

TC.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİYOKÖMÜR VE VERMİKOMPOSTUN MISIR BİTKİSİNİN
(*Zea Mays L.*) KÖK BÖLGESİNDEKİ ENZİM AKTİVİTELERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

SAFİYE KURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2016

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Öğrencisi Safiye KURT tarafından hazırlanan ve Yrd. Doç. Dr. Funda IRMAK YILMAZ danışmanlığında yürütülen 'Biyokömür ve Vermikompostun Mısır Bitkisinin Kök Bölgesindeki Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi' adlı bu tez, jürimiz tarafından 05/10/2016 tarihinde oy birliği/oy çokluğu ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Funda IRMAK YILMAZ

Başkan : Prof. Dr. Nur OKUR
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Ege Üniversitesi

İmza :

Üye : Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENC
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Funda IRMAK YILMAZ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Ordu Üniversitesi

İmza :

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 06/10/2016 tarih ve 2016./451 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

07./11./2016..



TEZ BİLİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan veriler herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Safiye KURT

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

ÖZET

BİYOKÖMÜR VE VERMİKOMPOSTUN MISIR BİTKİSİNİN (*Zea Mays L.*) KÖK BÖLGESİNDEKİ ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Safiye KURT

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2016
Yüksek Lisans Tezi, 45s

Danışman: Yrd. Doç Dr. Funda IRMAK YILMAZ

Bu çalışmada, biokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. İki ayrı deneme olarak planlanan çalışmadaki her bir deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 paraleli olarak 72 saksı sera denemesi üzerinde yürütülmüştür. Denemede biokömür ve vermikompost organik materyalleri çeşitli oranlarda karıştırılarak (% 100 Biokömür, % 100 Vermikompost, % 75 Biokömür + % 25 Vermikompost, % 25 Biokömür + % 75 Vermikompost, % 50 Biokömür + % 50 Vermikompost) inkübasyon ve saksı denemesine örtü materyali olarak uygulanmıştır. İnkübasyon ve saksı denemelerinde toprakların biyolojik özellikleri (mikrobiyal biyomas, karbondioksit değişimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, üreaz enzim aktivitesi ve arilsülfataz enzim aktiviteleri) ve besin elementleri üzerine etkisi sera denemesi ile araştırılmıştır.

İnkübasyon denemesinde arilsülfataz enzim aktivitesi ve mikrobiyal biyomas değerleri topraklarda istatistiksel olarak önemli bir etki yaratmamıştır fakat diğer özellikler vermikompost ve biokömürün birlikte kullanıldığı ortamlarda en yüksek değerde bulunmuştur. Aynı şekilde saksı denemesinde üreaz enzim aktivitesi ve mikrobiyal biyomas değerleri topraklarda istatistiksel olarak önemli bir etki yaratmamış fakat diğer özellikler en yüksek değerde bulunmuştur.

Tüm bu bulgular ışığında, mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktivitesi üzerine etkisi vermikompost ve biokömürün örtü materyali olarak tek başına kullanılmasının yetersiz olduğu görülmüştür. % 75 BK + % 25 VK, % 25 BK + % 75 VK, % 50 BK + % 50 VK oranlarının uygun koşulları sağladığı, vermikompostun örtü materyali olarak hayvan gübresi ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biokömür, Enzim aktivitesi, Mikrobiyal aktivite, Vermikompost

ABSTRACT

THE EFFECT OF BIOCHAR AND VERMICOMPOST ON THE ENZYME ACTIVITY IN THE ROOT ZONE OF CORN (*Zea Mays L.*)

Safiye KURT

University of Ordu
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Soil Science and Plant Nutrition, 2016
MSc. Thesis, 45p

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Funda IRMAK YILMAZ

In this study one examined the effects of biochar vermicompost on the enzyme activities in the root research was based on two separate tests and each test was conducted by following the randomized blocks design in 4 parallels and with 72 pots. During the examination, the organic biochar and vermicompost materials were mixed at varying ratios (100% BC, 100% VC, 75% BC + 25% VC, 25% BC + 75% VC, 50% BC + 50% VC) and applied as a cover material in incubation and pot testings. Under the incubation and pot testings, the biological features (microbial biomass, CO₂- production, dehydrogenase enzyme activity, urease enzyme activity and aryl sulfatase enzyme activities) of the soils and its effects to soils chemical properties were examined by using the greenhouse testing.

The incubation testing revealed statistically that the aryl sulfatase enzyme activity and microbial biomass values do not create a significant effect on soils. However, in other media where vermicompost and biochar were used together, the rest of the features showed top values. In the same way, the urease enzyme activity and microbial biomass values had not create statistically a significant effect on soils during the pot analysis, yet the other features were at top values.

In the light of these findings one determined that merely using the vermicompost and biochar as a cover material has no significant effect on the enzyme activity witnessed at the root region of the corn plant. One assumes that 100% BC, 100% VC, 75% BC + 25% VC, 25% BC + 75% VC, 50% BC + 50% VC are convenient ratios to ensure the suitable conditions and that vermicompost as a cover material should be utilized with barnyard manure.

Key Words: Biochar, Enzymes activity, Microbial activity, Vermicompost

TEŞEKKÜR

Tüm çalışmalarım boyunca her zaman bilgi ve deneyimleriyle yolumu açan değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Funda Irmak Yılmaz'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca, en zor anlarımda, bu zorlu ve uzun süreçte ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan değerli aileme. Hayatım boyunca maddi manevi desteğini, engin sabrını esirgemeyen, beni sevgisiyle bu günlere getirmiş, 9 ay boyunca karnında bu yaşıma kadar kalbinde taşıyan ANNEME, verdiğim tüm kararlarda yanımda maddi manevi olan, derin sevgisiyle beni sakınan kollayan, ışığını düstur edindiğim BABAMA, varlığımın bölünmez ayrılmaz parçaları olan kardeşlerime, Türk bayrağının gölgesinde;

'Barışta ve savaşta, karada, denizde ve havada her zaman ve her yerde milletime ve cumhuriyetime hizmet, kanunlara ve nizamlara ve amirlerime itaat edeceğime ve askerliğin namusunu Türk sancağının şanını canımdan aziz bilip icabında vatan cumhuriyet ve vazife uğruna seve seve HAYATINI FEDA EDECEĞİNE ' namusu üzerine and içen, her bir hücremle gurur duyduğum Jandarma Özelharekat ABİME, varlığımın diğer bölünmez parçaları olan hayatları boyunca yanında olacağım Uzak Yol 3. Kaptan FATİH ve ŞEYMA' ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
ÇİZELGELER LİSTESİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	VIII
1. GİRİŞ	1
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem.....	10
3.3. Denemenin Kurulması.....	10
3.4. Denemenin Yeri ve İklim Özellikleri	12
3.5. Toprak Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri.....	13
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	16
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	16
4.2. CO ₂ Oluşumu.....	16
4.3. Mikrobiyal Biyomas-C'daki Değişmeler.....	18
4.4. Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi.....	20
4.5. Üreaz Enzim Aktivitesi.....	22
4.6. Arilsülfataz Enzim Aktivitesi.....	24
4.7. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	26
4.8. Organik Madde.....	26

4.9.	Alınabilir Azot İçeriği.....	27
4.10.	Alınabilir Fosfor İçeriği.....	29
4.11.	Alınabilir Potasyum İçeriği.....	30
4.12.	İnkübasyon ve Saksı Denemelerinde Makro ve Mikro Analizi.....	32
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	34
	EK LİSTESİ.....	40
	ÖZGEÇMİŞ.....	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.	İnkübasyon Denemesi.....	11
Şekil 3.2.	10 Gün Sonunda Saksı Denemesi.....	12
Şekil 3.3.	Hasada Hazır Saksı Denemesi.....	12
Şekil 4.1.	Ortalama CO ₂ Miktarı.....	17
Şekil 4.2.	Mikrobiyal Biyomas-C Miktarı.....	18
Şekil 4.3.	Dehidrogenaz Enzim İçeriği.....	21
Şekil 4.4.	Üreaz Enzim İçeriği.....	24
Şekil 4.5.	Ariilsülfataz Enzim İçeriği.....	25
Şekil 4.6.	Organik Madde İçeriği.....	27
Şekil 4.7.	Alınabilir Azot İçeriği.....	28
Şekil 4.8.	Alınabilir Fosfor İçeriği.....	30
Şekil 4.9.	Alınabilir Potasyum İçeriği.....	31

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Denemede Kullanılan Toprağa Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	9
Çizelge 3.2.	Denemede Materyal Olarak Kullanılan Vermikomposta Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	10
Çizelge 3.3.	Deneme Planı.....	10
Çizelge 3.4.	Deneme Dönemine Ait Yağış ve Sıcaklık Değerleri.....	13
Çizelge 4.1.	Karbondioksit Oluşum Değerleri.....	16
Çizelge 4.2.	Mikrobiyal Biyomas-C değerleri.....	18
Çizelge 4.3.	Dehidrogenaz Enzim İçeriği.....	21
Çizelge 4.4.	Üreaz Enzim İçeriği.....	23
Çizelge 4.5.	Arilsülfataz Enzim İçeriği.....	25
Çizelge 4.6.	Organik Madde İçeriği.....	26
Çizelge 4.7.	Toplam Azot İçeriği.....	28
Çizelge 4.8.	Alınabilir Fosfor İçeriği.....	29
Çizelge 4.9.	Alınabilir Potasyum İçeriği.....	31
Çizelge 4.10.	İnkübasyon Denemesi Topraklarında Makro ve Mikro Element Analizi.....	32
Çizelge 4.11.	Saksı Denemesi Topraklarında Makro ve Mikro Element Analizi.....	

SİMGELER ve KISALTMALAR

AG	:	Ahır Gübresi
BK	:	Biokömür
DHA	:	Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi
EC	:	Elektiriksel İletgenlik
OM	:	Organik Madde
VK	:	Vermikompost

EK LİSTESİ

<u>EK No</u>		<u>Sayfa</u>
EK 1.	İnkübasyon Denemesinde, CO ₂ varyans Analiz Sonuçları.....	40
EK 2.	İnkübasyon Denemesinde, Mikrobiyal Varyans Analiz Sonuçları....	40
EK 3.	İnkübasyon Denemesinde, Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	40
EK 4.	İnkübasyon Denemesinde, Üreaz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	40
EK 5.	İnkübasyon Denemesinde, Arilsülfataz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	41
EK 6.	İnkübasyon Denemesinde, Organik Madde Varyans Analiz Sonuçları.....	41
EK 7.	İnkübasyon Denemesinde, Toplam Azot Varyans Analiz Sonuçları.....	41
EK 8.	İnkübasyon Denemesinde, Alınabilir Fosfor Varyans Analiz Sonuçları.....	41
EK 9.	İnkübasyon Denemesinde, Alınabilir Potasyum Analiz Sonuçları.....	42
EK 10.	Saksı Denemesinde, CO ₂ Varyans Analiz Sonuçları.....	42
EK 11.	Saksı Denemesinde, Mikrobiyal Biyomas Varyans Analiz Sonuçları.....	42
EK 12.	Saksı Denemesinde, Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	42
EK 13.	Saksı Denemesinde, Arilsülfataz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	43
EK 14.	Saksı Denemesinde, Üreaz Enzim Aktivitesi Varyans Analiz Sonuçları.....	43
EK 15.	Saksı Denemesinde, Organik Madde Varyans Analiz Sonuçları.....	43
EK 16.	Saksı Denemesinde, Toplam Azot Varyans Analiz Sonuçları.....	43
EK 17.	Saksı Denemesinde, Alınabilir Fosfor Varyans Analiz Sonuçları.....	44
EK 18.	Saksı Denemesinde, Alınabilir Potasyum Varyans Analiz Sonuçları.....	44

1. GİRİŞ

Binlerce yıldır tarımı yapılan mısır bu açıdan dünyadaki birkaç nadir bitkiden biridir. Amerika kıtası anavatanı olup Dünya'nın tamamına buradan yayıldığı bilinmektedir. A.B.D' nin New Mexico kasabasında yapılan arkeolojik kazılarda, kayalardan meydana gelen barınaklarda ve mağaralarda mevcut darı taneleri ve darı koçanı parçalarının hemen hemen 5000 senelik oldukları tespit edilmiştir. Diğer yandan 1954 senesinde, birçok ülkede yapılan arkeolojik kazılarda ise, toprağın hemen hemen 7000 senelik olduğu tespit edilen darı çiçek tozlarına rastlanmıştır. Bugüne kadar bulunamayan yabani darı için darının orijinaline ve önceki yıllarına ait net bir bilgi bulunamamış, bu konuda çeşitli düşünceler üretilmiş ve tamamı da günümüzde halen tartışılmaktadır. Ancak yapılan tüm arkeolojik çalışmalardan kazanılan bulgular darı bitkisinin 8000-10000 senelik bir geçmişinin var olduğunu göstermektedir.

Yeni evrenin keşfedildiği vakitlerde Amerika kıtasının pek çok alanında darı tarımı meydana gelmektedir. At dişi darı, sert darı, unlu darı, şeker darı ve cin darı o çağlarda da üretilmekteydi. Özellikle Meksika'nın sayılı bölgelerinde Güney Amerika ve Orta Amerika'da yaşayan yerli vatandaşın günlük beslenmesinde tükettiği en önemli bitkiydi. Şuan Meksika'nın bulunduğu bölgede eski çağlarda yaşamış Aztekler pek çok darı tanesine inanmışlar ve daha çok verim için, ayinlerde insanları dahi onlara kurban şeklinde sunmuşlardır. Güney ve Kuzey Amerika kırmızı derililerinin inancında, darı, tanrıların bir armağanı olarak görülürdü. Amerika'nın bulunmasından sonra o bölgeye yerleşen İngiliz ve İspanyol yerleşimciler, darı tarımının ne şekilde yapılacağını ve darının kullanım alanlarını derisi kırmızı yerli halktan öğrenmişlerdir (Babaoğlu, 2005).

Birim alan verimi arpa ve buğdayın iki katı olan mısır Dünya üzerinde en fazla üretilen tahıldır (785 milyon ton). Türkiye'de yıllık ortalama 550 bin hektarlık bölgede 3.5 milyon ton darı üretim faaliyetinde olup bu üretimin hemen hemen yarısı Akdeniz bölgesinde işlenmektedir. İkinci ürün olan mısırın payı Akdeniz bölgesinde üretimi oldukça azdır. 2005 senesinde Çukurova bölgesinde % 65 oranında ikinci ürün olan mısırın üretimi yapılırken, bugün bu yüzdenin büyük ölçüde koçan kurdu, darı kurdu (*Ostrinia nubilalis*) zararı sebebiyle önemli miktarda azaldığı belirtilmektedir. Mısır kurdu Akdeniz bölgesinde 2-3 döl verirken, darı koçan kurdu 4-5 döl üretebilmekte ve

kimyasal gübreleme yapıldığı zaman üründe azalma, geç ekim gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Özcan, 2009).

Darının Türkiye'ye gelmesi ise, Afrika'nın kuzeyinden olmuştur. Bu bitkiye Türkiye'de mısır adının verilmiş olması, bu bitkinin Suriye ve Mısır üzerinden girdiğinin bir kanıtıdır (Babaoğlu, 2005).

Darı bitkisinin yetişeceği toprak şekli bakımından fazla seçici olmamasına karşın organik maddece zengin, derin ve su barındırma kapasitesi güzel topraklarda fazla verim potansiyeline sahiptir. Ağır ve ince bünyeli topraklarda bile tarım yapılabilmektedir. Özellikle darı bitkisi havasız toprakta fazla zarar görmektedir. Darı bitkisi asitlik bakımından pH'sı 5.8 civarında değişen bölgelerde verimli yetiştirilebilir. Darı bitkisinin gelişme zamanı çeşidin erkenciliğine bağımlı olarak 90 ve 130 gün civarındadır. Darının en az çimlenme sıcaklığı 8-10 °C gerekli olgunlaşma sıcaklığı ise 20-30 °C derecedir. Darı bitkisi gelişme zamanınca toprakta çok su ister, özellikle çiçeklenme devreleri ile sapa kalkma arasında fazla su tüketir. Bu dönemde darı bitkisinin su isteği doğal yağışlarla giderilemiyorsa sulama suyu ile giderilmelidir. Ekim vakti toprağın sıcaklığı ile yakından alakalıdır. Çimlenmenin güzel olabilmesi için toprağın sıcaklığı 12 °C olması gerekmektedir. Sıcaklık ekimi ikici üründe önleyici değildir. Darı tohumlarının çıkışı ve çimlenmesi yüksek toprak sıcaklıklarında daha hızlı olur.

Tarım hayatsal faaliyetler içinde en vazgeçilmezlerden biridir. Önceki zamanlarda tarım ilkel yöntemlerle yapılmakta iken, teknolojinin hızla gelişmesi ve Dünya nüfusunun çoğalması sonucunda, kimyasal girdi tarımda aşırı oranda kullanılmış, en fazla ürün ile en az girdi olabilmek için, tarımsal alanlarda teknolojinin bütün olanakları kullanılmıştır.

Organik tarım hayvansal veya bitkisel üretimi tabiatın dengesini değiştirmeden yapmak amacıyla olası ekolojiler seçerek yapay kimyasal girdi kullanmadan yalnızca kültürel önlemler, organik kökenli girdiler ve biyolojik mücadeleler uygulanarak yapılan tarım şeklidir. Organik tarımın hedefi su kaynakları ve toprak ile hava kirliliği sağlamadan bitki, çevre, insan ve hayvan sağlığını korumaktır (Kızılaslan ve ark., 2012).

Bütün dünyada tarımsal faaliyette sürdürülebilirlik kavramını, organik üretim metotlarını teşvik eden ve dikkat çeken yaklaşımların çoğalması süresince toprak solucanlarının organik atık ve bu atıkların kısa süre zarfında yüksek kalitede kıymetli bir ürüne çevrilme kapasitelerini anlaşılması, Avrupa ülkeleri olan Amerika ve Hindistan'da vermikültür ismi verilen yeni tarımsal üretim piyasası oluşumunu sağlamıştır. Vermikültür değişik amaçlar için yer solucanlarının kültürünü uygulanması işlemidir. Vermikültür faaliyetlerinde kullanılan teknik yöntemlerin tümü vermitekoloji kelimesi için kullanılır (Erşahin, 2007).

Vermikompost, bazı yer solucanları tarafından çeşitli organik atıkların sindirilmeleri esnasında kompostlaştırıldığı; bitki beslenme elementleri, mikroorganizma, organik madde, çeşitli enzimler, fulvik ve humik asitçe zengin bitki besleme gübresi ve toprak düzenleyici olarak açıklanmaktadır. 1970'li yıllardan sonra bazı solucan çeşitlerinin organik madde ayrıştırarak kompostlaştırdıkları fark edilmiştir. Bu senelerde hızla popülerite olmaya başlayan, yer solucanlarının kültür ortamında artması olarak belirtilen 'vermikompost' ve vermikültür üretimi özellikle Japonya, Küba, İngiltere, Almanya, Fransa'da önemli bir iş dalı haline gelmiştir. Amerika'da birkaç yıl içerisinde vermikültür tesisi rakamı 90000 civarına ulaşmış ve sadece Kaliforniya'da yılda 20000 ton vermikompostun üretimine başlanmıştır. Günümüzde vermikompostu yaygın olarak tüketen ülkelerinin başında Küba gelmektedir (Tutar, 2013).

Yer solucanları her gün beden ağırlıklarının % 60'ı kadar atık dışkılamaktadır. Özellikle üre bakımından zengin ve ayrıca fosfat, potasyumnitrat, magnezyum ve kalsiyum ve benzeri bitkilerin gelişmesi için lazım olan nerdeyse tüm elementleri kapsayan bu atıklar bitkiler için faydalı gübre niteliğindedir. Bu nedenle birçok ülke ile beraber son yıllarda ülkemizde gübre üretmek için yer solucanları çiftlikleri oluşturulmaktadır (Mısıroğlu, 2011).

Biokömür, organik maddelerin oksijensiz ortamda pirolizi ya da çok az oksijen ile gazlaştırma işlemiyle elde edilen yüksek karbon ve mineral madde içeren yeni ürüne verilen isimdir (Lehmann, 2007).

Biokömürün üretildiği koşullar ve kullanılan organik madenin türü, toprak ıslahında büyük oranda etkili olur (McClellan ve ark., 2007; McLaughlin ve ark., 2009). Biokömürün en önemli kalite ölçümleri yüksek katyon değişim kapasitesi,

adsorbsiyon ve bileşenlerin düşük taşınabilirliğidir (Glaser ve ark., 2002;Liang ve ark., 2006; McClellan ve ark., 2007; McLaughlin ve ark., 2009). Sürdürülebilir biokömür üretim modelinde, belediye atıkları, orman ve tarımsal atıklar yeşil atık hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Biokömürün en yaygın kullanımı toprak içine ilave edilmesidir. Biokömür, toprak yüzeyine diğer organik materyallerle birlikte uygulanabilir veya kompost, malç ile karıştırılarak uygulanabilir; ya da ince öğütülmüş sıvı bir bulamaç şeklinde elle veya makine ile serilerek uygulanabilir. Kompostun bileşeni olarak biokömür sinerjetik etkilere sahip olabilir; mikrobiyal aktiviteyi artırır, kompostlama süresince besin kayıpları azaltır (Dias ve ark., 2010). Çalışmalarda, biokömürün toprağa karıştırıldıktan sonra zaman ilerledikçe bitki gelişimini iyileştirici yönde önemli etkiler yaptığı ifade edilmiştir (Cheng ve ark., 2006; Major ve ark., 2010). Toprağa biokömür uygulanması; gübre ihtiyacını yaklaşık % 10 oranında azalma, toprak asitliğini giderme, toprak reaksiyonunu artırma, alüminyum toksitesini azaltma, yararlı mantar hiflerini artırarak, toprağın biyolojik yapısını düzenleme, topraktaki mevcut besinleri tutma (NPK), C mineralizasyonunu artırma, azot fiksasyonunu dengeleme ve kation değişim kapasitesini % 50 artırma ve toprak geçirgenliğini yükseltme gibi hem fiziksel, kimyasal hem de biyolojik özellikler üzerine uzun vadede etkisi olduğu belirtilmiştir (Jeffery ve ark., 2011). Geniş C/N oranı nedeniyle organik maddelerin zor ayrışmasını önlemek açısından de gerekli ölçüde topraklara mineral madde verilmesi ve bu oranının dengelenmesi açısından son derece önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı; geniş C/N oranına sahip biokömürün ve vermikompostun mısır bitkisine farklı dozlarda uygulanarak toprak enzimleri, C mineralizasyonu, mikrobiyal biyomas ve diğer toprak özellikleri ile ilişkisini ortaya koymaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Agro kimyasal kullanımı, hem insan sağlığını hem de çevre güvenliğini riske atıp, toprak kalitesini azalttığı ve patojen dayanıklılığını arttırdığı için ciddi endişelere sebep olmuştur. Tüm bunlar, karar vericileri ve bilim insanlarını, biyolojik gübre ve de pestisit olarak faydalı organik ürünle tüketimi hedefleyen sürdürülebilir, tarımsal üretim şekillerinin geliştirilmesine yöneltmiştir. Bu alanda, her türden toprak kalitesini yükselten vermikompost ve de aerobik kompost ürünleri daha fazla önem kazanmıştır. Çeşitli organik atık ile atıkların incelenmesinde güvenilir, sürdürülebilir ve ekonomik bir uygulama olan vermikompost yöntemleri, bitki büyümesini arttıran, bitki beslenme ile çürüklük etkileri üzerinde biyolojik olduğu sanılan baskılama etkenine sahip 'vermikest' adı konulan ürünlerin eldesini sağlarlar. Vermikompost orta veya küçük ölçekte tarım üretenler için oldukça önemli olan az girdili üretim uygulamalarının olası olmasını sağlar ve geleneksel yapıdan organik tarıma geçişte ilk gözlemlenen ürün düşüşünü telafi edebilir. Vermikompost teknikleri, hayvan ile insanlarda besin güvenliğini sağlayan, çevrenin sağlığı bakımından güvenilir ve ekonomik yüksek değere sahip devam ettirilebilir tarımsal üretim şeklini destekler (Erşahin, 2007).

Bitkisel üretimi artırmak amacıyla organik atıkların geleneksel yollarla kompostlanarak topraklara işlenmesi bulunan en eski tarımsal metotlardandır. Fakat termofilik bir zaman diliminden geçen bekletilmiş kompostun topraklara işlenmesinde ortaya çıkan bazı olumsuz etkilerin, yeni yöntemlerle kompostlama teknikleriyle belli bir bölümünün elimine edilmesi, yeniçağ yöntemleriyle oluşturulan kompost kullanımını son zamanlarda daha popüler hale getirmiştir (Mastro ve ark, 2013).

Tutar, (2013), tarafından yer solucanlarının biyolojik olarak organik atıkları parçalayarak ayrışması ile sonuçlandırdıkları 'vermikomostun' funguslara ile bazı patojen bakterilere karşı etkili oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada kırmızı solucan türünden elde edilen vermikompostun; etanol ve kloroform solventleri kullanılarak oluşturulan ekstralarının bitkilerde hastalıklara neden olan patojen, 9 tane bakteri ve 9 tane mantara karşı etkinleri saptanması amaçlanarak 'disk difüzyon' ile 'MIC' testleri yapılmıştır. Çalışma neticesine göre yer solucanlarından oluşturulan vermikompostun kloroform ile oluşturulan ekstralarının bazılarında baskın olurken bazılarında daha zayıf olduğu görülmüştür. Vermikompostun, etanol ile oluşturulan ekstralarının ise

Xhantomonas campestris, *Pseudomonas syringae* ve *Aspergillus fumigatus* karşı daha baskın olduğunu, *Sclerotinia Sclerotiorum*, *Erwinia herbicola* ve *Erwinia chrysanthemi* karşı daha düşük bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Küçükyumruk ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada, mikorizanın ve vermikompostun farklı farklı ve beraber kullanılmasıyla mineral beslenmesi ve biber gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada farklı (0, 1 ve 2 g saksı⁻¹) vermikompost dozları, mikoriza kullanılmış ve biberin bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları ile besin elementi miktarları saptanmıştır. Araştırma sonucunda vermikompost ve mikoriza uygulamalarının biber bitkisinin besin elementi içerikleri, kuru ağırlığı ve yaş ağırlığı üzerinde olumlu etkileri saptanmıştır. Genel olarak en fazla dozda kullanılan vermikompost ve mikoriza uygulaması ile biber bitkisi daha çok gelişmiş ve besin elementi alınımını artırmıştır.

Çıtak ve ark., (2011), açık tarla koşullarında (100 ve 200 kg da⁻¹) kış zamanında yürüttükleri bu denemde değişik dozlarda vermikompost gelişimi ve ahır gübresi (1.500 ve 3000 kg da⁻¹) uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkilerini araştırmışlardır. Genel olarak bitki büyümesi mineral madde kapsamı, verim ve toprak verimliliği üzerine 3000 kg da⁻¹ AG fazla etkin olurken, vermikompostlu çalışmalarda kontrole kıyasla önemli artışlar saptanmıştır. Özellikle bitkinin Fe içeriği ve toprağın Ca içeriği üzerine 200 kg da⁻¹ VC uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprağın EC, pH ve organik madde sonuçları tüm uygulamalarda kontrole kıyasla farklı derecelerde yükselişler göstermiş toprağın fosfor, potasyum, azot ve magnezyum içerikleri üzerine ise ahır gübresi uygulamalarının daha fazla etkin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak 3000 kg da⁻¹AG uygulamasının diğer uygulamalara oranla bitki beslenmesi ve toprak verimliliği açısından çok daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Avrupa Bitki Koruma Birliği (ECPA), 2013 yılı Nisan ayında yayınladığı “Pestisitler ve Biyoçeşitlilik” başlıklı raporunda pestisitlerin kullanılması ile alakalı olarak, özellikle bal arılarının ve solucanların korunmasına yönelik tedbirler alınması gerektiğine işaret etmiştir (Anonim, 2013).

Gaunt ve ark., (2009) yapmış oldukları çalışmada, biokömür uygulaması ile toprak biyolojik aktivitesinin ve bununla birlikte CO₂ üretiminin, dolayısıyla biokömür

mineralizasyonun arttığını rapor etmişlerdir. Biokömürün atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltmak amacıyla kullanılması düşünüldüğünde, biokömürün uygulamasının CO₂ üretimini artırması olumsuz bir sonuç gibi görülse de, toprağa kazandırılan karbon ile topraktan CO₂ oluşumu yoluyla azalan karbon karşılaştırıldığında, biokömür uygulamasını atmosfer CO₂ konsantrasyonunu azaltmada etkili olduğu da bildirilmektedir.

Belirli koşullarda besin elementi alımında olumlu etkileri tartışmasız olan mikorizanın biokömür ile birlikte kullanıldığı bir çalışmada (Glaser ve ark., 2002), düşük dozda azot uygulamasının yüksek dozda azot uygulamasına oranla mikoriza kolonizasyonunu azalttığını bildirilmiştir. Bu bilgi ışığında biokömürün bazı etkilerinin tek başına olmayabileceği, kimi zaman da bu etkinin başka diğer uygulamalarla interaksiyon sonucu ortaya çıkabileceği bilgisine varılmaktadır. Nitekim biokömür buğday anızı ile birlikte uygulandığı araştırmada Lehman ve ark., (2002), tarafından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tek başına biokömür uygulamasının toprağın CO₂ üretimini kontrole oranla istatistiksel olarak artırmadığı, buğday anızının tek başına ve biokömür ile birlikte uygulandığında ise CO₂ üretimini kontrole göre belirgin olarak arttığı, en yüksek değer ise buğday anızı ile biokömür ile beraber uygulandığı uygulamalardan elde edildiği görülmüştür.

Biokömürün 1878'lere kadar uzanan toprak düzenleyici kullanım vakti, son zamanlarda atmosferde oluşan CO₂ nin ve bunla ilişkili olarak küresel ısınmanın etkilerini üşürülmesine yönelik kullanım potansiyeli sebebiyle yeniden popüler olmuştur. Tarım alanlarında biokömürün kullanılması ile pek çok toprak özelliği değişim gözlenmemiştir (Lehmann ve ark., 2009).

Karbon oranı yüksek olan biokömür toprakta yaşayan özellikle hetereotrof yaşamlı mikroorganizmalara karbon kaynağı olarak destek verebilecektir. Bu özelliği nedeniyle de karbon kaynakları hetereotrof yaşamlı mikroorganizmaların mineralizasyon ile organik formdaki bitki besin elementlerinin inorganik forma yani bitkilerin alabileceği forma dönüştürülerek toprak verimliliği için katkıda bulunacaktır. Geniş C/N oranı nedeniyle organik maddelerin zor ayrışmasını önlemek açısından de gerekli ölçüde topraklara mineral madde verilmesi, N/C oranının dengelenmesi açısından son derece önem taşımaktadır.

Toprağın mikrobiyel aktivitesinin ölçülmesinde en iyi ve emin yollarından biri de toprakta meydana gelen CO₂ miktarı ve hızının ölçülmesidir. CO₂ değerleri toprak organizmalarının büyük bir kısmını oluşturan heterotrof organizmaların metabolik faaliyetlerinin bir ürünüdür. Mikroorganizma gruplarının sayısal değerleri ve bunlardan hareketle varılan neticelerin haricinde, topraktaki C ve N mineralizasyon değerlerinin saptanması, toprak verimliliğinin ortaya konması açısından büyük önem taşır (Çengel, 2004).

Topraktaki mikroorganizmalarının sayısı toprakların fiziko-kimyasal fonksiyonları ile yakından ilişkili olması ile birlikte topraklara ilave edilen organik madde ya da atık uygulamaları gibi kültürel uygulamalar da bunların sayısı üzerine etki edebilmektedir (Vekemans ve ark., 1989). Topraktaki mikroorganizmaların sayısı aynı tip organizmalar ile karşılaştırıldığında yeter düzeyde olmasına rağmen toprak mikroflorasının hepsi değerlendirildiğinde sayı pek bir anlam ifade etmemektedir. Bu bağlamda bakteriler ve benzeri mevcut toprak ağırlığındaki rakamları çok fazla olan birtakım organizmaların o topraktaki miktarları (biyomas) çok düşük seviyelerde bulunabilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma 2014-2015 yılları (Ekim 2014 – Temmuz 2015) arasında Ordu Üniversitesi Uygulama Alanı'nda kurulan iki ayrı deneme ile her biri 36 saksı olacak şekilde (toplamda 72 saksı) farklı dönemlerde, yüksek tünel serada yürütülmüştür.

Her iki denemede kullanılan toprak kumlu-tınlı bünyeye sahip olup, farklı noktalardan Ordu il merkezindeki bir bahçeden 0-30 cm derinlikten alınarak homojen olacak şekilde karıştırılmış ve 2mm'lik elekten elenerek analizler için hazır hale getirilmiştir. Organik düzenleyici olarak Vermikompost ve biyokömür, bitki materyali olarak 32T83 çeşit mısır kullanılmıştır. Mısır tohumları Pioneer Tohumculuk A.Ş. 'den alınmıştır.

Denemenin kurulmasından önce, toprak örneğinin tanımlanması ve amaca uygun kullanılması için temel bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Bünye	Kumlu -tın
pH	7.7
EC (mmhos/cm)	0.18
Organik madde (%)	3.0
Kireç (%)	5.3
Toplam Azot (%)	0.015
Alınabilir Fosfor (mg kg ⁻¹)	7.0
Alınabilir Potasyum (mg kg ⁻¹)	64.0

Saksı denemesi toprağı, kumlu-tın bünyeye sahip olup, nötr pH (7.7)'da ve tuzluluk sorunu taşımamaktadır. Kapsadığı nem içeriğı bakımından tarla kapasitesinde olup yeter düzeyde nem içeriğine sahiptir. Deneme toprağının organik madde düzeyi iyi (%3.0), % azot bakımından yeterli (% 0.015) fosfor içeriğı (7 mg kg⁻¹) az miktarda ve K bakımından oldukça yeter düzeydedir (64 mg kg⁻¹).

Denemede kullanılan, biyokömür PAL Havacılık Ziraat San. Tic. Ltd. Şti. isimli şirket tarafından ana materyal olarak gönderilen fındık biyokömür haline getirilmesi ile elde edilmiştir. Biyokömür üretimi ile ilgili olarak üretim sıcaklığı 380°C; üretim süresi ise 4,5 saat olmuştur. Üretim, sistemden yanıcı gazlar da dâhil olmak üzere gaz çıkışının

bitimine kadar devam etmiştir. Vermikompost ise Manisa Ekosol gübre fabrikasından temin edilmiştir.

Denemede kullanılan vermikompost ve biyokömüre ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede materyal olarak kullanılan Vermikomposta ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Materyal	O.M. (%)	C (%)	N (%)	C/N	pH	K (kg mg ⁻¹)	P (kg mg ⁻¹)	Mg (kg mg ⁻¹)	Fe (kg mg ⁻¹)
Vermikompost	40	23.1	1.5	15.4	7.5	2	2	1.1	0.24
Biokömür	84.31	49	1.17	42	9.24	0.337	-	1690	10.4

3.2. Yöntem

3.3. Denemenin Kurulması

2014 Ekim – 2015 Temmuz ayları arasında yürütülen denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 6 paraleli olarak 36 saksı sera denemesi olarak (toplamda 72 saksı) kurulmuştur. Deneme kurulduktan sonra saksılar rastlantısal olarak dağıtılmıştır. Oluşturulan deneme planı Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme planı

I	VI	I	VI	I	VI
II	V	II	V	II	V
III	IV	III	IV	III	IV
IV	III	IV	III	IV	III
V	II	V	II	V	II
VI	I	VI	I	VI	I

Örtü materyali olarak kullanılacak olan organik materyaller, hacimsel olarak değişik oranlarda ayrı ayrı karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlar şöyledir;

I. Ortam: Kontrol

II. Ortam: % 100 Biyokömür (BK)

III. Ortam % 100 Vermikompost (VK)

IV. Ortam : % 75 Biyokömür + % 25 Vermikompost

V. Ortam : % 25 Biyokömür + % 75 Vermikompost

VI. Ortam : % 50 Biyokömür + % 50 Vermikompost

İki ayrı deneme olarak planlanan çalışma, 2014 yılının Ekim ayında inkübasyon denemesi kurularak başlatılmıştır. 2 mm elekten elenen kumlu-tın bünyeye sahip toprak 3 kg'lık saksılara yerleştirilerek, Ordu Üniversitesi Uygulama Alanı'nda kurulan yüksek tünel serada yürütülmüştür. Örtü materyali olarak kullanılan organik gübreler hacimsel olarak belirlenmiş miktarlarca saksılara homojen olarak karıştırılmıştır. Bu işlemden sonra tüm saksılar sulanmıştır. Hava şartları ve toprak nemi göz önüne alınarak belli aralıklarda sulanan inkübasyon denemesinden, her ay yirmi gün aralıklarla (6 Kasım, 26 Kasım, 16 Aralık) toprak örneği alınarak, 16 Aralık 2014 tarihinde sonlandırılarak topraklar analize hazır hale getirilmiştir. Alınan toprak örnekleri 2 mm lik elekten elendikten hemen sonra +4 °C de buzdolabında bekletilerek analize hazır hale getirilmiş ve saksı denemesi devam ederken mikrobiyolojik analizlere başlanmıştır.



Şekil 3.1. İnkübasyon denemesi

Saksı denemesi 7 Mayıs 2015 tarihinde Ordu Üniversitesi Uygulama Alanı'nda kurulmuştur. 2 mm elekten elenen kumlu-tın bünyeye sahip toprak 3 kg'lık saksılara yerleştirilmiş ve örtü materyali olarak kullanılan organik gübreler hacimsel olarak belirlenmiş miktarlarca saksılara homojen olarak karıştırılmıştır. Hazırlanmış olan saksılar, ortamdaki iç dinamiklerin stabil hale gelmesi amacıyla 24 saat bekletilmiştir.

24 saatin sonunda bitki materyali olarak 32T83 çeşit mısır her bir saksıya 8 tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Ekimle beraber temel gübreleme olarak K_2HPO_4 formunda saksı başına 200 ppm fosfor ve NH_4-NO_3 formunda 100 ppm azot verilmiştir. Hava koşulları ve toprak nemine göre sulama yapılmıştır. On gün sonunda düzenli kontrolleri ve sulaması yapılan bitkiler tohum yatağından çıkarak toprak yüzeyinde 5 cm boylanarak her bir tohum iki yapraklı olarak çıkış gözlenmiştir.



Şekil 3.2.10 gün sonunda saksı denemesi



Şekil 3.3. Hasada hazır saksı denemesi

Düzenli sulama ve yabancı ot kontrolü yapılan deneme 3 ay sonunda hasat edilmiş ve toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri hasada hazır hale getirilmiştir. 22 Temmuz 2015 tarihinde saksı denemesi hasat edilmiş ve toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri 2 mm lik elekten elendikten hemen sonra $+4^{\circ}C$ de buzdolabında bekletilerek analize hazır hale getirilmiş ve mikrobiyolojik analizlere başlanmıştır.

3.4. Denemenin Yeri ve İklim Özellikleri

Meteoroloji Müdürlüğünden temin edilen veriler (ortalama yağış ve sıcaklık verileri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme dönemine ait ortalama yağış ve sıcaklık değerleri

2014			2015		
Aylar	Yağış(mm)	Sıcaklık (°C)	Aylar	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)
Ocak	20.2	9.5	Ocak	111.6	7.4
Şubat	14.5	9.5	Şubat	60.3	8.7
Mart	81.3	10.2	Mart	102.4	8.7
Nisan	20.4	12.9	Nisan	99.9	10.8
Mayıs	64.2	17.5	Mayıs	52.7	16.2
Haziran	54.5	21.7	Haziran	68.8	21.5
Temmuz	89.1	24.6	Temmuz	18.6	23.9
Ağustos	114.5	25.6	Ağustos	51.2	25.7
Eylül	83.3	21.6	Eylül	20.7	23.6
Ekim	113.8	16.9	Ekim	241.7	17.0
Kasım	119.8	11.9	Kasım	74.3	13.8
Aralık	129.4	11.4	Aralık	156.7	8.3

3.5. Toprak Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri

Bünye:

Bouyoucos hidrometre metodu ile belirlenmiş olan % kum, % kil ve % mil miktarı bünye analiz üçgenine uygulanarak tespit edilmiştir (Bouyoucos, 1962).

Toprak Reaksiyonu (pH):

Toprakların pH değerleri 1:2,5 oranındaki toprak su karışımının iki saat çalkalanması ve bir süre beklendikten sonra berraklaşan kısmında cam elektrotlu pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Bayraklı, 1997).

Elektriksel İletkenlik (EC):

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, pH ölçümü için hazırlanan 1:2,25 oranındaki toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aletiyle ölçülmüştür (Bayraklı, 1997).

Toprakta Nem Tayini:

Belirli bir miktardaki toprak örneği 105°C'de etüvde sabit ağırlığa gelene kadar uçurulan nemin hesabına göre yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Organik Madde:

Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ile yaş yakılarak organik karbon değeri bulunmuş (Rauterberg and Kremkus, 1951) ve bu değer Van Benmelen Faktörü olan 1,724 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Black, 1965).

Toplam Azot:

Modifiye makrokjeldahl yöntemine göre Salisilik-Sülfirik asit karışımıyla yaş yakılan ve destilasyon işlemiyle Borik asit indikatör karışımına alınan örnekler H_2SO_4 ile titre edilmiştir (Bremmer, 1965).

Alınabilir Potasyum:

Richards, (1954), tarafından belirtildiği şekilde ekstrakt eriyiği olarak 1 N amonyum asetat (pH=7) kullanılarak ve ekstrakt çözeltisine geçen potasyum miktarı flame fotometrede okunarak saptanmıştır.

Alınabilir Fosfor:

Bingham, (1949), metoduna göre kolorimetrik olarak tayin edilmiştir.

Değişebilir İyonlar:

1N amonyum asetat ile ekstrakte edilen toprak örneklerinden elde edilen süzükte Na, K ve Ca flame fotometre ile belirlenmiştir (Pratt, 1965).

Alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn:

DTPA ile ekstrakte edilen toprak örneklerinden elde edilen süzükte bu elementler Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

CO₂-Oluşumu (Toprak Solunumu):

0,1 N KOH çözeltisi kullanılarak ve 27°C'de 7 günlük bir inkübasyon süresi sonunda 0.1 N HCl ile geri titre ederek saptanmıştır (Isermeyer, 1952).

Mikrobiyal Biyomas-C'u:

Su tutma kapasitesinin %55-60'ı kadar nemlendirilmiş toprak örneklerinde verilen glikozun aerob organizmaların glikozu ayrıştırması esasına dayalı 25°C'de 4 saatlik inkübasyondan sonra ortaya çıkan CO₂ ölçülerek belirlenmiştir (Anderson, 1982).

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi:

TTC (trifenil tetrasolium klorür) çözeltisi ilave edilen toprak örneklerinin 16 h 25°C'de inkübasyonundan sonra oluşan TPF (trifenil formazan)'nin 546 nm'de fotometrik ölçümü ile belirlenmiştir (Thalman, 1968).

Üreaz Enzim Aktivitesi:

Substrat olarak ürenin kullanıldığı topraklar 37°C'de 90 dakika inkübe edildikten sonra ortaya çıkan amonyum 2 M KCl ile ekstrakte edildikten sonra modifiye edilmiş Bertholet reaksiyonu ile tespit edilmiştir (Kandeler and Gerber, 1988).

Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler

Çalışmada elde edilen sonuçların korelasyon analizleri "Minitap 2017" İstatistik Paket Programı kullanılarak yapılmış, incelenen parametreler arasındaki korelasyon ve regresyonlar aynı paket program uygulanarak değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. İnkübasyon ve Saksı Denemesi Topraklarında Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2. CO₂ – Oluşumu (Toprak Solunumu)

Topraklarda saptanan CO₂ üretimi, toprakta yaşayan canlı organizmaların solunumları ile üretilen CO₂ miktarını göstermekte olup, toprak solunumunu da ifade etmektedir. Topraklarda oluşan CO₂'in çok büyük bir kısmını (2/3'ünü) toprakta yaşayan toprak canlıları (toprak faunası ve mikroflora) meydana getirmekte ve bir kısmı da (1/3'ü) bitki kökleri tarafından üretilmektedir (Haktanır ve Arcak., 1997). Bundan dolayı CO₂ üretiminin saptanmasında aynı zamanda toprakların biyolojik aktivitesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir değerlendirme seklidir (Anderson, 1982).

Biokömür ve Vermikompostun farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon denemesinde karbondioksit oluşumuna ait varyans analiz sonuçları EK 1 'de, saksı denemesi varyans analiz sonuçları EK 10'da, bu parametreye ait ortalama karbondioksit oluşum değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Toprak solunumu üzerine ise uygulamaların ve dönemlerin etkisi istatiki açıdan önemli bulunmuştur.

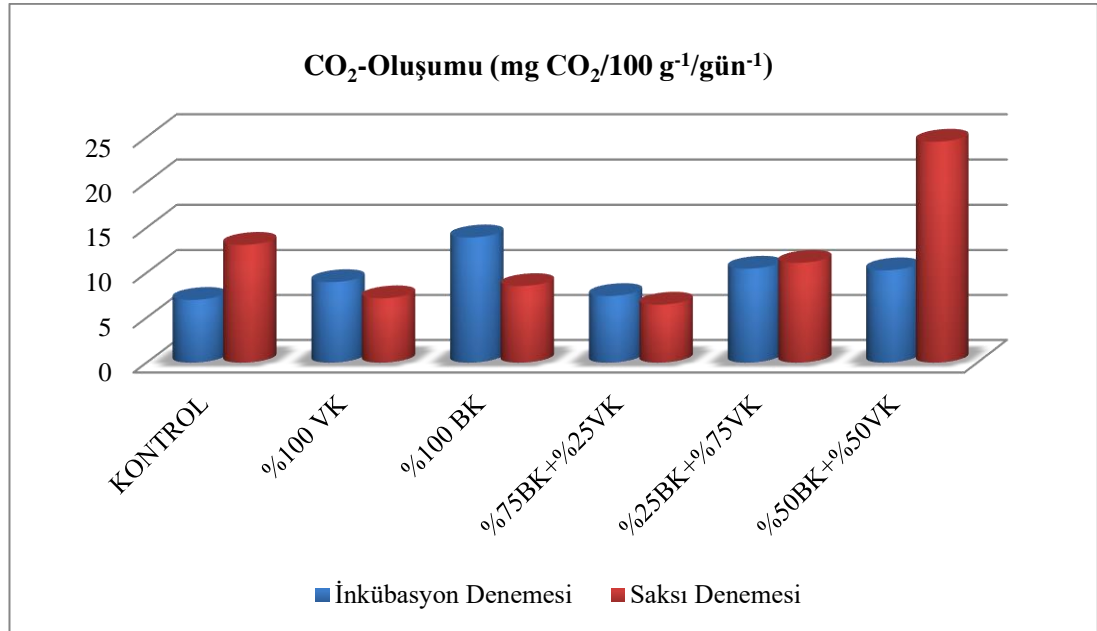
Çizelge 4.1. İnkübasyon ve saksı denemesi topraklarında ortalama CO₂ miktarları üzerine etkisi (mg CO₂/100 g⁻¹ gün⁻¹)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1. Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	10.38	7.49	3.03	6.97B	13.09 AB
%100VK	8.83	14.15	3.87	8.95B	7.15 B
%100BK	17.31	19.31	5.10	13.91A	8.51 B
%75BK+%25VK	7.96	10.49	3.75	7.40B	6.44 B
%25BK+%75VK	14.47	12.80	4.05	10.44AB	11.09 AB
%50BK+%50BK	14.75	9.94	6.10	10.26AB	24.48 A
Dönem Ortalaması	12.28A	12.36A	4.32B		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ için LSD (p<0.005)= 1.99013, DÖNEM için LSD (p<0.001)= 1.40724.

Topraklardaki CO₂ oluşum değeri inkübasyon denemesinde 3.03-14.75 mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹ değerleri arasında, saksı denemesinde ise 6.44-24.48 mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹ değerleri arasında tespit edilmiştir. Çizelge incelendiğinde CO₂ oluşumu inkübasyonun ilk iki ayında fazla bir değişim göstermemiş, fakat son dönemde önemli miktarda azalmıştır. Bu durum mikroorganizmaların C kaynağı olarak kullandıkları çabuk ayrışabilir karbonlu bileşiklerin son ayda tükendiğini göstermektedir.

Doğu Karadeniz çay topraklarında yapılan bir çalışmada 10.9-63.3 mg CO₂ 100 g⁻¹ gün⁻¹ arasında bulunmuştur (Müftüoğlu, 1989). Ayrıca başka bir çalışmada ise 4.5-70.3 mg CO₂ 100 g⁻¹ gün⁻¹ (Kızılkaya ve ark., 1998) değerleri arasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. İnkübasyon ve saksı denemesi topraklarında farklı uygulamaların ortalama CO₂ miktarları üzerine etkisi (mg CO₂/100 g⁻¹ gün⁻¹)

Örtü materyali olarak kullanılan ortamlar istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir (p<0.05). Ortalama değerler dikkate alındığında inkübasyon denemesi topraklarında en yüksek karbondioksit değeri %100 BK (13.91A) uygulamalarından elde edilmiş, en düşük karbondioksit değeri kontrol (6.97B) uygulamasından, saksı denemesi topraklarında ise en yüksek karbondioksit değeri % 50 BK + % 50 VK (24.48 A) uygulamasından, en düşük karbondioksit değeri ise % 75 BK + % 25 VK (6.44 B) uygulamalarında ortaya çıkmıştır.

4.3. Mikrobiyal Biyomas-C daki değişmeler

Toprakların biyolojik açıdan değerlendirilmesinde son dönemlerde en çok kullanılan yöntemlerden birisi mikrobiyal biyomastır. Tüm oluşumunu toprakta gerçekleştiren canlılar içerisinde yer alan ve topraklarda aktif olarak biyokimyasal döngülere katılan canlıların ağırlık olarak sayıları mikrobiyal biyomas olarak tanımlanır (Çengel, 1990).

Toprağın mikrobiyal biyomas kriteri genellikle toprak nemi, organik madde ve toprak reaksiyonu tarafından kontrol edilir (Arnold ve ark., 1999). Toprak mikrobiyal biyokütlesi, önemli toprak biyolojik özelliklerinden biridir. Mikrobiyal biyokütlenin ölçümü farklı ekosistemlerdeki biyokütle dönüşümünün tanımlanması ve açıklanması için de faydalıdır (Solaiman, 2007).

Biokömür ve Vermikompostun farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon denemesine ait mikrobiyal biyomas-C'daki değişmelere ait varyans analiz sonuçları EK 2'de, saksı denemesi varyans analiz sonuçları EK 11'de, bu parametreye ait ortalama mikrobiyal biyomas-C daki değişmeler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi topraklarında farklı uygulamaların ortalama mikrobiyal biyomas-C'ü miktarları üzerine etkisi (mg biyomas-C 100 g.k.t⁻¹)

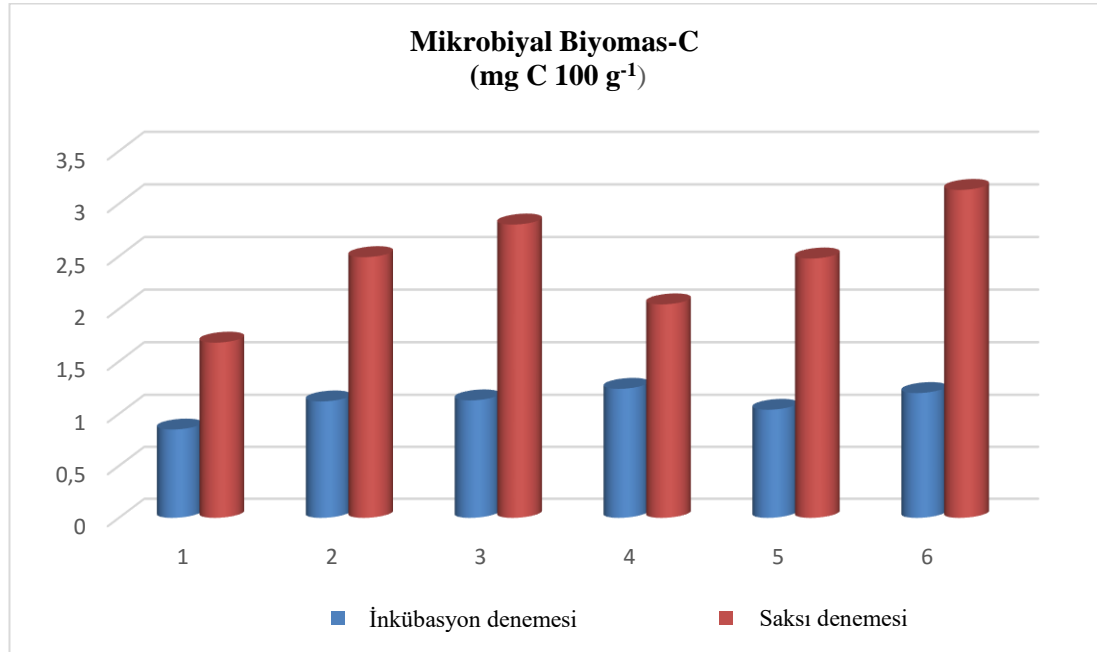
Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	0.55e	0.96d	1.20b-e	0.85AE	1.679
%100VK	0.42e	0.97de	1.96ab	1.12AE	2.492
%100BK	0.71e	1.13c-de	1.55bcd	1.13BE	2.802
%75BK+%25VK	0.85de	0.37e	2.49a	1.24AE	2.043
%25BK+%75VK	0.41e	0.86d	1.85abc	1.04AE	2.479
%50BK+%50BK	0.62e	0.44e	2.55a	1.20AE	3.131
Dönem ortalaması	0.60B	0.79B	1.90A		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DÖNEM için LSD (p<0.001)= 1.15814, DOZ X DÖNEM için LSD (p<0.001)= 0.38736

Ortalama değerler dikkate alındığında mikrobiyal biyomas-C değeri inkübasyon denemesinde en düşük mikrobiyal biyomas-C değeri kontrolde (0.85 DE), en yüksek değer ise % 75 BK + % 25 VK (1.24 AE) ortamında elde edilmiştir. Saksı denemesinde

ise en düşük mikrobiyal biyomas-C içeriği kontrolde (1.679), en yüksek mikrobiyal biyomas-C içeriği ise % 50 BK + % 50 VK (3.131) ortamından elde edilmiştir.

Mikrobiyal biyomas-C'ü üzerine dönemlerin ve dozxdönem interaksyonun etkisi istatistiki açıdan önemli olmuştur ($p<0.05$). Çizelge incelendiğinde mikrobiyal biyomas-C'ü miktarının inkübasyon denemesinde 0.37–2.55 mg biyomas-C 100 g⁻¹ değerleri arasında, saksı denemesinde ise sonuçlar incelendiğinde değerlerin 1.679–3.131 mg biyomas-C/100 g⁻¹ değerleri arasında değişmiş olduğu görülmektedir. Yapılan bir çalışmada toprakların mikrobiyal biyomas-C düzeyleri 15-240 mg biyomas-C/ 100 g⁻¹. değerleri arasında olduğu saptanmıştır (Anderson ve Damsch, 1978). Orta Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir başka çalışmada Kızılkaya ve ark., (2004) mikrobiyal biyomas-C değerini 3.8 ile 135.4 mg CO₂-C 100 g⁻¹ arasında bulmuştur. Saksı denemesi sonuçları bu sonuçlar ile uyum içindedir.



Şekil 4.2.İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi topraklarında farklı uygulamaların ortalama mikrobiyal biyomas-C'ü miktarları üzerine etkisi (mg biyomas-C 100 g⁻¹)

4.4. Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi

Dehidrogenaz enzimi bir solunum enzimidir. Bu enzim aktivitesinin ölçülmesi ile muhtelif dehidrogenaz enzimlerinin topraktaki miktar ve çoğunluğunun toplamı hakkında bilgi edinilmektedir. Gerek aerob, gerekse aerob yaşamlı solunum kademelerinde organik bileşiklerden hidrojen açığa çıkarabilen ve onu bir hidrojen tutucu maddeye taşıyabilen organizmaların bir göstergesidir (Çengel, 2004).

Dehidrogenaz enzimi intraselüler olarak adlandırılan grupta yer alır. Bir toprağın dehidrogenaz aktivitesi bütün mikroorganizmaların enzim sisteminin (solunum metabolizması) önemli bir bileşeni olan farklı dehidrogenazların aktivitelerinin bir sonucudur. Bu nedenle dehidrogenaz aktivitesi, biyolojik redoks sistemlerinin bir göstergesi olup topraktaki mikrobiyal metabolizmanın yoğunluğunun bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır (Okur, 1997).

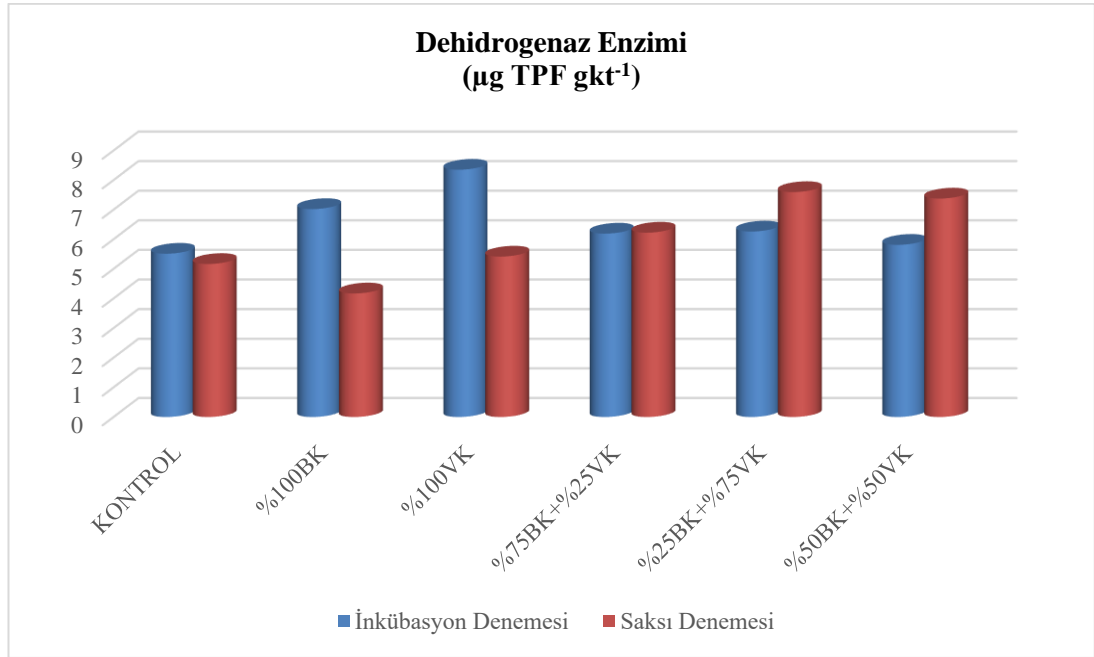
Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağının dehidrogenaz enzim içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları EK 3'de, saksı denemesi varyans analiz sonuçları EK 12'de verilmiştir. Denemelerde kullanılan örtü materyallerinin dehidrogenaz enzim içeriğine istatistiksel olarak %5 düzeyinde etkileri olduğu saptanmıştır.

İnkübasyon denemesinde ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek dehidrogenaz enzim miktarı % 100 VK (8.35A) uygulamalarından elde edilmiş, en düşük dehidrogenaz enzim içeriği ise kontrol (5.51B) uygulamasından elde edilmiştir. Saksı denemesinde ortalama değerler dikkate alındığında ise en yüksek dehidrogenaz enzim miktarı % 25 BK + % 75 VK (7.594A) uygulamasından, en düşük dehidrogenaz enzim miktarı ise % 100 BK (4.168C) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarında dehidrogenaz enzim aktivitesi değerleri 0.29-28.59 $\mu\text{g TPF g.k.t}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Müftüoğlu, 1989). Bu sonuçlar ile kıyaslandığında toprak örneklerinin dehidrogenaz enzim aktivitelerinin bu değerlerle uyum içinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait dehidrogenaz enzim içeriği ($\mu\text{g TPF g.k.t}^{-1}$)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1. Dönem (20 gün)	2. Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	6.59	4.87	5.08	5.51B	5.163 C
%100VK	7.17	7.40	6.50	7.02AB	4.168 C
%100BK	9.27	8.40	7.39	8.35A	5.413 BC
%75BK+%25VK	3.92	7.39	7.26	6.19B	6.222 ABC
%25BK+%75VK	6.91	6.38	5.57	6.26B	7.594 A
%50BK+%50VK	4.88	5.52	7.02	5.81B	7.375 AB
Dönem Ortalaması	6.45	6.65	6.47		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ X DÖNEM için LSD ($p < 0.001$)= 2.97565



Şekil 4.3. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait dehidrogenaz enzim içeriği ($\mu\text{g TPF g.k.t}^{-1}$)

Farklı organik materyallerin, belli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan uygulamalarda elde edilen bulgulara göre, dehidrogenaz enzim aktivitesini en fazla uyaran ortam, üç ayın ortalamasına bakıldığında inkübasyon denemesinde % 100 VK uygulamasının olduğu, saksı denemesi topraklarında ise dehidrogenaz enzim aktivitesini en çok uyaran uygulama % 25 BK + % 75 VK uygulamasının olduğu, en

az uyaran ortam ise % 100 BK uygulamasının olduğu tespit edilmiştir. Topraklarda analiz edilen dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA), mevcut toprağın mikrobiyolojik aktivitesinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılan mikrobiyolojik enzim olup, toprak mikroflorasının oksidatif aktivitesinin toplam rakamsal miktarını göstermektedir (Skujins, 1973).

4.5. Üreaz Enzim Aktivitesi

Üreaz enzimi, ürenin amonyak ve CO₂'e hidrolizini sağlayan bir enzimdir. Mikroorganizmalarda ve çoğunlukla bakterilerde fazlaca bulunur. Toprak profilinde üreaz enzimi derinliklere inildikçe önemli oranda azalmaktadır (Okur, 1997).

Üreaz aktivitesi, topraklara çeşitli yollarla (bitkisel artıklar, hayvan dışkıları, gübreler vb.) ulaşan ürenin hidrolizini sağlamayan ekstraselüler bir enzimdir. Bu enzimler toprak mikroorganizmaları tarafından besin maddelerini parçalamak amacıyla üretildikten sonra, toprakların kil ve organik madde gibi koloitleri tarafından tutulmakta ve bu enzimleri üreten mikroorganizma hücresine bağlı kalmadan faaliyetlerini devam ettirebilmektedirler (Aşkın ve ark., 2004).

Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağın üreaz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları EK 4'de, saksı denemesi varyans analiz sonuçları EK 14'de, bu parametreye ait ortalama üreaz enzim aktivite değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

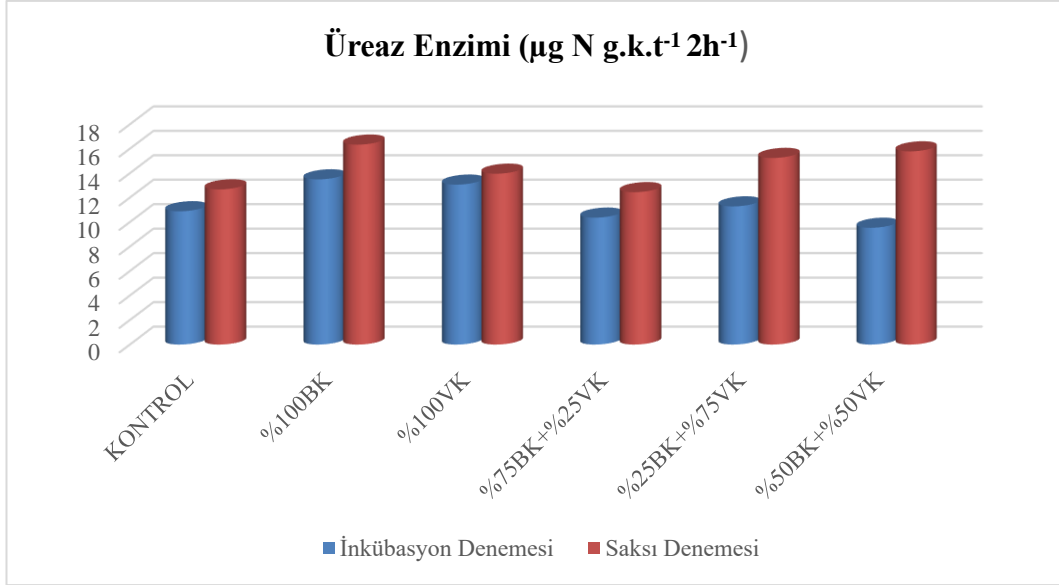
Çizelge 4.4. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait üreaz enzim içeriği ($\mu\text{g N g.k.t}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1. Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	11.75 BCD	10.73 BCD	10.15 BCD	10.88BCD	12.697
%100VK	13.36 BC	11.47 BCD	15.66 A	13.49AD	13.954
%100BK	9.53 CD	8.39 CD	21.26 A	13.06ACD	16.334
%75BK+%25VK	13.83 BC	10.79 BCD	6.46 D	10.36BCD	12.443
%25BK+%75VK	11.30 BCD	10.60 BCD	11.94 BCD	11.28BCD	15.243
%50BK+%50BK	8.38 CD	8.97 CD	11.24 BCD	9.53BCD	15.781
Dönem Ortalaması	11.36	10.16	12.78		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ X DÖNEM için LSD ($p<0.001$)= 2.97565

Uygulamaların ve uygulama dozxdönem interaksiyonunun bu enzim aktivitesi üzerine etkisi %5 düzeyinde önemli olmuştur. Aşkın ve Kızılkaya (2006), Bafra Ovası mera topraklarından aldıkları örneklerde üreaz enzim aktivitesini $101.0\text{-}182.7 \mu\text{g N g.k.t}^{-1} 2\text{h}^{-1}$ değerleri arasında tespit etmişlerdir.

Örtü materyali olarak kullanılan ortamlar inkübasyon denemesi topraklarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirirken saksı denemesi topraklarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmadığı görülmüştür ($p<0.05$). Ortalama değerler dikkate alındığında inkübasyon denemesi topraklarında en yüksek üreaz enzim içeriği % 100 BK (13.49 AD) ortamından elde edilmiş, en düşük üreaz enzim içeriği ise % 50 BK + % 50 VK (9.53 BCD) ortamından, saksı denemesi topraklarında ise en yüksek üreaz enzim içeriği % 100 BK (16.334) ortamından, en düşük üreaz enzim içeriği % 75 BK + % 25 VK (12.443) ortamından elde edilmiştir.



Şekil 4.4. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait üreaz enzim içeriği ($\mu\text{g N g.k.t}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)

Üreaz enzimi, toprakta azot dönüşümünde rol alan önemli bir enzimdir ve üre enziminin hidrolizini katalizlemektedir. Üreaz enziminin orijini esas olarak mikrobiyaldır ve faaliyeti ekstraselülerdir. Bu nedenle, mikroorganizmalar ile sentezlenmekte, sentezlendiği ortamda kalmaktadır. Canlı organizmalardan meydana geldiği buna karşın hücre içinde faaliyet göstermediği için, intraselüler enzimlerin (örneğin DHA) tersine çevresel etmenlere karşı oldukça dayanıklıdır. Kil benzeri koloidal yapıdaki inorganik yapılar tarafından farklı biçimlerde tutulmakta ve toprakta faaliyetini çoğu zaman yitirmemektedir, bununla birlikte toprakta mikroorganizma faaliyetinin artmasına bağımlı olarak üreaz enzim aktivitesi de artmaktadır (Bremner, 1978). Bu çalışma da organik materyallerin ilavesinin toprakların üreaz aktivitesini artırdığını ortaya koymuştur. Meydana gelen bu artışın ise daha çok vermikomposttan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu durum biyokömürün vermikomposta oranla daha az N (Azot) içermesinden kaynaklanmaktadır.

4.6. Arilsülfataz Enzim Aktivitesi

S döngüsü ile ilgili bir enzim olan arilsülfataz, organik kükürdün inorganik S formuna dönüşmesinden sorumlu bir enzimdir (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Aril-sülfataz enzimi tarımsal açıdan önemli olup, kükürt (S) döngüsünde anahtar rol oynamaktadır. Bitki tarafından asimile edilebilir organik S'ün inorganik S'e hidrolize olmasında katalizör görevi yapar (Karaca ve ark., 2005).

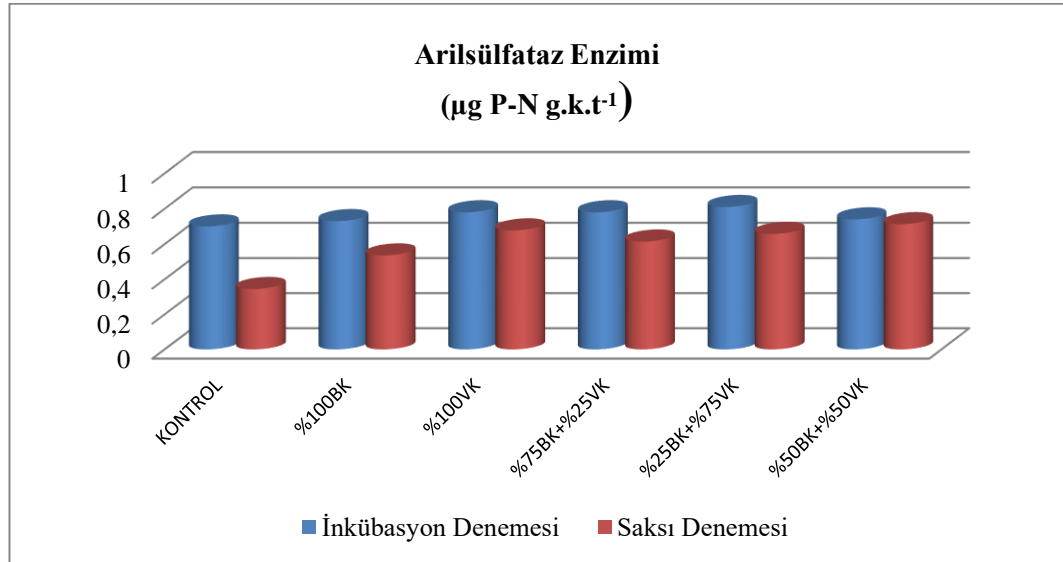
Vermikompost ve biokömür kompostlarının farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan örtü materyalinin arilsülfataz enzim içeriğine etkisi Çizelge 4.5’de verilmiştir. Denemede kullanılan materyallerin dönemle interaksiyon miktarını istatistik anlamda etkilemiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.5. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait arilsülfataz enzim içeriği ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	0.83 a-e	0.73 a-f	0.55 e-f	0.70	0.345 B
%100VK	0.68 b-f	0.52 e-f	1.00 ab	0.73	0.536 AB
%100BK	0.93 abc	0.47 f	0.94 ab	0.78	0.6778 AB
%75BK+%25VK	0.76 a-f	0.81 a-f	0.77 a-f	0.78	0.6146 AB
%25BK+%75VK	0.77 a-f	0.77 a-f	0.92 a-d	0.81	0.6579 AB
%50BK+%50VK	0.57 def	1.06 a	0.58 c-f	0.74	0.7129 A
Dönem Ortalaması	0.76	0.72	0.79		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ X DÖNEM için LSD ($p < 0.001$)= 0.17703

İnkübasyon denemesinin 1. döneminde en yüksek %100 VK uygulamasında, en düşük arilsülfataz enzim içeriği ise 2. dönemde yine aynı uygulamada elde edilmiştir.



Şekil 4.5. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait arilsülfataz enzim içeriği ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağın arilsülfataz enzim aktivitesine ait varyans analiz sonuçları EK 5’de, saksı denemesi varyans analiz sonucu EK 13’de verilmiştir.

4.7. İnkübasyon ve Saksı Denemesi Topraklarında Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları

4.8. Organik Madde İçeriği

Tarımsal üretim uygulamalarında bitkinin toprakta iyi gelişebilmesi, bulunduğu toprak yapısının fiziksel ve kimyasal göstergeleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel parametrelerini düzenlemede ve devamlılığını sağlamada en çok başvurulan uygulama ise toprağa organik yapılı materyallerin ilavesi olmaktadır (Bender ve ark, 1998).

Toprak yüzeyinde yeteri kadar çok ayrılmış organik kökenli atıkların bulunması halinde bunun mineral yapıdaki toprağın fiziksel ve kimyasal parametreleri üzerindeki etkeninin büyük olduğu saptanmıştır (Özbek ve ark., 1993).

Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağının organik madde içeriğine ait varyans analiz sonuçları EK 6’da, saksı denemesi varyans analiz sonucu EK 15’de, bu parametreye ait ortalama organik madde içeriği Çizelge 4.6’da verilmiştir.

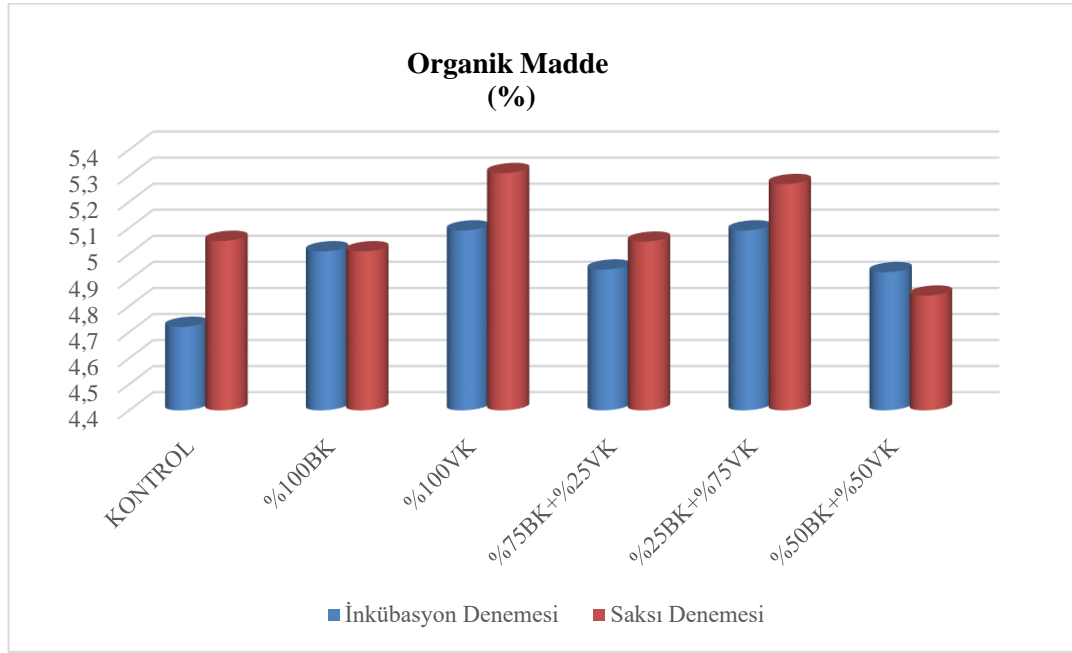
Çizelge 4.6. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait organik madde içeriği (%)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	4.87 C-G	4.74 FG	4.55 G	4.72B	5.05 AB
%100VK	5.16 A-D	4.90 C-G	4.96 C-F	5.01A	4.966 AB
%100BK	4.99 B-F	5.38 A	4.90 C-G	5.09A	5.310 A
%75BK+%25VK	5.13 A-E	4.89 C-G	4.79 EFG	4.94A	5.047 AB
%25BK+%75VK	4.92 C-F	5.33 AB	5.02 A-F	5.09A	5.268 AB
%50BK+%50BK	4.75 FG	4.82 D-G	5.21 ABC	4.93AB	4.840 B
Dönem Ortalaması	4.97	5.01	4.90		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ için LSD ($p<0.001$)=0.10689 , DOZ X DÖNEM için LSD ($p<0.001$)= 0.18514

Örtü materyali olarak kullanılan ortamlar istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir ($p < 0.05$). Ortalama değerler dikkate alındığında uygulamaların kontrole oranla topraktaki organik madde miktarını, inkübasyon denemesinde 5.09 ila 4.72 arasında artırdığı saptanmıştır, saksı denemesinde ise 5.310 ila 4.840 arasında artırdığı saptanmıştır.

Yapılan bir araştırmada, Türkiye’de organik madde, bütün bölgelere oranla en yüksek organik madde değerleri Karadeniz Bölgesi topraklarında elde edilmiştir. Bunun nedeni düşük sıcaklık, nem ve yoğun bitki örtüsüdür (Ülgen ve Yurtsever, 1974).



Şekil 4.6. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait organik madde içeriği (%)

4.9. Alınabilir Azot İçeriği

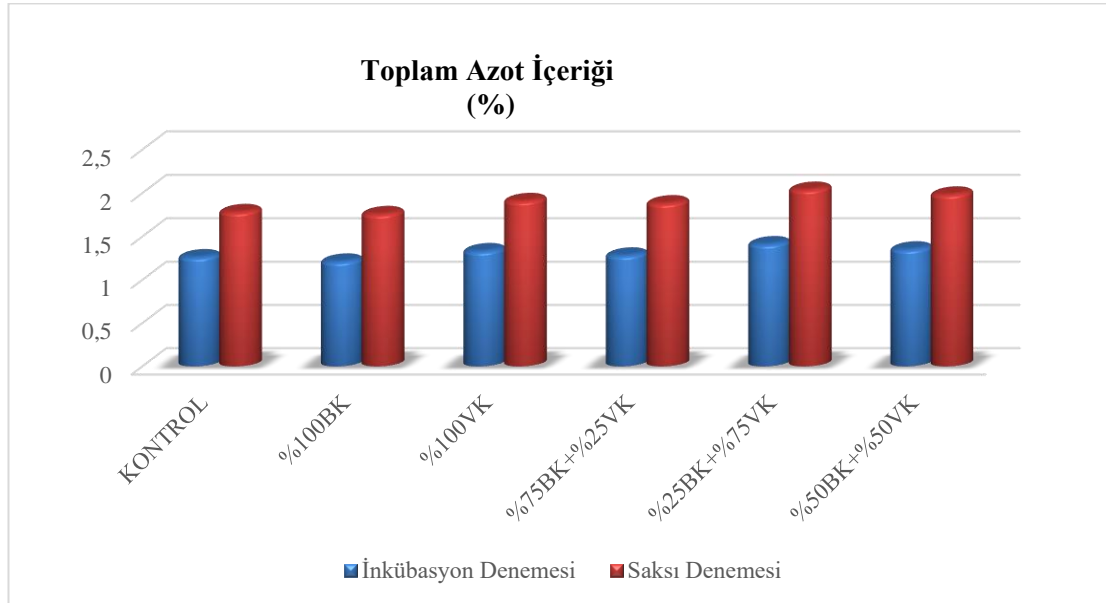
Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağının alınabilir azot içeriği varyans analiz sonuçları EK 7’de, saksı denemesi varyans analiz sonucu EK 16’da, bu parametreye ait ortalama toplam azot değerleri Çizelge 4.7.’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir azot içeriği (%)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	1.81	0.18	1.78	1.26CD	1.780 B
%100VK	1.70	0.17	1.76	1.21D	1.757 B
%100BK	1.88	0.19	1.91	1.33BC	1.907 AB
%75BK+%25VK	1.78	0.18	1.88	1.28BCD	1.881 AB
%25BK+%75VK	1.98	0.20	2.04	1.41A	2.037 A
%50BK+%50VK	1.86	0.19	1.98	1.35AB	1.982 AB
Dönem Ortalaması	1.83A	0.18B	1.89A		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ için LSD ($p<0.001$)=0.03895, DÖNEM için LSD ($p<0.001$)= 0.02754

Örtü materyalleri olarak kullanılan ortamlar istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir ($p<0.05$). Ortalama değerler dikkate alındığında alınabilir azot içeriği inkübasyon denemesinde en yüksek % 25 BK + % 75 VK (1.41A) ortamından elde edilmiş, en düşük alınabilir azot içeriği ise % 100 BK (1.21D) ortamından elde edilmiştir, saksı denemesi toprakları değerlendirildiğinde en yüksek alınabilir azot içeriği % 25 BK + % 75 VK (2.037 A) ortamından, en düşük alınabilir azot içeriği ise % 100 VK (1.757 AB) ortamından elde edilmiştir.



Şekil 4.7. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir azot içeriği (%)

Yapılan birçok çalışmada toprağa organik materyal ilavesinin, toprak besin elementleri ve bitki beslenmesi üzerine olumlu etkilerde bulunduğu ifade edilmektedir. Yapılan çalışmadaki veriler incelendiğinde topraklardaki azot değeri yeter düzeydedir (Anonim, 1990).

(Alagöz ve ark., 2006). Organik yapıdaki materyallerin kompost şeklinde toprağa ilave edilmesinin toprakların fiziksel özelliklerini olumlu yönde düzenlediğini, besin maddesi değerlerini ve alınabilirliğini artırdığını bildirmişlerdir.

4.10. Alınabilir Fosfor içeriği

Vermikompost ve biokömür kompostlarının farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan örtü materyalinin alınabilir fosfor içeriğine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir. Denemede kullanılan örtü materyalinin alınabilir fosfor içeriğine istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır.

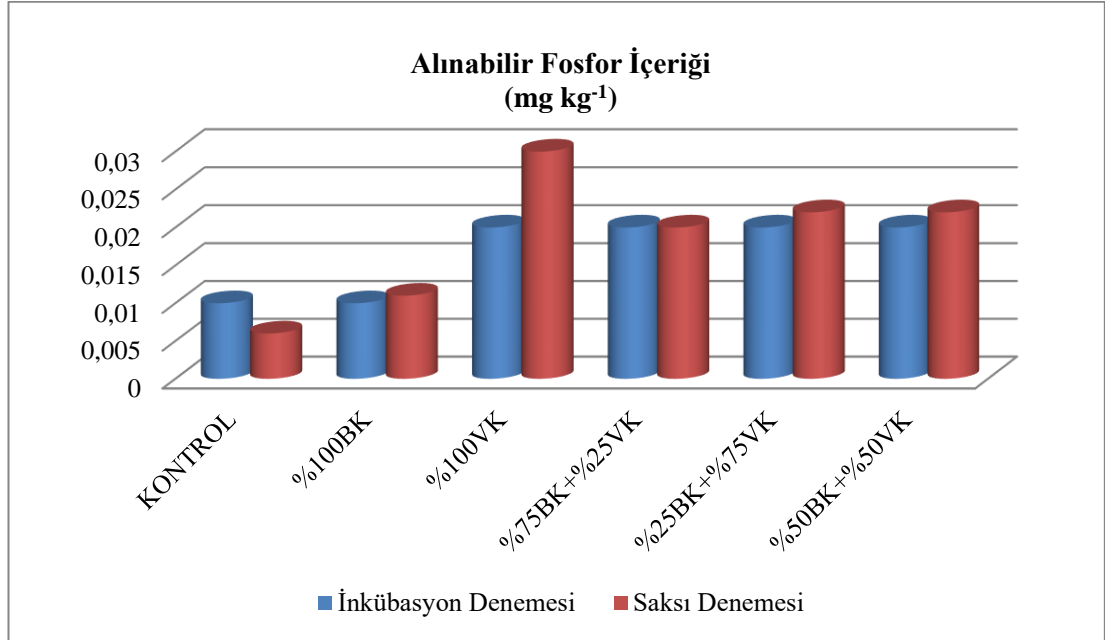
Çizelge 4.8. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir fosfor içeriği (mg kg⁻¹)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60 gün)		
KONTROL	0.00 I	0.01 HI	0.03 A-E	0.01C	0.006 C
%100VK	0.01 GHI	0.01 FGH	0.03 A	0.01B	0.011 BC
%100BK	0.03 AB	0.02 EFG	0.02 C-F	0.02AB	0.030 A
%75BK+%25VK	0.02 DEF	0.03 A-E	0.03 AB	0.02A	0.020 AB
%25BK+%75VK	0.02 B-E	0.03 A-D	0.02 C-F	0.02AB	0.022 AB
%50BK+%50BK	0.02 B-E	0.03 A-E	0.02 B-E	0.02AB	0.022 AB
Dönem Ortalaması	0.02	0.02	0.03		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ için LSD (p<0.001)= 0.00263 DÖNEM için LSD (p<0.001)=0.00186 DOZ X DÖNEM için LSD (p<0.001)= 0.00456

Örtü materyali olarak kullanılan ortamlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde biokömürün tek başına yeter düzeyde etkili olmadığına, vermikompost ve biokömür kullanılan ortamların topraktaki alınabilir fosfor üzerine etkili olduğu saptanmıştır. En yüksek alınabilir fosfor içeriği inkübasyon denemesinde, % 100 BK, % 75 BK + % 25 VK, % 2 5BK + % 75 VK, % 50 BK + % 50 VK (0.02 AB) ortamlarından, en düşük alınabilir fosfor içeriği ise kontrol ve % 100 VK (0.01BC) ortamlarından elde edilmiştir, saksı denemesi toprakları değerlendirildiğinde en yüksek alınabilir fosfor içeriği % 100 BK (0.030) ortamından, en düşük alınabilir fosfor içeriği ise kontrol

(0.006) ortamından elde edilmiştir ($p < 0.05$). Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağının alınabilir fosfor içeriği varyans analiz sonuçları EK 8’de, saksı denemesi varyans analiz sonucu EK 17’de verilmiştir.



Şekil 4.8. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir fosfor içeriği (mg kg^{-1})

4.11. Alınabilir Potasyum İçeriği

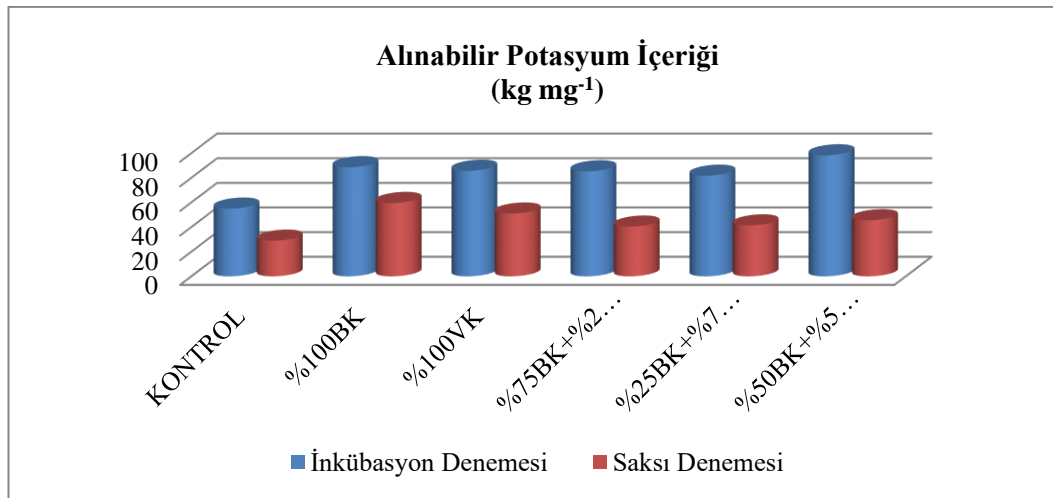
Biokömür ve vermikompost organik materyallerinin farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan örtü materyallerinin inkübasyon deneme toprağının potasyum içeriği varyans analiz sonuçları EK 9’da, saksı denemesi varyans analiz sonucu EK 18’de, bu parametreye ait alınabilir ortalama potasyum değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir potasyum içeriği (kg mg⁻¹)

Ortamlar	İnkübasyon Denemesi			Ortalama	Saksı Denemesi
	1.Dönem (20 gün)	2.Dönem (40 gün)	3.Dönem (60.gün)		
KONTROL	108.71 A	72.20 BC	64.16 C	54.96B	28.95 D
%100VK	111.25 A	104.61 A	78.92 B	88.61A	59.57 A
%100BK	107.90 A	82.25 B	75.70 BC	85.69B	50.96 AB
%75BK+%25VK	102.32 A	76.97 B	77.77 B	85.26B	40.37 C
%25BK+%75VK	109.01 A	75.58 BC	71.19 BC	81.69B	41.34 BC
%50BK+%50BK	78.92 B	48.83 D	37.11 D	98.26C	45.53 BC
Dönem Ortalaması	103.02A	76.74B	67.47C		

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içinde önemli değildir. DOZ için LSD (p<0.001)= 3.57764 DÖNEM için LSD (p<0.001)=2.52978 DOZ X DÖNEM için LSD (p<0.005)= 6.19666

Örtü materyali olarak kullanılan ortamlar istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir(p<0.05). Alınabilir potasyum içeriği değerlendirildiğinde inkübasyon denemesinde en yüksek potasyum içeriği doz ortalaması % 50 BK + % 50 VK (98.26C) ortamından elde edilmiş, en düşük potasyum içeriği doz ortalaması ise kontrol (54.96B) ortamından elde edilmiştir, saksı denemesi toprakları değerlendirildiğinde en yüksek alınabilir potasyum içeriği % 100 VK (59.57) ortamından, en düşük alınabilir potasyum içeriği ise kontrol (28.95 D) ortamından elde edilmiştir.



Şekil 4.9. İnkübasyon denemesi ve saksı denemesi toprak örneklerine ait alınabilir potasyum içeriği (kg mg⁻¹)

4.12. İnkübasyon Denemesi ve Saksı Denemesi Topraklarında Yapılan Makro ve Mikro Analiz Sonuçları

Çizelge 4.10. İnkübasyon denemesi toprak örneklerine ait makro ve mikro element analiz sonuçları (mg kg⁻¹)

Ortamlar	Ca	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
KONTROL	294.05	127.74 D	2.74 D	0.14 C	0.19 D	0,04 D
%100BK	302.70	181.85 B	5.14 C	0.34 A	0.32 A	0,08 B
%100VK	303.80	169.01 C	5.29 BC	0.26 B	0.30 AB	0,10 A
%75BK+%25BK	288.25	172.10 C	5.72 A	0.24 C	0.27 BC	0,10 A
%25BK+%75VK	268.68	191.56 AB	5.20 BC	0.36 A	0.24 C	0,06 C
%50BK+%50VK	247.00	195.94 A	5.45 AB	0.34 A	0.26 C	0,06 C

Farklı organik materyallerle hazırlanan ortamlardan, yapılan analiz sonuçlarında elde edilen bulgulara göre en düşük makro ve mikro element içeriği tüm elementlerde kontrol ortamında elde edilmiştir (p<0.05). Elde edilen bulgulara göre bir diğer sonuç hazırlanan ortamlarda en yüksek Ca içeriği % 100 VK (303.80) ortamından, Na içeriği % 25 BK + % 75 VK (191.56) ortamından, Fe içeriği % 75 BK + % 25 VK (5.72) ortamından, Cu içeriği % 25 BK + % 75 VK (0.36) ortamından, Zn içeriği %100BK (0.32) ortamından, Mn içeriği % 100 VK ve % 75 BK + % 25 VK (0.10) ortamından elde edilmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.11. Saksı denemesi toprak örneklerine ait makro ve mikro element analizleri (kg mg⁻¹)

Ortamlar	Ca	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
KONTROL	214.56B	104.87B	3.45B	0.184D	0.164C	0.062B
%100 BK	248.66A	150.19A	5.48A	0.467AB	0.773B	0.073AB
%100 VK	262.78A	143.22A	5.04A	0.319C	0.266B	0.077AB
%75BK+%25VK	271.34A	142.64A	5.17A	0.385BC	0.291B	0.081A
%25BK+%75VK	250.63A	166.47A	5.17A	0.520A	0.367A	0.080A
%50BK+%50VK	221.91B	164.70A	5.37A	0.494AB	0.321AB	0.083A

Farklı organik materyallerle hazırlanan ortamlardan, yapılan analiz sonuçlarında elde edilen bulgulara göre en düşük makro ve mikro element içeriği tüm elementlerde kontrol ortamında elde edilmiştir (p<0.05). Elde edilen bulgulara göre bir diğer sonuç hazırlanan ortamlarda en yüksek Ca içeriği %75 BK + % 25 VK (271.34) ortamından,

Na içeriği % 25 BK + % 75 VK (166.47) ortamından, Fe içeriği % 100 BK (5.48) ortamından, Cu içeriği % 25 BK + % 75 VK (0.520) ortamından, Zn içeriği % 100 BK (0.773) ortamından, Mn içeriği % 50 BK + % 50 VK (0.083) ortamından elde edilmiştir ($p < 0.05$).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Biokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada; biokömür ve vermikompostun belli oranlarda karıştırılarak kullanılması, mısır bitkisinin kök bölgesindeki enzim aktivitesi topraklarda inkübasyon denemesinden daha olumlu etkiler sağlamıştır.

Biyokömürün yüksek C içeriğine sahip olması, dolayısıyla da C/N oranının yüksek olması nedeniyle tek başına yeterli olmadığı, C/N oranının dar olan vermikompost gibi organik materyaller ile beraber kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir

Biyokömür yüksek C içeriği nedeniyle topraktaki ayrışma hızı yavaştır ve etkisini uzun sürede göstermektedir. Bu nedenle inkübasyon denemesi yerine kök bölgesini aktif hale getirecek bitki denemesi ile beraber kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2), 245-254.
- Anderson, J.P.E. 1982. Soil respiration. In: Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Page, A.L. (Ed.) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA. pp.831-871.
- Anderson, J.P.E. 1982. Soil respiration, in methods of soil analysis, Part 2, 2nd Edition, 837–871, Agronomy Monograph 9, A. L. Page and et al. (Eds.), American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, 832p.
- Anderson. T.H. Domsch. K.H. sd1978. A Physiological method for the quantitative measurement of microbial biomas in soils. Soil Biology and Chemistry. 10:215-221ss.
- Anonim, 2013. Avrupa Bitki Koruma Birliği (ECPA), Report (16/04/2013): Pesticides and Bioiversity, Erişim Adresi: <http://www.ecpa.eu/files/attachmentspdf>, Erişim Tarihi: 29/05/2013.
- Arnold ve ark., 1999. S.S. Arnold, I.J. Frenandez, L.E. Rustad, L.M. Zibilske Microbial response of an acid forest soil to experimental soil warming Biology fertility of soils, 30, pp. 239–244.
- Aşkın, T., Kızılkaya, R., Gülser, C. ve Bayraklı, B. 2004. Ondokuzmayıs Üniversitesi Kampus Topraklarının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri, O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 19(1):31–36.
- Babaoğlu, M. 2005. Mısır ve tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. EDİRNE.
- Bayraklı, F. 1987. Toprak ve bitki analizleri. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 17, Samsun.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M.Tarakçıoğlu, C. 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 ss.
- Bingham, F.T. 1949. Soil Test for Phosphate. California Agriculture, 3(7): 11-14ss.
- Black, C.A. (Ed.), 1965, Methods of Soil Analysis: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling- Part 2- Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, 1357ss.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Medhod Improved for Making Particle Size Analysis of Soil, Agronomy Journal,54(5):434–438ss.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen, 1149–1178, Methods of Soil Analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties, Black, C.A. (Ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, 1357ss.

- Bremner, J.M., Mulvaney R.L. 1978. Urease activity in soils. In: Soil enzymes. R.G. Burns (Ed.). Academic Press, New York, USA. pp.149-187.
- Brendecke. J. Alexson. R.D. and Pepper. I.L. 1993. Soil Microbial Activity as an Indicator of Soil Fertility: Long-term Effects of Municipal Sewage Sludge on an Arid Soil. Soil Biol. Biochem. 25:751-758ss.
- Cheng, C-H, Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. Organic Geochemistry, 37:1477–1488.
- Çengel, M. 2006. Toprak Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:558, 2. Baskı, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir.
- Çengel, M., 2004. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Ders Kitabı, E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No.558, İzmir, 166ss.
- Çengel. M. 1990. Tarım topraklarında biyomas bileşimi ve önemi. E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi. 27(3):317–322.
- Çıtak, S. Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1):56-69.
- Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A., Sanchez-Monedero, M.A. 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure; effect on organic matter degradation and humification. Bioresource Technology, 101:1239–1246.DIN 11542. 1978. Torf für Gartenbau und Landwirtschaft. Germany.
- Eivazi. F. Tabatabai. M.A. 1988. Glucosidases and galactosidases in soil. Soil Biology and Biochemistry 20. 601-606.
- Ergene. A. 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 267. Ders Kitapları Serisi No: 42. Erzurum.
- Erşahin, Y. 2007. Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 99-107.
- FAO, 1990. Gıda ve Tarım Örgütü (F.A.O). Toprakta Alınabilir Fosfor Değeri.
- Gaunt, J., Cowie, A. 2009. Biokömür, Greenhouse Gas Accounting and Emissions Trading. Biokömür for Environmental Management: Science and Technology, p. 317-340 -- isbn:9781844076581 – Earthscan.
- Glaser, B., Lehmann, J., Steiner, C., Nehls, T., Yousaf, M. and Zech, W. 2002. Potential of pyrolyzed organic matter in soil amelioration. in Proceedings of the 12th International Soil Conservation Conference, Beijing, China.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. Biology and Fertility of Soils, 35: 219-230.

- Haktanır, K., Arcaç, S., 1997. Toprak biyolojisi: Toprak ekosistemine giriş. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No. 447, Ankara.
- Irmak Yılmaz, F. 2016. Tarımı yapılan toprakların mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile diğer bazı özellikleri arasındaki ilişki. Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma AR-1314 Nolu Proje Sonuç Raporu, Ordu.
- Isermeyer, H., 1952. Eine Einfache Methode zur Bestimmung der Karbonate im boden, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 56(1-3):26-38.
- Jeffery, S., Verheijen, F.G.A., van der Velde, M., Bastos, A.C. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 144: 175–187.
- Karaca, A., Haktanır, K., Arcaç, S., Topçuoğlu, B., Türkmen, C., Yıldız, H. 2005. Çayırhan Termik Santrali Emisyonlarının Etkisinde Kalan Toprakların Kirlilik Veri Tabanının Oluşturulması Ve Toprak Özellikleri İle Etkileşimlerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma 2001-0711053 Nolu Proje Kesin Raporu, Ankara.
- Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, N., 2013. Deri sanayi arıtma çamurunun kompostlaştırılması sırasındaki biyokimyasal değişiklikler ve oluşan kompostun kalitesi. *Anadolu Dergisi*, 22(2): 59–68.
- Kızılaslan, H., Olgun, A. 2012. Türkiye’de Organik Tarım ve Organik Tarıma Verilen Desteklemeler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1),1-12.
- Kızılkaya. R. Arcaç. S. Horuz. A. Karaca. A. 1998. Çeltik tarımı yapılan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisi. *Pamukkale Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 4(3):797–804.
- Kızılkaya. R. Aşkın. T. Bayraklı. B. Sağlam. M. 2004. Microbiological Characteristics of Soils Contaminated With Heavy Metals. *European Journal of Soil Biology*. 40:95-102ss.
- Küçükyumruk, Z., Gültekin, M., Erdal, İ. 2014. Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1):51-58.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and Environment* 5:38–387. Cheng, C-H, Lehmann, J., Engelhard, M. 2008. Natural oxidation of black carbon in soils: changes in molecular form and surface charge along a climosequence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72:1598–1610.
- Lehmann, J., Czimczik, C., Laird, D., Sohi, S., 2009. Stability of biokömür in soil. In: *Biokömür for Environmental Management: Science and Technology.*, 183–206ss.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Gross man, J., O’Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J., Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal* 70:1719–1730.

- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganase and Copper. *Soil Sci. Soc. Of Amer. Journal*, 42:421-428.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., Lehmann, J. 2010. Maize yield and nutrition after 4 years of doing biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil* 333:117–128.
- Masto, R., Kumar, S., Rout, T., Sarkar, P., George, J And Ram,L.C. 2013. Biokömür from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity,Catena , vol 111.pp64-71.
- McClellan, T., Deenik, J., Uehara, G., Antal, M. 2007. Effects of flashed carbonized macadamia nutshell charcoal on plant growth and soil chemical properties. November 6, 2007, ASA-CSSA-SSA International Annual Meetings, New Orleans, Louisiana. <http://ac-s.confex.com/crops/2007am/techprogram/P35834.HTM>.
- McLaughlin, H., Anderson, P.S., Shields, F.E., Reed, T.B. 2009. All biochars are not created equal, and how to tell them apart. *Proceedings, North American Biochar Conference, Boulder, Colorado, August 2009.* www.biochar-international.org/sites/default/files/All-Biochars--Version2--Oct2009.pdf.
- Mısırlıoğlu, M. 2011. Toprak solucanları biyolojileri, ekolojileri ve türkiye türleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü. No:74, ESKİŞEHİR.
- Namlı, A. 2014. Effects of poultry litter biokömür on soil enzyme activities and tomato, pepper and lettuce plants growth.
- Okur, N., 1997. Toprak enzimleri ders notları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova, İzmir.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1993. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.
- Özcan, S. 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (Transgenetik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, cilt 2, Sayı 2,01-34.
- Özsayın, S. 2009. Karbondioksit gübrelemesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Lisans Tezi, 56ss.
- Pratt, P.F., 1965. Potassium.Edit Black, C.A. *Method of Soil Analysis Part-2.* Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Madison, Wisconsin,USA..
- Richards, L. A. (Ed.) 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C.
- Schmidt, M.W. ve Noack, A.G., 2000. Black Carbon in Soil and Sediments: Analysis, Distribution, Implications and Current Challenges, *Global Biogeochemical Cycles*, 14: 777-793.
- Skujins,J., 1973. Dehydrogenase: an indicator of biological activities in arid soils. *Bull. Ecol.Commun. (Stockholm)* 17, 97-110.

- Solaiman, Z., 2007. Measurement of Microbial Biomass and Activity in Soil, 201-211, Soil Biology, Advanced Techniques in Soil Microbiology Volume 11, Varma, A., and Oelmüller, R.(Eds.), Springer, New York, 427ss.
- Süzer, S. 2015. Mısır Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. EDİRNE.
- Tabatabai, M. A., J. M. Bremner. 1970. Arylsulfatase activity of soils. Soil Science Society of America Journal. 34: 225 – 229.
- Thalman, A., 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase Aktivität im Boden Mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC), Landwirtsch, Forsch, 21:249–258.
- Tutar, U. 2013. Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Araştırma Merkezi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü. No:2, SİVAS.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Saline and Alkali Soils, Agri.Handbook N0: 60, USA.
- Vekemans, X., Godden, B., Penninckx, M.J., 1989. Factor analysis of the relationships between several physico-chemical and microbiological characteristics of some Belgian agricultural soils. Soil Biology and Biochemistry 21, 53-57.

EK LİSTESİ

EK 1. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının CO₂ varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	2505,1008	147,359	4,1340*
Hata	90	3208,1128	35,646	
Toplam	107	5713,2136		

% 5 Düzeyinde Önemlidir (p<0.05).

EK 2. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının mikrobiyal biyomas varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	49,711896	2,92423	6,4963**
Hata	90	40,512125	0,45013	
Toplam	107	90,224021		

% 1 Düzeyinde Önemlidir (p<0.05).

EK 3. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının dehidrogenaz enzim aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	185,68086	10,9224	1,8227**
Hata	90	539,31906	5,9924	0,0368
Toplam	107	724,99992		

% 1 Düzeyinde Önemlidir (p<0.05).

EK 4. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının üreaz enzim aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	1083,3025	63,7237	2,3989**
Hata	90	2390,7092	26,5634	0,0042
Toplam	107	3474,0118		

% 1 Düzeyinde Önemlidir (p<0.05).

EK 5. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının arilsülfataz aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	2,999857	0,176462	1,8769**
Hata	90	8,461744	0,094019	0,0303
Toplam	107	11,461600		

% 1 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 6. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının organik madde varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	4,708630	0,276978	2,6937**
Hata	90	9,254347	0,102826	0,0013
Toplam	107	13,962977		

% 1 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 7. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının azot varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	68,436242	4,02566	294,8768**
Hata	90	1,228681	0,01365	
Toplam	107	69,664923		

% 1 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 8. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının fosfor varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	0,00645735	0,000380	6,0884**
Hata	90	0,00561491	0,000062	
Toplam	107	0,01207226		

% 1 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 9. İnkübasyon denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının potasyum varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	17	46080,434	2710,61	23,5305**
Hata	90	10367,615	115,20	
Toplam	107	56448,049		

% 1 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 10. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının CO₂ varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	1345	269.00	3.93**
Hata	30	2055	68.52	
Toplam	35	3400		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 11. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının mikrobiyal biyomas varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	8.100	1.620	1.51**
Hata	30	32.254	1.075	
Toplam	35	40.354		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 12. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının dehidrogenaz enzim aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	53.30	10.661	7.50**
Hata	30	42.67	1.422	
Toplam	35	95.97		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 13. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının arilsülfataz enzim aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	0.5467	0.10928	2.49**
Hata	30	1.3153	0.04384	
Toplam	35	1.8616		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 14. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının üreaz enzim aktivitesi varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	79.71	15.94	0.72**
Hata	30	666.73	22.22	
Toplam	35	746.44		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 15. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının organik madde varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	0.9920	0.19841	2.81**
Hata	30	2.1162	0.07054	
Toplam	35	3.1083		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 16. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının azot varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	0.3618	0.07236	3.70**
Hata	30	0.5869	0.01956	
Toplam	35	0.9488		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 17. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının fosfor varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	0.002218	0.000444	8.43**
Hata	30	0.001578	0.000053	
Toplam	35	0.003796		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

EK 18. Saksı denemesinde, farklı organik materyallerle hazırlanan ortam topraklarının potasyum varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Doz	5	3232.5	646.50	20.61**
Hata	30	940.9	31.36	
Toplam	35	4173.4		

% 5 Düzeyinde Önemlidir ($p<0.05$).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Safiye Kurt

Doğum Yeri: Trabzon

Doğum Tarihi: 27.10.1990

Yabancı Dili: İngilizce

E-mail: kurttsafiye@gmail.com

İletişim Bilgileri: Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2013