



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

**VERMİKOMPOST UYGULAMASININ FARKLI SULAMA
KISITI KOŞULLARINDA FASULYE BİTKİSİNİN
BESLENMESİ, VERİM VE VERİM PARAMETRELERİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Züleyha ZORLU

Danışman
Prof. Dr. Coşkun GÜLSER

SAMSUN
2023

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



**VERMİKOMPOST UYGULAMASININ FARKLI SULAMA
KISITI KOŞULLARINDA FASULYE BİTKİSİNİN
BESLENMESİ, VERİM VE VERİM PARAMETRELERİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Züleyha ZORLU

Danışman

Prof. Dr. Coşkun GÜLSER

SAMSUN
2023

TEZ KABUL ONAYI

Züleyha ZORLU tarafından, Prof. Dr. Coşkun GÜLSER danışmanlığında hazırlanan “**VERMİKOMPOST UYGULAMASININ FARKLI SULAMA KISITI KOŞULLARINDA FASULYE BİTKİSİNİN BESLENMESİ, VERİM VE VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 1.9.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Coşkun GÜLSER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Ayhan HORUZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Fevziye Şüheyda HEPŞEN TÜRKAY Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Kırşehir	☒ Kabul ☐ Ret

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

Prof. Dr. Ahmet TABAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

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

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐

Hayır ☒

26 /06 / 2023
Züleyha ZORLU

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : VERMİKOMPOST UYGULAMASININ FARKLI SULAMA KISITI KOŞULLARINDA FASULYE BİTKİSİNİN BESLENMESİ, VERİM VE VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 26.06.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 15

Tek kaynak oranı : % 4 çıkmıştır.

26 /06 / 2023
Prof. Dr. Coşkun GÜLSER

ÖZET

VERMİKOMPOST UYGULAMASININ FARKLI SULAMA KISITI KOŞULLARINDA FASULYE BİTKİSİNİN BESLENMESİ, VERİM VE VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Züleyha ZORLU
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans, Haziran 2023
Danışman: Prof. Dr. Coşkun GÜLSER

Bu çalışma farklı dozlarda vermikompost uygulamasının farklı sulama kısıtı koşullarında toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi ile fasulye bitkisinin (*Phaseolus vulgaris* L. cv Bourgondia) verim ve verim parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında kurulmuştur. Denemede tınlı bünyeye sahip bir toprağa ahır gübresinden elde edilmiş vermikompost farklı dozlarda (%0, %0.5, %1.0, %1.5, %2.0) uygulanmış ve 90 gün süreyle saksılar günlük tartılarak bitkiye yarıyışlı suyun (BYS) tamamı, tam sulama (TS %100) ve %30'u kısıtlı sulama (KS %30) yapılarak fasulye bitkisi yetiştirilmiştir. Yapılan çalışmada tam ve kısıtlı sulama uygulanan saksılarda vermikompost oranının artması ile toprak organik madde (OM) oranının da arttığı görülmüştür. En yüksek OM içeriği tam sulama koşullarında %2, su kısıtı koşullarında ise %1.5 vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Alınabilir P içeriği tam sulama koşullarında vermikompost dozu arttıkça artarken, kısıtlı sulama koşullarında vermikompost dozu arttıkça azalmıştır. Vermikompost uygulaması tam sulama koşullarında toprak pH'sını hafif alkalin pH'dan nötr pH'ya düşürmüş, kısıtlı sulama uygulamasında ise pH'ı hafif yükseltmiştir. Her iki sulamada da toprağa uygulanan vermikompostun toprak EC değerinde, değişebilir Ca ve değişebilir Mg değerlerinde değişim yaptığı fakat istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür. Agregat stabilitesinin tam sulama koşullarında vermikompost dozu ile doğru orantılı şekilde artarken, kısıtlı sulama koşullarında ise vermikompost dozu arttıkça azalmıştır. Tam sulama ve kısıtlı sulama yapılan bitkilerde gelişme ve verim farklılıkları çok net bir şekilde görülmüştür, tam sulama yapılan bitkilerde toplam biyokütlenin kısıtlı sulama yapılan bitkilere göre daha fazla olmuştur. Tam sulama ve kısıtlı sulama koşullarının her ikisinde de bitki su kullanma randımanı ve meyve adedinin artan vermikompost doz uygulaması ile birlikte arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, Su stresi, Fasulye, Verim, Bitki gelişimi.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF VERMICOMPOST APPLICATION ON THE NUTRITION, PRODUCTION AND YIELD PARAMETERS OF BEAN PLANT IN DIFFERENT IRRIGATION CONDITIONS

Züleyha ZORLU
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Soil Science and Plant Nutrition Programme
Master, June 2023
Supervisor: Prof. Dr. Coşkun GÜLSER

This study was conducted in Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition in order to determine the effect of vermicompost application at different doses on the physical and chemical properties of the soil under different irrigation conditions and yield and yield parameters of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L. cv Bourgondia). In the experiment, vermicompost produced from manure was applied to a loamy soil in different doses (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%) and the pots were irrigated weighed daily for 90 days, and irrigation was made as full irrigation (100%) and deficit irrigation 30% of plant available water content to grow bean plants. In the study, it was observed that the ratio of soil organic matter (OM) increased with increasing vermicompost doses application in full and limited irrigation conditions. The highest OM content was determined in 2% vermicompost application under full irrigation and 1.5% under deficit irrigation conditions. Available P content increased as the vermicompost dose increased under full irrigation conditions, but decreased as the vermicompost dose increased under deficit irrigation condition. Vermicompost application decreased soil pH from slightly alkaline pH to neutral pH under full irrigation conditions, and slightly increased pH in limited irrigation application. In both irrigations, it was observed that the vermicompost applied to the soil changed the soil EC value, exchangeable Ca and exchangeable Mg values, but they were not statistically significant. While the aggregate stability increased in direct proportion to the vermicompost dose under full irrigation, it decreased as the vermicompost dose increased under deficit irrigation. Growth and yield differences were clearly seen in the plants with full and deficit irrigations, the total biomass of the plants with full irrigation was higher than the plants with deficit irrigation. It was determined that the plant water use efficiency and fruit number increased with increasing vermicompost dose application in both full and deficit irrigation conditions.

Keywords: Vermicompost, Water stress, Bean, Yield, Plant growth

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim sürecim boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Coşkun GÜLSER' e ve çalışmalarımda bana yardımcı olan Araş. Gör. Salih DEMİRKAYA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde tanıştığım yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Yük. Zir. Müh. Belkıs KARAPIÇAK, Yük. Zir. Müh. Sena PACCİ, Zir. Müh. A. Asel FİDAN, Zir. Müh. M. Emin SAFLI' ya teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim boyunca bana her türlü desteği sağlayan, iyi günümde kötü günümde yanımda olan kıymetli arkadaşım Zir. Müh. Edip Erhan KÜÇÜK' e teşekkür ederim.

Yetişip bugünlere gelmemde en büyük emeği veren, beni her zaman destekleyip yol gösteren canım babam İhsan ZORLU, canım annem Hanife ZORLU, kardeşlerim Sümeyye ZORLU KARADAŞ ve Selin ZORLU' ya teşekkür ederim.

Züleyha ZORLU

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL YÖNTEM.....	8
3.1. MATERYAL	8
3.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması	8
3.1.2. Denemede Kullanılan Toprak Örneğinin Özellikleri	8
3.1.3. Denemede Kullanılan Toprağın Fizikokimyasal Özellikleri.....	9
3.1.4. Denemede Kullanılan Vermikompost Materyali.....	10
3.2. YÖNTEM	10
3.2.1. Sera Denemesinin Kurulması	10
3.2.2. Deneme Sonunda Hasat Edilen Bitkilerdeki Ölçümler	12
3.2.3. Sera Denemesi Toprak Analizleri.....	13
3.2.3.1. Fiziksel Analizler	13
3.2.3.2. Kimyasal Analizler	13
3.3. İSTATİKSEL ANALİZLER.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	16
4.1. Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri	16
4.2. Denemede Kullanılan Vermikompostun Özellikleri.....	16
4.3. Tam Sulama ve Kısıtlı Sulama Koşullarında Farklı Oranlarda Kullanılan Vermikompostun Toprak Özelliklerine Etkisi	16
4.3.1. Toprak Reaksiyonu (pH)	16
4.3.2. Elektriksel İletkenlik (EC)	17
4.3.3. Kireç (CaCO ₃)	19
4.3.4. Organik Madde (OM)	20
4.3.5. Değişebilir Kalsiyum Ve Magnezyum	21
4.3.6. Alınabilir Fosfor (P)	23
4.3.7. Agregat Stabilesi (AS)	24
4.3.8. Su Kullanım Randımanı (Günlük)	25
4.3.9. Toplam Biyokütle.....	26
4.3.10. Turgor Basıncı.....	28
4.3.11. Meyve Adedi-Büyüklüğü	29
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	31
KAYNAKÇA.....	35
ÖZ GEÇMİŞ.....	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

AS	: Agregat Stabilitesi
EC	: Elektriksel İletkenlik
P	: Fosfor
pH	: Toprak Reaksiyonu
OM	: Organik Madde
TS	: Tam Sulama
KS	: Kısıtlı Sulama
V	: Vermikompost
K	: Potasyum
Fe	: Demir
N	: Azot
Mn	: Mangan
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
CaCo ₃	: Kalsiyum Karbonat
dS	: desiSiemens
μS/cm	: mikroSiemens/santimetre
g	: Gram
C/N	: Karbon/Azot
TK	: Tarla Kapasitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Toprak örneklerinin kurutulması ve elenmesi	8
Şekil 3. 2. Toprakların tartılması, vermikompost eklenmesi ve fasulye tohumu ekimi.....	11
Şekil 3. 3. Deneme sonunda fasulye bitkisinin ölçümünün yapılması	12
Şekil 3. 4. Toprakların pH, EC ve kireç(CaCO_3) değerlerinin ölçülmesi	14
Şekil 3. 5. Organik madde analizi için hazırlanan çözeltiler, titrasyon işlemi ve sonucu renk değişimi	14
Şekil 3. 6. Değişebilir katyonların analizi için süzük alma işlemleri ve fosfor analizi için hazırlanan standart çözeltiler	15
Şekil 4. 1. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak pH'sına etkisi	17
Şekil 4. 2. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak pH'sına etkisi	17
Şekil 4. 3. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak EC'sine etkisi.....	18
Şekil 4. 4. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak EC'sine etkisi.....	18
Şekil 4. 5. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının $\%\text{CaCO}_3$ 'e etkisi	19
Şekil 4. 6. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının $\%\text{CaCO}_3$ 'e etkisi	20
Şekil 4. 7. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının $\%\text{OM}$ 'ye etkisi	21
Şekil 4. 8. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının $\%\text{OM}$ 'ye etkisi	21
Şekil 4. 9. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Değişebilir Ca miktarına etkisi	22
Şekil 4. 10. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Değişebilir Mg miktarına etkisi	22
Şekil 4. 11. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Alınabilir P'a etkisi	23
Şekil 4. 12. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Alınabilir P'a etkisi	24
Şekil 4. 13. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının AS'ne etkisi.....	25
Şekil 4. 14. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının AS'ne etkisi.....	25
Şekil 4. 15. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının günlük su tüketimine etkisi	26

Şekil 4. 16. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Toplam Biyokütle'ye etkisi.....	27
Şekil 4. 17. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Toplam Biyokütle'ye etkisi.....	28
Şekil 4. 18. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının bitkinin turgor basıncına etkisi	29
Şekil 4. 19. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının meyve adeti ve meyve büyüklüğüne etkisi	30
Şekil 4. 20. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının meyve adeti ve meyve büyüklüğüne etkisi	30
Şekil 4. 21. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) ve tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının fasulye bitkisinin gelişimine ve biyokütlesine etkisi	32



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3. 1. Deneme Toprağında Kullanılan Analiz Yöntemleri	9
Tablo 3. 2. Denemede Kullanılan Toprak Örneğinin Analiz Sonuçları	9
Tablo 3. 3. Denemede Kullanılan Vermikompostun Fizikokimyasal Özellikleri	10
Tablo 3. 4. Tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında verilen vermikompost yüzdeleri	11



1. GİRİŞ

Günümüzde toprak solucanları yardımı ile organik atıkların kompostlanması sonucu oluşan vermikompostun farklı yetiştirme ortamlarında kullanımı giderek artmaktadır. Toprağa uygulanan vermikompost toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak kalitesini artırmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle tarım alanlarında sulama amaçlı kullanılacak su miktarının azaldığı ve suya ulaşmanın zor olduğu bilinmektedir. Bitki yeterli miktarda su almadığında bu durumun bitkisel üretimde verim ve kalitede olumsuz etki edeceği tahmin edilmektedir. Toprakta bulunan organik maddenin ise topraktaki suyu tutma özelliğinin olduğu bilinmektedir.

Bitkiler büyümek, hayatta kalmak, fotosentez ve besin alımı gibi fizyolojik süreçleri sağlamak için dokularında yeterli miktarda suya ihtiyaç duyarlar (Kramer ve Boyer, 1995; Larcher, 1995). Su noksanlığı çimlenmenin azalmasına (Kaya ve ark., 2006), kök gelişiminin sınırlanmasına, bitkinin kökleri ile yeterince besin maddesi alıp gövde kısmına taşınmasını engellemekte (Garg, 2003), böylece verim ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır (Frederick ve ark., 2001; Hussain ve ark., 2008)

Tarımsal alanlarda iklimsel ve çevresel kaynaklı sorunların artması nedeni ile bitkisel üretimde yapılan yeniliklerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. İklimsel değişikliklere bağlı olarak su noksanlığının sıkça görülmesi, toprakta suyun tutulması ve verimli bir şekilde kullanılması gerekliliğini artırmıştır. Bu nedenle toprağa yapılan organik madde uygulaması toprak yapısını düzenlemekte ve topraktaki su tutma kapasitesini artırmaktadır.

Bitkiler büyüme ve gelişme döneminde her açıdan optimum koşullar ister. Sıcaklık, tuzluluk ,su ,pH , porozite vs. bunlardan herhangi birisi bitki için uygun düzeyde olmadığında bitki açısından olumsuz koşul oluşturur ve bu durum bitkinin büyüme, gelişme ve veriminde olumsuz şekilde etki eder. Ülkemizde ve dünyada son yıllarda yağış miktarının da azaldığını düşünürsek bitki için bu koşullardan su noksanlığının önemli olduğu kanaatine varabiliriz. Su bitki gelişimi ve verimi için çok önemlidir. Stomaların açılıp kapanması, fotosentez olayı suyun varlığına

bağlıdır. Ortamda su bulunmadığında bunların hiçbiri olmaz ayrıca bitki topraktan gerekli bitki besin elementlerini alamaz.

Bitkiler büyümek ve gelişmek için topraktaki çeşitli bitki besin elementlerini kökleri vasıtasıyla bünyelerine alırlar. Fakat bunu yapabilmeleri için ortamda suyun varlığı gerekir. Bitkinin yetiştiği ortamda yeterli miktarda su bulunmuyorsa bitkinin besin elementini topraktan alması zorlaşır. Bu durumda bitki strese girer. Bitkilerde su stresi, topraktaki su miktarının düşük olduğu durumlarda transpirasyonun da fazla olmasıyla birlikte meydana gelmektedir. Bitkinin su noksanlığı yaşamaması için topraktaki mevcut su miktarının toprak bünyesinde tutulması gerekir. Bunun için de toprağın kalitesini artırmamız gerekir .Topraktaki organik madde miktarını artırarak mevcut suyun toprakta daha uzun süre kalmasını sağlamak bitkinin su stresinden etkilenmesini önlemek için bir yöntemdir.

Günümüzde toprak organik maddesini artırmak amacı ile birçok organik atık doğrudan veya kompostlanarak toprağa uygulanmakta ve toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzenlemekte ve biyolojik aktivitesini uyarmaktadır.

Ülkemiz topraklarında organik maddenin yetersiz olduğu bilinmektedir. Verimli bir toprakta %45 mineral madde (kum, silt, kil) , %5 organik madde, %25 su ve %25 oksijen bulunmalıdır.

Organik madde; toprağın su tutma kapasitesini artırır, toprağın havalanmasını sağlayarak toprağın işlenmesini kolaylaştırır ve kök gelişimini olumlu yönde etkiler.

Tarımsal alanlarda organik maddesi düşük olan topraklarda kompost kullanılarak toprağın organik madde içeriği artırılmaktadır. Kullanılan kompost ile birlikte toprağın organik maddesi arttığı gibi topraktaki bitki besin maddesi kayıpları da azalmaktadır.

Organik atıkların kompostlanması ile organik madde olarak toprağa geri kazandırılması uzun yıllardan beri uygulanan bir yöntemdir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda organik atıkların solucanların varlığında kompostlanması ile oluşan organik madde; yani vermikompost ürününün, termofilik kompost ürünlerinden fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan daha üstün özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Erşahin, 2007; Arancon, vd., 2008; Lazcano, vd., 2008; Doan, vd., 2013)

Vermikompost yani solucan gübresi, gıda atıklarının ayrıştırılarak solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi sonucu elde edilen organik gübredir.

Toprak solucanları doğal ve tarımsal ekosistemlere önemli hizmetler sağlayan canlılardır. Solucanların, bitki besin maddesi mineralizasyonu ile toprak verimliliğine önemli katkıları vardır. Bunlar; bitki artıklarının parçalanma ve mineralizasyonu sağlaması, toprak gözenekliliğinin artması, toprak organik maddesinin ve suya dayanıklı agregat stabilitesinin artması gibi.

Solucanların sindirim sistemlerinde çok sayıda yararlı mikroorganizma, bakteri ve enzimler bulunur. Solucanın dışkısı ile birlikte bu enzimler gübreye geçer ve bitkinin kök ve kök çevresindeki hastalıklara dirençli olmasını sağlar patojenlere karşı direnç sağlar, bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümesini, dayanıklı, verimli ve kaliteli olmasını sağlar.

Topraklarda bulunan solucanların varlığının korunması ile kimyasal gübre kullanımının çevre üzerindeki olumsuz etkileri de azalmaktadır.

Toprağa vermikompost uygulanmasının iyi bir toprak düzenleyici olduğu bilinmektedir. Toprağa uygulanan vermikompost bitki için gerekli bitki besin maddelerini sağlar ve topraktan alımını kolaylaştırır.

Bu çalışmada ahır gübresinden elde edilmiş olan vermikompostun farklı dozlarda tın bünyeli bir toprağa uygulanması ile tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) koşullarında fasülye bitkisinin gelişimi, verim ve verim parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi ve aynı zamanda toprağa uygulanan vermikompostun toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akgün (2023) yaptığı çalışmada iki farklı organik gübreyi (vermikompost ve ahır gübresi) %0,%1.5,%3,%6 oranlarında karıştırarak toprağa uygulamıştır ve tere bitkisi ekilmiştir. Bitkinin makro ve mikro besin elementi içeriklerine etkisi araştırılmıştır. İstatiksel olarak değerlendirme yapıldığında en yüksek değerlere %1.5 dozda vermikompost uygulamasının yapıldığı örnekte ulaşılmıştır.

Toprak ve Şenyiğit (2021) farklı dozlarda solucan gübresi (0 g, 3.5 g, 7 g) ve tam sulama(%100), kısıtlı sulama (%75, %50, %25) ve susuz(%0) şeklindeki uygulamalarla fesleğen bitkisi yetiştirmişlerdir ve bitkinin vejetatif özelliklerindeki farklılıkları gözlemlemişlerdir. Sulama farklılıklarının bitkinin vejetatif özelliklerine etkisi olduğunu fakat solucan gübresindeki farklı dozların etkisinin olmadığını sonucuna varmışlardır.

Azdemir (2021) vermikompost uygulamasının safran bitkisinin gelişim özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla bu çalışmayı yapmıştır. Vermikompostu %0, %10, %25, %50, %75, %100 oranlarında kullanarak 3 tekerrürle uygulamıştır. Sürgün sayısı, yaprak boyu, yaprak sayısı, çiçek sayısı, yavru korm adedi, yavru korm verimi gibi birçok özellik incelenmiştir. Safran bitkisi yetiştirilirken stigma verimi için yetiştiriliyorsa %75 oranda vermikompost, yavru korm üretimi için %25 oranda vermikompost verilmesinin verimi artırdığı tespit edilmiştir.

Durukan vd. (2020) Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü seralarında yapmış olduğu farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının (%0, %10, %20, %30, %40, %50) mısır bitkisinin verimi ve besin elementi içeriklerine etkisi incelenmiştir. Yeşil aksam kuru madde oranı ve N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu içeriklerine bakılmıştır. Kuru madde oranı en fazla %40 oranında vermikompost uygulanan bitkide görülmüştür. Makro element içeriğinin de kullanılan vermikompost oranının artmasıyla birlikte arttığı gözlemlenmiştir. Buna karşılık kullanılan vermikompost oranı arttıkça mikro element içeriğinin de azaldığı görülmüştür.

Kıran (2019) yaptığı çalışmada kuraklık stresine maruz bırakılmış kıvırcık salata bitkisine farklı dozlarda (%0, %2.5 ,%5) vermikompost uygulayarak bitkideki makro ve mikro besin maddesi içeriklerindeki değişimin gözlenmesini amaçlamıştır. Kuraklık stresi dozları %100, %50, %25 olarak belirlenmiş ve kontrol, orta şiddette

kuraklık ve şiddetli kuraklık olarak gruplandırılmıştır. Kuraklık stresine maruz bırakılıp vermikompost uygulanan bitkilerde N,P,K oranlarında artış, Fe,Mn,Zn,Cu oranlarında azalma gözlenmiştir.

Şahin vd. (2020) biber fidesi yetiştirme ortamına farklı oranlarda vermikompost ekleyerek fidenin gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Fide yetiştirme ortamı olarak torf (%30) ve perlit (%70) karışımı kullanılmıştır. Vermikompost oranları ise %5, %10 ve %20 olarak uygulanmıştır. Ayrıca gübreleme de tam gübreleme ve yarı gübreleme şeklinde iki farklı dozda yapılmıştır. Uygulama sonucunda çıkış oranı, gövde uzunluğu, yaprak sayısı, yaş ve kuru ağırlıklar gibi özelliklerde %10 ve %20 oranında vermikompost eklenmesi olumlu etkiler yapmıştır.

Nada vd. (2011) çalışmalarında toprağa %0, %3, %12.5, %25 oranlarında vermikompost uygulayarak çim tohumu karışımı ekmişlerdir. Vermikompostun toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada artan vermikompost oranı ile birlikte toprak özelliklerinin de iyileştiği gözlemlenmiştir.

Huerta vd. (2010), yaptıkları çalışmada biber bitkisi yetiştirmişlerdir ve vermikompostun biber bitkisinin meyve sayısı, meyve boyutu , yaprak ağırlığı gibi özelliklerindeki etkisini araştırmışlardır. Vermikompostun bitki gelişimine etkisinin olumlu yönde olduğunu ve verimi artırdığını tespit etmişlerdir.

Korkmaz (2018) yaptığı çalışmada su stresine hassas olan çilek bitkisine üç farklı oranda sulama uygulayarak bu çalışmayı yapmıştır. Tam sulama (%100), %70 oranında sulama ve %40 oranında sulama yapılmıştır. Buna ek 25 ppm hümkik asit ve 2.5 ppm silikon eklenerek bitkinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile makro besin elementi içeriklerine etkileri araştırılmıştır. Artarak uygulanan su stresi bitkinin araştırılan özelliklerinde olumsuz etki yaparken hümkik asit ve silikon kullanılması bu olumsuz etkilerin azalmasına yardımcı olmuştur.

Öztürk ve Korkut (2018) yaptıkları araştırmada ekmeklik buğdayın farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresine bağlı olarak verim ve verim unsurlarındaki değişimlerini araştırmışlardır. Denemeyi 15 farklı genotipte buğday ile 3 tekerrür olacak şekilde kurmuşlar ve başak sayısı, tane sayısı, verim, başak uzunluğu gibi özelliklere dikkat edilmiştir. Su stresinin uygulandığı tüm dönemlerde

tane veriminin düştüğü ve en yüksek verimin su stresi uygulanmayan dönem olduğu görölmüştür. Ayrıca sapa kalkma dönemindeki su stresi uygulamasının tane dolum dönemindeki su stresi uygulamasına göre verimi daha fazla etkilediği görölmüştür.

Demirel vd. (2020) yaptıkları çalışmada sıklamen süs bitkisi çeşidinin iki farklı türünde çeşitli oranlarda (%100 tam sulama, %75, %50, %25) su stresi uygulayarak bitki su tüketimi, bitkisel özellikler, stoma kalınlığı, klorofil miktarı gibi özelliklerindeki değişimi gözlemlemişlerdir. Her sulamada Fizyolojik ve morfolojik özelliklere bakılmıştır. Sonuçta su stresinin bitkinin fizyolojik ve morfolojik tüm özelliklerini olumsuz etkilediği görölmüştür.

Ekinci ve Başbağ (2019) pamuk bitkisinde tarla kapasitesi doygunluk derecelerinin farklı şekilde uygulanarak bitkinin morfolojik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Deneme üç tekerrürlü olacak şekilde yapılmış ve %100, %80, %60, %40 oranlarında su kısıtı uygulanmıştır. Kuraklık stresi koşulları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif etki; bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında ise pozitif etki gözlenmiştir.

Kutlu Sezer ve Bender Özenç (2018) yaptıkları çalışmada farklı tekstüre sahip topraklarda (killi tın-kumlu tın) farklı oranlarda fındık zürufu kompostu eklenmesi (0 ton/da, 3 ton/da, 6 ton/da, 8 ton/da) ve su stresi (%75, %50, %25) uygulaması yaparak mısır bitkisi yetiştirmişlerdir. Bitkiyi sapa kalkma döneminde hasat etmişlerdir ve kök göce ağırlıkları, kök gövde oranları, bitki boyu, azot, fosfor, potasyum içerikleri incelenmiştir. En yüksek verim değerleri 8 ton/da uygulamasında elde edilmiştir ve tüm veriler dikkate alındığında toprağa 8 ton/da fındık züruf kompostu eklenmesi ile %50 sulama yapılarak tam verim alınabileceği gözlemlenmiştir.

Çamoğlu vd. (2018) sofralık domateste su stresi uygulayarak bitki su tüketimi, sulama randımanları ve fizyolojik özelliklerine etkisinin ne olacağını araştırmışlardır. Denemede tam sulama(%100) ve %25, %50, %75 oranlarında olacak şekilde su stresi uygulanmıştır. Sonuç olarak su stresi uygulamasının sofralık domateste verimde azalma ve fizyolojik özelliklerinde olumsuz özellikler görölmüştür.

Rodriguez-Quiroz vd. (2011) yaptıkları çalışmada barbunya bitkisinin çimlenme ortamı olarak farklı oranlarda vermikompost kullanmışlardır. Çorak topraklara farklı dozlarda (%0, %25, %50, %85, %100) vermikompost eklenmiştir.

Kimyasal analizler sonucu çimlenme, bitki büyümesi ve azot miktarı ölçülmüştür. Vermikompost ilave edilen barbunya bitkisinin daha hızlı çimlendiği, daha sağlıklı ve verimli olduğu görülmüştür. %85 ve %100 oranında vermikompost eklenen bitkilerde çimlenmenin diğerlerine göre daha az olduğu görülmüştür.



3. MATERYAL YÖNTEM

Denemede materyal olarak, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde ahır gübresinden elde edilen vermikompost, *Phaseolus vulgaris* L. Cv Bourgondia fasulye çeşidi ve Ankara İli Ayaş ilçesinden 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri kullanılmıştır.

3.1. MATERYAL

3.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması

Toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine getirilmiştir. Topraklar öncelikle gölgede serilerek kurutulmuş, kesekler ufalanana kadar dövülmüş ve daha sonra 4 mm elekten elenmiştir. Analize hazır hale gelmiştir.



Şekil 3. 1. Toprak örneklerinin kurutulması ve elenmesi

3.1.2. Denemede Kullanılan Toprak Örneğinin Özellikleri

Denemede kullanılan toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için Tablo 3.1. de verilen analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Toprağın bazı özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan yöntemler (Rowell, 1996; Kacar, 1995).

Tablo 3. 1. Deneme Toprağında Kullanılan Analiz Yöntemleri

ANALİZLER	UYGULANAN YÖNTEMLER
Toprak Tekstürü	Hidrometre yöntemi, (Bouyoucous, 1951)
Toprak Reaksiyonu (pH)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımı, pH-metre, (Kacar, 2009)
Elektriksel İletkenlik (EC)	1:1 (w/v) toprak: saf su karışımı, EC-metre, (Kacar, 2009)
Organik Madde	Walkey-Black yöntemi, (Black 1965)
Kireç (CaCO ₃)	Scheibler kalsimetresi, volumetrik olarak, (Çağlar 1949)
Toplam N	Kjeldahl yöntemi, (Bremner, 1982)
Fosfor (P)	Olsen vd Yöntemi (pH>7), (Olsen, 1954)
Agregat Stabilitesi	Islak Eleme Yöntemi, (Kemper ve Rosenau, 1986)

3.1.3. Denemede Kullanılan Toprağın Fizikokimyasal Özellikleri

Toprak örnekleri Ankara ili Ayaş ilçesinden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneğinin yapılan analizler sonucundaki fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3.2. de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Denemede Kullanılan Toprak Örneğinin Özellikleri

ÖZELLİK	ANALİZ DEĞERİ
KİL, (%)	22.13
SİLT, (%)	25.17
KİL, (%)	52.70
pH, 1:1 Toprak:Su	6.80
EC, 1:1 Toprak:Su (μS/cm)	600
OM, (%)	2.44
Toplam N, (%)	0.12
CaCO ₃ , (%)	3.10
Değişebilir Ca, cmol/kg	22.14
Değişebilir Mg, cmol/kg	17.15
Değişebilir K, cmol/kg	0.72
Yarayışlı P, mg kg ⁻¹	19.55
Na, mg kg ⁻¹	2.15

3.1.4. Denemede Kullanılan Vermikompost Materyali

Denemede kullanılan vermikompost Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde ahır gübresinden elde edilmiştir. Denemede kullanılan vermikompostun yapılan analizler sonucundaki kimyasal özellikleri Tablo 3.3. de verilmiştir.

Tablo 3. 3. Denemede Kullanılan Vermikompostun Fizikokimyasal Özellikleri

ÖZELLİK	ANALİZ DEĞERİ
pH (1:10)	8.15
EC 1:10 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	599
Organik Madde, (%)	47.19
Organik Karbon, (%)	27.37
Toplam N, (%)	1.90
C/N	14.40
P, (%)	1.30
K, (%)	0.94
Na, (%)	0.25
Ca, (%)	5.68
Mg, (%)	1.85

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Sera Denemesinin Kurulması

Sera denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde toplam 30 saksıdan oluşmuştur. Kurutulmuş ve 4 mm'lik elek ile elenmiş topraklar her bir saksıya 3 kg olacak şekilde koyulmuştur.



Şekil 3. 2. Toprakların tartılması, vermikompost eklenmesi ve fasulye tohumu ekimi

Vermikompost %0, %0.5, %1.0, %1.5 ve %2 dozlarında killi tın bünyeli toprağa ilave edilmiştir.

Denemede saksıların yarısına bitkiye yararışlı suyun tamamı (%100) verilerek ve diğer yarısına %30 sulama yapılarak (sulama kısıtı) fasulye bitkisi yetiştirilmiştir. Denemede uygulanan vermikompost dozları ve sulama oranları Tablo 3.4. de verilmiştir.

Tablo 3. 4. Tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında verilen vermikompost yüzdeleri

TAM SULAMA (%100)		KISITLI SULAMA (%30)	
Saksı No	Vermikompost dozu	Saksı No	Vermikompost dozu
T-1	%0.0	T-16	%0.0
T-2	%0.0	T-17	%0.0
T-3	%0.0	T-18	%0.0
T-4	%0.5	T-19	%0.5
T-5	%0.5	T-20	%0.5
T-6	%0.5	T-21	%0.5
T-7	%1.0	T-22	%1.0
T-8	%1.0	T-23	%1.0
T-9	%1.0	T-24	%1.0
T-10	%1.5	T-25	%1.5
T-11	%1.5	T-26	%1.5
T-12	%1.5	T-27	%1.5
T-13	%2.0	T-28	%2.0
T-14	%2.0	T-29	%2.0
T-15	%2.0	T-30	%2.0

Fasulye tohumları 5 Ekim 2022 tarihinde saksılara ekilmiştir. Her gün tartımı yapılan saksılardaki toprakların nem içerikleri tarla kapasitesi (% TK) seviyesinde (bitkiye yarayışlı suyun (BYS) %100'ü) ve (bitkiye yarayışlı suyun (BYS) %30'u) tutulmuştur ve bitkinin kullandığı günlük su miktarı (bitki su tüketimi) belirlenmiştir.

Fasulye tohumları ekildikten sonra tohumların filizlenmesi, üçlü yaprakların çıkması, tomurcuklanma, meyve oluşumu gibi özellikler deneme süresince takip edilmiştir.

Fasulye bitkisindeki azot noksanlığını gidermek için 19 Ekim 2022 tarihinde her bir saksıya 5 ml (7,5 kg N/da) ve 21 Kasım 2022 tarihlerinde her bir saksıya 10 ml olacak şekilde %4'lük üre çözeltisi (15 kg N/da) verilmiştir.

Deneme 90 gün sürmüştür. Deneme sonunda bitki boyu, bitki verimi, bitki ağırlığı gibi özellikler tespit edilmiştir. Saksılardan alınan toprak örnekleri ve bitkilerden alınan yaprak örnekleri ile gerekli analizler yapılmıştır.

3.2.2. Deneme Sonunda Hasat Edilen Bitkilerdeki Ölçümler

Toplam Biyokütle: Deneme süresince hasat edilen fasulye ve deneme sonu toprak üstü bitki aksamının toplamından oluşan biyolojik verim değerleri toplam biyokütle olarak hesaplanmıştır.

Toplam meyve adedi ve büyüklüğü: Deneme süresince her bir saksıdaki ürünün vermiş olduğu meyve adedi ve bu meyve uzunluğunun ölçülmesi ile elde edilmiştir.



Şekil 3. 3. Deneme sonunda fasulye bitkisinin ölçümlerinin yapılması

3.2.3. Sera Denemesi Toprak Analizleri

Kurulan sera denemesinden sonra saksılardaki topraklara yapılan fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz yöntemleri aşağıda gösterilmiştir.

3.2.3.1. Fiziksel Analizler

Agregat Stabilitesi : Toprakta agregat stabilitesi “ıslak eleme” yöntemi ile belirlenmiştir. Çapları 2 mm elekten elenmiş 10 gr toprak örneği 0.25 mm elek üzerine aktarılmış, elek “Yoder tipi” ıslak eleme aygıtına bağlanmış, ıslatıldıktan sonra 6 dakika bekletilmiş ve daha sonra 6 dakika boyunca da bu çözelti içerisinde elenmiştir. Eleme işleme sonunda agregat stabilitesi değerleri hesaplanarak yüzde olarak ifade edilmiştir (Demiralay 1993).

$$AS = \frac{EK - KA}{\ddot{O}A - KA} * 100$$

AS= Agregat stabilitesi,

% EK = Elek üzerinde kalan toprak ağırlığı (stabil agregat + kum ağırlığı), g

KA = Kum miktarı, g.

ÖA = Kullanılan toprak örneğinin fırın kuru ağırlığı, g.

Toprak Tekstürü : Bouycous (1955) tarafından belirlenen esaslar göz önüne alınarak hidrometre yöntemiyle toprak tekstürü analizi gerçekleştirilmiştir. Bünye sınıfları belirlenirken toprak bünyesi sınıflandırma üçgeninden faydalanılmıştır (Black 1957).

3.2.3.2. Kimyasal Analizler

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak örneklerinin pH'ları 1: 1 oranında toprak: su karışımında pH-metre cihazı ile ölçülmüş ve sonuçlar Kellogg (1952)'a göre sınıflandırılmıştır.

Elektriksel İletkenlik (EC): Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 1: 1 oranında toprak: su karışımında EC-metre cihazı ile belirlenmiş ve Survey Staff (1951)'a göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Kireç (CaCO₃): Alınan örneklerin kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiş olup sonuçlar %CaCO₃ şeklinde hesaplanmıştır (Çağlar 1949).



Şekil 3. 4. Toprakların pH, EC ve kireç(CaCO_3) değerlerinin ölçülmesi

Organik Madde: Örneklerin organik madde kapsamı Modifiye Walkley-Black metodu ile belirlenmiş olup (Black 1965) elde edilen sonuçlar yüzde olarak hesaplandıktan sonra Thun vd. (1955)'ne göre sınıflandırılmıştır.

Bitkiye Yarayışlı Fosfor: Toprakların P analizleri, toprak örneklerinde $\text{pH} > 7$ olduğu için Olsen vd (1954) tarafından geliştirilen analiz yöntemine göre yapılmıştır.



Şekil 3. 5. Organik madde analizi için hazırlanan çözeltiler, titrasyon işlemi ve sonucu renk değişimi

Değişebilir katyonlar: Topraktaki değişebilir katyonların tayini, toprak örneğinin 1.0 N nötr amonyum asetat çözeltisi kullanılarak elde edilen toprak süzüğünde belirlenmiştir (Kacar, 1994). Süzüklerdeki değişebilir Ca ve Mg miktarları EDTA çözeltisi kullanılarak yapılan titrasyonla belirlenmiştir. K ve Na miktarları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde ölçülmüştür. (Kacar, 1994).



Şekil 3. 6. Değişebilir katyonların analizi için süzük alma işlemleri ve fosfor analizi için hazırlanan standart çözeltiler

3.3. İSTATİKSEL ANALİZLER

Elde edilen sonuçların varyans analizleri tesadüf parselleri deneme desenine göre SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Uygulamalara ait ortalamalar %1 veya %5 önemlilik düzeyine göre Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri

Denemede kullanılan toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3.1. de verilmiştir. Killi tın bünyeli toprak nötr reaksiyonlu, tuzsuz, az kireçli, orta derecede organik maddeye ve azota, yüksek derecede fosfora ve çok düşük derecede alınabilir katyonlara sahiptir.

4.2. Denemede Kullanılan Vermikompostun Özellikleri

Denemede kullanılan verмикompostun kimyasal özellikleri Tablo 3.2. de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde verмикompostun toprağa uygulanmak için ortalama değerlerde olduğu görülmektedir.

4.3. Tam Sulama ve Kısıtlı Sulama Koşullarında Farklı Oranlarda Kullanılan Vermikompostun Toprak Özelliklerine Etkisi

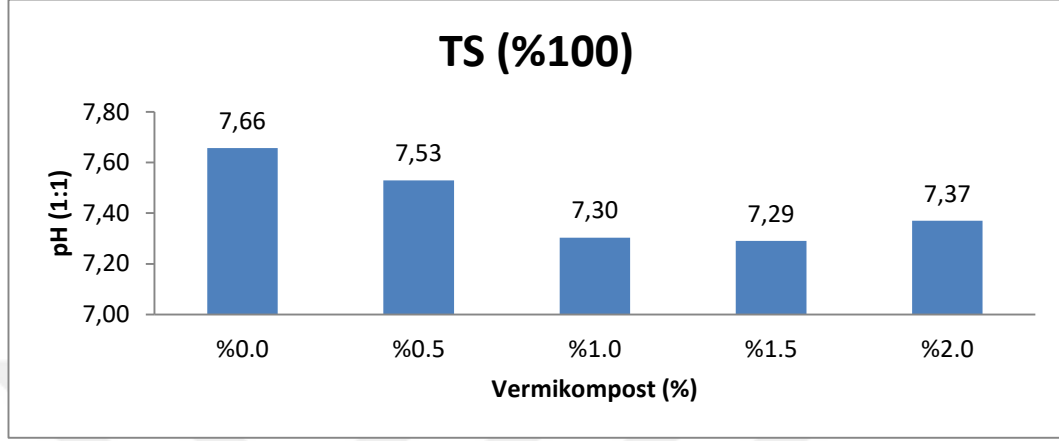
4.3.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

Tam sulama (%100) uygulaması toprak pH değerini 6.8'den 7.6 ya çıkarırken (hafif alkalin) verмикompost uygulamaları toprak pH'sını hafif alkalin pH'dan nötr pH'ya düşürmüştür. En fazla pH düşüşü toprağa uygulanan %1.5 oranında verмикompost uygulamasında görülmüştür.

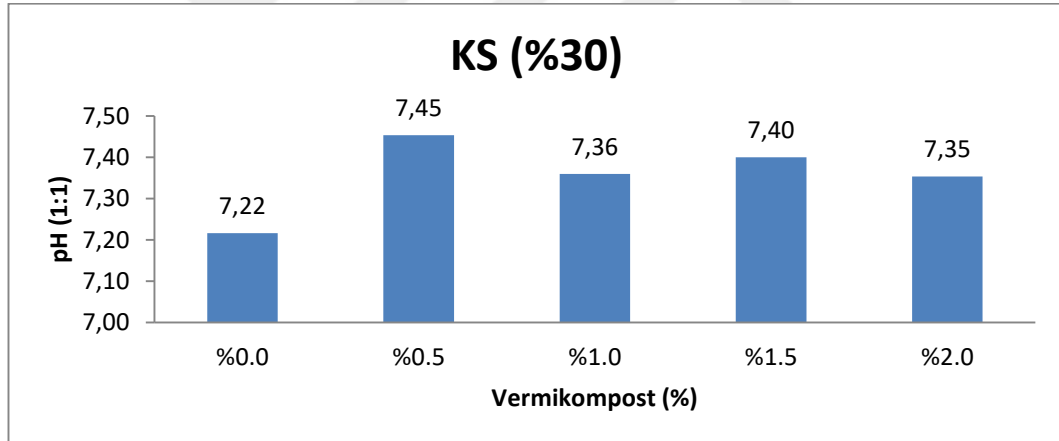
Sekar vd. (2013), yaptıkları çalışmada killi-tınlı toprağa uygulanan verмикompostun toprak pH değerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Benzer olarak bazı çalışmalarda da verмикompostun toprağın pH'sını düşürücü etkisi olduğunu belirtmişlerdir. (Lee vd, 2004; Gutierrez-Miceli vd, 2007; Azarmi vd, 2008). Buna karşılık Aktaş (2018), verмикompost kullanımının artan dozlarda kullanımının asit karakterli olan tınlı topraklarda pH değerlerini doğru orantılı şekilde artırdığını, killi topraklarda ise azalttığını belirtmiştir.

Çalışmada kısıtlı sulama (%30) yapılan kontrol grubu (%0-V) pH'sının tam sulama (%100) yapılan kontrol grubu (%0-V) pH'sından düşük olduğu görülmüştür. Kısıtlı sulama (%30) yapılan uygulamada verмикompost kullanımı toprak pH'sını hafif yükseltmiştir fakat istatistiksel olarak etki etmemiştir. Sulama kısıtı uygulanan topraklarda toprak reaksiyonunun nötrden hafif alkaliye geçtiği görülmüştür.

Yapılan çalışma sonucuna benzer şekilde, Tavalı ve ark. (2013), karnabahar bitkisinde kullandıkları farklı vermikompost dozlarının pH değerleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını belirtmişlerdir.



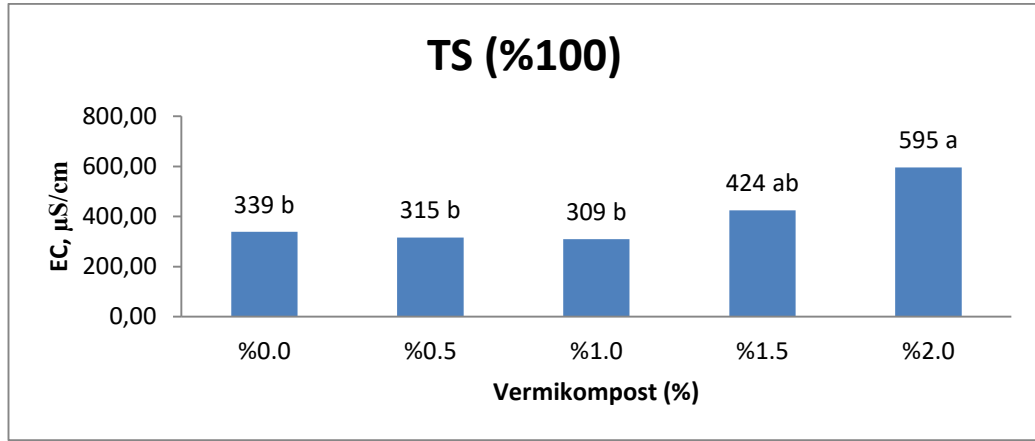
Şekil 4. 1. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak pH'sına etkisi



Şekil 4. 2. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak pH'sına etkisi

4.3.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

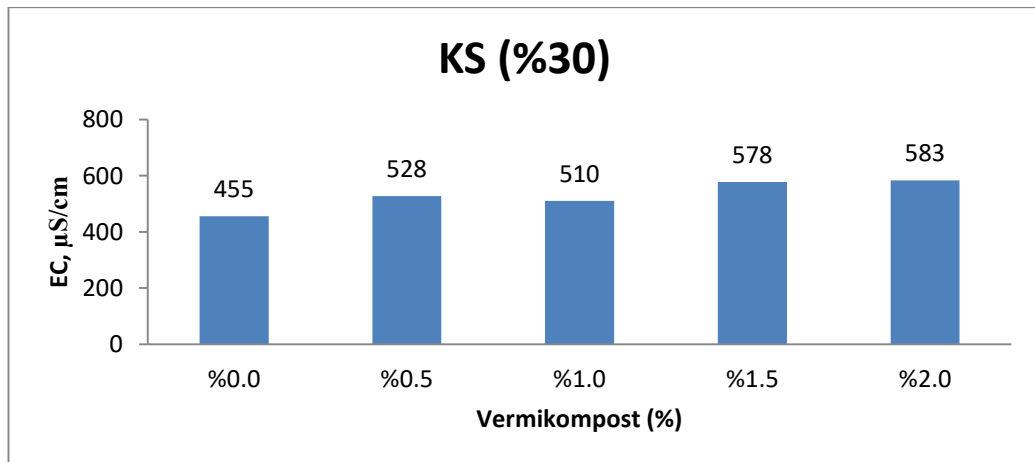
Tam sulama (%100) yapılan uygulamada kontrol toprağın (%0-V) EC değerini 600 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ 'den seyrelme etkisi nedeniyle 340 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ 'e düşürmüştür. (Şekil 4.3.) Toprağa uygulanan vermikompost uygulanan dozların değişmesine rağmen toprak EC değerinde istatistiksel açıdan bir değişim yapmamıştır. Tam sulama yapılan toprakların tuzsuz olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 3. Bitkiye yararılı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak EC'sine etkisi ($p < 0.05$)

Kısıtlı sulama (%30) uygulaması kontrol toprağın EC değerini 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den seyrelme etkisi nedeniyle 455 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'e düşürmüştür (Şekil 4.4). Kısıtlı sulama uygulanan çalışmada toprak EC sınıfının orta tuzlu olduğu görülmüştür.

Aktaş, (2018) ve Tavalı vd. (2014a) tarafından yapılan çalışmalar ile; vermikompostun topraklara artan seviyelerde uygulanması, toprakların elektriksel İletkenlik değerlerinde önemli düzeylerde artışlar sağlandığını bildirmişlerdir. Sönmez vd (2011), vermikompost uygulamasının EC değerini arttırdığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde vermikompostun toprak EC değerlerini arttırdığını belirtmiştir (Çıtak vd, 2011). Buna karşılık bu tez çalışmasında farklı dozlarda uygulanan vermikompost EC değerinde yükselme yapmıştır fakat istatistiksel olarak değişim olmadığı görülmüştür.



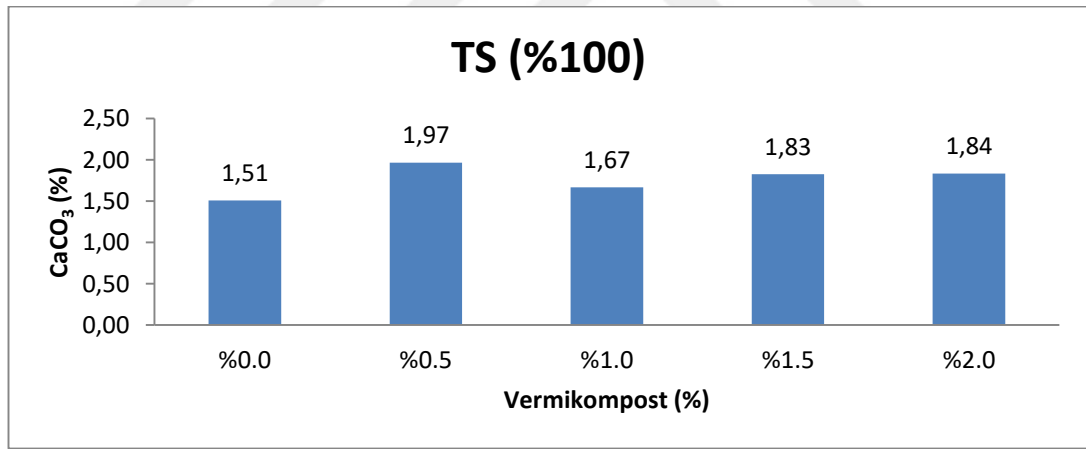
Şekil 4. 4. Bitkiye yararılı su, tam sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının toprak EC'sine etkisi

4.3.3. Kireç (CaCO_3)

Tam sulama (%100) yapılan çalışmada farklı dozlarda vermikompost uygulanan tüm toprakların kireçsiz sınıfına girdiği görülmektedir.

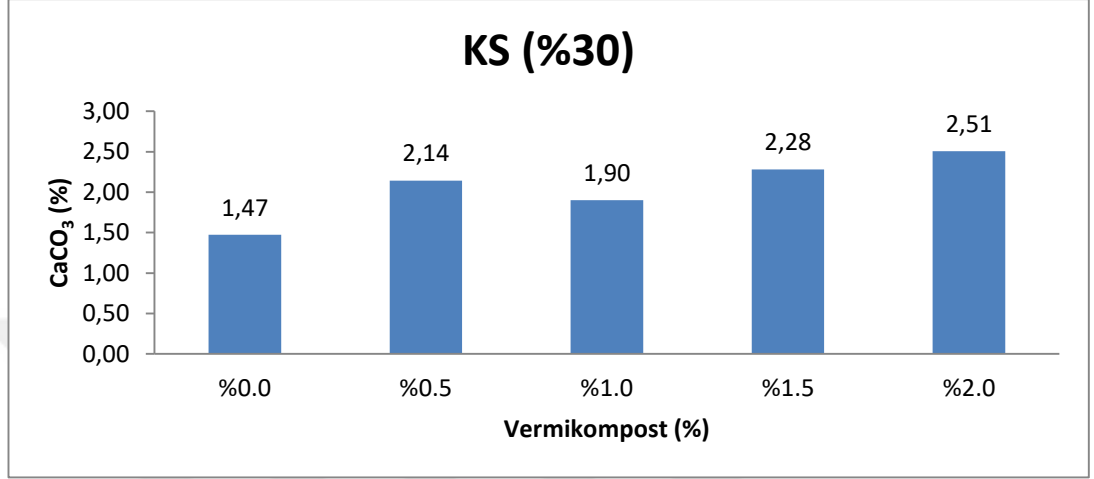
Tam sulama (%100) uygulaması kontrol toprağın kireç içeriğini %3.10'den %1.51'e düşürmüştür (Şekil 4.5). Burada suyun çözücü etki gösterdiği görülmüştür. Çünkü orijinal toprağa göre vermikompost uygulanmadan toprağın kireç içeriğinde kontrol toprağında düşme görülmüştür. Bunun tam sulamadan kaynaklandığı görülmektedir.

Özkan vd (2016) bitki ve toprak özelliklerinde vermikompostun farklı dozlarda kullanılmasının etkisini araştırmışlardır ve vermikompost uygulamasının tuz, kireç, organik madde miktarında değişme yaptığını fakat bu değişimin istatistiksel anlamda önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Aynı şekilde bu çalışmada da artan dozlarda vermikompost uygulamasının topraklarda kireç oranında istatistiksel açıdan değişim yapmadığı görülmektedir.



Şekil 4. 5. Bitkiye yararılı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının % CaCO_3 'e etkisi

Kireç (CaCO_3) bakımından kısıtlı sulama (%30) yapılan topraklarda toprakların CaCO_3 kapsamı %1.47-2.51 arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol (%0 V) ve %1.0 oranında vermikompost uygulanan toprakların kireçsiz, %0.5, %1.5 ve %2.0 oranında vermikompost uygulanan toprakların az kireçli sınıfına girdiği görülmektedir.



Şekil 4. 6. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının CaCO_3 'e etkisi

4.3.4. Organik Madde (OM)

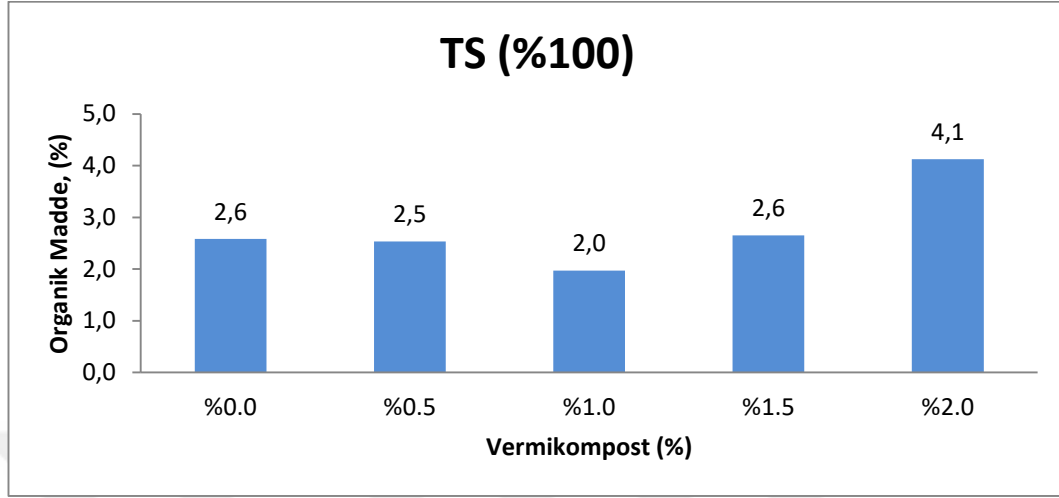
Tam sulama (%100) uygulamasında kontrol toprağın (%0-V) OM kapsamı %2.44'den %2.60 çıkmıştır. Vermikompost %0.5, %1.0 ve %1.5 oranlarında verildiğinde organik madde durumunun orta derecede olduğu ve değişmediği görülmüştür.

Toprağa uygulanan %2.0 oranındaki vermikompostun OM değerini %2.6'dan %4.1'e yükseltmiş olduğu ve organik madde sınıfını yüksek dereceye çıkardığı görülmüştür.

Toprak organik maddesi toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik pek çok özelliğini düzenlemektedir. Bu sebeple besin maddelerinin artışı ve iyileşen toprak özelliklerinden dolayı bitkisel ürün veriminde artışlar görülmektedir.

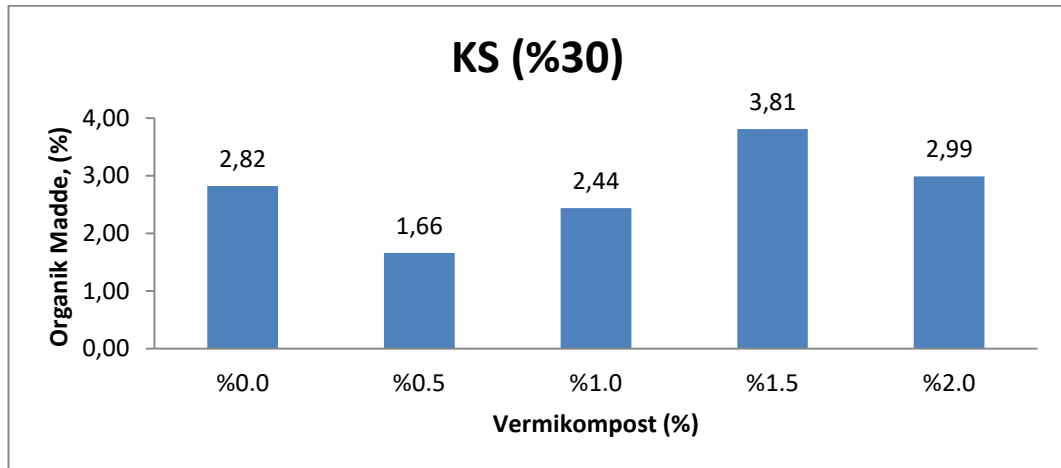
Bu konuda yapılan farklı çalışmalarda farklı dozlarda vermikompost uygulamanın toprağın organik madde miktarını artırdığı bildirilmektedir (Sönmez vd, 2011; Mahmoud ve Ibrahim, 2012; Tavalı vd, 2014a; Aktaş, 2018).

Aktaş ve Yüksel (2020) yaptıkları çalışmada vermikompostu artan dozlarda farklı tekstüre sahip iki toprağa uygulamış dozların artışı ile doğru orantılı olarak organik madde miktarının da arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4. 7. Bitkiye yararılı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının %OM'ye etkisi

Uygulanan su kısıtlaması %(30) ile kontrol grubu (%0 V), %0.5 ve %1.0 dozlarında uygulanan vermikompostun organik madde durumunda değişiklik yapmadığı orta seviyede kaldığı ve istatistiksel olarak etki yapmadığı görülmüştür. Su kısıtlaması uygulanan ve %1.5 ve %2.0 dozunda vermikompost uygulanan topraklarda organik madde durumunun yüksek seviyeye çıktığı görülmüştür.



Şekil 4. 8. Bitkiye yararılı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının %OM'ye etkisi

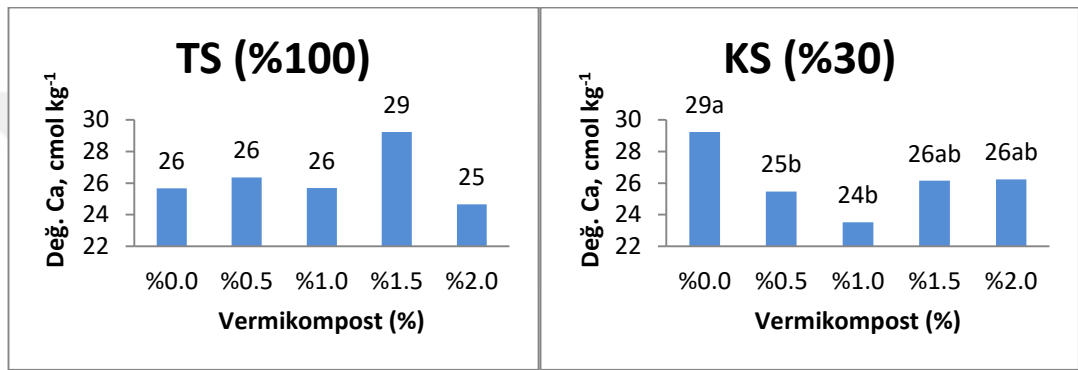
4.3.5. Değişebilir Kalsiyum Ve Değişebilir Magnezyum

Yapılan çalışmada tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamalarında değişebilir Ca ve değişebilir Mg değerleri kontrol (%0 V)

gruplarında yüksek değerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin sulama suyundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Dozu artırılarak eklenen vermikompostun değişebilir Ca ve değişebilir Mg değerlerinde istatistiksel açıdan değişim yapmadığı görülmüştür. Topraktaki değişebilir Ca ve değişebilir Mg değerleri yüksek olarak görülmüştür.

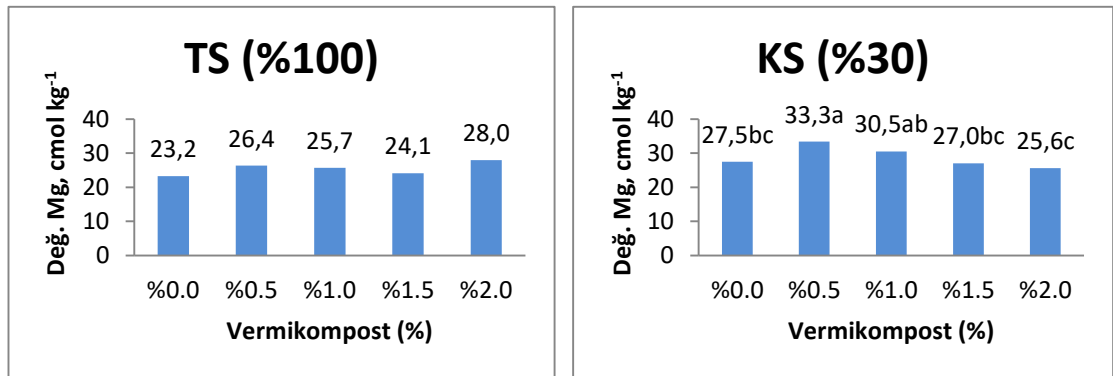
Aktaş (2018) yaptığı çalışmada farklı dozlarda uygulanan vermikompostun tın bünyeli topraklarda dozlara paralel olarak yarıyışlı Ca içeriğini arttırdığını bildirmiştir.

Değişebilir Kalsiyum (Ca)



Şekil 4. 9. Bitkiye yarıyışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında ($p < 0.01$) farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Değişebilir Ca miktarına etkisi

Değişebilir Magnezyum (Mg)



Şekil 4. 10. Bitkiye yarıyışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında ($p < 0.05$) farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Değişebilir Mg miktarına etkisi.

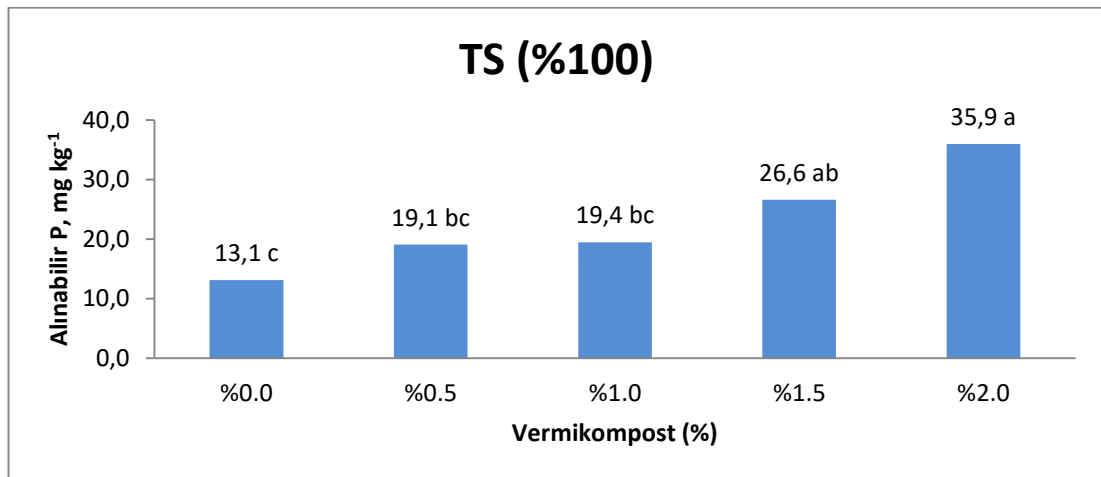
4.3.6. Alınabilir Fosfor (P)

Deneme toprağında yarayışlı P oranı %19.55 iken tam sulama (%100) yapılan topraklarda kontrol toprağın (%0 V) yarayışlı P oranının bitki alımı nedeniyle azaldığı ve %13.1'e düştüğü görülmektedir. (Şekil 4. 11.)

Yarayışlı P oranının tam sulama koşullarında artan dozda vermikompost kullanılması ile birlikte arttığı ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Denemede en yüksek yarayışlı P değeri %2 oranında vermikompost uygulanmış toprakta %35.9 değerinde görülmüştür. Alınabilir P değerinin artan vermikompost uygulamasıyla birlikte yüksek değer sınıfına girdiği görülmüştür.

Organik madde, yüksek kireç ve pH'ya sahip topraklarda bitkilerin fosforu daha kolay bünyesine alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı, 1982).

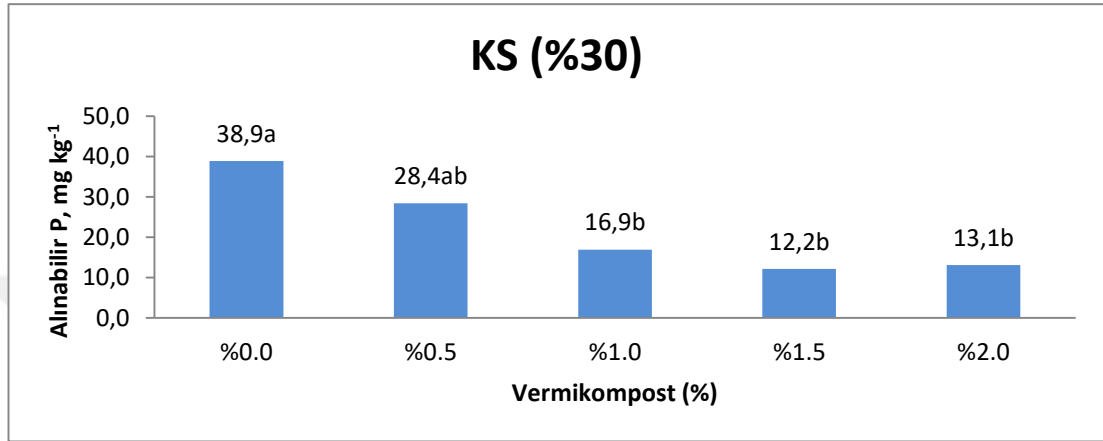
Bu konu ile alakalı benzer çalışmalarda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Arancon vd., 2006; Uma ve Malathi, 2009; Hashemimajd, 2004). Benzer şekilde, vermikompostun yarayışlı fosfor miktarını arttırdığı ve brokolinin fosfor besinini temin ettiği bildirilmiştir. (Hashemimajd 2004, Arancon ve ark. 2006, Uma ve Malathi 2009).



Şekil 4. 11. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Alınabilir P'ye etkisi (p<0.01).

Tam sulama (%100) yapılan uygulamanın aksine kısıtlı sulama koşullarında vermikompost uygulamaları yarayışlı P kapsamını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. Yapılan kısıtlı sulama (%30) uygulamasında alınabilir P oranı kontrol grubunda (%0 V) en yüksek değerde olup %38.9 olarak

görülmüştür. Toprağa uygulanan vermikompost oranı arttıkça alınabilir P oranı da kısıtlı sulama koşullarında azaldığı ve %2 oranında vermikompost uygulanan toprakta %13.1 olduğu görülmüştür. Alınabilir P değerinin artan vermikompost uygulamasıyla birlikte orta değer sınıfına girdiği görülmüştür.

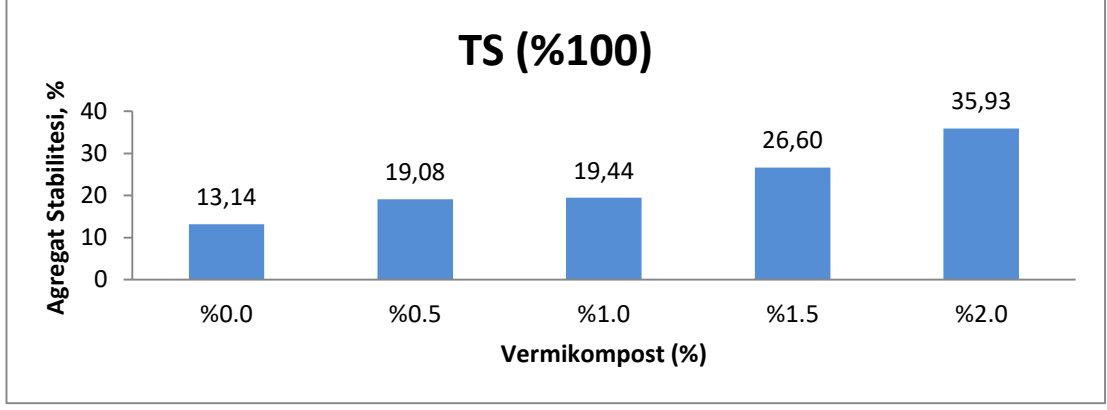


Şekil 4. 12. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Alınabilir P'ye etkisi ($p < 0.05$)

4.3.7. Agregat Stabilitesi (AS)

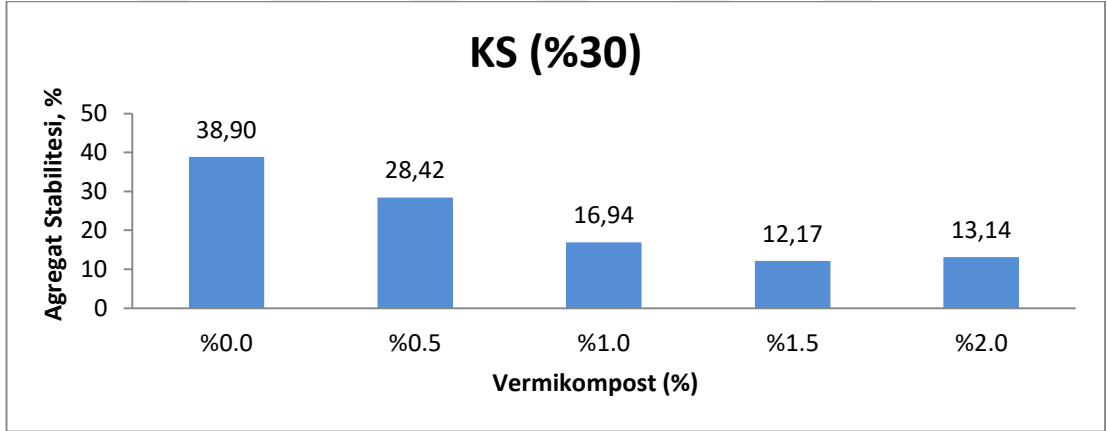
Yapılan çalışmada tam sulama (%100) yapılan topraklarda kontrol grubunda (%0 V) AS'nin %10 olduğu görülmektedir. Vermikompost uygulama dozunun artması ile birlikte agregat stabilitesini de istatistiksel olarak önemli derecede artırdığı görülmektedir ve %2.0 dozunda uygulanan vermikompost sonucu agregat stabilitesinin %35'e çıktığı görülmüştür.

Aktaş ve Yüksel (2020) yaptıkları çalışmada vermikompostu artan dozlarda farklı tekstüre sahip iki toprağa uygulamış dozların artışı ile doğru orantılı olarak agregat stabilitesi arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4. 13. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının AS'ne etkisi

Yapılan çalışmada kısıtlı sulama (%30) yapılan topraklarda kontrol grubunda (%0 V) AS'nin tam sulamanın aksine daha yüksek olduğu görülmektedir. Kısıtlı sulama koşullarında toprağa verilen artan dozlardaki vermikompostla birlikte agregat stabilitesini de istatistiksel olarak önemli derecede düşürdüğü görülmektedir. Kontrol grubunda %38 olan AS'nin, %2.0 doz kullanılan toprakta %13,14 oranında olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 14. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının AS'ne etkisi

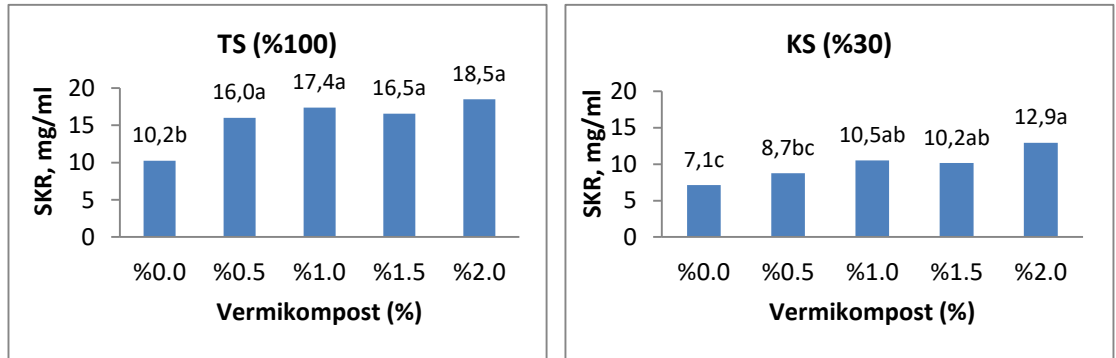
4.3.8. Su Kullanım Randımanı (SKR)

Yapılan çalışmada tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) koşullarında grafiklerde de görüldüğü gibi günlük su tüketiminin en az kontrol grubunda (%0 V) olduğu, vermikompost dozunun artmasıyla birlikte günlük su tüketiminin her iki sulama koşulunda da arttığı gözlemlenmiştir. Tam sulama ve kısıtlı sulama koşulları

karşılaştırıldığında ise tam sulama uygulaması yapılan bitkilerin kısıtlı sulama uygulaması yapılan bitkilerden daha fazla su kullandığı görülmektedir (Şekil 4. 15).

Gülser ve Kızılkaya (2020) farklı sulama kısıtlarında yetiştirilen buğday bitkisinde, toplam biyokütle ve dane verimi için hesaplanan en yüksek SKR değerlerini sırasıyla 1,49 g/L ve 0,67 g/L olarak %100 BYS da, aynı parametreler için en düşük SKR değerlerini ise sırasıyla 0,99 g/L ve 0,47 g/L olarak %25 BYS uygulamasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar toprak nem düzeyinin bitki gelişimi için önemli bir faktör olduğu ve aynı zamanda toprak nem miktarının azalmasıyla fotosentez oranının düşmesine bağlı olarak SKR, bitki gelişimi ve verim değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Topuz (2016) yaptığı çalışmada bağda farklı su seviyeleri ve sulama aralıklarının verim, bazı kalite özellikleri ile suverim fonksiyonları üzerine etkilerini incelenmiştir ve toplam su kullanım randımanı değerlerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda, sulama aralıkları ve su seviyelerinin yaş üzüm verimi ve kalite özellikleri üzerinde etkisi olduğunu, çalışmada en yüksek yaş üzüm verimi 6 gün sulama aralığında ve % 100 sulama suyu uygulanan örnekte olduğunu tespit etmiş. Toplam su kullanım randımanını 2.99-3.99 kg/m³ olarak hesaplamıştır.

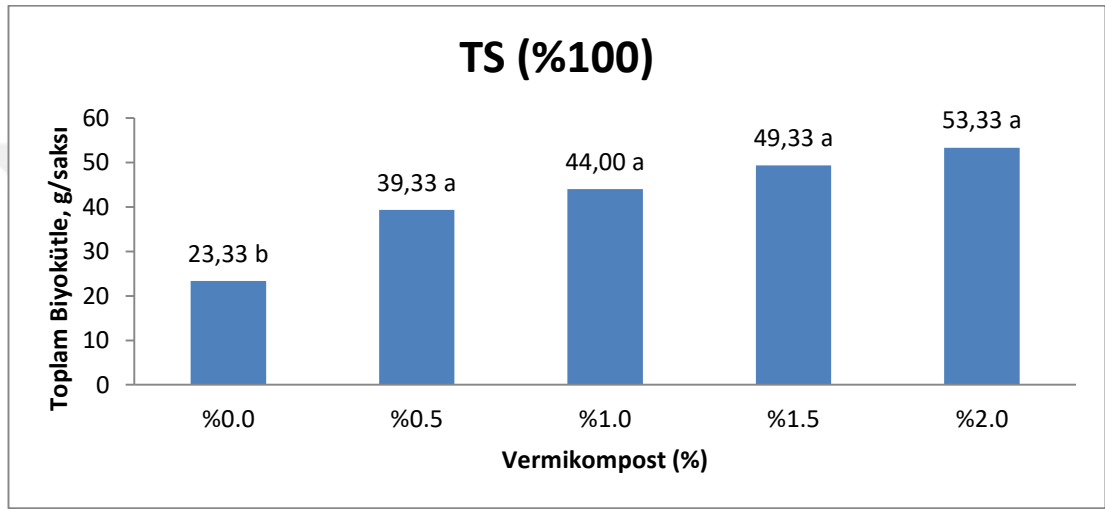


Şekil 4. 15. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100, $p<0.01$) ve kısıtlı sulama (%30, $p<0.05$) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının günlük su tüketimine etkisi

4.3.9. Toplam Biyokütle

Bu çalışmada da benzer şekilde artan dozlarda vermikompost kullanımının bitkinin toplam biyokütlesinde artışa neden olduğu grafiklerde görülmektedir. Kısıtlı sulama yapılan uygulama ile tam sulama yapılan uygulama arasında istatistiksel olarak büyük fark vardır. Kısıtlı sulama yapılan (%30) kontrol grubu (%0 V) biyokütlesi %9

iken, tam sulama yapılan (%100) kontrol grubunun (%0 V) biyokütlesi % 23'dür. Vermikompost dozu arttıkça buna paralel şekilde toplam biyokütle de artış olduğu tam sulama uygulamasında görülmektedir. Tam sulama yapılan ve en yüksek dozda (%2.0) vermicompost verilen bitkinin toplam biyokütlesinin %53 ile en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Kısıtlı sulama yapılan uygulamada ise en yüksek biyokütle değeri %1.0 dozunda vermicompost uygulanan bitkide %20 oranında görülmektedir.

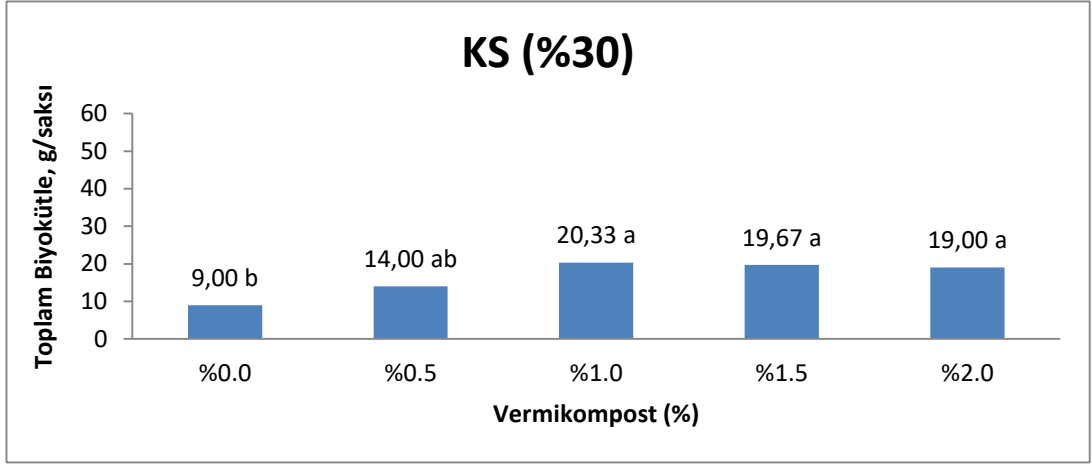


Şekil 4. 16. Bitkiye yarayırlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermicompost uygulamasının Toplam Biyokütle'ye etkisi (p<0.01)

Maltaş vd. (2017) kırmızı baş lahana bitkisi yetiştirirken vermicompost uygulamanın bitkinin kalite kriterleri, bitki besin elementi konsantrasyonu (N, P, K, Ca) ve verimini istatistiki açıdan artırdığını belirlemişlerdir.

Özkan ve ark. (2016), tarafından yetiştirilen ıspanak bitkisine farklı dozlarda vermicompost uygulanmış ve vermicompost miktarı arttıkça verim ve bitki boyu değerlerinin arttığı gösterilmiştir.

Yapılan başka çalışmalarda ise bitki biyokütlesindeki artışların , vermicompostun sağladığı organik madde ve mineral besin maddelerindeki artışa bağlı olduğu bildirilmiştir (Mukta et al., 2015; Blouin et al., 2019).



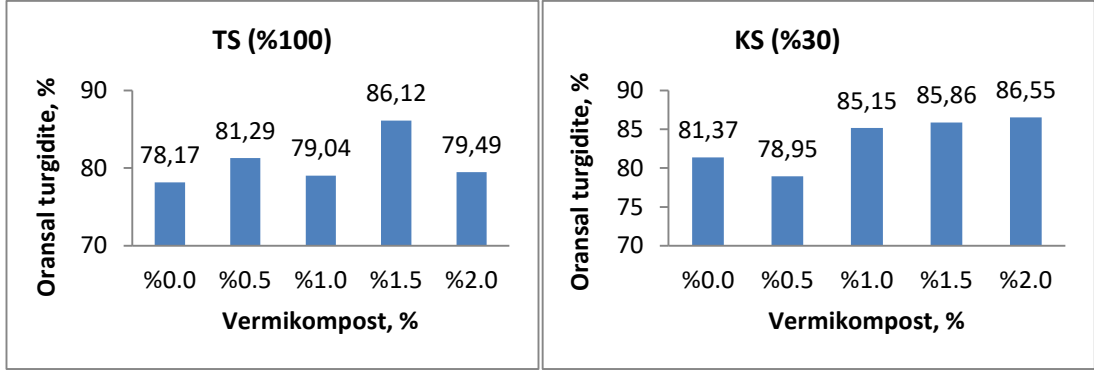
Şekil 4. 17. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının Toplam Biyokütle'ye etkisi ($p < 0.01$).

4.3.10. Turgor Basıncı

Yapılan çalışma sonucunda tam sulama koşullarında %1.5 dozda uygulanan vermikompost oranının turgor basıncını yükselttiği görülmüştür. Kısıtlı sulama uygulamasında ise %1.0, %1.5, %2.0 dozlarında uygulanan vermikompost turgor basıncını artırmıştır fakat istatistiksel açıdan değişim göstermemiştir.

Stres koşullarında yapraklardaki turgor potansiyelinin azalması, hücrelerin küçük kalmasına sebep olur. Bu durumda, yapraklar küçük kalır ve bundan dolayı oluşacak fotosentez ürünleri de azalır (Kaçar ve ark. 2009).

Gülser ve Kızılkaya (2020) farklı sulama kısıtlarında yetiştirilen buğday bitkisinde en yüksek verim ve gelişme parametrelerini %100 tam sulamada yetiştirilen bitkilerde belirlerken, en düşük değerleri %25 BYS uygulamasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında %100 BYS uygulamasında toprakta daha fazla nemin bulunması stoma direncinin azalmasına ve fotosentezle alınan CO_2 miktarının artışına bağlı olarak gelişme ve verim parametrelerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Bitkiye yarayışlı su kapasitesinin %50 ve %25 seviyelerinde uygulanmasıyla toprakta azalan nem miktarına bağlı olarak bitkinin turgor durumu azalır ozmotik potansiyel değerinin arttığını, bitkinin su kaybını önlemek için stomalarını kapatarak solunumunu azalttığını ve bu durumun SKR ve net asimilasyonun azalmasıyla verim değerlerinin de azalmasına yol açtığını belirtmişlerdir. Bu araştırmada da benzer bulgulara ulaşılmıştır.



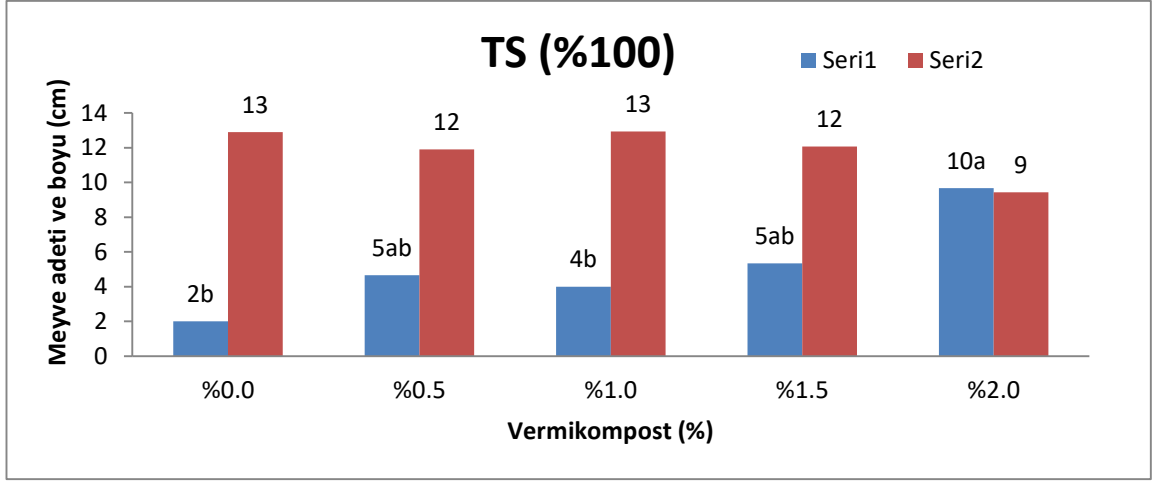
Şekil 4. 18. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının bitkinin turgor basıncına etkisi

4.3.11. Meyve Adedi-Büyükklüğü

Yapılan çalışmada tam sulama koşullarında kontrol grubu (%0 V), %0.5, %1.0 %1.5 dozlarında vermikompost uygulaması sonucunda oluşan meyve adedinin 5'i geçmediği, buna karşılık meyve boyunun ise 12 cm'den büyük olduğu görülmektedir. %2.0 oranında vermikompost uygulanan bitkide ise meyve adedi 10 iken meyve boyu 9 cm olduğu görülmektedir.

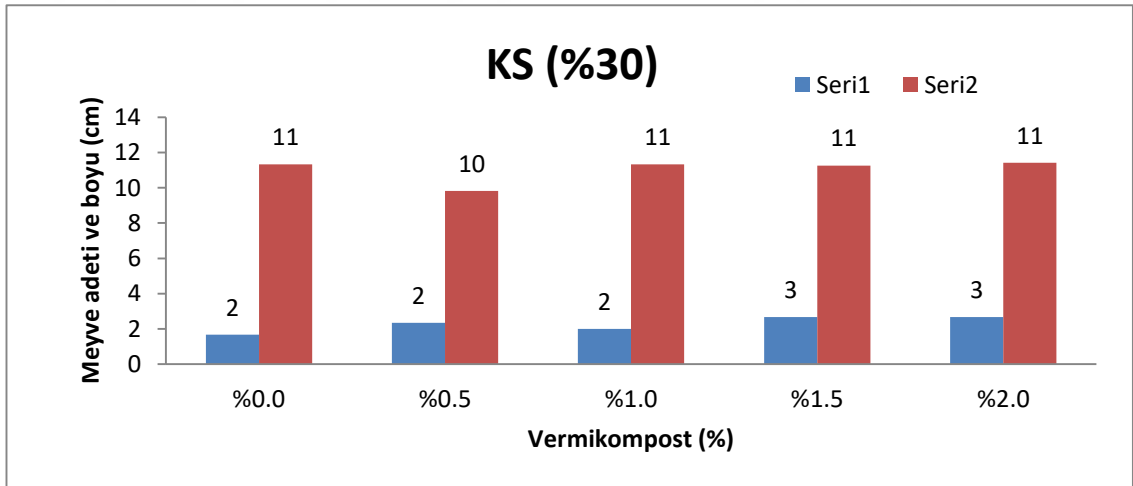
Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalarda vermikompost uygulamasının bitkilerin gelişimini ve bitki boyunu artırdığı bildirilmiştir (Amresh, 2009; Narkhede vd, 2011; Çıtak vd, 2011; Getnet ve Raja, 2013; Özkan vd, 2016; Köksal vd, 2017).

Farklı çalışmalarda ise benzer şekilde vermikompost miktarı artıkça domates yetiştiriciliğinde (Demirtaş vd, 2007; Azarmi vd, 2008), şekerpancarı yetiştiriciliğinde (Aydın, 2009) ve ayçiçek yetiştiriciliğinde (Büyükfiliz, 2016) verimin arttığını bildirilmiştir.



Şekil 4. 19. Bitkiye yarayışlı su, tam sulama (%100) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının meyve adeti ve meyve büyüklüğüne etkisi (Seri 1: Meyve Adeti ($p<0.05$), Seri 2: Meyve Boyu, cm)

Kısıtlı sulama koşullarında meyve adedi vermikompost uygulama dozu arttıkça arttığı görülmektedir fakat tam sulama yapılan uygulama ile karşılaştırılınca meyve adedinin az olduğu ve 3'ü geçmediği görülmektedir. Kısıtlı sulama koşullarında grafikte görüldüğü gibi meyve boyunun 10-12 cm arasında olduğu görülmektedir ve vermikompost dozu ile değişiklik göstermemiştir.



Şekil 4. 20. Bitkiye yarayışlı su, kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının meyve adeti ve meyve büyüklüğüne etkisi (Seri 1: Meyve Adeti, Seri 2: Meyve Boyu, cm)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada killi tın toprağa uygulanan farklı dozlardaki vermikompostun tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) koşullarında fasulye bitkisinin gelişimi, verimi ve verim parametrelerine etkisi incelenmiştir.

Çalışma sonunda; organik madde (OM) oranı tam sulama yapılan uygulamada kısıtlı sulama yapılan uygulamaya göre daha yüksek çıkmıştır. Tam sulama yapılan uygulamada en yüksek OM içeriği %2.0 oranında vermikompost kullanımında, kısıtlı sulama yapılan uygulamada ise en yüksek OM içeriği %1.5 oranında vermikompost kullanımında görülmüştür.

Agregat stabilitesinin (AS) tam sulama koşullarında vermikompost uygulama dozu arttıkça doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmüştür. En yüksek AS %2.0 oranında vermikompost uygulanan toprakta görülmüştür. Kısıtlı sulama koşullarında ise kullanılan vermikompost dozu arttıkça AS'nin azaldığı görülmüştür. En düşük AS %2.0 oranında vermikompost uygulanan toprakta, en yüksek AS ise kontrol grubunda (% V) görülmüştür.

Tam sulama yapılan topraklarda vermikompost uygulaması pH değerini düşürmüştür, kısıtlı sulama yapılan uygulamada ise yükseltmiştir. Toprağa uygulanan vermikompost toprağın pH ve EC değerinde istatistiksel olarak değişime neden olmamıştır.

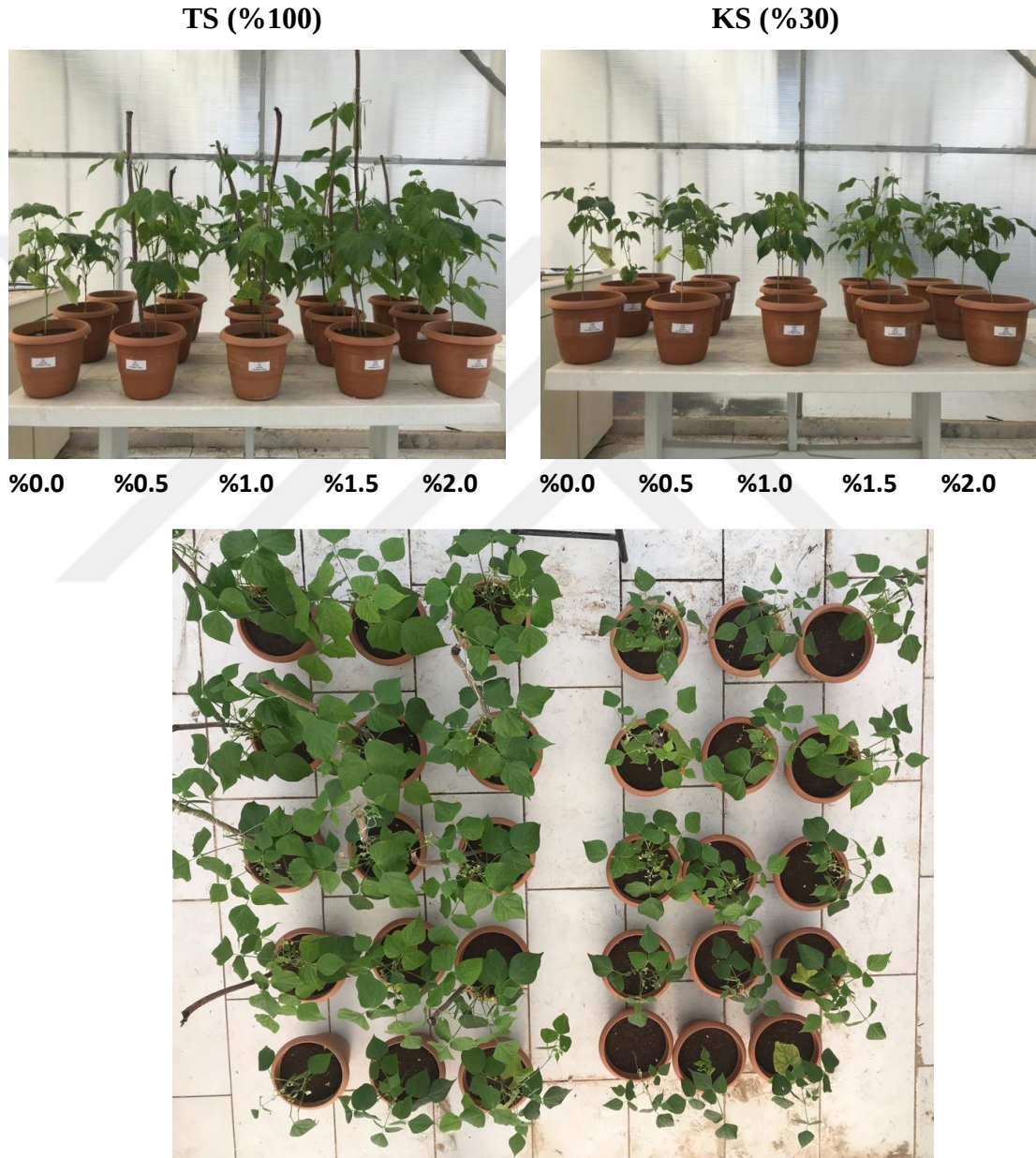
Alınabilir P değeri tam sulama koşullarında artan vermikompost değerleri ile birlikte arttığı, buna karşılık kısıtlı sulama uygulanan toprakta alınabilir P değerlerinin artan vermikompost değerleri ile birlikte azaldığı görülmüştür.

Her iki su kullanım şeklinde de vermikompost dozunun artarak kullanılması toplam biyokütlenin de artmasına neden olmuştur. Steiner ve Akintohi (1998), biber bitkisine beş gün aralıklarla yapılan sulamalarının bitki besin maddesi alımını iyileştirdiğini ve fotosentez aktivasyonunu arttırdığını, dolayısıyla bitkinin toplam biyokütlesinde artış gözlemlendiğini belirlemişlerdir.

Tam sulama yapılan uygulamada vermikompost dozu arttıkça meyve adedi ve boyunun arttığı görülmüştür. %2.0 oranında vermikompost uygulaması yapılan toprakta meyve adedinin fazla olmasına karşılık meyve büyüklüğünün azaldığı görülmektedir. Kısıtlı sulama yapılan uygulamada ise meyve adedi tam sulama

yapılan uygulamaya göre daha az olduğu görülmüş, meyve boyunun ise vermikompost uygulama dozu ile değişmediği görülmüştür.

Tam sulama ve kısıtlı sulama yapılan uygulamalar sonucunda en fazla bitki gelişimi ve verim değeri %1.5 ve %2.0 dozunda vermikompost uygulanan topraklarda görülmüştür.



Şekil 4. 21. BYS, tam sulama (%100) ve kısıtlı sulama (%30) uygulamasında farklı dozlardaki vermikompost uygulamasının fasulye bitkisinin gelişimine ve biyokütlesine etkisi

Su stresi yaşıyan bitkilerde meyve oluşumunun olumsuz etkilendiğı ve bu sebeple verim kaybının yaşandığı görölmüşür. Araştırma sonucunda vermikompost uygulamasının özellikle bitkinin kök aksamını geliştirdiğı görölmüşür. Tam sulama (%100) yapılan topraklarda artan dozlarda vermikompost uygulamasının agregat stabilitesini artırma sebebinin kök gelişiminden kaynaklandığı görölmüşür.

Denemede kullanılan toprağın organik madde içeriğinin orta seviyede olduğı bilinmektedir. Bu tez çalışmasında toprağı uygulamamız vermikompost sadece toprak organik maddesini artırmak amacıyla değı, vermikompostun toprak düzenleyici etkisi olduğı için de kullanılmıştır. Deneme sonucunda ise %1.5 ve %2.0 oranında vermikompost uygulanan topraklarda bitki gelişimi ve toprak özelliklerinin daha iyi olduğı görölmüşür. Vermikompostun organik madde içeriğı yüksek topraklarda da toprak düzenleyici olarak kullanılabileceğı görölmüşür.

Vermikompost, toprağın organik madde içeriğini artırdığı için toprakta suyun daha fazla tutulmasını sağlamıştır ve bu nedenle fasulye bitkisinin artan dozlarda vermikompost kullanımında daha iyi büyüme ve gelişim gösterdiği, veriminin daha yüksek olduğı görölmüşür ve istatistiksel anlamda önemli olduğı belirlenmiştir.

Her iki sulama koşulunda da bitkilerde vermikompost dozu arttıkça su kullanım randımanının da arttığı gözlemlenmiştir. Fakat tam sulama koşullarında su kullanım randımanının daha fazla, kısıtlı sulama koşullarında ise daha az arttığı yani suyu daha az kullandığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise su noksanlığı koşullarında bitkinin terleme ile su kaybını önlemek için stomalarını kapatması ve bünyesindeki suyu tutması ile olduğı görölmüşür.

Tam ve kısıtlı sulama uygulanan bitkilerde turgor basıncının, kısıtlı sulama koşullarındaki bitkilerde daha yüksek olduğı gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin kısıtlı sulama uygulanan bitkilerde suya doygunluğun az olması sebebi ile bitki yaprağının bünyesine daha fazla su alması ile olduğı görölmüşür.

Genel olarak değılendirdiğimizde vermikompostun toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine olumlu etki yaptığı görölmüşür. Bunun sebebinin solucanların bitki artıklarını parçalaması ve mineralizasyonu sağlaması, sindirim sistemlerinde bulunan enzimleri de toprağı vermesidir. Dolayısıyla vermikompostun toprak düzenleyici özelliğinin de olması organik madde içeriğı düşük veya yüksek olan

topraklarda toprak kalitesini ve bitkinin verimini artırmak için önemli bir materyal olduğu görülmüştür.



KAYNAKLAR

- Akgün, E. (2023). Farklı Dozlarda Vermikompost Ve Kompost Uygulamalarının Terenin (*Lepidium Sativum* L.) Beslenmesi Üzerindeki Etkilerinin Bitki Analizleri İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aktaş, T. (2018). Vermikompostun farklı tekstüre sahip topraklarda bitki gelişimine ve toprakların fiziksel kimyasal özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, 66, Tekirdağ.
- Aktaş, T. ve Yüksel, O. (2020). Effects of Vermicompost on Aggregate Stability, Bulk Density and Some Chemical Characteristics of Soils with Different Textures. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1).
- Amresh, H. (2009). Effect of NPK and vermicompost on growth and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Master of Science. Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya. Gwalior/India .
- Arancon, N. Q. and Edwards, C. A. ve Bierman P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: part 2. effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97(6), 831-840
- Arancon, N.C., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P. and Metzger, J.D. (2008). Influences of vermicompost, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Soil Ecol*, 39: 91-99.
- Aydın, M. (2009). Atık mantar kompostunun bazı toprak özellikleri ile şeker pancarının verim ve kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 142, Konya.
- Azarmi, R., Giglou, M. T. and Talesmikail, R. D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7:14, 2397-2401.
- Azdemir, F. (2021). Safran (*Crocus Sativus* L.) Yetiştiriciliğinde Vermikompost Uygulamasının Bitki Gelişim Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Blouin, M., Barrere, J., Meyer, J., Lartigue, S., Barot, S. and Mathieu, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 34.
- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, 62, Tekirdağ.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A. ve Genç, L. (2018). Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Haziran/2019, 33(1), s. 15-29
- Çelebi Akşahin, M. (2022). Organik Ve Konvansiyonel Üretim Yapılan Tarım Topraklarının Karbon Fraksiyonlarındaki Değişimin Ve Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28:1, 56-69.
- Demirel, K., Çatıkkaş, G.R., Kesebir, B., Çamoğlu, G. ve Nar, H. (2020). Farklı Su Stresi Düzeylerinde Siklamenin Fizyolojik ve Morfolojik Özelliklerindeki Değişimin Belirlenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Bursa. Eylül/2020, 34(Özel Sayı/Special Issue), s. 55-69.
- Demirtaş, E. I., Arı, N., Arpacıoğlu, A. E., Özkan, C. F. ve Aslan, D. H. (2007). Örtü Altı Domates Yetistirciliğinde Mantar Kompostu Atığı Kullanımının Bazı Toprak Özellikleri ve Verim Üzerine Etkisi. *Türkiye Ulusal 5. Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-7 Eylül, 254-257, Erzurum.
- Doan, T.T., Ngo, P.T., Rumpel, C., Nguyen, B.V. and Jouquet, P.(2013). Interactions between compost, vermicompost and earthworms influence plant growth and yield: A one-year greenhouse experiment. *Scientia Horticulturae*, 160: 148-154.
- Durukan, H., Saraç, H. ve Demirbaş, E. (2020). Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*:45-51, 2020
- Ekinci, R. ve Başbağ, S. (2019). Kısıntılı Sulamanın Pamuğun (*G. hirsutum* L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 29, Sayı 4, 31.12.2019.
- Frederick, J.R., Camp, C.R. and Bauer PJ, (2001). Drought-stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science*, 41: 759-763.
- Garg, B.K. (2003). Nutrient uptake and management under drought:nutrient-moisture interaction. *Current Agriculture* 27: 1-8
- Getnet, M. and Raja, N. (2013). Impact of vermicompost on growth and development of cabbage, *Brassica oleracea* Linn. and their sucking pest, *Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae). *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 5:3, 104-112.
- Gutierrez-Miceli, F. A., Santiago-Borraz, J., Molina, J. A. M., Nafate, C. C., AbudArchila, M., Llaven, M. A. O., Rincon-Rosales, R. and Dendooven, L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98, 2781- 2786.
- Gülser, C. and Kızılkaya, R., 2020. Farklı sulama miktarlarında yetiştirilen buğday bitkisinin su kullanma randımanı ile verimlilik parametreleri arasındaki ilişkiler. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(1), pp.46-52.
- Hashemimajd, K., Kalbasi, M., Golchin, A. and Shariatmadari, H. (2004) Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1107-1123.
- Huerta, E., Vidal, O., Jarquin, A., Geissen, V. and Gomez, R., (2010). Effect of Vermicompost on the Growth and Production Of Amashito Pepper, Interactions with Earthworms and Rhizobacteria. *Compost Science & Utilization.*, 18 (4): 282-288.
- Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Ashraf, M.Y. and Cheema, M.A. (2008). Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy Crop Science* 194: 193-199.

- Kacar B., Katkat V., Öztürk Ş., 2009. Bitki Fizyolojisi (3. Baskı). Nobel Yayınları No: 848. Ankara, 556 s.
- Kacar, B., ve Kovancı, İ. (1982). Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi (No: 354). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*.
- Karapınar, B. (2022). Pirinadan Üretilen Asitleştirilmiş Vermikompostun Kalkerli Bir Toprakta Farklı Sulama Seviyelerinde Toprak Özellikleri Ve Biber Gelişimi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Kaya M.D., Okçu G., Atak M., Çıkılı Y. ve Kolsarıcı Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* 24(4): 291–295.
- Kıran, S., (2019) Vermikompost Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Kıvırcık Salatanın (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Mineral İçerikleri Üzerine Etkisi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(Ek Sayı 1): 133-140
- Korkmaz, K., (2018). Çilekte Su Stresi Altındaki Bitkiler Üzerine Hümk Asit Ve Silikonun Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Köksal, S. B., Aksu, G. ve Altay, H. (2017). Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5:2, 123-128.
- Kramer, P.J. and Boyer, J.S. (1995). Water relations of plants and Soils. *Academic Press*, San Diego
- Kutlu, S.E. and Bender, Ö.D. (2018). Su stresi koşulları altında fındık zuruf kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1) 52 – 60
- Larcher, W. (1995). *Physiological plant ecology*. Springer, Berlin.
- Lazcano, C., Gomez-brandon, M. and Dominquez, J.(2008).Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*, 72: 1013-1019.
- Lee, J. J., Park, R. D., Kim, Y. W., Shim, J. H., Chae, D. H., Rim, Y. S., Sohn, B. K., Kim, T. H. and Kim, K. Y. (2004). Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. *Bioresource Technology*, 93, 21-28.
- Mahmoud, E.K. and Ibrahim, M.M. (2012). Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12:3, 431-440.
- Maltaş, A. Ş., Tavalı, İ. E., Uz, İ. ve Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması. *Mediterranean Agric Science*, 30(2), 155-161
- Mukta, S., Rahman, M. M. and Mortuza, M. G. (2015). Yield and nutrient content of tomato as influenced by the application of vermicompost and chemical fertilizers. *J. Environ. Sci. Nat. Resour.* 8, 115-122.
- Nada, W.M., Van Rensburg, L., Claassens, S. and Blumenstein, O. (2011). Effect of vermicompost on soil and plant properties of coal spoil in the Lusatian region (Eastern Germany). *Communications in soil science and plant analysis*, 42(16), 1945-1957.
- Narkhede, S.D., Attarde, S.B. and Ingle, S.T. (2011). Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). *Journal of Applied Technology in Environmental Sanitation*, 6, 327.

- Özkan N., Dağlıoğlu M., Ünser E. ve Müftüoğlu N.M. (2016). Vermikompostun Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 1-5
- Öztürk, İ. ve Korkut, K.Z. (2018) . Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)’ın Farklı Gelişme Dönemlerinde Kuraklığın Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Öztürk ve Korkut, 2018: 15 (02)
- Rodriguez-Quiroz, G., Valenzuela-Quinonez, W. and Nava-Pérez, E. (2011). Vermicomposting as a nitrogen source in germinating kidney bean in trays. *Journal of plant nutrition*, 34(10), 1418-1423.
- Sekar, J., Jayanthi, L. and Parthasarathi, K. (2013). Efficiency of vermicompost supplementation with inorganic fertilizers on growth and yield in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Review of Research*, 3:3, 1-6.
- Sönmez, S., Çıtak, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim Dergisi*, 28:1, 56-69.
- Steiner, J.J. and Akintohi, D.C. (1998). Effect of irrigation interval on harvest maturity of onion bulb size. *Hort. Sci.* 21(3): 1220-1221.
- Şahin, S. ve Geboloğlu, N., Kartal, H. (2020) Biber Fidesi Gelişiminde Tort-Perlit Karışımına Vermikompost Katılmasının Etkileri, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(sp1): 192-196
- 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 Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 115-120.
- Tavali, İ. E., Maltaş, A. Ş., Uz, İ. ve Kaplan, M. (2014a). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. alba) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27:1, 61- 67.
- Toprak, M. ve Şenyiğit, U. (2021). Sera Koşullarında Farklı Sulama Suyu Miktarı ve Solucan Gübresi Dozlarının Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinin Bazı Vejetatif Özelliklerine Etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 629-633.
- Topuz, T. 2016. Damla Sulama Ėle Sulanan Bağda Farklı Sulama Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Aydın.
- Uma, B. and Malathi, M. (2009). Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of amaranthus species. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 5, 1054-1060

ÖZ GEÇMİŞ

Züleyha ZORLU, Ankara Sincan Fatih Anadolu Lisesi'ni bitirdikten sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünden 2018 yılında mezun oldu. 2020 yılında OMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0009-0003-6015-030X

Yayınlar :

1. Zorlu, Z., Gülser C., 2021. Effect of water stress related with soil properties on plant growth. International Soil Science Symposium on “SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION” 18 – 19 December 2021 / Samsun, Turkey. p. 228-232.