

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKDENİZ BÖLGESİ KOŞULLARINDA UZUN SÜRELİ ORGANİK-
İNORGANİK GÜBRELEME UYGULAMALARININ TOPRAK MİKROBİYAL
BİYOKÜTLESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Pezhman SALEHİ HOSSEİNİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2015**

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

10.08.2015

Pezhman SALEHİ HOSSEİNİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKDENİZ BÖLGESİ KOŞULLARINDA UZUN SÜRELİ ORGANİK- İNORGANİK GÜBRELEME UYGULAMALARININ TOPRAK MİKROBİYAL BİYOKÜTLESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Pezhman SALEHİ HOSSEİNİ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Can TURGAY

Toprakta, bitki besin elementleri deposu ve kaynağı olan mikrobiyal biyokütle ekosistemde meydana gelen değişimlere oldukça duyarlıdır. Farklı toprak uygulamalarının zaman içinde bu önemli faktör üzerinde önemli etkileri olabilir. Bu çalışmanın amacı, Akdeniz bölge topraklarında uzun dönemde (13 yıl) organik ve inorganik gübrelemenin toprağın mikrobiyal biyokütle karbon ve azotu üzerine etkilerini incelemektir. Bu amaçla 1996 yılında doğu Akdeniz bölgesinde uzun süreli hazırlanmış saha araştırma alanlarda, farklı gübreleme uygulamalarının (kimyasal gübre, ahır gübresi, bitki kompost ve mycorrhiza aşılı kompost) toprak mikrobiyal popülasyon üzerine etkilerine yönelik araştırma başlatıldı. Toprak örnekleri 2009 Mayıs, Ağustos ve Eylül ayında alındı ve rutin kimyasal ve mikrobiyal karbon ve azot analizleri yapılmıştır.

Toprak organik karbon miktarında gerek uzun süre gübreleme uygulamalarında ve gerekse mevsimsel açıdan istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı. Toprak pH ve yarıyıllı azot konusunda mevsimler arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($P < 0.05$), ancak uygulamalar arasında bir fark saptanmamıştır. Yarıyıllı fosfor ve mikrobiyal biyokütle azot aralarında hem mevsimler arası ve hem uygulamalar arasında korelasyon bulunmuştur. Uzun süreli organik-inorganik gübreleme mikrobiyal biyokütle azotu üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak mevsimler arasında bir fark gözükmemiştir. İlaveten mikrobiyal biyokütle azot ve mikrobiyal biyokütle karbon arasında ($P < 0.05$) seviyesinde korelasyon bulunmuştur. Araştırma sonucunda mikoriza aşılı organik gübrelemenin, diğer geleneksel organik-inorganik gübrelere kıyasla, yarıyıllı fosfor ve mikrobiyal biyokütle üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ağustos 2015, 31 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak yönetimi, Kompost, Mikorizal inokülasyon, Toprak mikrobiyal biyokütle karbon, azot

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF LONG TERM ORGANIC-INORGANIC FERTILIZATION PRACTICES ON SOIL MICROBIAL BIOMASS IN MEDITERRANEAN TURKEY

Pezhman SALEHI HOSSEINI

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assist. Prof. Oğuz Can Turgay

Microbial biomass is a sensible indicator of the changes in soil environment and it affects the ability of soil to supply nutrients to plants through soil organic matter turnover. In the present study, a 13-year field experiment was conducted to explore the role of seasonal different fertilization treatments (chemical fertilization, farmyard manure, plant compost, and mycorrhiza-inoculated plant compost) on soil microbial biomass under a crop rotation of wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) in Çukurova, Mediterranean Turkey in 1996. Soil samples were collected in May, August, and October 2009. General properties, microbial biomass carbon (MBC) and nitrogen (MBN) were assessed. No significant difference in soil organic C related to long-term fertilization treatments and sampling seasons were determined. There were no significant changes in soil pH and plant-available N in relation to seasonality. However, treatment effects were statistically significant. Soil plant available phosphorus was significantly correlated with both fertilization treatments and seasonal samplings (ranged between 11.47-33.47 mg.kg⁻¹ in spring, 10.47-33.19 mg.kg⁻¹ in summer, and 10.36-33.75 mg.kg⁻¹ in autumn, respectively). Similarly for MBC, correlation between fertilization treatments and sampling seasons were significantly (226.64-841.8 mg.kg⁻¹ in spring, 167.81-728.4 mg.kg⁻¹ in summer, and 191.6-526.4 mg.kg⁻¹ in autumn, respectively). The effect of long term organic-inorganic fertilization on MBN was statistically significant but no meaningful changes was observed in seasonal data. Moreover, there was statistically significant correlation between MBN and MBC. Using processed organic fertilizer in combination with AMF seemed to stimulate available P and microbial biomass better, comparing to traditional chemical fertilization.

August 2015, 31 pages

Key Words: Soil management, Compost, Mycorrhiza inoculation, Soil microbial biomass Carbon and Nitrogen

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her türlü yardımcı olan ve benden desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Oğuz Can TURGAY ve Çukurova Üniversite Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ, tez çalışmamın yürütülmesinde her türlü yardımı gösteren bölüm hocam Prof. Dr. Ayten NAMLI, her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör M.Onur AKÇA ve Arş. Gör Çağla TEMİZ'e sonsuz şükranlarımı sunarım. Ayrıca yüksek lisans çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen maneviyatım sevgili ailem ve özellikle babam Ali Akbar SALEHI HOSSEINI'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Pezhman SALEHİ HOSSEİNİ

Ankara Ağustos, 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
3. MATERİYAL ve METOT.....	7
3.1 Örneklem Alanı.....	7
3.2 Mikoriza Aşılantı Bitki Kompost Hazırlaması	8
3.3 Örneklem Alanı Bilgileri	8
3.4 Toprak Örneklem	9
3.5 Genel Toprak Analizleri	9
3.6 Mikrobiyal Biyokütle Analizleri	10
3.6.1 Kloroform fumigasyon ekstraksiyon yöntemi	11
3.6.2 Mikrobiyal biyokütle azotu (MBN) analizi	12
3.6.3 Mikrobiyal biyokütle karbonu (MBC) analizi	13
3.7 İstatistik Analizleri	14
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	15
4.1 Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	15
4.2 Toprakların Mikrobiyal Biyokütle Karbon ve Azot Özellikleri.....	20
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR.....	26
ÖZGEÇMİŞ.....	31

SİMGELER DİZİNİ

K_2SO_4	Potasyum Sülfat
pH	Toprak Reaksiyon
W/V	Ağırlık/Hacim
$Kg.ha^{-1}.y^{-1}$	kilogram/hektar/yıl
$(NH_4)_2SO_4$	Amonyum Sülfat
$Ca(H_2PO_4).H_2O$	Kalsiyum Fosfat
$CaCO_3$	Kalsiyum Karbonat
CO_2	Karbondioksit
$^{\circ}C$	Santigrat
$K_2Cr_2O_7$	Potasyum Dikromat
ml	Mililitre
$FeSO_4.H_2O$	Demir Sülfat
NO_3^-	Nitrat
NH_4^+	Amonyum
KCl	Potasyum Koloit
M	Molar

Kısaltmalar

MBC	Toprak Mikrobiyal Biyokütle Karbon
MBN	Toprak Mikrobiyal Biyokütle Azot
CFE	Kloroform Fumigasyon ekstrakt
CFI	Kloroform Fumigasyon enkübasyon
TMB	Toprak Mikrobiyal Biyokütle
TOM	Toprak Organik Madde
SIR	Substrat İçerikli Solunum
KDK	katyon Değişim Kapasitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Balcalı	
Deneysel Araştırma İstasyonunu gösteren harita (Google harita 2015)	7
Şekil 4.1 farklı mevsimlerde farklı uygulamaların yarayışlı P değerleri	19
Şekil 4.2 farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle	
C değerleri.....	22
Şekil 4.3 Farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle	
N değerleri	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Toplam C, yarayışlı (NH_4+NO_3) N ve Toprak Reaksiyonu (pH) değerleri	15
Çizelge 4.2 Örneklerin kimyasal ve biyolojik özellikler arasındaki korelasyon	17
Çizelge 4.3 Uygulamalar ve mevsim arasında yarayışlı P değerleri ve interaksiyonu	18
Çizelge 4.4 uygulamalar ve mevsim arasında mikrobiyal biyokütle C değerleri	21
Çizelge 4.5 farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle N değerleri	23

1. GİRİŞ

Toprak mikroorganizmaları en önemli fonksiyonlarından biri olarak topraktaki besin maddesi döngüsünde yer alır ve toprağa intikal eden inorganik ve organik bileşikler, toprak organik maddesine bağlanmasını ve bitkiye yarayışlı formlara dönüşmesini sağlamaktadır. Örneğin atmosferik azot ve inorganik fosforun bitki tarafından alınabilir formlara gelmesi (biyolojik azot ve fosfor fiksasyonu) toprak mikroorganizmalarının besin döngüsü içindeki rolüne ilişkin en önemli mekanizmalardan biri olarak ifade edilebilir. Toprak besin döngüsü içindeki bu fonksiyonlar, toprak mikroorganizmalarının niceliksel ve niteliksel özellikleriyle beraber, iklim ve topoğrafya gibi çevresel şartlara ve toprak fiziksel-kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişimler göstermektedir.

Tarımsal ekosistemlerde toprak mikroorganizmalarının işlevleri sulama, gübreleme, ilaçlama, toprak işleme ve nadas gibi toprak uygulamaları tarafından değerlendirilmektedir ve son zamanlarda bu uygulamaları içeren farklı toprak yönetim stratejilerinin etkinliğini değerlendirmede “tarımsal toprak kalitesi” kavramı kullanılmaktadır. Başka bir deyişle tarımsal toprak kalitesi toprak uygulamalarına bağlı olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenlerinde meydana gelen değişimleri ifade etmektedir.

“Biyolojik toprak kalitesi” belirli bir zamanda, birim topraktaki mikroorganizma topluluğunun niceliksel ve niteliksel değerlerinde meydana gelen değişimler olarak ifade edilebilir. Çünkü birim toprakta ne kadar fazla sayıda ve çeşitte mikroorganizma topluluğu bulunuyor ise biyolojik aktivite o kadar yüksek olacak ve dolayısıyla besin maddelerinin dönüşümü süreçleri daha etkin çalışacak ve sonuç olarak alınabilir besin maddesi havuzu daha büyük olacaktır.

Biyolojik toprak kalitesinin değerlendirilmesi karmaşık bir konudur. Çünkü toprak hem niceliksel hem de niteliksel açıdan zengin bir biyolojik materyaldir. Örneğin, bir santimetre küp çayır toprağında, yüzbinlerce farklı bakteri, binlerce farklı aktinomiset ve

mantar, yüzlerce farklı alg ve protozoa, onlarca farklı nematod, kene, böcek vs. organizma bulunabilir. Ayrıca bir avuç dolusu çayır toprağı milyonlarca canlı popölasyonu da barındırabilir. Dolayısı ile toprak biyolojik kalitesini niceliksel olarak değerdendirmek daha pratik bir yaklaşımdır ve bugüne kadar pek çok araştırmada toprak solunumu (toprakdan sentezlenen karbondioksit miktarı), toprak enzim aktiviteleri (mikroorganizmalarca sentezlenen enzim miktarının belirlenmesi) ve toprak mikrobiyal biyokütlesi (birim toprakta bulunan canlı mikroorganizma ağırlığı) gibi parametrelerle değerdendirilmiştir.

Toprak kalitesinin belirlenmesindeki bir diğerd zorluk da toprağın özellikle fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değışimlerin çok uzun zaman alması diğerd yandan bitki verimliliğı ve toprak kalitesi ile ilgili çalışmaların pek çok durumda bir veya birkaç yıl gibi kısa süreli gözlemlere dayanmakta olmasıdır. Bu karışıklığın aşılmasında düzenli olarak aynı tarımsal uygulamaların gerçekteştirildiğı ve istatistiksel kaidelere uygun olarak tasarlanmış uzun süreli tarla denemeleri, toprak kalitesindeki değışimleri değerdendirebilmek açısından son derece önemlidir.

Türkiye toprakları zengin ve farklı iklimler sahip olma nedeniyle, farklı bölgelerde çeşitli tarımsal ürünler yetiştirilebilmektedir. Ekonomik ve tarımsal açıdan önemli bölgelerden biri olarak Akdeniz bölgesi, nitelik ve çeşitlik açıdan, Türkiye'nin tarımsal ihtiyaçlarının önemli bir kısmını karşılamaktadır. Akdeniz bölgesinde bulunan Çukurova ilçesi yüksek tarımsal potansiyele sahiptir. Coğrafya ve iklim açıdan bu bölgenin denize dönük yamaçların etekleri bol yağış alır. Batıda Antalya çevresi, ortada Mersin çevresi doğuda Hatay, Dörtöl, Osmaniye, Kadirli ve Bahçe çevresi 1000 / 1500 mm civarında yağış alır. Adana çevresi ise 600-700 mm yağış almaktadır. Bitki örtü açısından Çukurova bölgesinde yumrulu bitkilerden kardelen (*Galanthus plicus*), yabani siklamen (*Cyclamen mirabile hidebr*), ada soğanı, nergis (*narissus*), sümböl (*ylacinthus*) ve benzeri bitkilere bahar aylarında sıkça rastlanır. Tarımsal açıdan bu bölge, soya fasulyesi, yer fıstığı ve mısır üretiminde de Türkiye'de ilk sıradadır. Ayrıca pamuk yetiştirerek ülkedeki tekstil sanayiine katkıda bulunur. Ayrıca Türkiye turp ihtiyacının yüzde yetmiş bu bölgeden yetiştirilir. Narenciye ihracatının yarısı (portakal, mandalina, limon), muz üretiminin çoğı, yaş sebze ve meyve üretiminin önemli bir

kısmı bu bölgeden karşılanır. Türkiye'de sulak ve verimli Çukurova bölgesinde çay ve fındık hariç tüm tarım ürünleri üretilmektedir.

Ancak Türkiye’de toprağın tarımsal kalitesi ve bitki verimliliği ile ilgili araştırmalar çoğunlukla bir veya birkaç yıl gibi kısa süreli gözlemlere dayanan araştırmalar olduğu görülebilir. Yukarıda belirtilen endişelere dayanarak bu çalışmada, Akdeniz iklimi koşullarında 1996 yılından beri yürütülmekte olan uzun süreli tarla denemesi seçilmiştir. Bu deneme kapsamında gerçekleştirilen farklı gübreleme uygulamalarının toprağın biyolojik kalitesi üzerine etkileri, toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (MBC), mikrobiyal biyokütle azotu (MBN) ölçümleri ile belirlenmiştir. Fümigasyon-ekstraksiyon (CFE) yöntemine göre belirlenen toprak mikrobiyal biyokütlesi, farklı topraklarda ve çevresel koşullarda toprağın biyolojik varlığı ve kalitesini belirlemede güvenilir sonuçlar veren bir parametre olarak kullanılmakla birlikte Türkiye’de bu konuda yapılmış çalışma sayısı oldukça düşüktür. Bu tez çalışması mevcut bilgi ve metodolojik eksikliği gidermek açısından faydalı olacaktır.

Önceden anlatıldığı gibi, Toprak mikrobiyal biyokütlesi, toprak kalitesini gösteren önemli faktörlerden birisi olarak nitelendirilir. Toprak organik madde rezervuarın %5-20’si aktif fraksiyonu oluşturur ve TMB bu kısmın önemli parametrelerinden biri sayılır. Yaşayan veya henüz ölen mikroorganizmaların genelde bakteri ve mantar gibi karbon ve azot gibi elementler miktarı olarak nitelendirir. Ortalama olarak TMB toprak organik karbonun %1-4’ünü oluşturmaktadır. TMB’nin besin zincirindeki önemli rolü D. Jenkinson’nun ifadesine göre “biyokütle besin zincirinde iğne deliğidir ve besin maddeleri bu gözden geçerek toprak organik maddeye dönüşebilir”. Diğer bir ifadeye göre “TMB, hassas bir gösterge olarak topraktaki organik madde (TOM) dinamiğini gösterebilir”. Diğer ifadeyle, “TMB orandaki değişiklikler TOM değerinin değişiminde önce tespit edilebilir ve bu sebepten bu parametrenin topraktaki miktarını belirlenmesi önemli sayılır”.

Toprak mikrobiyal biyokütlesi çeşitli yöntemlerle tayin edilebilir. Her yöntem kendine has avantajlar ve dezavantajlara sahiptir. En çok yaygın olan yöntemler:

- Kloroform fumigasyon enkubasyon (CFI)
- Kloroform fumigasyon ekstraksiyon (CFE)
- Kurutma ve tekrar ıslatma
- Substrat içerikli solunum (SIR)

CFI yönteminin dezavantajı kontrol örnek çıkarması ve doğru K_c değeri kullanılması gereklidir. CFE yöntemi prensip olarak CFI yöntemiyle aynıdır ama en önemli farklarından biri ekstrakt yapan çözelti K_2SO_4 'dir. Bu yöntemin dikkati, toprağın pH ve kalsiyum oranına bağlıdır. Tüm bunlar doğru K_{ec} değerinin belirlenmesini etkileyebilir. SIR yöntemi “aktif” biyokütle için bir fotoğraf çekimi gibidir ve glukoza tepkili organizma popülasyonunu belirletmektedir. Bu çalışmada CFE yöntemi, Türkiye toprak şartlarına daha uygun olan yöntem olarak seçilmiştir. Yöntem ayrıntıları materyal ve metot kısmında detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Azot içeren gübrelerin hızlı etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarında MBC ve MBN içeriği kontrol örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak genelde biyokütle C ve N miktarında, zaman, drenaj, geçen mevsimden kalan azot gübrelemesi veya geçen mevsimden gübrenenmemiş topraklara N gübre ilavesi gibi faktörlerin etkisi çok az tesbit edilmiştir (R. D. Lovell, S. C. Jarvis ve R. D. Bardgett, 1994).

27 yıllık uzun süreli siyah topraklarda yapılan araştırmalar sonucunda organik artı kimyasal gübreler toprağın toplam organik madde ve toplam azot içeriğini artırmaktadır. Ayrıca azot kullanan mikrobiyal popülasyonun bu ortamda önemli derecede yükselmesi tespit edilmiştir (Dan Wei , Xingzhu Ma, Shuang Wang ve Baoku Zhou, 2010)

Yarayışlı toprak organik maddeler üzerinde, mikrobiyal toplum yapısının etkisi, toplam organik maddelerden daha çok tespit edilmiştir (D. V. Murphy vd. 2011)

Mikrobiyal biyokütle, tarımsal işlemler ve diğer toprak ekosistemini etkileyen faaliyetler için hassas bir gösterge olarak belirlenir. Aktivite ve niteliksel olarak bitki köklerin kalıntılarından kalan, organik atıklar ve bitki köklerde salgılanan karbon ve diğer besin maddelere direkt etkileniyor (Wang and Klassen, 2007).

Süt ürünleri atıklarından elde edilen gübrelerin kullanımı bir besin kaynağı olarak toprak karbon ve mikrobiyal biyokütle miktarını artırarak, kimyasal gübrelere göre toprak kalitesine daha iyi etkiliyor (Mandal et al., 2006).

Organik yapıdaki gübrelerin topraktaki C ve N mineralizasyonu (Hadas ve Portnoy, 1994), mikrobiyal gruplar (Acea ve Carballas, 1996) ve enzim aktivitesi (Dinesh ve ark., 1998) üzerine etkilerine ilişkin bazı çalışmalar yapılmıştır. Reganold (1988); organik gübre uygulamalarının toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında önemli bir mikrobiyal parametre olan biyokütle miktarını da önemli düzeyde artırdığını

saptamıştır. Mikrobiyal biyokütle miktarı ve aktivitesi topraktaki karbon ve diğer besin maddelerinin miktarı ve kalitesi ile yakından ilişkilidir (Fraser ve ark., 1988). Organik bazlı gübreler toprağa bitki besin maddelerinin yanı sıra önemli miktarda da karbonun girmesine neden olmaktadır (Ritz ve ark., 1997).

Organik tarımda kullanılan gübrelerin kullanımı son yıllarda genişlemiş ve kompost, humik ve fulvik asit, leonardit gibi organik materyallere ilave olarak içerisinde çeşitli mikroorganizma türleri, enzimleri ve yosun ekstraktları içeren gübreler üzerinde farklı araştırmalar yapılmıştır. Bu tür gübrelerle yapılan çalışmalarda; Blunden (1991) deniz yosunu ekstraktlarının, Bisoyi ve Singh (1988) Azolla, Azotobakter, Azospirillum ve Rhizobium gibi N₂ fikseden bakteri uygulamalarının, Kumar ve ark. (2004) mikoriza ve fosfat çözücü bakteri aşılmasının ve Tamer ve Karaca (2004) ise leonarditin topraktaki mikrobiyal aktiviteyi çeşitli şekillerde etkisi üzerine yapılmıştır.

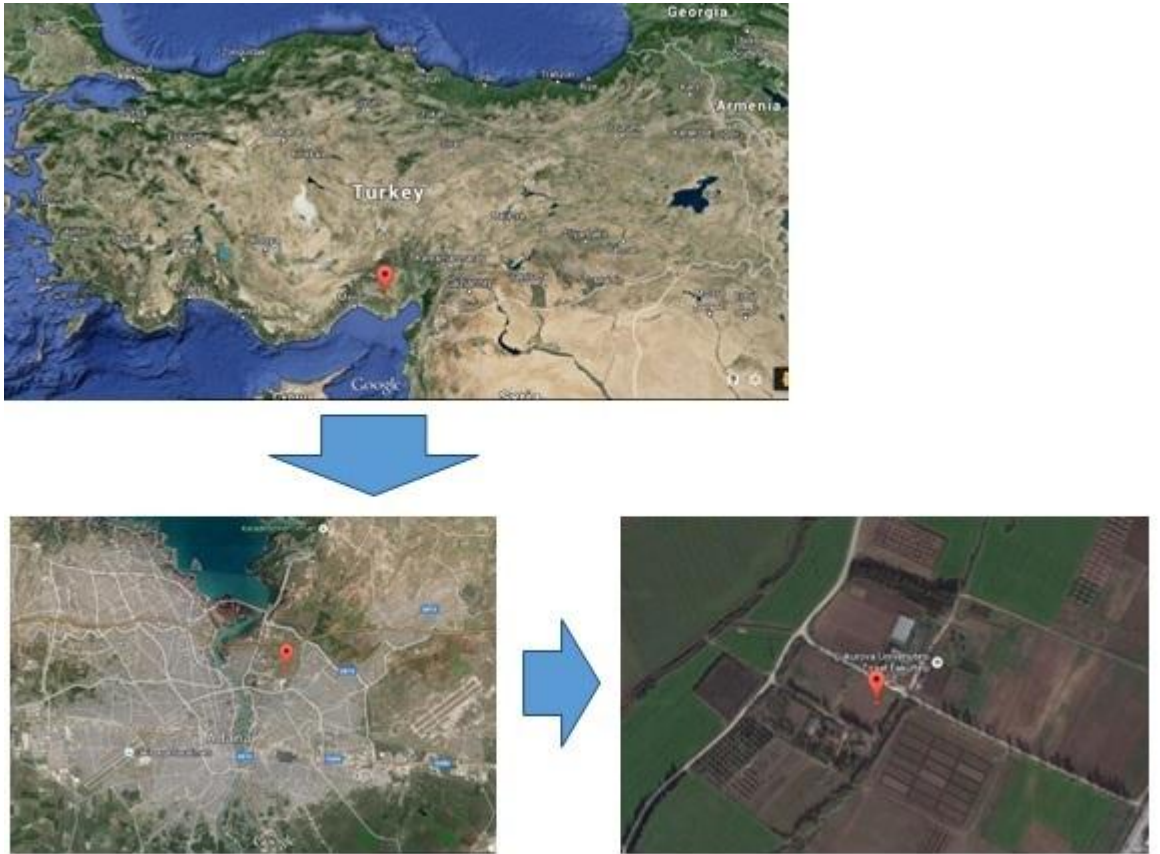
Çoğu mikrobiyal parametreleri genel bir şekilde toprak N ve P'den ziyade toprak organik karbon ile korelasyondadır. Bu beyana göre fosfor ve azot uygulamaları direkt toprak mikrobiyal parametrelerini etkilemediğini göstermektedir ancak bitki verimliliğini artırarak dolaylı olarak toprak organik biyokütlenin birikimin çoğalmasına sebep olur (W.H. Zhong, Z.C. Cai, 2006).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Örnekleme Alanı

Araştırma alanı Nisan 1996'da Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Balcalı Deneysel Araştırma İstasyonunda (37°00' 54.31" kuzey ve 35° 21' 21.56" doğu ve 34m deniz yüksekliğinde) ve Adana ilin doğu akdeniz bölgesinde kurulmuş çakılı bir tarla denemesidir (Şekil 3.1).

Toprak serisi Menzilat (Typic Xerofluvents Fluvents, Entisols), bölge iklimi tipik Akdeniz, uzun-vadeli hava sıcaklık ortalaması 19,1 °C ve yıllık yağış miktarı 670 mm (TSMS 2009) belirlenmiştir.



Şekil 3.1 Çalışma alanı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Balcalı Deneysel Araştırma İstasyonunu gösteren harita (Google harita 2015)

3.2 Mikoriza Aşılanmış Bitki Kompost Hazırlaması

Denemede kullanılan kompost Rynk (1992) yöntemine tabi olarak hazırlanmıştır. Bu yöntemde eşit miktarda çim bitki, buğday ve mısır hasat artıkları, 8 ay boyunca atmosferik şartlar altında kompost edilmiştir. Hazırlanan kompostun besin değerleri ve özellikleri: pH (1: 25 W/ V) değeri 7.91, C/ N Oranı 15.4, toplam C, N, P, K, Ca, Mg, değerleri sırayla 86.0, 5.6, 1.79, 9.8, 25.0, 2.7 mg.kg⁻¹ ve Zn, Fe, Cu, Mn değerleri 40.0, 1005.0, 12.0, 141.0 mg.kg⁻¹ tespit edilmiştir.

Mikoriza aşılanmış karışımı 6:3:1 v/v/v oranla kum: toprak: spor şeklinde olup, sorgum (*Sorghum bicolor L.*) bitkisinin ökünden elde edilmiştir (Ortaş 1996). Mikoriza karışımı (*funneliformis mosseae*) (T.H. Nicolson & Gred) C. Walker & A. Schüßler, *F. caledonium* (T.H. Nicolson & Gred) C. Walker & A. Schüßler, *Glaroideoglamus etunicatum* (W.N. Becker & Gred) C. Walker & A. Schüßler, *Glomus clarium* (Nicolson & Schenk) ve *Rhizophagus intraradices* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler, 500-600 kg ha⁻¹ miktara tabi sorgum tohumlarına aşılansın ve sonra hazırlanmış kompost ile karıştırıldı. Aışım esnasında bitki başına 1000 spor kullanılmıştır. AM mantar çeşitleri Uluslararası vesicular-Arbscular Mycorrhizal mantar bankasından (INVAM) temin edilmiştir.

3.3 Örnekleme Alanı Bilgileri

Deneme Kasım 1996'da tesadüf bloklar desenine göre 3 tekerrürlü olarak tasarlanmış 10m×20m ebatlarında 15 parselden oluşmaktadır. Tarla denemesinde buğday (*Triticum aestivum L.*) ve mısır (*Zea mays L.*) rotasyonu uygulanmaktadır. Deneme alanında yer alan uygulamalar;

- 1) Kontrol (sıfır uygulama),
- 2) Geleneksel kimyasal gübreleme (160 kg ha⁻¹ y⁻¹ azot, (NH₄)₂SO₄ şeklinde, 83 kg ha⁻¹ y⁻¹ potasyum, K₂SO₄ şeklinde ve 26 kg ha⁻¹ y⁻¹ fosfor, Ca(H₂PO₄)₂.H₂O olarak)
- 3) Ahır gübresi (25 ton ha⁻¹ y⁻¹, organik madde oranı = 58% ve C/N oranı = 66,7%)

- 4) Bitki kompost (25 t ha⁻¹ y⁻¹ kompostlanmış buğday ve mısır hasat artıkları)
- 5) Mikoriza aşılınmış bitki kompost (10 t ha⁻¹ y⁻¹)

Yıllık organik gübreleme işlemi, ekim öncesinde toprak yüzeyine dağıtılıp ve sonra disk sürgü ile toprak katmanlarıyla karıştırılmıştır.

3.4 Toprak Örnekleme

Toprak örnekleme 2009 yılı boyunca buğdayın vejetatif gelişme döneminde (Mayıs), mısırın vejetatif gelişme döneminde (Ağustos) ve mısır hasadı sonrasında (Ekim) olmak üzere 3 dönemde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme toprak uygulamalarının etkisini elimine etmek amacı ile uygulamalardan en az 4 hafta sonra yapılmıştır. Örnekler 4x5cm ebadında silindirik kalıplar kullanılarak 2x2 m grid modeline göre yüzey bitki döküntüleri sıyrıldıktan sonra 5cm derinlikten alınmıştır. Bu yaklaşıma göre her parsel 36 bireysel örneklemenin parçalanmasıyla elde edilen yaklaşık 3 kg toprak ile temsil edilmiştir. Toplanan örnekler tarlada 2mm'den elenerek geçirilerek homojenize edilmiş ve plastik torbalara aktararak soğuk koşullarda laboratuvara getirilmiş ve 4 °C bekletilmiştir. Daha sonra analizler başlatılana kadar -20 °C derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.5 Genel Toprak Analizleri

Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH), tane büyüklük dağılımı, kireç, kuru hacim ağırlığı, organik madde (%), yarayırlı N içeriği, kation değişim kapasitesi (KDK), yarayırlı fosfor, biyolojik karbon ve mikrobiyal biyokütle fraksiyonları (mikrobiyal biyokütle karbon ve azot) belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH) hesaplaması için havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenmiş 10 gr toprak örneğin üzerine 25 ml saf su eklenerek (1:2.5 karışım oranında saf suda (Jackson, 1962)) saturasyon ekstraktında, cam elektrotlu pH metre ile Richards (1954) tarafından belirtildiği gibi yapılmıştır. Tane büyüklük dağılımı, hidrometre

yöntemi (Bouyoucos 1951) tarafından bildirildiği gibi belirtilmiştir. Toprakların kireç içeriği, Scheibler kalsimetresi kullanarak yapılmıştır. Bu yöntemde, 0,5 gr toprak örneği alınmış, sonra asit uygulanan topraktaki CaCO_3 'ın parçalanması sonucu açığa çıkan CO_2 'in, standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak belirlenmiştir (Allison and Modie 1965). Toprakların kuru hacim ağırlığı, 100 cm^3 hacme sahip çakma silindirler kullanılarak alınmış örnekler 105°C deki etüvde 48 saat bekletilerek toprağın hacim ağırlığı bulunmuştur (Blake ve Hartge, 1986). Organik madde Jackson (1962) tarafından bildirildiği Walkley- Black metodu ile belirlenmiştir. Buna göre, 0,5 gr toprak örnekleri 500 ml'lik erlenmayerlere konularak üzerlerine 10 ml 1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (potasyum dikromat) çözeltisi katılmış, 20 ml konsantre sülfürik asit konulup bir dakika karıştırıldıktan ve 30 dakika bekletildikten sonra 200 ml saf su ile 3-4 damla fenonftalein kompleks indikatörü katılarak $\text{FeSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ (demirsülfat hepta-hidrat) çözeltisiyle ortamın rengi maviden kırmızıya dönene kadar titre edilmiş ve bulunan değerden yola çıkarak hesaplama yapılmıştır (Tüzüner, 1990). Toprak örneklerindeki toplam organik C miktarı Walkley-Black metoduyla belirlenmiştir (Robinson ve ark,1996). Toplam N miktarı Kjeldahl asit digestion yöntemiyle belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961, Bremner 1965). Toprak örneklerindeki toplam organik N miktarını belirlemek için toprak örneklerindeki yarıyışlı N (NO_3 ve NH_4^+) Bremner (1965) tarafından bildirildiği gibi Devarda karışımı kullanılarak ve 1 M KCl çözeltisiyle ekstrakt edilerek destiasyonla belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) Bremner (1965) tarafından bildirildiği üzere sodyum/amonyum asetat yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Toprağın yarıyışlı fosfor düzeyi, Olsen ve Sommers (1982) tarafından bildirildiği gibi belirlenmiştir.

3.6 Mikrobiyal Biyokütle Analizleri

Toprak mikrobiyal biyokütle karbonu (MBC) ve mikrobiyal biyokütle azotu (MBN) belirlemelerinde mikrobiyal biyokütle ekstraksiyonu Vance ve ark. (1987) tarafından bildirildiği gibi kloroform fumigasyon-ekstraksiyon (CFE) yöntemine göre belirlenmiştir. Kloroform fumigasyonu uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) toprak örnekleri K_2SO_4 ile ekstrakte edildi ve elde edilen özütlerde Vance ve ark. (1987) tarafından bildirildiği gibi dikromat oksidasyonu yöntemi ile organik karbon içeriği

analiz edilmiştir. Fumige edilmiş ve edilmemiş toprak özütlerinin organik karbon ve toplam azot değerleri arasındaki farka dayanarak Vance ve ark. (1987) ve Brookes ve ark. (1985) tarafından belirtildiği gibi MBC ve MBN hesaplanmış ve diğer toprak parametreleri ile kıyaslanmıştır. Analiz ayrıntılar işlem adımlarına göre aşağıdaki kısımlarda verilmektedir.

3.6.1 Kloroform fumigasyon ekstraksiyon yöntemi

Kloroform fumigasyon yöntemi topraktaki mikrobiyal organizmaları öldürerek, hücrelerinin parçalanması ve sitoplazm'ın toprak ortamına salınmasına sebep olur ve bu hücre materyalleri sonra topraktan ekstrakte edilebilir (Powlson ve Jenkinson 1987). Bu yöntemde aşağıdaki bileşimlerin analizleri için 0.5 M K_2SO_4 ekstraksiyon işlemi kullanılmaktadır:

- a) Organik C (Vance vd. 1987)
- b) Toplam N ve NH_4-N (Brookes vd. 1985)
- c) İnorganik P (Brookes vd. 1982)
- d) Ninhydrin duyarlı N (Joergensen ve Brookes 1990, Badalucco vd. 1992)
- e) Karbonhidrat C (Joergensen vd. 1990, 1994)
- f) Fenol duyarlı C
- g) Anthrone duyarlı C (Badalucco vd. 1990, 1992)
- h) Dioksiriboz'tan ölüşen karışımlar
- i) Folin-Ciocolteu reaktif C ve N bileşimleri (Badalucco vd. 1992)

İşlem için 50 g toprak tartılır ve iki kısma ayrılır (her biri 25 g kuru ağırlıkta) bir örnek üzerinde fumigasyon işlemi yapılmıştır ve diğer örnek kontrol olarak değerlendirilmiştir. Kontrol örnek 250 ml balona koyulmuştur ve sonra 100 ml 0.5 M K_2SO_4 'ile 30 dakika boyunca 200 devirde (osilatör şeyker) ekstrakte edilmiştir (ekstraksiyon bileşim: toprak oranı 4:1 v/w). Elde edilen ekstrakt sonraki aşamada whatman 42 filtre kâğıttan süzülerek, saf kontrol ekstrakt, örnek olarak buzdolabına taşınmıştır.

Fumigasyon işlemine tabi nemli toprak örnekler 50 ml cam beher içine koyulduktan sonra desikatör içine taşınır. İlaveten desikatör içine ıslak bir mendil ve biraz miktar içeren soda kireç granül içeren beher de yerleştirilir. Etanol içermeyen kloroform başka bir beherde son aşamada desikatör içine ilave edilir. Kloroform şişesinin içine birkaç tane kaynama taşı ekleyerek kloroformun kaynama işlem boyunca sıçramasını engellemiş oluruz. Sonraki aşamada desikatör kapağı kapanır ve kloroform 2 dakika boyunca kaynayana kadar içindeki hava pompayla tahliye edilir. Sonra desikatör 24 saat boyunca 25 °C sabit bir şekilde enkübe edilir. Fümigasyon işlem bitince 6 kere kloroform tahliyesi yapılır ve toprak içeren örnekler, kontrol örneklerle uygulanan yöntemine tabi, 0.5 M K₂SO₄ ile ekstrakte edilir.

3.6.2 Mikrobiyal biyokütle azotu (MBN) analizi

MBN tayini için Ninhidrin-duyarlı reaksiyon yöntemi (Amato ve Ladd 1988; Joergensen ve Brookes 1990) kullanılmıştır. Bu yöntemin prensibi olarak ninhidrin bileşimi serbest α -amino gruplar içeren moleküllerle (α -amino N, amonyum ve amino asit ve protein ve peptidler gibi) morumsu bir kompleks teşkil etmektedir (Moore ve Stein 1948).

Önceden hazırlanmış ekstraktleri (0.6 ml) ve Sitrik asit bufer (1.4 ml) 20 ml test tüplerin içine koyulur ve sonra 1 ml ninhydrine bileşimi ekleniyor ve karıştırıldıktan sonra kapağı kapanır. Örnekler sonrasında 25 dakika boyunca 100 °C kaynar suyun içinde bekletilir. Bu aşamadan sonra oda sıcaklığında yarım saat boyunca soğuması beklenir ve sonra etanol alkol:su karışımı (4 ml) eklenir ve fotometri yöntemle okunur (570 nm).

Fotometri cihazdan elde edilen sonuçlar, aşağıdaki eşitliği kullanarak ninhidrin-duyarlı mikrobiyal biyokütle N hesaplanır.

$$N_{nin} (\mu g \text{ g}^{-1} \text{ toprak}) = (S-B):L \times N \times (K:Dw + W) \times 1000 \quad (3.1)$$

S: örneklerin emilmiş ışık değeri
B: blank ışık emilmiş ışık değeri
L: leucine molar emilmiş katsayısı

N: 14 (azot moleküler ağırlığı)
K: ekstrakte eden K₂SO₄ miktarı
Dw: toprak örneğin kuru ağırlığı (g)
W: toprak nem miktarı

$$B_{nin} = (N_{nin} \text{ fumige edilmiş toprak örnekler}) - (N_{nin} \text{ kontrol toprak örnekler}) \quad (3.2)$$

3.6.3 Mikrobiyal biyokütle karbonu (MBC) analizi

Bu çalışmada MBC tayini için dikromat oksidasyon yöntemi kullanmıştır (Kalembasa ve Jenkinson 1973; Vance vd. 1987c). Metot prensibi olarak, organik materyal güçlü bir asit ortamında okside olur ve Cr(+VI), yeni Cr(+III) forma dönüşür. Geriye kalan dikromat miktarı geri titrasyon yöntemiyle tayin edilir.

Önce 8 ml örnek ekstraktı 250 ml yuvarlak balona koyulur ve üzerine 2 ml K₂Cr₂O₇ (66.7 mM (0.4 N)) ve 15 ml H₂SO₄/H₃PO₄ karışımı eklenir. Balon sonrası 30 dakika boyunca desitilasyon edilir ve soğuduktan sonra 20-25 ml su ile seyreltilir. Titrasyon işleme başlaman önde örneklerle 5 damla 1,10 fenantrolin-demir (25 mM) endikatör olarak eklenir. Titrasyon işlemi 40.0 mM demir amonyum sülfat ile titrant olarak yapılır.

Titrasyondan elde edilen rakamlar aşağıdaki eşitliği kullanarak biyokütle C hesaplanması için kullanılır:

$$C (\mu\text{g ml}^{-1}) = (H-S) : C \times M \times D : A \times E \times 1000 \quad (3.3)$$

H: Sıcak kontrol için kullanılan titrasyon çözeltisi (ml)
S: Örnekler için kullanılan titrasyon çözeltisi (ml)
C: Soğuk kontrol için kullanılan titrasyon çözeltisi (ml)
M: Potasyum di-kromat çözeltisinin normalite (N) değeri
D: Örneklerle ilave edilen Potasyum di-kromat çözeltisinin miktarı
A: analizde kullanılan ekstraksiyon miktarı
E: Cr_(IV) → Cr_(III) indirgeme değeri = 3

$$C (\mu\text{g g}^{-1} \text{ toprak}) = C (\mu\text{g ml}^{-1}) \times (K : Dw + W) \quad (3.4)$$

K: Ekstraksiyon için kullanılan çözelti miktarı
Dw: Toprak örneklerin kuru ağırlığı
W: toprak nem oranı

$$C_{MBK} = E_C : K_{EC} \quad (3.5)$$

E_C : (fumige edilmiş toprakların C_{org} miktar-) - (işlem yapılmamış toprakların C_{org} miktarı)
 K_{EC} : 0.38 (kalibrasyon faktör) (Vance vd. 1987c)

3.7 İstatistik Analizleri

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Tekrarlamalı olan yürütülen analizi farklı tarımsal uygulamalar ve mevsimsel pH, organik karbon, yarıyışlı fosfor ve azot, MBC ve MBN değerler için kullanılmıştır. Parametreler değişimlerin istatistiksel değerlendirmeler için IBM-SPSS 20 istatistik programı (SSPS, Chicago, IL) ve Farklı grupların belirlenmesinde DUNCAN çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır (Duncan, 1955).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan kontrol toprak analiz sonuçlarında KDK değeri ve CaCO_3 yüzdesi, sırayla $75.4 \mu\text{mol}_c \text{g}^{-1}$ ve 3.68% tespit edilmiştir. Tane büyüklüğü % 37.5, 31.0 ve 31.5 (Kil / Silt / Kum sırayla) belirlenmiştir.

Organik C miktarı 12.26 g.kg^{-1} değerlendirildi ve istatistik olarak uygulamalar ve mevsimler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Toplam C, yarıyışlı (NH_4+NO_3) N ve Toprak Reaksiyonu (pH) değerleri çizelge 4.1’de ve aralarındaki korelasyon çizelge 4.2’ de verilmiştir. Toprakların belirtilen parametreler aralarında istatistiksel olarak fark tespit edildi, lakin mevsimler ve uygulamalar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Çizelge 4.1 Toplam C, yarıyışlı (NH_4+NO_3) N ve Toprak Reaksiyonu (pH) değerleri

	Kimyasal parametreler		
	Toplam C*	Yarıyışlı N* (mg.kg^{-1}) (NH_4+NO_3)	Toprak Reaksiyonu (pH)
Uygulamalar			
Kontrol	5.14 A	38,73 B	7,76 D
Kimyasal gübreleme	4.96 BC	40,29 AB	7,83 C
Ahır gübresi	5.12 A	45,19 A	7,86 C
Bitki kompost	4.87 C	44,72 A	7,96 B
Mikoriza-aşılı kompost	5.07 AB	43,94 A	8,05 A
Uygulama**	0.001	0.038	<0.001
Mevsim	0.303	0.265	0.496
Uygulama × Mevsim	0.061	0.837	0.108

Açıklama: büyük alfabetik işaretler uygulamalar arasındaki istatistiksel açıdan farkları temsil etmektedir.

* değeri ppm (mg.kg^{-1}) olarak belirlenmiştir

** kalın yazıda olan rakamlar anlamlı olan p değerleri temsil etmektedir

Toplam C miktarında istatistik ölçümde mevsimsel bir fark tespit edilmedi, uygulamalar arasında ($P < 0.001$) seviyede kontrol, ahır gübresi ve kısmen mikoriza-aşılı kompost (AMF-kompost) arasında bir fark görülmezken kimyasal gübre ve bitki kompost arasında istatistik fark saptanmıştır. Alt seviyede kimyasal gübreleme ve bitki kompost arasında fark olmasına rağmen istatistik açıdan bir fark tespit edilmemiştir (kontrol /ahır gübresi /AMF-kompost > kimyasal gübreleme / bitki kompost).

Topraktaki organik madde miktarı iklim, toprak tekstürü, topoğrafya, drenaj, toprağa ilave olan organik maddenin kalitesi ve toprağa uygulanan işlemlerle yakından ilgilidir. Araştırmada mevsimler arasında önemli bir değişim olmamasının nedeni bitkiler tarafından kullanım, mikrobiyal aktiviteler ve iklim şartlar sebebiyle C mineralizasyon gibi faktörlerden etkilenmiş olabilir. Diğer taraftan uygulamalar arasında AMF-kompost gübrelerin diğer uygulamalara kıyasla daha ekonomik olmasıyla aynı sonuçları göstermesi tarımsal ve ekonomik açıdan önemlidir.

Yarayışlı N (NH_4+NO_3) analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre, ahır gübresi, bitki kompost, mikoriza-aşılı kompost ve kısmen kimyasal gübre arasında önemli bir fark olmadığı, lakin kontrol örnek değerlerine göre önemli ($P < 0.05$) seviyede fark belirlenmiştir (bitki kompost / AMF- kompost / kimyasal gübre > Kontrol). Diğer taraftan kimyasal gübre ve kontrol arasında fark olmasına rağmen, istatistik olarak bu fark önemli derecede olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak toprak örneklerine her tür ilave edilmiş kimyasal ve organik madde, toplam azot ve yarayışlı formunda pozitif etki yapmıştır. Azotun mineralizasyon ve bitki kullanımı ve diğer taraftan kayıp miktarı, ilave edilen azot ile zamanla bir denge oluşturmuş olabilir. Uygulamalar arasında görülen az farklılık bu faktörler ve dengelerin son noktası olarak nitelendirilebilir, mamafih öncede belirtildiği gibi sonuç olarak kontrol örnekler topraklarda daha az yarayışlı N mevcut olmasına sebep olur. Araştırma sonuçlarına göre, çiftlik (Ahır) gübresi, bitki kompost ve AMF-kompost arasında istatistik bir fark görülmemektedir. Bu ifadenin sonucu elde edilen yarayışlı N, bitki atıklarından elde edilen kompost gibi daha ekonomik gübrelerin aynı randıman sağlayarak daha pahalı olan ahır gübrelerinin yerine kullanılabilir. İlaveten bitki kompost ve AMF-kompost sonuçlarını gözden geçirerek, daha az bitki kompost kullanmış olmasına rağmen, mantar

mikroorganizmaları etkili bir faktör olarak iyi randıman elde etmek için değerlendirilebilir.

Toprak reaksiyon (pH) sonuçları pratikte pek belirgin fark görülme bile, istatistiksel olarak uygulamalar arasında $P < 0.001$ seviyede farksaptanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak sadece ahır gübre ve kimyasal gübre arasında fark görülmemiştir. Toprak ana materyal ve mikroorganizmalar ve diğer toprak reaksiyonları, pH değerini etkileyebilir. Mamafih parsellerde yapılan analizler aynı toprak yapısına sahip olduklarından, ilave edilen kimyasal reaksiyonlar ve organizma faaliyeti sonucunda, örnekler arasındaki değerlerde farklılıklar gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 Örneklerin kimyasal ve biyolojik özellikler arasındaki korelasyon Correlations

	BIOMASS-C	BIOMASS-N	lime	org C	total N	NH4-NO3	pH
BIOMASS-N	0,433						
	0,003						
lime	-0,074	-0,157					
	0,631	0,302					
org C	0,141	-0,128	-0,703				
	0,356	0,403	0,000				
total N	0,078	-0,195	0,020	0,146			
	0,610	0,200	0,898	0,338			
NH4-NO3	0,315	-0,021	0,033	-0,037	0,060		
	0,035	0,892	0,831	0,809	0,695		
pH	0,050	-0,137	0,107	-0,172	0,229	0,282	
	0,745	0,370	0,485	0,259	0,130	0,060	
available P	0,236	-0,181	-0,078	0,510	0,091	0,085	0,036
	0,118	0,235	0,610	0,000	0,552	0,580	0,814

Fosfor değerleri izelge 4.3’de gösterilmektedir. İstatiksel olarak hem uygulamalar ve hem mevsimler arasında $P_p < 0.001$ seviyesinde anlamlı fark saptanmıştır. Bahar mevsim değerlendirmesinde, AMF aşılı kompost ve sonra kontrol örnekleri en yüksek fosfor değerlerine sahipler. Kimyasal ve Ahır gübre içeren uygulamalar ikinci seviyedeve en son olarak kompost içeren toprak örnekleri tespit edilmiştir (AMF-kompost > kimyasal gübre / Ahır gbresesi / kontrol > kompost). Yaz örneklerde, tüm uygulamalar arasında $P < 0.001$ seviyesinde istatistik farklılık tespit edilmiştir. AMF-Kompost en yüksek değeri ve ikinci aşamada ahır gbresesi ve en son olarak bitki kompost, en düşük fosfor değeri göstermiştir (AMF-Kompost > ahır gbresesi > Kontrol > Kimyasal gübre > Bitki kompost). Sonbahar sonuçlarında tüm uygulamalar arasında yaz mevsimi gibi $P < 0.001$ seviyesinde istatistik olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Kontrol dışında diğer örneklerde fosfor miktarı düşüşü tespit edildi. Toplamda en yüksek değer kontrol rneği ve en düşük değeri kimyasal gübre içeren örnek göstermiştir. Ahır gübreli ve AMF-kompost örnekler arasında istatistik olarak bir farklılık görünmemiştir (Kontrol > Bitki kompost > Ahır gbresesi / AMF-Kompost > Kimyasal gübre).

Çizelge 4.3 Uygulamalar ve mevsim arasında yarayışlı P değerleri ve interaksiyonu

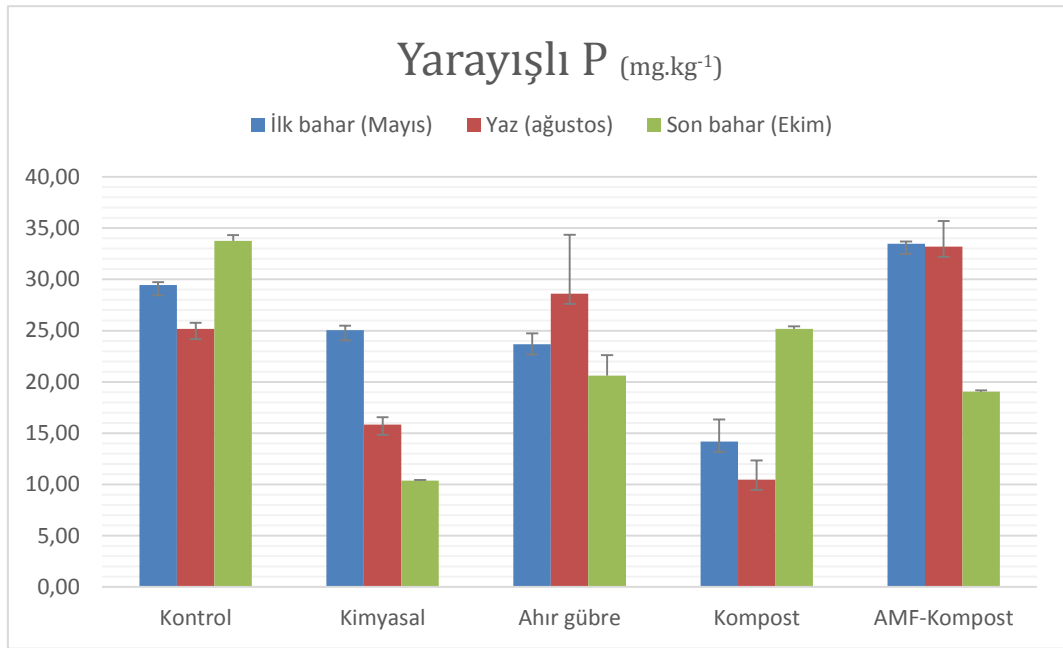
	Yarayışlı P (mg.kg ⁻¹)			Açıklama: büyük alfabetik işaretler uygulamalar arasındaki ve küçük harfler mevsimler arasındaki istatistiksel açıdan farkları
	Bahar	Yaz	Sonbahar	
Uygulamalar				
Kontrol	29.46 Bc	25.16 Cb	33.75 Aa	
Kimyasal gübreleme	25.04 Ba	15.84 Db	10.36 Dc	
Ahır gbresesi	23.66 Bb	28.62 Ba	20.62 Cb	
Bitki kompost	14.19 Cb	10.47 Ec	25.18 Ba	
Mikoriza-aşılı kompost	33.47 Aa	33.19 Aa	19.03 Cb	
Uygulama*		<0.001		
Mevsim		<0.001		
Uygulama × Mevsim**		<0.001		

tems il etmektedir.

* kalın yazıda olan rakamlar anlamlı olan p değerleri tems il etmektedir

** uygulamalar ve mevsimler arasında korelasyon göstergesi

Toprakta uygulanan gübreler arasında mevsimsel fosfor değerleri şekil 4.1’de belirlenmiştir. Kontrol örneklerinde mevsim bazlı bir düşüş ve yükseliş görülmektedir. Hiçbir toprak ilavesi yapılmamış olmasına rağmen dönem sonu hasat artıkları fosfor geri dönüşümü sağlamış olabilir. Bir miktar sonraki ekimde mısır tarafından tüketilmiş olmasına rağmen, orta derecede mikro-organizma faaliyeti mevsim boyunca yarıyışlı P değerine pozitif bir etkisi olmuş olabilir.



Şekil 4.1 Farklı mevsimlerde farklı uygulamaların yarıyışlı P değerleri

Kimyasal gübre ilave edilen parselde ilk mevsimde, hızlı çözüldüğü için ani bir yükseliş görülmektedir. Bitkiler ve diğer organizmalar tarafından tükenen miktar, yıkanma etkisiyle beraber mevsim boyunca düşüşe sebep olmuştur. Daha az biyolojik faaliyette, fosfor tutulma ihtimali düşerek fosfor kaybına sebep olabilir.

Fosfor ve diğer besin maddeleri ve mikrobiyal açıdan zengin olan ahır gübresi ilavesi toprakta hızlı bir mikrobiyal faaliyetine sebep olur. Birinci mevsimde bu nedene bağlı yüksek bir fosfor değeri gözükmemektedir. Bu değer ikinci mevsimde hasat artıkları ve

devam etmekte olan organizma faaliyetiyle, yeni ekim bitki tüketimine rağmen az bir düşüş sergilemektedir. Sonbahar mevsiminde bitki ve diğer organizmalar tüketim sebebiyle hafif bir düşüş sergilemektedir.

Bitki kompost uygulaması diğer gübrelere göre daha az besin maddeye sahiptir buna rağmen birinci mevsimde kontrol değerine göre daha yüksek bir rakam sergilemektedir. Mamafih diğer gübrelerle kıyasta daha az bir yükselme göstermiştir. Ayrışmada olan kompost, sıcak ve nem oranının yükselmesiyle yoğun bir mikrobiyal faaliyeti göstermekte ve bu sebeple sıcaklık miktarı termofob organizmaların popülasyonunun azalması ve fosfor mineralizasyon hızının düşmesine neden olmuş olabilir. Sonuç olarak yaz mevsiminde daha az yarayışlı fosfor görünmektedir. Güz mevsim hasat sonrasında hava şartları daha uygun hale gelmesiyle birlikte mikrobiyal faaliyetinin hızlanması ve önceki mevsimlerden geri kalan bitki kalıntıları ve kompost ayrışması sonucunda yüksek bir yarayışlı fosfor oranı görülmektedir.

Mikoriza aşıli kompost uygulaması bitki kompostu uygulamasına kıyasla daha az miktarda uygulanmış olmasına rağmen, fungal faaliyet sonucunda daha iyi bir yarayışlı fosfor miktarı göstermektedir. Fungal popülasyon bitki kompostunun ayrışmasına sebep olabilir ve birinci ve ikinci mevsim boyunca mikrobiyal faaliyetlerine yardımcı olmaktadır ve sonuç olarak daha dengeli ve yüksek fosfor değeri sergilememektedir. Bu araştırma sonucunda fungal ve mikrobiyal faaliyetleri bir arada pozitif ve sinerjik faaliyet göstermelerini görebiliriz.

4.2 Toprakların Mikrobiyal Biyokütle karbon ve Azot Özellikleri

Yapılan araştırmada mikrobiyal biyokütle C değerleri çizelge 4.4' de gösterilmiştir. Mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) miktarında hem uygulamalar ve hem mevsimler arasında istatistik olarak $P < 0.001$ seviyesinde anlamlı farklılık saptanmıştır.

Bahar ve yaz örneklerinde tüm uygulamalar arasında istatistik olarak $P < 0.001$ seviyesinde fark tespit edildi. En yüksek değer ahır gübresinde elde edilirken, en düşük

değer kontrol için belirlendi. Kimyasal gübre uygulamasının MBC üzerinde etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Sonbahar örneklerinde ahır gübresi uygulaması en yüksek değeri gösterirken, diğer örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık kaydedilmemiştir.

Mevsimsel açıdan uygulamalar arasında $P < 0.001$ seviyede istatistik farklı değerler tespit edilmiştir. Kontrol ve kimyasal gübre içeren örneklerde mevsimler arasında önemli bir fark görülmemiştir. Lakin ahır gübre, bitki kompost ve mikoriza-aşılı kompost örneklerinde mevsimler arası istatistik olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.4 uygulamalar ve mevsim arasında mikrobiyal biyokütle C değerleri

	Mikrobiyal Biyokütle C ($\mu\text{g.g}^{-1}$)		
	Bahar	Yaz	Sonbahar
Uygulamalar			
Kontrol	226.64 Da	167.81 Da	191.6 Ba
Kimyasal gübreleme	281.7 CDa	221.62 CDa	242.23 Ba
Ahır gübresi	841.8 Aa	728.4 Ab	526.4 Ac
Bitki kompost	334.57 Ca	257.6 Cb	233.92 Bb
Mikoriza-aşılı kompost	642.4 Ba	320.1 Bb	220.28 Bc
Uygulama*	<0.001		
Mevsim	<0.001		
Uygulama $\times$ Mevsim**	<0.001		

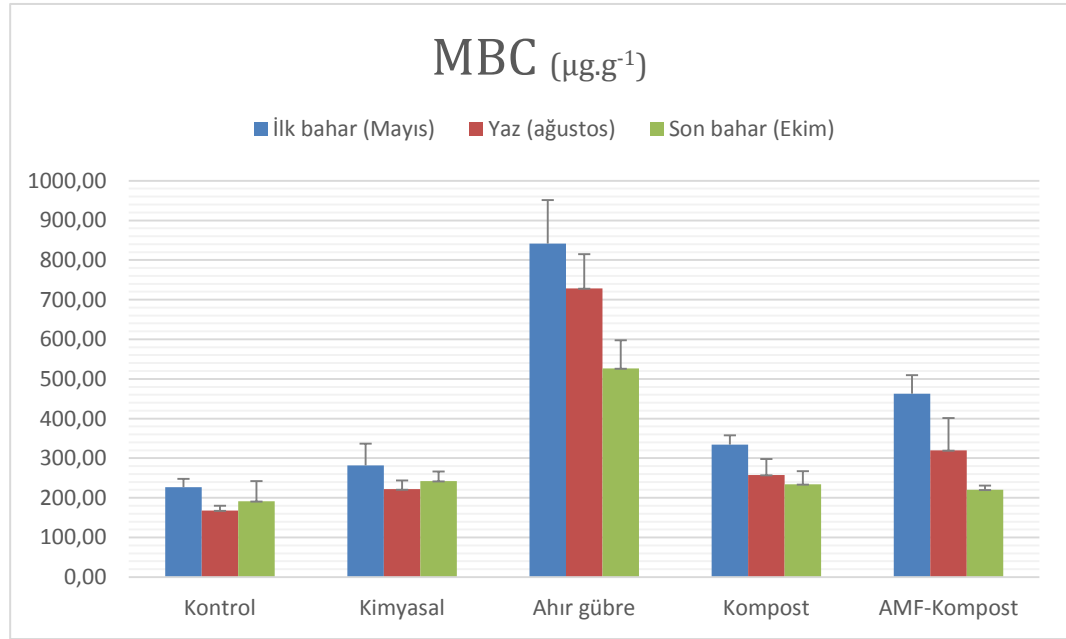
Açıklama: büyük alfabetik işaretler uygulamalar arasındaki ve küçük harfler mevsimler arasındaki istatistiksel açıdan farkları temsil etmektedir.

* kalın yazıda olan rakamlar anlamlı olan p değerleri temsil etmektedir

** uygulamalar ve mevsimler arasında korelasyon göstergesi

Mikrobiyal biyokütle, toprakların organik karbon değişiminin hızlı bir göstergesi olarak ifade edilir. Toplam organik karbonunun aksine, mikrobiyal biyokütle karbonu toprak uygulamalarına ve işlemlere tepki gösterir. Mikrobiyal biyokütle değeri toprağın karbon içeriği, nem oranı, hava sıcaklığı, toprak pH'sı, toprak çalışmaları gibi faktörlerden etkilenmektedir. Mevsimsel uygulamaların sonuçları Şekil 4.2'de gösterilmektedir. Yaklaşık tüm örneklerde mevsim boyunca mikrobiyal C değerinin düşüşü tespit edilmiştir. Sıcak ve nemli iklim koşullarında yapılan uzun süreli uygulama

araştırmalarında, mevsimsel olarak ilave edilen hasat kalıntıları ve besin maddeleri, bitkiler ve mikrobiyal popölasyonun enerji kaynağı olarak tükenmesi bir taraftan ve sıcak nemli iklim etkisi altında daha yüksek mineralizasyon ve karbon kaybı diğerk taraftan, mikrobiyal biyokütle karbon değerkinin sabit kalması ve ya düşmesine sebep olmaktadır (Hoyle vd. 2006a).



Şekil 4.2 Farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle C değerkleri

Kontrol ve Kimyasal gübreli örneklerde yaz boyunca mikrobiyal aktivite artmasıyla beraber MBC değerkinde bir düşüş ve sonraki mevsimde geçen hasat kalıntıları ilave edilerek değerk hafifçe yükseldiğı görölmektedir.

Ahır gübresi, bitki kompostu ve AMF-kompost örnekleri, kimyasal gübreyle kıyasla daha yüksek organik madde içermekte olup, bu yüzden birinci mevsimde daha yüksek MBC değerk bekleniyordu. Organik maddece zengin olan bu besin maddelerde daha hızlı ve yoğun mikrobiyal faaliyet gerçekleşir. Sonuç olarak daha fazla organizmaların enerji kaynağı olarak organik karbon tükenmesi ve akabinde karbon mineralizasyonu meydana gelmektedir. Dikkat çeken nokta AMF-kompostu, bitki kompostu göre daha az

besin madde içermiş olmasına rağmen daha yüksek MBC değerleri göstermekte olmasıdır. Araştırma sonuçları mikoriza ve toprak mikrobiyal popülasyon arasında bir interaksiyon olması ve besin maddelerini daha iyi bir şekilde sergilemekte olduklarını göstermektedir.

MBN değerlendirmesinde mevsim ve uygulamalar arasında istatistik açıdan değerli bir korelasyon elde edilmemiştir. Ayrıca mevsimler arasında da anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Uygulamalar arasında, istatistik olarak $P < 0.05$ seviyesinde bir fark saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre ahır gübresi ve kısmen bitki kompostu en yüksek biyokütle azot içeriğine sahiplerdi. Kontrol ve kimyasal gübre uygulanan örnekler istatistiksel olarak eşit seviyeye sahiptirler. Ayrıca kısmen bitki kompostuna göre istatistiksel çok az bir değer farklılığı elde edilmiştir. İstatistik değerlendirmeler çizelge 4.5 ve Mevsimsel uygulamalar şekil 4.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.5 Farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle N değerleri

	Mikrobiyal Biyokütle N ($\mu\text{g.g}^{-1}$)			Ortalama
	Bahar	Yaz	Sonbahar	
Uygulamalar				
Kontrol	16.03	14.04	11.54	13.87 BC
Kimyasal gübreleme	13.39	16.12	13.54	14.35 BC
Ahır gübresi	21.05	15.42	15.00	17.16 A
Bitki kompost	15.66	13.43	15.57	14.88 AB
Mikoriza-aşılı kompost	14.05	10.35	12.04	12.14 C
Uygulama*				0.017 (p < 0.05)
Mevsim				0.070
Uygulama $\times$ Mevsim**				0.342

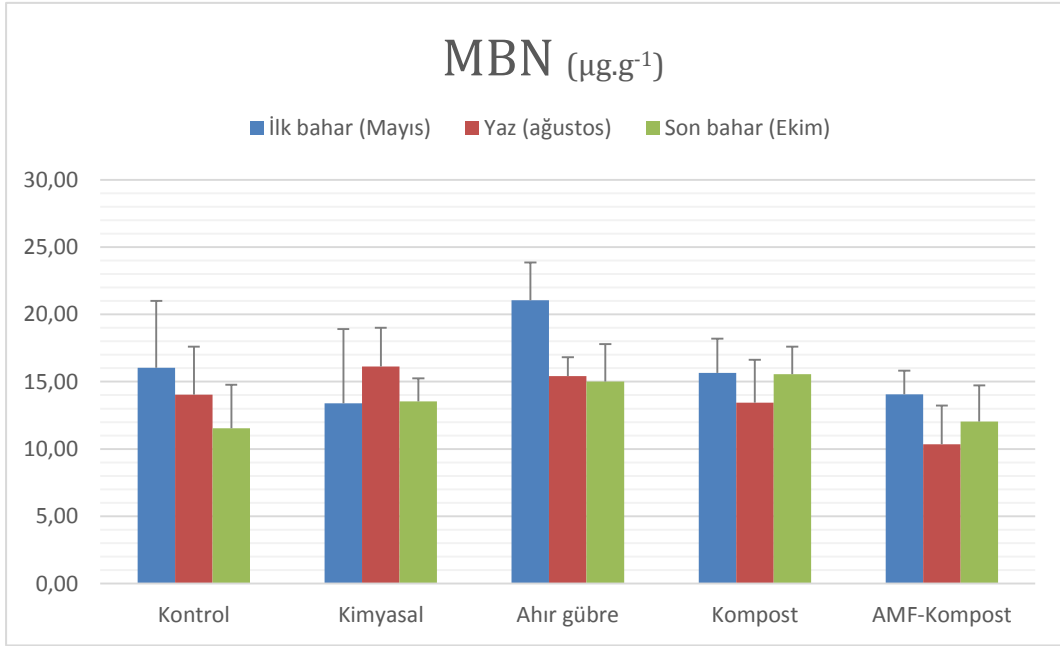
Açıklama: büyük alfabetik işaretler uygulamalar arasındaki ve küçük harfler mevsimler arasındaki istatistiksel açıdan farkları temsil etmektedir.

* kalın yazıda olan rakamlar anlamlı olan p değerleri temsil etmektedir

** uygulamalar ve mevsimler arasında korelasyon göstergesi

Kontrol örnekte mevsim boyunca belirgin bir düşüş gözükmemektedir. Bitki ve organizmaların tüketimi, iklim şartlarına bağlı mineralizasyon ve akabinde topraktan yıkanma, bu düşüşe sebep olabilir. Diğer örneklerde bu sebeplere karşı gübrelerde olan

azot miktarı ve organizmaların entegrasyonu, bu düşüşün hızını azaltıp ve sabit tutmuş olabilir. Uzun süreli gübreleme uygulamalarda toprak ekosistemi istikrarlı bir hale geldiği için mevsimsel gübrelemeler ani şekilde toprakta belirgin olmayabilir (R. D. Lovell, s. Vd. 1994).



Şekil 4.3 Farklı mevsimlerde farklı uygulamaların mikrobiyal biyokütle N değerleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, uzun süreli kimyasal ve organik gübrelemelerin, besin maddeler ve biyolojik endekslerinde farklılıklar tespit edilmiştir. Organik gübreler genel bir bakışta kimyasal gübrelerle kıyasla daha iyi etki etmiştir. Yarıyışlı fosfor miktarları organik gübreleme uygulamalarında özellikle kimyasal gübrelemeye göre yüksek seviyededir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle düzeyleri, organik gübrelerde bariz bir şekilde kimyasal gübrelerin üzerinde belirlenmiştir. Organik gübreler besleme özellikleri yanında, toprak pH'sı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan pozitif etki yaparak, biyolojik yararlı maddelerinde bulunmasını sağlıyor.

Organik gübreler kategorisinde, ahır gübreleri yıllar boyunca en etkileyici organik besin olarak tanımlanmıştır, ancak tarımsal araştırmalar farklı alternatifleri de bu alana sunmuştur. Bitki ve hayvansal kökenli kompostlar geçen yıllarda zengin ve değerli bir alternatif olarak sergilenmiş ve yapılan araştırmalarda yeni nesil tarım teknikleri için olumlu sonuçlar göstermektedir. Organik kompostlar ekonomik açıdan ahır gübrelerine kıyasla daha düşük maliyetli ve zaman açısından daha hızlı elde edilebilir. Mikoriza ve diğer organizmaların pozitif etkisi de diğer taraftan araştırmalarda tespit edilmiştir. Bu ikili kombinasyon sonucu elde edilen organizma aşılı kompostolar daha az ham madde içermiş olmalarına rağmen istatistik ve biyolojik açıdan bu araştırma kabul edilebilecek bir değer kazanmaktadır. Daha iyi kompost kombinasyonu, ekonomik ve verim açısından daha yüksek performanslı formüller bulmak için daha detaylı ve farklı araştırmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acosta-Martínez, V., Bell, CW,ç Morris, BEL,. Zak. J. and Allen, VG. 2010. Long-term soil microbial community and enzyme activity responses to an integrated cropping-livestock system in asemi-arid region. *Agric Ecosyst Environ.* 137:231–240. doi:10.1016/j.agee.2010.02.008
- Acosta-Martínez, V., Dowd, SE., Bell. CW., Lascano, R., Booker, JD., Zobeck, TM. and Upchurch DR. 2010. Microbial community composition as affected by dryland cropping systems and tillage in a semiarid sandy soil. *Diversity.* 2:910–931. doi:10.3390/d2060910
- Bååth E, Anderson TH. 2003. Comparison of soil fungal/bacterial ratios in a pH gradient using physiological and PLFA-based techniques. *Soil Biol Biochem.* 35:955–963. doi:10.1016/S0038-0717(03)00154-8
- Beck, T., Joergensen, RG., Kandeler, E., Makeschin, F., Nuss, E., Oberholzer, HR, and Scheu, S. 1997. An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol Biochem.* 29:1023–1032. doi:10.1016/S0038-0717(97)00030-8
- Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-439.
- Böhme, L., Langer, U. And Böhme, F. 2005. Microbial biomass, enzyme activities and microbial community structure in two European long-term field experiments. *Agric Ecosyst Environ.* 109:141–152. doi:10.1016/j.agee.2005.01.017
- Braak, T, and Tongeren, V. 1987. Data analysis in community and landscape ecology, centre for agricultural publishing and documentation. Cambridge: University of Cambridge Press.
- Bremner, J.M. (1965). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. A.C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series, no. 9, Madison, Wisconsin, 400 s., USA.
- Brookes, PC., Landman, A, Pruden., G, and Jenkinson, DS. 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol Biochem.* 17:837–842. doi:10.1016/0038-0717(85)90144-0
- Calderón, FJ., Jackson, LE., Scow, KM, and Rolston, DE. 2000. Microbial responses to simulated tillage in cultivated and uncultivated soils. *Soil Biol Biochem.* 32:1547–1559. doi:10.1016/S0038-0717 (00)00067-5
- Campbell, C. A Biederbeck,. V.O. Zentner, R. P. and Lafond. G. P. 1991. Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71:363-376 (Aug. 1991)

- Celik, Ortas, and S. Kilic. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research* 78 (2004) 59–67
- Chen, CR, Phillips, IR, Wei, LL, and Xu, ZH. 2010. Behaviour and dynamics of di-ammonium phosphate in bauxite processing residues and in Western Australia-II Phosphorus fractions and availability. *Environ Sci Pollut Res.* 17:1110–1118. doi:10.1007/s11356-009-0268-4
- Chu, HY., Lin, XG., Fujii, T., Morimoto, S, Yagi, K, Hu, JL. and Zhang, JB. 2007. Soil microbial biomass, dehydrogenase activity, bacterial community structure in response to long-term fertilizer management. *Soil Biol Biochem.* 39:2971–2976. doi:10.1016/j.soilbio.2007.05.031
- Cornfield, AH. 1960. Ammonia released on treating soils with N sodium hydroxide as a possible means of predicting the nitrogen-supplying power of soils. *Nature.* 187:260–261. doi:10.1038/187260a0
- Debosz, K, Rasmussen, PH, and Pedersen, AR. 1999. Temporal variations in microbial biomass C and cellulolytic enzyme activity in arable soils: effects of organic matter input. *Appl Soil Ecol.* 13:209–218. doi:10.1016/S0929-1393(99)00034-7
- Frostegård, A. and Bååth, E. 1996. The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biol Fertil Soils.* 22:59–65. doi:10.1007/BF00384433
- Giacometti, C., Demyan, MS., Cavani, L., Marzadori, C, Ciavatta, C. and Kandeler E. 2013. Chemical and microbiological soil quality indicators and their potential to differentiate fertilization regimes in temperate agroecosystems. *Appl Soil Ecol.* 64:32–48. doi:10.1016/j.apsoil.2012.10.002
- Gong, ZT. 1999. Chinese soil taxonomic classification. Beijing: China Science Press. Chinese.
- Guo, JH., Liu, XJ., Zhang, Y., Shen, JL., Han, WX., Zhang, WF., Christie, P, Goulding, KWT., Vitousek, PM. and Zhang FS. 2010. Significant acidification in major Chinese croplands. *Science.* 327:1008–1010. doi:10.1126/science.1182570
- He, JZ., Zheng, Y., Chen, C.R, He. YQ. and Zhang, LM. 2008. Microbial composition and diversity of an upland red soil under long-term fertilization treatments as revealed by culture-dependent and culture-independent approaches. *J Soil Sediment.* 8:349–358. doi:10.1007/s11368-008-0025-1
- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant Soil.* 237:173–195. doi:10.1023/A:1013351617532
- Hooker, BA., Morris, TF., Peters, R. and Cardon, ZG. 2005. Long-term effects of tillage and corn stalk return on soil carbon dynamics. *Soil Sci Soc Am J.* 69:188–196. doi:10.2136/sssaj2005.0188

- Kennedy, N., Brodie, ., Connolly, J. and Clipson, N. 2004. Impact of lime, nitrogen and plant species on bacterial community structure in grassland microcosms. *Environ Microbiol.* 6:1070–1080. doi:10.1111/j.1462-2920.2004.00638.x
- Liang, B., Yang, XY., He, XH. and Zhou, JB. 2011. Effects of 17-year fertilization on soil microbial biomass C and N and soluble organic C and N in loessial soil during maize growth. *Biol Fertil Soils.* 47:121–128. doi:10.1007/s00374-010-0511-7
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, SH., Ding, L., Liu, Q., Liu, S. and Fan T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma.* 158:173–180. doi:10.1016/j.geoderma.2010.04.029
- Lu, P., Lin, YH., Yang, ZQ., Xu, YP., Tan, F., Jia, XD., Wang, M., Xu, D.R. and Wang, XZ. 2014. Effects of application of corn straw on soil microbial community structure during the maize growing season. *J Basic Microbiol.* 54:1–11.
- McKinley, VLç, Peacock, AD. and White, DC. 2005. Microbial community PLFA and PHB responses to ecosystem restoration in tallgrass prairie soils. *Soil Biol Biochem.* 37:1946–1958. doi:10.1016/j.soilbio.2005.02.033
- Meriles, JM., Gil, SV., Conforto, C., Figoni, G., Lovera, E., March, GJ. and Guzmán, CA. 2009. Soil microbial communities under different soybean cropping systems: characterization of microbial population dynamics, soil microbial activity, microbial biomass, and fatty acid profiles. *Soil Till Res.* 103:271–281. doi:10.1016/j.still.2008.10.008
- Moore, JM., Klose, S. and Tabatabai, MA. 2000. Soil microbial biomass carbon and nitrogen as affected by cropping systems. *Biol Fertil Soils.* 31:200–210. doi:10.1007/s003740050646
- Olsen, SR., Cole, CV., Watanabe, FS. and Dean, LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circulation.* Washington (DC): US Department of Agriculture Press. Pankhurst CE, Yu S, Hawke BG, Harch BD. 2001. Capacity of fatty acid profiles and substrate utilization patterns to describe differences in soil microbial communities associated with increased salinity or alkalinity at three locations in South Australia. *Biol Fertil Soils.* 33:204–217. doi:10.1007/s003740000309
- Olsen, S.R. and Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. *Methods of Soil Analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties* (Ed. by A. L. Page, R. H. Miller & D. R. Keeney), pp. 403-430. American
- Peacock, AD., Mullen, MD., Ringelberg, DB., Tyler, DD., Hedrick, DB., Gale, PM. and White DC. 2001. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate applications. *Soil Biol Biochem.* 33:1011–1019. doi:10.1016/S0038-0717(01)00004-9
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and improvment of saline and alkali soils.* U.S.Dept.Agr.Handbook 60.

- Rousk, J., Brookes, P.C. and Bååth, E. 2010. The microbial PLFA composition as affected by pH in an arable soil. *Soil Biol Biochem.* 42:516–520. doi:10.1016/j.soilbio.2009.11.026
- Rousk, J., Brookes, P.C. and Bååth, E. 2011. Fungal and bacterial growth responses to N fertilization and pH in the 150-year ‘Park Grass’ UK grassland experiment. *FEMS Microbiol Ecol.* 76:89–99. doi:10.1111/j.1574-6941.2010.01032.x
- Sims, J.R. and Haby, V.A. 1971. Simplified colorimetric determination of soil organic matter. *Soil Sci.* 112:137–141. doi:10.1097/00010694-197108000-00007
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. 8th ed. Washington (DC): USDA–NRCS.
- Sradnick, A., Murugan, R., Oltmanns, M., Raupp, J. and Joergensen, R.G. 2013. Changes in functional diversity of the soil microbial community in a heterogeneous sandy soil after long-term fertilization with cattle manure and mineral fertilizer. *Appl Soil Ecol.* 63:23–28. doi:10.1016/j.apsoil.2012.09.011
- Treseder, K.K. 2008. Nitrogen additions and microbial biomass: a meta-analysis of ecosystem studies. *Ecol Lett.* 11:1111–1120. doi:10.1111/j.1461-0248.2008.01230.x
- Vries, F.T., Hoffland, E., Eekeren, N., Brussaard, L. and Bloem, J. 2006. Fungal/bacterial ratios in grasslands with contrasting nitrogen management. *Soil Biol Biochem.* 38:2092–2103. doi:10.1016/j.soilbio.2006.01.008
- Wang, S.P., Jiang, Y., Jia, S.G. and Ju, S.H. 1997. Effect of returning stalk into the field on stable yield, high yield and good quality of corn. *J Jilin Agric Univ.* 19:56–59. Chinese.
- Wardle, D.A. 1998. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: a global-scale synthesis. *Soil Biol Biochem.* 30:1627–1637. doi:10.1016/S0038-0717(97)00201-0
- White, D.C., Davis, W.M., Nickels, J.S., King, J.D. and Bobbie, R.J. 1979. Determination of the sedimentary microbial biomass by extractable lipid phosphate. *Oecologia.* 40:51–62. doi:10.1007/BF00388810
- Williams, A., Börjesson, G. and Hedlund, K. 2013. The effects of 55 years of different inorganic fertilizer regimes on soil properties and microbial community composition. *Soil Biol Biochem.* 67:41–46. doi:10.1016/j.soilbio.2013.08.008
- Yao, H.Y., Jiao, X.D. and Wu, F.Z. 2006. Effects of continuous cucumber cropping and alternative rotations under protected cultivation on soil microbial community diversity. *Plant Soil.* 284:195–203. doi:10.1007/s11104-006-0023-2
- Yu, S., Wang, J.K. and Li, S.Y. 2008. Effect of long-term fertilization on soil microbial community structure in corn field with the method of PLFA. *Acta Ecologica Sinica.* 28:4221–4227. Chinese.

- Zelles, L., Rackwitz, R., Bai, QY., Beck, T. and Beese, F. 1995. Discrimination of microbial diversity by fatty acid profiles of phospholipids and lipopolysaccharides in differently cultivated soils. *Plant Soil*. 170:115–122. doi:10.1007/BF02183059
- Zhong, WH., Cai, ZC. and Zhang, H. 2007. Effects of long-term application of inorganic fertilizers on biochemical properties of a rice-planting red soil. *Pedosphere*. 17:419–428. doi:10.1016/S1002-0160(07)60051-4
- Zhong, WH., Gu, T., Wang, W, Zhang, B., Lin, XG., Huan, QR. and Shen, WS. 2010. The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity. *Plant Soil*. 326:511– 522. doi:10.1007/s11104-009-9988-y

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pezhman SALEHI HOSSEINI
Doğum Yeri : Orumiye- İRAN
Doğum Tarihi : 31 Mayıs 1983
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce - Azerbaycan'ca - Türkçe

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Beheşti Lisesi (Orumiye- İRAN)
Lisans : Orumiye Üniversite Ziraat Fakültesi Toprak Bilimleri Bölümü (2008)
Yüksek Lisans: Ankara Üniversite Fen Bilimler Enstitü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (Eylül 2010)