsi geçen çalışma sonuçları ile benzer iken, Toksoy (2019)'un sonuçlarından farklıdır. Bu durum, türlerin farklı olması, araştırmaların farklı ekolojik şartlarda yapılması, kullanılan doz, ortam farklılığı gibi nedenlerden kaynaklanmış olabilir.

4.1.3. Yaprak sayısı (adet bitki^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının yaprak sayısına etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre VC uygulamasının yaprak sayısına etkisi %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Hümik asit ile VC*HA interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamasının yaprak sayısı üzerine etkisine bakılacak olursa, %0 VC uygulaması 10.53 adet ile en yüksek ortalama değere sahip olurken, VC %100 uygulaması 7.78 adet ile en düşük değere sahip olmuştur. Yetiştirme ortamına katılan vermikompost oranı arttıkça yaprak sayısının önemli oranda azaldığı belirlenmiştir. Ancak VC %0 ile VC %25 uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Yetiştirme ortamına %100 oranında eklenen vermikompostun yaprak sayısını kontrole kıyasla yaklaşık %26.11 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Hümik asit uygulaması istatistiki bir etki yapmasa da en yüksek ortalama yaprak sayısı 9.47 adet ile HA 200 ppm uygulamadan elde edilmiştir. En düşük yaprak sayısı 9.33 adet ile HA 100 ppm uygulamasından alınmıştır. HA'nın 100 ppm uygulanması yaprak sayısını kontrole göre yaklaşık %1.16 oranında azaltırken, 200 ppm HA uygulanan bitkilerde yaprak sayısı yaklaşık %0.31 oranında artış göstermiştir.

Çizelge 4.3. VC ve HA uygulamalarının yaprak sayısına (adet bitki^{-1}) etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	10.20	10.93	10.47	10.53 a
VC (25)	10.20	10.27	10.07	10.18 ab
VC (50)	10.20	8.67	9.60	9.49 bc
VC (75)	9.13	8.93	9.20	9.09 c
VC (100)	7.47	7.87	8.00	7.78 d
Ortalama	9.44	9.33	9.47	
LSD	VC: 0.7603**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en fazla yaprak sayısı 10.93 adet ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından sayılmıştır. En az yaprak sayısı ise 7.47 adet ile VC %100 ve HA 0 ppm uygulamasından saptanmıştır. Diğer uygulamalar bu değerler arasında yer almıştır.

Erşahin ve ark. (2017), vermikompostun domates bitkisinin fide büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, vermikompost dozlarının (%0, 10, 20, 30) artmasıyla yaprak sayısında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sebebini ise artan vermikompostun yüksek EC değeri ile açıklamışlardır. Bu çalışmanın sonuçları bizim bulgularımızla benzerdir. Toksoy (2019), vermikompost uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişim ve besin içeriklerine etkisini incelediği bir çalışmada %100 bahçe toprağı ile bahçe toprağına farklı oranlarda (%1, 5, 10 ve 20) vermikompost uygulamıştır. Araştırıcı, vermikompost uygulamalarından yaprak sayısının en fazla olduğu uygulamanın %20, en az olduğu uygulamanın %1 olduğunu belirtmiştir. Özel ve Öktem (2021), atdişi mısıra uyguladıkları vermikompostun farklı dozlarının (250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 kg da^{-1}) verime etkisini araştırmışlardır. En fazla yaprak sayısının vermikompostun 1250 kg da^{-1} dozundan, en az ise 250 kg da^{-1} dozundan elde edildiğini ifade etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda VC dozunun artması olumlu sonuç elde edilmesini sağlamıştır. Elde ettiğimiz sonuçlarda ise VC'nin yaprak sayısını azaltıcı etkisinin olduğu görülmüştür. Bu durum solucan gübresinin kaynağı, kullanılan doz, bitki türü, ortam farklılığı gibi nedenlerden kaynaklanmış olabilir.

Kumlu toprak koşullarında sarımsak bitkisine uygulanan hümik asidin bitkideki yaprak sayısını önemli ölçüde arttırdığı rapor edilmiştir (Shafeek ve ark., 2015). Husein ve ark. (2015), hümik asidin domateste yaprak sayısını arttırdığını bildirmiştir. Hümik asit miktarı arttıkça bitkinin yaprak sayısında artış olduğu bildirilmiştir. Hümik asit ile ilgili yapılan bu çalışmalar, bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermektedir.

4.1.4. Yaprak alanı (cm^2)

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre vermikompost uygulamasının yaprak alanına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi incelendiğinde, %0 uygulaması 262.77 cm^2 ile en geniş yaprak alanına sahip uygulama olurken, VC %100 uygulaması 97.72 cm^2 ile en dar yaprak alanını oluşturmuştur. Yetiştirme ortamına katılan vermikompost oranı arttıkça yaprak alanının önemli oranda azaldığı, VC %25, %50 ve %75 uygulamalarının istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Yetiştirme ortamındaki VC oranının %0'dan %25 çıkarılması yaprak alanı kontrole kıyasla yaklaşık %27.08 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması yaprak alanını %62.81 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına karşın, HA uygulamaları kontrole oranla yaprak alanlarında bir artışa neden olmuştur. En geniş yaprak alanı 187.23 cm^2 ile HA 100 ppm uygulamasından, en dar yaprak alanı ise 165.90 cm^2 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması yaprak alanını kontrole göre yaklaşık %12.85 oranında arttırırken, 200 ppm HA uygulanan bitkilerde yaprak alanı yaklaşık %6 oranında artmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.4. VC ve HA uygulamalarının yaprak alanına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	233.73	296.76	257.81	262.77 a
VC (25)	178.19	208.79	187.83	191.60 b
VC (50)	176.02	169.39	155.25	166.89 b
VC (75)	151.54	161.84	174.54	162.64 b
VC (100)	90.00	99.39	103.78	97.72 c
Ortalama	165.90	187.23	175.84	
LSD	VC: 39.01**; HA: öd; VC* HA int: öd			

öd: Önemli değil

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en geniş yaprak alanı 296.76 cm^2 ile VC %100 ve HA 100 ppm uygulamasından belirlenmiştir. En dar yaprak alanı ise 90 cm^2 ile VC %100 ve HA 0 ppm uygulamasından saptanmıştır. Diğer uygulamalar bu değerler arasında yer almıştır.

Peker (2018), vermikompost ve atık mantar kompostu uygulamalarının biberin verim ve kalitesine etkisini araştırdığı çalışmada vermikomostun 3 farklı dozunu kullanmış (%0, 1.5 ve 3) ve elde ettiği deneme sonuçlarına göre uygulanan vermikompostun yaprak alanına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Göksu ve Kuzucu (2017), farklı dozlarda uygulanan vermikompostun (300 kg da^{-1} ve 600 kg da^{-1}) karpuz verimine ve bazı kalite parametrelerine etkisini incelemiştir. Araştırıcı, uygulanan vermikompost dozunun artmasıyla yaprak alanının azaldığını tespit etmiştir. Bu çalışmalar bizim sonuçlarımızla benzer özellikler göstermektedir.

Arancon ve ark. (2002), tarlada yetiştirilen biber, domates ve çilek bitkilerinin büyümesi üzerine vermikompostun etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bunun için 5 ton ha^{-1} veya 10 ton h^{-1} oranlarında vermikompost ve sığır gübresi kullanmışlar ve sonuçta vermikompost uygulanan parsellerdeki çilek bitkisinin yaprak alanlarının sığır gübresi uygulananlara göre artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Toksoy (2019), vermikompost uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişim ve besin içeriklerine etkisini incelediği bir çalışmada %100 bahçe toprağı ile

bahçe toprağına farklı oranlarda (%1, 5, 10 ve 20) vermikompost uygulamıştır. Araştırıcı, en fazla yaprak sayısının %20 vermikompost uygulamalarından, en az yaprak sayısının ise %1 vermikompost uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Yapılan bu çalışma sonuçları ile elde ettiğimiz bulgular arasında farklılık vardır. Bu durum yetiştirme ortamların ve bitki türlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2. Bitki Analizleri

4.2.1. Klorofil indeksi (mg ml^{-1})

Farklı oranlarda uygulanan vermikompost ve hümik asit dozlarının klorofil indeksi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere klorofil indeksi üzerine VC oranlarının etkisi önemli bulunurken, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Yetiştirme ortamına karıştırılan vermikompost, genel olarak klorofil indeksi değerinin azalmasına neden olmuştur. En yüksek klorofil değeri VC %0 uygulamasında (17.82 mg ml^{-1}) ölçülürken, en düşük değer, vermikompostun en yüksek olduğu VC %100 uygulamasında (8.51 mg ml^{-1}) ölçülmüştür. Bitkilerin yetiştirildiği ortama %25 VC karıştırılması ile klorofil indeksi değerini yaklaşık olarak %35.63 oranında azaldığı, %100 VC uygulamasının ise bitkilerdeki klorofil indeksi değerini yaklaşık olarak %52.54 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Hümik asit uygulamaları genel olarak klorofil indeksini arttırmıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hümik asit uygulamaları içerisinde en yüksek klorofil indeks değeri 11.98 mg ml^{-1} ile HA 200 ppm uygulamasından elde edilirken, en düşük değer 11.59 mg ml^{-1} değeri ile HA 0 ppm uygulamasından elde edilmiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması klorofil indeks değerini kontrole göre yaklaşık %2.58 oranında arttırırken, 200 ppm HA uygulanan bitkilerde klorofil indeks değerini yaklaşık %3.36 oranında artmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.5. VC ve HA uygulamalarının klorofil indeksi üzerine etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	16.95	17.65	18.85	17.82 a
VC (25)	12.35	11.63	10.43	11.47 b
VC (50)	11.37	10.72	11.45	11.18 b
VC (75)	9.98	10.30	10.08	10.12 bc
VC (100)	7.28	9.15	9.08	8.51 c
Ortalama	11.59	11.89	11.98	
LSD	VC: 1.90**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Vermikompost x hümik asit interaksiyonununda en yüksek klorofil değeri 18.85 ile VC %0 ve HA 200 uygulamasında saptanırken, en düşük değer 7.28 ile VC %100 ve HA 0 ppm uygulamasında saptanmıştır.

Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun (300 kg da^{-1} ve 600 kg da^{-1}) karpuzda verim ve bazı parametrelere etkisinin incelendiği bir çalışmada, vermikompost dozu arttıkça klorofil miktarında azalma olduğu belirtilmiştir (Göksu ve Kuzucu, 2017). Bu çalışmanın sonuçları bizim bulgularımız ile benzerlik göstermektedir.

Aydın ve Demirsoy (2020), vermikompost ve atık mantar kompostunun biber yetiştiriciliğinde kulanım olanakları üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada klorofil miktarının en iyi sonuç verdiği bitkilerin vermikompost uygulanan bitkilerden elde edildiğini bildirmişlerdir. Kibar (2018), marul bitkisinin gelişimi üzerine vermikompostun etkisin araştıdığı bir çalışmada, 6 farklı uygulama (VC: %0, 2.5, 5, 10, 20 ve ticari gübre) denemişlerdir. Vermikompost uygulanan bitkilerin klorofil miktarının, kontrole göre artış sağladığı bildirilmiştir. Namal (2019), domateste farklı ortamların fide kalitesine etkilerinin belirlemek amacıyla yürüttüğü bir çalışmada 8 farklı ortam kullanılmıştır. En yüksek klorofil miktarının %70 torf + %15 diatomit + %15 vermikompost ortamından elde edildiğini belirtirken, en düşük klorofil miktarının ise %100 torf ortamından elde edildiğini bildirmiştir. Yapılan bu

çalışmalar, elde ettiğimiz bulgulardan farklı bulunmuştur. Bu durum çeşitlerin farklı olması, araştırmaların farklı ekolojik şartlarda yapılması, kullanılan doz, ortam farklılığı gibi sebeplere bağlanabilir.

Ünlü (2018), kurak şartlarda yetiştirilen börülceye uygulanan hümik asidin (0, 25, 50 ve 75 ml l^{-1}) verim ve kaliteye etkisini araştırıdığı bir çalışmada, hümik asit dozu arttıkça yapraklardaki klorofil miktarlarının da arttığını belirlemiştir. Bu çalışma elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir.

4.2.2. Yaprak taze ağırlığı (g bitki^{-1})

Uygulamaların yaprak taze ağırlığına etkisi ile ilgili sonuçları Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir. Buna göre vermikompostun yaprak taze ağırlığına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamasının yaprak taze ağırlığına etkisi incelendiğinde yetiştirme ortamına karıştırılan vermikompostun oranı arttıkça yaprak taze ağırlığı azalma görülmüştür. En yüksek yaprak taze ağırlığı 7.99 g ile VC %0 uygulamasından, en düşük yaprak taze ağırlığı ise 3.15 g ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.6.). Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması yaprak taze ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %25.15 oranında azaltırken, %100 VC karıştırılması yaprak taze ağırlığını %60.57 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamaları yaprak taze ağırlığını kontrole göre arttırmış, ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek yaprak taze ağırlığı 5.71 g ile HA 100 ppm uygulamasından elde edilirken, en düşük yaprak taze ağırlığı 5.41 g ile HA 0 ppm uygulamasından elde edilmiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması yaprak taze ağırlığını kontrole göre yaklaşık %5.54 oranında arttırırken, 200 ppm HA uygulanan bitkilerde yaprak taze ağırlığı yaklaşık %1.29 oranında artış göstermştir.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek yaprak taze ağırlığı 9.14 g ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından tartılırken, en düşük yaprak taze ağırlığı 3.13 g ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından tartılmıştır. Genel olarak VC kullanımı ile yaprak taze ağırlığı azalırken, hümik asit uygulamaları 100 ppm'e kadar arttırmış, 200 ppm uygulanması yaprak taze ağırlığında hafif bir azalmaya neden olmuştur.

Çizelge 4.6. VC ve HA uygulamalarının yaprak taze ağırlığına (g) etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	7.26	9.14	7.57	7.99 a
VC (25)	5.71	6.12	6.10	5.98 b
VC (50)	5.92	5.17	5.78	5.62 bc
VC (75)	5.04	4.94	4.80	4.93 c
VC (100)	3.14	3.17	3.13	3.15 d
Ortalama	5.41	5.71	5.48	
LSD	VC: 0.805**; HA: öd; VC X HA: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Şahin ve ark. (2020), torf ve perlit karışımına farklı oranlarda eklenen vermikompostun (%0, 5, 10 ve 20) biber fidesinin gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada, ortamdaki vermikompost düzeyinin artmasıyla yaprak taze ağırlığının artış gösterdiğini ve en yüksek yaprak yaş ağırlığının %20 VC uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonuçları ile sonuçlarımız arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum, kullanılan vermikompost kaynağının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.3. Yaprak kuru ağırlığı (bitki g^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre vernmikompostun yaprak kuru ağırlığına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hümik asit ile VC*HA interaksiyonunun etkisi ise istatistiki açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır.

Yetiştirme ortamına katılan vermikompost oranlarının artması, yaprak kuru ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Vermikompost uygulamalarında en yüksek yaprak kuru ağırlığı 1.59 g ile VC %0 uygulamasından tartılırken, en düşük yaprak kuru ağırlığı 0.43 g ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir. Bitkilerin yetiştiği ortama %25 VC karıştırılması yaprak kuru ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %39.62 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması yaprak kuru ağırlığını %69.81 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamalarında doz artışına bağlı olarak yaprak kuru ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hümik asit uygulamalarında en yüksek yaprak kuru 1.01 g ile HA 0 ppm uygulamasından elde edilirken, en düşük yaprak kuru ağırlığı 0.85 g ile HA 200 ppm uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asidin 100 ppm uygulanması yaprak kuru ağırlığını kontrole göre yaklaşık %8.91 oranında azaltırken, HA 200 ppm uygulanan bitkilerde yaprak kuru ağırlığı yaklaşık %15.84 oranında azalmıştır.

Çizelge 4.7. VC ve HA uygulamalarının yaprak kuru ağırlığına (g) etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	1.79	1.70	1.28	1.59 a
VC (25)	0.91	1.01	0.97	0.96 b
VC (50)	0.96	0.77	0.84	0.86 b
VC (75)	0.87	0.68	0.69	0.76 bc
VC (100)	0.54	0.43	0.48	0.48 c
Ortalama	1.01	0.92	0.85	
LSD	VC: 0.323.7**; HA: öd; VC X HA: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek yaprak kuru ağırlığı 1.79 g ile VC %0 ve HA 0 ppm uygulamasından alınırken, en düşük yaprak kuru ağırlığı 0.43 g ile VC %100 ve HA 100 ppm uygulamasından alınmıştır. Genel olarak VC ve HA dozlarının artması yaprak kuru ağırlıklarını azaltmıştır.

4.2.4. Gövde taze ağırlığı (bitki g^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının gövde taze ağırlığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere vermikompost uygulamasının gövde taze ağırlığı üzerine etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, HA ve VC*HA interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamalarında yetiştirme ortamlarındaki vermikompost oranı arttıkça, gövde taze ağırlığı azalma göstermiştir. En yüksek gövde taze ağırlığı 4.51 g ile %0 VC uygulamasından elde edilirken, en düşük gövde taze ağırlığı 1.78 g ile %100 VC uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar bu değerler arasında yer almıştır (Çizelge 4.8.). Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması gövde taze ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %17.07 oranında azaltırken, %100 VC ilave edilmesi gövde taze ağırlığını %60.53 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamaları kontrole oranla gövde taze ağırlığını arttırmış, ancak bu artış önemsiz bulunmuştur. Hümik asit uygulamaları içerisinde en yüksek gövde taze ağırlığı 3.48 g ile HA 100 ppm uygulamasından, en düşük gövde taze ağırlığı 3.21 g ile HA 0 ppm uygulamasından saptanmıştır. Hümik asidin 100 ppm uygulanması gövde taze ağırlığını kontrole göre yaklaşık %8.41 oranında arttırırken, HA 200 ppm uygulanan bitkilerde gövde taze ağırlığı yaklaşık %2.18 oranında artış göstermştir.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek gövde taze ağırlığı 5.08 g ile %0 VC ve 100 ppm HA uygulamasından elde edilirken, en düşük gövde taze ağırlığı 1.69 g ile %100 VC ve 0 ppm HA uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. VC ve HA uygulamalarının gövde taze ağırlığına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	4.13	5.08	4.32	4.51 a
VC (25)	3.46	3.92	3.84	3.74 b
VC (50)	3.58	3.32	3.69	3.53 bc
VC (75)	3.18	3.16	2.86	3.06 c
VC (100)	1.69	1.94	1.71	1.78 d
Ortalama	3.21	3.48	3.28	
LSD	VC:473.8**; HA: öd; VC X HA: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Ateş ve ark. (2019), toprağa eklenen yapay (15-15-15 kompoze gübre (1 ve 2 g saksı$^{-1}$)) ve doğal gübre (ahır gübresi (50 ve 100 g saksı$^{-1}$)), tavuk gübresi (50 ve 100 g saksı$^{-1}$) ve solucan gübresinin (2 ve 4 g saksı$^{-1}$) çileğin verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar, solucan gübresi uygulamalarının kontrole kıyasla gövde yaş ağırlığında artış sağladığını bildirmişlerdir (Ateş ve ark., 2019).

Ural (2020), domateste yaptığı çalışmada tuz stresi altındaki (150 mM NaCl) bitkilere uyguladığı hümik asidin (3 ml l^{-1}) etkisini araştırmıştır. Hümik asit uygulamasının gövde taze ağırlığını arttırdığını bildirmiştir. Yapılan bu çalışma, elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.2.5. Gövde kuru ağırlığı (bitki g^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının gövde kuru ağırlığına etkisi %1 düzeyinde, vermikompost x hümik asit interaksiyonunun etkisi ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9.).

Vermikompost dozu ile gövde kuru ağırlığı arasında ters bir orantı görülmektedir. Yani vermikompost dozu arttıkça gövde kuru ağırlığında azalma meydana gelmiştir. En yüksek gövde kuru ağırlığı ortalaması 0.88 g ile VC %0 uygulamasından tartılırken, en düşük gövde kuru ağırlığı ortalaması 0.28 g ile VC

%100 uygulamasından tartılmıştır. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması gövde kuru ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %21.59 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması gövde kuru ağırlığını %68.18 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamalarındaki gövde kuru ağırlığı incelendiğinde 100 ppm'lik HA dozundaki bitkiler (0.64 g) diğer dozlara göre daha yüksek sonuç vermiştir. En düşük gövde kuru ağırlığı 0.56 g ile HA 0 ppm uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asidin 100 ppm uygulanması gövde kuru ağırlığını kontrole göre yaklaşık %14.28 oranında arttırırken, 200 ppm HA uygulanan bitkilerde gövde kuru ağırlığı yaklaşık %8.92 oranında artış göstermştir.

Çizelge 4.9. VC ve HA uygulamalarının gövde kuru ağırlığına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	0.76 bc	1.01 a	0.86 b	0.88 a
VC (25)	0.60 de	0.74 bc	0.74 bc	0.69 b
VC (50)	0.61 de	0.58 de	0.69 cd	0.63 b
VC (75)	0.54 e	0.55 e	0.50 e	0.53 c
VC (100)	0.26 f	0.32 f	0.26 f	0.28 d
Ortalama	0.56 b	0.64 a	0.61 ab	
LSD	VC: 0.094**; HA: 0.073** VC X HA int: 0.121*			

*: %5 düzeyinde önemli; **: %1 düzeyinde önemli

Vermikompost * hümik asit interaksiyonunda en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri 1.01 g ile %0 VC ve 100 ppm'lik HA uygulamasından, en düşük gövde kuru ağırlığı ise 0.26 g ile %100 VC ilave edilen 0 ve 200 ppm'lik HA uygulamalarından elde edilmiştir.

Ural (2020), domates bitkisinin tuz stresine olan etkilerini saptamak ve hümik asit uygulamasının tuz stresi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Domates bitkilerini 150 mM NaCl ve 3 ml l^{-1} hümik asit

uygulamalarına maruz bırakmış, sonuçta gövde kuru ağırlığının en yüksek değerinin hümik asit uygulamasından, en düşük değerinin ise tuz uygulamasından elde edildiğini; tuz+hümik asit uygulamasının birlikte kullanıldığı bitkilerin gövde kuru ağırlık değerlerinin ise tek başına tuz uygulaması yapılan bitkilerden yüksek, ancak hümik asit ve kontrol uygulamalarından daha düşük sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir. Saka ve ark. (2017), hümik asit (%0 ve %0.2) ve azotun (0, 5, 10 ve 15 kg da^{-1}) taze soğanın verim ve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Soğan bitkilerinde gövde kuru ağırlığının hümik asit kullanımıyla arttırdığını belirlemişlerdir.

4.2.6. Kök uzunluğu (cm)

Uygulamaların kök uzunluğuna etkisi incelendiğinde HA uygulamasının etkisi ise %1 düzeyinde önemli, VC ile VC*HA interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Vermikompost uygulamalarında en yüksek kök uzunluğu 13.27 cm ile VC %75 uygulamasından ölçülürken, en düşük değer 11.22 cm ile VC %25 uygulamasından ölçülmüştür. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması kök uzunluğunu kontrole kıyasla yaklaşık %2.34 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması kök uzunluğunu %2.95 oranında arttırmıştır.

Hümik asit uygulamasında en uzun kökler 13.70 cm ile 100 ppm HA uygulamasında saptanırken, en kısa kökler 11.04 cm ile 200 ppm HA uygulamasında saptanmıştır. Hümik asidin 100 ppm uygulanması, kök uzunluğunu kontrole kıyasla yaklaşık %19.33 oranında arttırırken, 200 ppm dozundakı HA uygulaması kök uzunluğunu %3.83 oranında azaltmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en uzun kökler 15.50 cm ile VC %50 ve HA 100 ppm uygulamasında, en kısa kökler 10.06 cm ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından ölçülmüştür. HA'nın 100 ppm'lik dozunun tüm parametrelerindeki değerleri, diğer dozlardaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.10. VC ve HA uygulamalarının kök uzunluğuna (cm) olan etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	10.60	12.40	11.46	11.49
VC (25)	11.05	11.91	10.72	11.22
VC (50)	11.64	15.50	10.56	12.57
VC (75)	12.61	14.80	12.40	13.27
VC (100)	11.51	13.91	10.06	11.83
Ortalama	11.48 b	13.70 a	11.04 b	
LSD	VC: öd; HA: 1.710**; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Dinçsoy (2019), baş salatanın (*Lactuca sativa* var. capitata) fide büyümesine ve verimine vermikompostun etkisini araştırdığı bir denemede %1, %5, %10 ve %20 oranlarında vermikompost uygulamıştır. Araştırıcı, vermikompost için en yüksek kök uzunluğu değerinin %10 VC uygulamasından, en düşük kök uzunluğunun ise %1 vermikompost uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Aktaş (2018), topraklara uygulanan vermikompostun, buğday bitkisinin gelişimine etkisini araştırmış. Çalışmada 2 toprak tekstürü (killi ve tınlı) ve 5 vermikompost dozu (0, 2, 4, 8, 16 t da^{-1}) kullanmıştır. Kök uzunluğuna ait en yüksek değerin tınlı toprağa 2 t da^{-1} vermikompost uygulamasından, en düşük değerin ise tınlı toprağa 8 t da^{-1} vermikompost uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir.

Çimrin ve ark (2010), tuz stresi altındaki biber bitkisine hümik asit uygulamasının etkisini araştırmışlar. Uygulama dozlarının 0, 750 ve 1500 mg kg^{-1} olarak belirlemişlerdir. Artan hümik asit dozlarının tuz toleransını olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

4.2.7. Kök taze ağırlığı (bitki g^{-1})

Kök taze ağırlığı üzerine vermikompost oranları ve hümik asit dozlarının etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.11.), vermikompostun kök taze ağırlığına etkisi %1 düzeyinde önemli, hümik asit ile vermikompost x hümik asit interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Vermikompost uygulamaları içerisinde en yüksek kök taze ağırlığı 5.28 g ile VC %0 uygulamasından tartılırken, en düşük kök taze ağırlığı 2.41 g ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak yetiştirime ortamındaki vermikompost oranı arttıkça kök taze ağırlığı azalma göstermiştir. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması kök taze ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %29.73 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması kök taze ağırlığını %54.35 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamaları belirli bir noktaya kadar kök taze ağırlığını arttırmış, belirli bir noktadan sonra azaltmaya başlamıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek kök taze ağırlığı 4.01 g ile HA 100 ppm uygulamasından saptanırken, en düşük taze kök ağırlığı 3.66 g ile HA 0 ppm uygulamasında saptanmıştır. Hümik asidin 100 ppm uygulanması kök taze ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %9.56 oranında arttırırken, ortama eklenen 200 ppm dozundakı HA uygulaması kök taze ağırlığını %1.10 oranında arttırmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek taze kök ağırlığı 5.92 g ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük taze kök ağırlığı 2.19 g ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından belirlenmiştir. Yetiştirme ortamına karıştırılan vermikompost oranının artması ve hümik asidin yüksek dozlarda uygulanması kök taze ağırlığında azalmalara neden olmuştur.

Çizelge 4.11. VC ve HA uygulamalarının kök taze ağırlığına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	4.97	5.92	4.95	5.28 a
VC (25)	3.33	3.94	3.85	3.71 b
VC (50)	3.96	3.62	4.16	3.91 b
VC (75)	3.57	4.00	3.37	3.65 b
VC (100)	2.45	2.58	2.19	2.41 c
Ortalama	3.66	4.01	3.70	
LSD	VC: 0.794**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Şahin ve ark. (2020), torf ve perlit karışımına eklenen vermikompostun biber fidesinin gelişimine etkilerini incelemek amacıyla farklı oranlarda vermikompost (%0, 5, 10 ve 20) kullanmışlardır. Bitkilerin kök taze ağırlığının, vermikompost düzeyinin artmasıyla artış gösterdiğini ve en yüksek kök taze ağırlığının %20 VC uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Çiçek (2021), vermikompost ve yarasa gübrelerinin farklı dozlarının (%1, %2, %4 ve %6) kadife çiçeğinde bazı parametrelere etkisini araştırmıştır. Vermikompostun artan dozlarına bağlı olarak kök taze ağırlığında da artış olduğunu gözlemlemiştir.

Ural (2020), hümik asit uygulamasının tuz stresi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla domateste yürüttüğü bir çalışmada hümik asit uygulamalarının kök taze ağırlığını arttırdığını bildirmiştir.

4.2.8. Kök kuru ağırlığı (g bitki^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisini belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere vermikompostun kök kuru ağırlığına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, hümik asit ile vermikompost x hümik asit interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamaları içerisinde en yüksek kök kuru ağırlığı 0.510 gr ile VC %0 uygulamasından, en düşük kök kuru ağırlığı ise 0.212 g ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak ortama karıştırılan vermikompost, kök kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması kök kuru ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %29.21 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması kök kuru ağırlığını %58.43 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamalarının her iki dozu da kök kuru ağırlığını kontrole oranla arttırmış, ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hümik asit uygulamaları içerisinde en yüksek kök kuru ağırlığı 0.371 g ile HA 100 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük kök kuru ağırlığı 0.335 g ile HA 0 ppm uygulamasından belirlenmiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması kök kuru ağırlığını

kontrole kıyasla yaklaşık %12.12 oranında arttırırken, ortama eklenen 200 ppm dozundakı HA uygulaması kök kuru ağırlığını %6.06 oranında arttırmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek kök kuru ağırlığı 0.555 g ile VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından elde edilirken, en düşük kök kuru ağırlığı 0.201 g ile VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. VC ve HA uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	0.473	0.555	0.501	0.510 a
VC (25)	0.319	0.389	0.377	0.361 b
VC (50)	0.360	0.322	0.411	0.364 b
VC (75)	0.315	0.361	0.278	0.318 b
VC (100)	0.208	0.226	0.201	0.212 c
Ortalama	0.335	0.371	0.354	
LSD	VC: 0.059**; HA: öd; VC* HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Dinçsoy (2019), baş salatanın (*Lactuca sativa* var. capitata) fide büyümesine ve verimine vermikompostun etkisini araştırdığı bir denemede %1, %5, %10 ve %20 oranlarında vermikompost uygulamıştır. En yüksek kök uzunluğu değerinin %10 VC uygulamasından, en düşük uzunluğun ise %1 VC uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Yapılan bu çalışmalar, elde ettiğimiz bulgulardan farklı bulunmuştur. Bu durum çeşitlerin farklı olması, araştırmaların farklı ekolojik şartlarda yapılması, kullanılan doz, ortam farklılığı gibi sebeplere bağlanabilir.

4.2.9. Toplam bitki kuru ağırlığı (biyomas) (g bitki^{-1})

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının fide gelişim parametrelerinden biri olan toplam bitki kuru ağırlığına etkisi ile ilgili yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge 4.13. incelendiğinde VC'nin toplam bitki kuru ağırlığına etkisinin %1 düzeyinde önemli, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür.

Yetiştirme ortamına katılan vermikompost oranının artması, toplam bitki kuru ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Vermikompost uygulamalarında en yüksek toplam bitki kuru ağırlık değeri 2.97 g ile VC %0 uygulamalarından elde edilirken, en az toplam bitki kuru ağırlığı 0.97 g ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir. Bitkilerin yetiştirildiği ortama %25 VC karıştırılması toplam bitki kuru ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %32.32 oranında azaltırken, %100 VC uygulanması bitkinin toplam kuru ağırlığını %67.34 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamaları içerisinde en yüksek toplam bitki kuru ağırlığı 1.93 g ile HA 100 ppm uygulamasından tartılırken, en düşük toplam bitki kuru ağırlığı 1.81 g ile en yüksek doz olan HA 200 ppm uygulamasından tartılmıştır. HA'nın 100 ppm uygulanması toplam bitki kuru ağırlığını kontrole kıyasla yaklaşık %1.5 oranında arttırırken, ortama eklenen 200 ppm dozundakı HA uygulaması bitkinin toplam kuru ağırlığını %4.73 oranında arttırmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda toplam bitki kuru ağırlığı değerleri 0.94 g ile 3.27 gr arasında değişim göstermiştir. En yüksek toplam bitki kuru ağırlığı VC %0 ve HA 100 ppm uygulamasından elde edilirken, en düşük toplam bitki kuru ağırlığı VC %100 ve HA 200 ppm uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak yetiştirme ortamındaki vermikompost ve hümik asidin yüksek dozları, toplam bitki kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.13. VC ve HA uygulamalarının toplam bitki kuru ağırlığına etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	3.02	3.27	2.63	2.97 a
VC (25)	1.82	2.14	2.08	2.01 b
VC (50)	1.93	1.68	1.94	1.85 bc
VC (75)	1.72	1.59	1.47	1.60 c
VC (100)	1.00	0.97	0.94	0.97 d
Ortalama	1.90	1.93	1.81	
LSD	VC:0.402**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

4.2.10. Taze ağırlık bazında gövde/kök oranı

Vermikompost ve hümik asit uygulamalarının taze gövde ağırlığının kök taze ağırlık oranına etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre VC'nin etkisi %1 düzeyinde önemli, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14.).

Vermikompost uygulamaları içerisinde en yüksek gövde/kök oranı (taze ağırlık bazında) 1.02 ile VC %25 uygulamasından elde edilirken, en düşük oran 0.74 ile VC %100 uygulamasından elde edilmiştir. Vermikompost %100 uygulamasındaki bitkilerin kök gelişimi gövde gelişiminden daha yüksek bulunurken, VC %25 uygulamasındaki bitkilerin gövde ve kök gelişimi birbirlerine yakın bulunmuştur. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması taze ağırlık bazındaki gövde/kök oranını kontrole kıyasla yaklaşık %18.60 oranında arttırırken, %100 VC uygulanması %13.95 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamalarında gövde/kök taze ağırlık oranında önemli bir farklılık görülmemiş, oran 0.86-088 arasında değişim göstermiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması taze ağırlık bazındaki gövde/kök oranını kontrole kıyasla yaklaşık %2.27 oranında azaltırken, ortama eklenen 200 ppm dozundakı HA uygulaması %1.1 oranında azaltmıştır.

Çizelge 4.14. VC ve HA uygulamalarının gövde/kök oranı (taze) üzerine etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	0.86	0.85	0.86	0.86 bc
VC (25)	1.05	1.01	1.00	1.02 a
VC (50)	0.90	0.91	0.90	0.90 ab
VC (75)	0.88	0.79	0.84	0.84 bc
VC (100)	0.69	0.76	0.78	0.74 c
Ortalama	0.88	0.86	0.87	
LSD	VC: 0,1420**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek gövde/kök oranı 1.05 ile VC %25 ve HA 0 ppm uygulamasından hesaplanırken, en düşük oran 0.69 ile VC %100 ve HA 0 ppm uygulamasından hesaplanmıştır. Genel olarak VC %25 uygulamasındaki bitkiler en yüksek orana sahip olmuşlardır.

4.2.11. Kuru ağırlık bazında gövde/kök oranı

Gövde ve kök arasındaki gelişim durumunu belirlemek amacıyla gövde kuru ağırlıkları kök kuru ağırlıklarına oranlanmış ve gövde/kök oranı belirlenmiştir. Uygulamaların gövde/kök oranı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.15.'te verilmiştir. VC uygulamasının gövde/kök oranına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken, HA ile VC*HA interaksiyonunun etkisi istatiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Vermikompost uygulamaları içerisinde en yüksek gövde/kök oranı (kuru) 1.92 ile VC %25 uygulamasından elde edilmiş, ancak VC %0 ve VC %50 uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük gövde/kök oranı 1.32 ile VC %100 uygulamasından saptanmıştır. Yetiştirme ortamına %25 VC karıştırılması kuru ağırlık bazındaki gövde/kök oranını kontrole kıyasla yaklaşık %11.62 oranında arttırırken, %100 VC uygulanması %23.25 oranında azaltmıştır.

Hümik asit uygulamaları gövde/kök oranını önemsiz düzeyde arttırmıştır. En yüksek gövde /kök oranı 1.70 değeri ile HA 200 ppm uygulamasından, en düşük oran 1.63 değeri ile HA 0 ppm uygulamasından elde edilmiştir. HA'nın 100 ppm uygulanması kuru ağırlık bazındaki gövde/kök oranını kontrole kıyasla yaklaşık %2.45 oranında arttırırken, ortama eklenen 200 ppm dozundakı HA uygulaması %4.29 oranında arttırmıştır.

Vermikompost x hümik asit interaksiyonunda en yüksek gövde/kök oranı 1.96 ile VC %25 ve HA 200 ppm uygulamasından, en küçük gövde/kök oranı 1.22 ile VC %100 ve HA 0 ppm uygulamasından saptanmıştır. Vermikompost %25 uygulamasındaki değerlerin tümü diğer uygulama dozlarından daha yüksek değerler ile sonuçlanmıştır. Hümik asidin dozu arttıkça, gövde/kök oranı da artış göstermiştir.

Çizelge 4.15. VC ve HA uygulamalarının gövde/kök oranı (kuru) üzerine etkisi

Vermikompost	Hümik Asit			
%	0 ppm	100 ppm	200 ppm	Ortalama
VC (0)	1.63	1 82	1.70	1.72 a
VC (25)	1.89	1.91	1.96	1.92 a
VC (50)	1.71	1.80	1.70	1.74 a
VC (75)	1.72	1.39	1.83	1.65 ab
VC (100)	1.22	1.41	1.33	1.32 b
Ortalama	1.63	1.67	1.70	
LSD	VC: 0.3503**; HA: öd; VC X HA int: öd			

**: %1 düzeyinde önemli; öd: Önemli değil

Meganid ve ark. (2015), hümik asidin fasulyede sürgün/kök oranını belli bir düzeye kadar arttırdığı sonucuna ulaşmışlar. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma 2021 yılında ilkbahar döneminde vermikompost ve hümik asit uygulamalarının biber fidesinin kalitesine olan etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan yetiştirme ortamları, torf içersine farklı oranlarda vermikompost (%0, 25, 50, 75, 100) karıştırılması ile hazırlanmıştır. Ayrıca üç farklı dozda hümik asit (0, 100, 200 ppm) uygulaması yapılmıştır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda yetiştirme ortamına eklenen vermikompost dozunun %50'ye kadar arttırılması bitki boyu üzerinde istatistikel bir etki oluşturmamıştır. Ancak bu oranın daha fazla arttırılması bitki boylarının önemli oranda azalmasına neden olmuştur. Yetiştirme ortamının %100 vermikomposttan oluşturulması, bitki boylarını kontrole göre %35 oranında azaltmıştır. Hümik asit uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi olumlu olmuştur. Hümik asit uygulamaları içerisinde en iyi sonuç 100 ppm uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asidin daha yüksek dozları bitki boylarını azaltmıştır.

Yetiştirme ortamına ilave edilen vermikompost miktarı arttıkça gövde çapı değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bu azalma %100 VC uygulamasında kontrol ile karşılaştırıldığında %25.16 oranında olduğu görülmüştür. Hümik asit uygulamalarının gövde çapı değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Gövde çapını en fazla arttıran HA 100 ppm uygulaması olmuştur. Hümik asit dozunun daha fazla arttırılması gövde çapını azaltmıştır.

Vermikompost uygulaması yaprak sayılarını olumsuz yönde etkilemiş ve oran arttıkça yaprak sayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Ancak %0 ve %25 VC uygulamaları aynı istatistiksel gurup içerisinde yer almışlardır. Hümik asit uygulamalarının yaprak sayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Yetiştirme ortamına karıştırılan vermikompost miktarının arttırılması yaprak alanını olumsuz yönde etkilemiş ve yaprak alanlarının azalmasına neden olmuştur. Ortamındaki vermikompost oranının %100'e çıkarılması yaprak alanını %62.81 oranında azaltmıştır. Hümik asit uygulamalarının yaprak alanına etkisi önemsiz bulunmuş olsa da HA 100 ppm dozu yaprak alanını kontrole göre %12.85 oranında arttırdığı görülmüştür.

Elde edilen verilere göre vermikompost uygulamasında artan dozlar, klorofil indeks değerlerini azaltmıştır. Bu azalma %100 VC uygulamasında kontrole kıyasla %52.54 olmuştur. Hümik asit uygulama dozunun arttırılması klorofil indeks değerini pozitif yönde arttırmış, ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Yaprak taze ağırlığı üzerine vermikompostun etkisi olumsuz olmuştur. Vermikompost oranlarının artması yaprak taze ağırlıklarının azalmasına neden olmuştur. Yetiştirme ortamındaki VC'nin %100 olması durumunda yaprak taze ağırlığı kontrole oranla %60.57 oranında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Hümik asit uygulamalarının yaprak taze ağırlığını önemsiz bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir.

Yaprak taze ağırlığında olduğu gibi yaprak kuru ağırlığında da vermikompost oranlarının artması yaprak kuru ağırlık değerlerini azaltmıştır. Yetiştirme ortamının sadece vermikomposttan oluşturulması yaprak kuru ağırlığını kontrole göre %69.81 oranında azalttığı belirlenmiştir. Hümik asit uygulamalarında doz artışına bağlı olarak yaprak kuru ağırlıklarının azaldığı görülmüştür. Ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Gövde taze ve gövde kuru ağırlık değerleri üzerine vermikompostun etkisi olumsuz yönde bulunmuş olup, vermikompost oranı arttıkça taze ve kuru ağırlık değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Hümik asit uygulamalarının gövde taze ve kuru ağırlık değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuş olup, kontrolden daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Bitki köklerinin uzunluğu üzerine vermikompost uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuş olup, en yüksek değer %75 VC uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit uygulamaları içerisinde en iyi sonuç HA 100 ppm uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit dozunun daha fazla arttırılması kök uzunluğunu azaltmıştır.

Vermikompost uygulamalarının taze ve kuru kök ağırlıkları ile toplam bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi olumsuz yönde bulunmuş olup, yetiştirme ortamındaki vermikompost miktarlarının artması ile azalma göstermişlerdir. Hümik asit uygulamaları içerisinde en uygun doz HA 100 ppm dozu olmuştur. Ancak hümik asidin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Taze ağırlık bazında gövde/kök oranı üzerine vermikompost dozlarının etkisi önemli bulunmuş olup, en yüksek gövde/kök oranı VC %25 uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit uygulamalarından elde edilen sonuçlar birbirlerine yakın değerler bulunmuştur.

Vermikompost uygulamalarının kuru ağırlık bazında gövde/kök oranı üzerine etkisi önemli bulunmuş olup, en yüksek oranlar %0, %25 ve %50 VC uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük oran %100 VC uygulamasından saptanmıştır. Hümik asit uygulamaları gövde/kök oranını önemsiz bir şekilde arttırmıştır.

5.2. Öneriler

Ekosistemin sürdürülebilmesi için toprak çok önemli bir faktördür. Ancak topraklara uygulanan kimyasal içerikli bazı maddelerin insan ve çevre üzerinde zararlı bir etkiye sahip olduğu birçok araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. Bilinçsizce aşırı düzeyde kullanılan kimyasal gübreler fayda yerine zarar getirmekte, verimi azalttığı gibi sürdürülebilirliği de olumsuz etkilemektedir. Topraktaki organik madde miktarının arttırılması toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek verimliliği olumlu yönde etkiler. Topraktaki organik madde miktarının arttırılmasında ahır gübresi, yeşil gübre ve kompost gibi organik maddeler

kullanılabilir. Bu yüzden vermikompostun diğer organik gübrelere alternatif bir ürün olarak kullanılabileceği söylenebilir. Ayrıca bitkisel ve hayvansal atıklarla beslenip vücutlarındaki mikroorganizmalar sayesinde bu atıkları toprağa yarayışlı halde bırakan toprak solucanlarının toprağı beslediği bilinmektedir. Vermikompost olarak adlandırılan bu organik gübrenin bitkilerin kalite, verim ve birçok parametrelerine olumlu etkisinin olduğu görüşü pek çok araştırıcı tarafından desteklenmektedir.

Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre vermikompost uygulamaları genel olarak bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Ancak, vermikompost üretimi esnasında üreticilerinin kullandığı tekniklerin ve mama olarak kullanılan besinlerin farklı olması vermikompostun içeriğini değiştirebilmektedir. Bunula birlikte solucanların beslenmesinde kullanılan ahır gübrelerinin alındığı çiftlikteki hayvanların cinsi, hayvan beslenmesinde kullanılan yemlerinin kalitesi, hayvanların yaşı, süt yada besi amacıyla yetiştirilmesi gibi faktörlerin farklılığı da vermikompostun bileşimine etki etmektedir. Denemede kullanılan vermikompostun miktarının fazla geldiği kanaatindeyiz. Bu sebeple kullandığımız vermikompostun daha düşük dozlarda kullanılması önerilebilir. Ayrıca, vermikompost üretiminde kullanılan solucan yemlerinin rastgele temini yerine, belirli bir standardın yakalanması, bu ürünü kullanacak üreticilerin ve araştırıcıların işini kolaylaştırcak ve elde edilen başarı artacaktır.

KAYNAKLAR

ABAK, K. ve PITRAT. M., 1981. Biberlerde Kök Boğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) Hastalığına Dayanıklılık Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Z.F. yıllığı, 29(2-3-4): 943-947.

ABDELLATIF, I.M.Y., ABDEL-ATI Y.Y., ABDEL-MAGEED Y.T., and HASSAN M.M., 2017. Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. Journal of Horticultural Research, 25(2): 9-17. https://doi.org/10.1515/johr-2017-0022.

ADAK, Ş., 2016. Vermikompostun Domates ve Biberin Büyüme ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi. Namık Keman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 68s.

AKINCI, Ş., 2011. Hümik Asitler. Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23(1): 46-56.

AKSOY, E., 2019. Tuzlu Koşullarda Yetiştirilen Domateste Hümik Asitin Bitki Gelişimi, Verim, Bazı Kalite ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 102s.

AKTAŞ, T., 2018. Vermikompostun Farklı Tekstüre Sahip Topraklarda Bitki Gelişimine ve Toprakların Fiziksel, Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 54s.

ALABOZ, P., IŞILDAR, A.A., MÜJDECİ, 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 Bilim Dergisi (YYU J AGR SCI), 27(1): 30-36.

ANDREU, J.S., JORDA, J., and JUAREZ, M., 1994. Humic Substances Indidence on Crop Fertilitiy. Acta Horticulturae, 357: 303–316. http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3. Erişim Tarihi: 05.01.2023.

ANSARI, A.A., 2008. Effect of vermicompost on the productivity of potato (*Solanum tuberosum*), spinach (*Spinacia oleracea*) and turnip (*Brassica campestris*). World Journal of Agricultural Sciences, 4 (3): 333–336.

ARANCON, N.Q, EDWARDS, C.A., BIERMAN, P., METZGER, J.D., LEE, S., and WELCH, C., 2002. Effects of Vermicompost on Growth and Marketable Fruits of Field-Grown Tomatoes. Peppers and Strawberries. Pedobiologia, 47: 731- 735.

ATEŞ, K., DEMİRKIRAN, A. R., ve İNİK, O., 2019. Toprağa Bazı Doğal ve Yapay Gübre İlavelerinin Çilek Bitkisinin Verim Parametreleri Üzerine Olan Etkileri. Bingöl Üniversitesi Türk Doğa ve Fen Dergisi, 8(2):23-28.

ATIYEH, R.M., EDWARS, C.A., SUBLER, S., and METZGER, J.D., 2001. Pig Manure Vermicompost as A Component of A Horticultural Bedding Plant Medium: Effects on Physicochemical Properties and Plant Growth. Bioresource Technology, 78: 11-20.

ATMACA, L., 2012. Fide Yetiştirme Ortamı Olarak Vermikompost Kullanımının Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 80s.

AYDIN, H.R., 2019. Farklı Tampon Çözeltiler ile Alınan Vermikompost Ekstraktının Biber Gelişimine Etkisi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 45s.

AYDIN, M., ve DEMİRSOY, M., 2020. Topraksız Biber (*Capsicum annuum* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 10(1): 66-72.

AZARMI, R., GIGOLOU, M. T., and TALESHMIKAIL, R. D., 2008. Influence of Vermicompost on Soil Chemical and Physical Properties in Tomato (*Lycopersicum esculentum*) Field. African Journal of Biotechnolog, 7(14): 2397-2401.

BALKAYA, A., KANDEMİR, D., ve SARIBAŞ, Ş., 2015. Türkiye Sebze Fidesi Üretimindeki Son Gelişmeler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.

CIMRIN, K. M. and YILMAZ, I., 2005. Humic Acid Applications to Lettuce Do Not Improve Yield But Do Improve Phosphorus Availability. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 55(1): 58-63.

ÇİMRİN, K. M., TÜRKMEN, Ö., TURANİ, M., and TUNCER, B., 2010. Phosphorus and Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress of Pepper Seedling. African Journal of Biotechnology, 9(36): 5845-5851.

DİNÇSOY, H., 2019. Solucan ve Karaizopot (*porcellio laevis*) Gübresi Uygulamalarının Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *Capitata* cv. Wismar)'da Fide Gelişimi ve Verime Etkileri. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 138s.

DAVID, P. P., NELSON, P. V., and SANDERS, D. C., 1994. A Humic Acid Improves Growth of Tomato Seedling in Solution Culture. Journal of Plant Nutrition, 17(1): 173-184.

DEMİR, K., BAŞAK, H., ÇAKIRER G. ve BAŞKENT, A., 2020. Fidecilik Sektörünün Mevcut Durumu ve Gelecek Öngörüleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, 13-17 Ocak , Ankara, s.429-432.

DEMİRTAŞ, E. I., ÖKTÜREN ASRİ, F., ve ARI, N., 2014. Domatesin Beslenme Durumu. Verimi ve Kalite Özelliklerine Hümik Asitin Etkileri. Derim Dergisi, 31(1): 1-16.

DOMINGUEZ, J., and EDWARDS, C. A., 2011. Relationships between Composting and Vermicomposting. Vermiculture Technology, Newyork, 624s.

DURSUN, A., GÜVENÇ, G. and TURAN, M., 2009. Macro and Micro Nutrient Contents of Tomato and Eggplant Seedling in Relation to Humic Acid Applications. International Workshop on Improved Crop Quality by Nutrient Management, 28 October, Bornova/İzmir, Chapter 52.

ERŞAHİN, Y., 2007. Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 99- 107.

ERSAHIN, Ş. Y., ECE, A., and KARNEZ, E., 2017. Differential Effects of a Vermicompost Fertilizer on Emergence and Seedling Growth of Tomato

Plants. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 5(11): 1360-1364.

ERTEN, Ş., 2016. Vermikompostun Domates ve Biberin Büyüme ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 53s.

GÖKSU AK, G., ve KUZUCU ÖZTOKAT, C., 2017. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Farklı Dozlardaki Vemikompost Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 3(2): 48-58.

GÜBRETAŞ, 2022. https://www.koncini.com/urun-detay/gubretas-k-humat-/1100 Erişim Tarihi: 05.01.2023.

HINISLI, N., 2014. Vermikompost Gübresinin Kıvırcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimş ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 50s.

HUSEIN, M.E., ABOU EL HASSAN, S., and SHAHEIN, M.M., 2015. Effect of Humic, Fulvic Acid and Calcium Foliar Application on Growth and Yield of Tomato Plants. International Journal of Biosciences, 7(1): 132-140. http://doi.org/10.12692/ijb/7.1.132-140 A.

JAHAN, F. N., PAUL, A. K., MEHRAJ, H., UDDIN, A. M., and SHAHJALAL, A. T., 2014. Efficacy of Vermicompost and Conventional Compost on Growth and Yield of Cauliflower. Bangladesh Research Publications Journal, 33-38.

KAYA, S., 2014. Hümik Asit ve Çinko Uygulamalarının Ispanakta Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 56s.

KİBAR, B., 2018. Marulda Bitkisel Özellikler, Bazı Kalite Özellikleri ve Elementler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 4(2): 149 – 160.

KOLSARICI, Ö., KAYA, M.D., DAY, S., İPEK, A., ve URANBEY, S., 2005. Farklı Humik Asit Dozlarının Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 151-155.

KOÇ, E., İŞLEK, C., ve ÜSTÜN, A. S., 2014. Biber (*Capsicum annuum* L. cv. Kahramanmaras-Acı) Fidelerinde Bakır Sülfatın (CuSO4) Fenilalanin Amonyum Liyaz (PAL) Enzim Aktivitesi, Fenolik Maddeler ve Toplam Klorofil Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(2): 128-131.

KÖSE, M.A., 2015. Humus ve Humik Asit Uygulamalarının Marulda Besin Elementi Alımı ve Verim Üzerine Etkileri. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 50s.

KÜÇÜKYUMUK, Z., GÜLTEKIN, M. ve ERDAL, İ., 2014. Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 9 (1): 51-58.

MALTAŞ, A. Ş., TAVALI, İ. E., UZ, İ., ve KAPLAN, M., 2017. Kırmızı Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) Yetiştiriciliğinde Vermikompost Uygulaması. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Mediterranean Agricultural Sciences, 30(2): 155-161.

MEGANID, A.S., AL-ZAHRANI, H.S., and EL-METWALLY, M.S., 2015. Effects of Humic Acid Application on Growth and Chlorophyll Contents of Common Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Salinity Conditions. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 4: 2651-2660.

NAMAL, E. R., 2019. Fide Yetiştiriciliğinde Kullanılan Farklı Ortamların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Domates Fide Kalite Parametrelerindeki Değişimlerin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 51s.

OĞURLU, E., 2019. Topraktan ve Yapraktan Humik Asit Uygulamalarının Patates Bitkisinin (*Solanum tuberosum* L.) Verim ve Bazı Özelliklerine Etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 39s.

ÖZEL, M. R., ve ÖKTEM, A.G., 2021. Farklı Düzeylerdeki Vermikompost Uygulamasının Atdişi Mısırın (*Zea mays* L. indentata) Verim ve Verim Karakterlerine Etkisi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 10(4): 1324-1333.

PADEM, H., and OCAL, A., 1999. Effects of Humic Acid Applications on Yield and Some Characteristics of Processing Tomato. Acta Horticulturae, 487: 159-163.

PADEM, H., OCAL, A. and ALAN, R., 1999. Effect of Humic Acid Added Foliar Fertilizer on Seedling Quality and Nutrient Content Of Eggplant Ve Pepper. Acta Horticulture, 487: 164-169.

PEKER, D., 2018. Vermikompost ve Atık Mantar Kompostu Uygulamalarının Biberde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 76s.

PRABHA, M. L., JAYRAAJ, I. A., JAYARAJ, R., and RAO, D.S., 2007. Effect of Vermicompost and Compost on Growth Parameters of Selected Vegetable and Medicinal Plants. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences, 9(2): 321-326.

SAHOO, H. R., SAHOO, M., BABO, M., and GUPTA, N., 2015. Effect of Red Laterite Soil and Vermicompost on Growth and Development of Chilli and Brinjal Grown under Polypot Conditions. Tropical Plant Research, 2(3): 172-174.

SAKA, A. K., UĞUR, A., EKBİÇ, E., AKSOY, R., ve ZAMBİ, O., 2017. Taze Soğanda (*Allium cepa*) Azot ve Hümik Asit Uygulamasının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. VII. Ulusal bahçe bitkileri kongresi bildirileri Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. ORDU.

SESVEREN, S., ve TAŞ, B., 2018. Farklı Leonardit Düzeylerinin Kıvırcık Yaprak Salatada (*Lactuva sativa* var. crispa) Su Tüketimi ve Bazı Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4). 421-426.

SHAFEEK, M. R., ALI, A. H., MAHMOUD, A. R., HAFEZ, M. M., and RIZK. F.A., 2015. Improving Growth and Productivity of Garlic Plants (*Allium sativum* L.) as Affected by the Addition of Organic Manure and Humic Acid Levels in Sandy Soil Conditions. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 4(9): 644-656.

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 Strawberry (Fragaria x Ananassa Duch).

Bioresource Tecnology, 99: 8507- 8511.
SINHA, R. K., and HERAT, S., 2009. The Concept of Sustainable Agriculture: An Issue of Food Safety and Security for People. Economic Prosperity for the Farmers and Ecological Security for the Nations. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental. Sciences, 5(S) 01-55.
SPARKS, D. L., 2003. Environmental Soil Chemistry: An Overview. Environmental Soil Chemistry, Newark.
ŞAHİN, S., GEBOLOĞLU, N, ve KARTAL, H., 2020. Biber Fidesi Gelişiminde Torf-Perlit Karışımına Vermikompost Katılmasının Etkileri. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(sp1): 192-196.
ŞENER, A., 2019. Organik Toprak Düzenleyicisi Olarak: Hümik Asit Fulvik Asit. https://www.tarim.com.tr/Organık-Toprak-Duzenleyıcısı-Olarak-Humık-Asıt-Fulvık-Asıt,741y. Erişim Tarihi: 17.01.2023.
TOKSOY, E., 2019. Ispanakta Vermikompost (Solucan Gübresi) ve Karaizopot (*Porcellio laevis*) Gübresi Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Besin İçerikleri Üzerine Etkisi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bhaçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 134s.
TAVALI, İ. E., MALTAŞ, A.Ş., UZ, İ., ve KAPLAN, M., 2013. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. botrytis) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 115-120
TÜİK, 2021. Türkiye biber üretim miktarı [https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1] Erişim Tarihi: 04.01.2023.
TÜİK, 2021. Bölgeler Bazında Biber Üretim Miktarı [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr] Erişim Tarihi: 05.01.2023.
TÜZEL, Y., ÖZTEKİN, G. B., ve DURDU, T., 2021. Organik Fide Yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Enstitü Yayın No: 108, Yalova.
ULUĞ, Z., 2018. Solucan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasülye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 60s.
UNLU, H., OZDAMAR UNLU. H. and YUKSEL. O.. 2018. Effects of Humic Acid Applications on Yield. Quality and Uptake of Mineral Nutrients in Cowpea Cultivated in Dry Conditions. 8th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education. 11-13 May, Vienna/Austria, s.84
ÜSTÜN, A.S., 1991. Biberlerde Kök Boğazı Yanıklığı (*Phyhophtora capsici* Leon.) Hastalığına Dayanıklılığın Nedenlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 121s.
YILMAZ, E., OZEN, N., and OZEN, M., 2017. Determination of Changes in Yield and Quality of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in Different Soilless Growing Media. Mediterranean Agricultural Sciences, 30(2): 163-168.
YILMAZ, C., 2007. Hümik ve Fülvik Asit. Hasad Bitkisel Üretim, Ocak, 260: 74.
ZALLER, J.G., 2007. Vermicompost in Seedling Potting Media Can Affect Germination. Biomass Allocation, Yields and Fruit Quality of Three Tomato Varieties. European Journal of Soil Biology, 43:332-336.