T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TİCARİ MİKROBİYAL GÜBRELERİN TOPRAĞIN ENZİM AKTİVİTESİ VE TOPRAK MİKROFLORASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Betül ÖZKAN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. Kullanılacak mikrobiyal gübreler 10
3.2. Yöntem 10
3.2.1. Toprak örneğinin alınması, toprak örneğinde yapılan fiziksel ve kimyasal özellikler 10
3.2.2. İnkübasyon denemesi 10
3.2.3. Toprak örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler 11
3.2.3.1. Enzim aktiviteleri 12
3.2.3.2. Mikroorganizma sayımları 13
3.2.4. İstatistik analiz 13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 14
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 39
5.1. Sonuçlar 39
5.2. Öneriler 40
KAYNAKLAR 41
ÖZGEÇMİŞ 45

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TİCARİ MİKROBİYAL GÜBRELERİN TOPRAĞIN ENZİM AKTİVİTESİ VE TOPRAK MİKROFLORASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Betül ÖZKAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK
YIL: 2021, Sayfa:45

Mikrobiyal gübre, ticari olarak kullanılan faydalı mikroorganizmalar ve özellikle sürdürülebilir tarımın en büyük destekleyicisi olma özelliği taşımaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan sentetik insektisit, fungusit ve gübreler yerine alternatif olarak mikroorganizmaların kullanımı gittikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda iki farklı gübre kullanılmıştır. Bu gübrelerin farklı oranlarının toprakta mikrobiyal aktivite üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Topraklara eklenen gübreler toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra mikrobiyolojik aktivitesini de etkilemektedir. Mikrobiyal gübrelerin beş farklı dozu (%0, %2 %4, %6 ve %8) topraklara uygulanmıştır. Deneyler saksılarda yürütülecektir. Saksılar 20 hafta boyunca inkübe edilmiştir. Bu inkübasyon süresi boyunca alınacak toprak örneklerinde alkalin fosfataz, β-glukosidaz, dehidrogenaz ve üreaz enzim aktiviteleri ile toprağın mikrobiyal aktivitesi incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Mikrobiyal gübre, inkübasyon, enzim aktivitesi, toprak.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF COMMERCIAL MICROBIAL FERTILIZERS ON SOIL ENZYME ACTIVITY AND SOIL MICROFLORA

Betül ÖZKAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK
Year: 2021, Page:45

Microbial fertilizers are beneficial microorganisms used commercially and are the biggest supporters of sustainable agriculture. The use of microorganisms as an alternative to synthetic insecticides, fungicides and fertilizers used in agricultural production is becoming increasingly important. Therefore, two different fertilizers were used in our study. It was aimed to determine the effect of different ratios of these fertilizers on microbial activity in the soil. Fertilizers added to soils affect the physical and chemical properties of soils as well as their microbiological activity. Five different doses of microbial fertilizers (0%, 2%, 4%, 6% and 8%) were applied to the soils. Experiments will be carried out in pots. Pots were incubated for 20 weeks. During this incubation period, alkaline phosphatase, β-glucosidase, dehydrogenase and urease enzyme activities and microbial activity of the soil were investigated in soil samples taken.

KEY WORDS: Microbial fertilizer, incubation, enzyme activity, soil.

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulanmasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK'e, çok kıymetli aileme ve tez çalışmamda bana yardımcı olan bölüm arkadaşım Seher ŞEKER'e teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1. Saksılara ekilen Trichoderma ve Mikoriza ……..……... 14
Şekil 4.2. Farklı dozlardaki Trichoderma'nın ß-glukosidaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri ... 15
Şekil 4.3. Farklı dozlardaki Mikoriza'nın ß-glukosidaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri ……. 16
Şekil 4.4. Farklı dozlardaki Trichoderma'nın Alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri.. 19
Şekil 4.5. Farklı dozlardaki Mikoriza'nın Alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri …. 20
Şekil 4.6. Farklı dozlardaki Trichoderma'nın Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri ……... 23
Şekil 4.7. Farklı dozlardaki Mikoriza'nın Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri ……. 24
Şekil 4.8. Farklı dozlardaki Trichoderma'nın Dehidragonez enzim aktivitesi üzerindeki etkileri .. 27
Şekil 4.9. Farklı dozlardaki Mikoriza'nın Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri ….…… 27
Şekil 4.10. Farklı dozlardaki Trichoderma'nin toplam fungusit maya verileri …...……... 31
Şekil 4.11. Farklı dozlarda Mikoriza'nın toplam fungusit maya verileri ……...……. 31
Şekil 4.12. Farklı dozlarda Trichoderma'nın toplam bakteri verileri ……..……..... 34
Şekil 4.13. Farklı dozlarda Mikoriza'nın toplam bakteri verileri ……...……. 35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. *Trichoderma* içeren gübrenin farklı uygulama dozlarının ß-glukosidaz aktiviteye etkiler 17
Çizelge 4.2 *Trichoderma* içeren gübrenin ß-glukosidaz aktivite üzerine inkübasyon zamanının etkisi 17
Çizelge 4.3 Mikorizalı gübrenin uygulama dozlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkileri 18
Çizelge 4.4 Mikorizalı gübrenin ß-glukosidaz aktivite üzerine inkübasyon zamanın etkisi 18
Çizelge 4.5. *Trichoderma*'lı gübrenin uygulama dozlarının APA üzerine etkileri 21
Çizelge 4.6. *Trichoderma* gübre uygulanan toprakta farklı inkübasyon zamanlarının APA üzerine etkileri 21
Çizelge 4.7. Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının APA üzerine etkileri 22
Çizelge 4.8. Mikorizalı gübrenin APA aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri 22
Çizelge 4.9. *Trichoderma*'lı gübrenin uygulama dozlarının üreaz aktivite üzerine etkileri 24
Çizelge 4.10. *Trichoderma*'lı gübre uygulanan toprakta farklı inkübasyon zamanlarının üreaz üzerine etkileri 25
Çizelge 4.11 Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının üreaz üzerine etkileri 25
Çizelge 4.12. Mikorizalı gübrenin üreaz aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri 26
Çizelge 4.13. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı dozlarının dehidragonez aktiviteye etkileri 28
Çizelge 4.14. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı dozlarının dehidragonez aktiviteye etkileri 29
Çizelge 4.15. Mikorizalı gübreni farklı dozlarının Dehidragonez aktiviteye etkileri 29
Çizelge 4.16. Mikorizalı gübrenin dehidragonez aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri 30
Çizelge 4.17. *Trichoderma*'lı gübrenin toplam fungi ve maya sayısı üzerine uygulama dozlarının etkileri 32
Çizelge 4.18. *Trichoderma*'lı gübrenin toplam fungi ve maya sayısı üzerine inkübasyon zamanlarının etkileri 32
Çizelge 4.19. Mikorizalı gübreni farklı dozlarının Toplam fungi+maya sayısı üzerine etkileri 33
Çizelge 4.20. Mikorizalı gübrenin toplam fungi+maya sayısı üzerine inkübasyon zamanına etkileri.33
Çizelge 4.21. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısına etkileri 35
Çizelge 4.22. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı inkübasyon zamanının toplam bakteri sayısı üzerine etkisi 36
Çizelge 4.23. Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısına etkileri 36
Çizelge 4.24. Mikorizalı gübre uygulamalarının inkübasyon zamanının toplam bakteri sayısına etkileri 37

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

PGPM	Bitki Büyümesini Teşvik Eden Mikroorganizma
cm	Santimetre
mm	Milimetre
g	Gram
^{0}C	Santigrat derece
nm	Nanometre
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
m	Metre
mg	Miligram
APA	Alkalin fosfataz
h	Saat
µg	Mikrogram
CFU	Coloni-Forming Units

1.GİRİŞ

Artan nüfusun taleplerini karşılamak için ekinlerin sürekli ve verimli üretimi ile sağlıklı gıda için toprak besinleri çok önemlidir. Tarım, mahsulün verimini artırmak için gübrelere ihtiyaç duyar. Kullanılan gübrelerin özellikleri farklıdır. Bunlar kimyasal, organik ve biyogübreler olabilir. Bu gübreler mahsulün büyümesini ve toprak verimliliğini artırmak için büyük katkı sağlar. Bitkinin besin maddesi ihtiyacını kısa sürede sağlamak ve hızlı sonuç almak için kimyasal gübreler kullanılır. Uygulamaları yüksek konsantrasyonda beslenme sağlar, ancak su ve çevre kirliliği gibi birçok dezavantajı beraberinde getirir (Mahdi ve ark., 2010). Bu görüşe göre biyogübreler, ekinlerin verimliliğine çevre dostu bir şekilde katkıda bulunur.

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Mikroorganizmalar (PGPM'ler), bitki kökünün yakınında bulunan besin açısından zengin bir toprak bölgesi olan rizosferde bulunurlar. PGPM'lerin besin alımının artmasına katkıda bulunan işlevler, nitrojen fiksasyonu ve fosfat çözünürleştirmesidir. Ayrıca bu mikroorganizmalar, bitki üzerinde fito-uyarıcı etkiye sahiptir. Bu etki biyopestisit ve rizomediatör olarak işlev gören çeşitli bitki hormonları, sideroforlar, siyanürler ve litik enzimleri üretirler (Bjelić, 2014). PGPM'ler doğal olarak rizosferde yaşar, bitkiyi olumlu yönde etkiler, üretkenliğini ve patojenlere karşı direncini artırır (Mrkovacki ve ark., 2012). Bakteri ve mantarlara ayrılabilen PGPM'lerin bazı suşları şunlardır: *Azospirillum, Azotobacter, Rhizobium, Pseudomonas, Enterobacter, Bacillus, Penicillium, Trichoderma*. Bu mikroorganizmalardan bazıları büyümeyi ve mahsul verimini artırırken, bazıları da zararlılara ve bitki hastalıklarına karşı biyokontrol ajanı olarak kullanılabilirler.

Bitki patojenlerine ve zararlılarla mücadele eden belirli mikroorganizmaların kullanılmasına biyolojik kontrol denir. Biyolojik kontrol bitki koruma yöntemlerinin neden olduğu sorunların üstesinden gelmek için doğa dostu, ekolojik bir yaklaşımdır (Harman ve ark., 2004). Bakteriler ve mantarlar; özellikle *Trichoderma* biyokontrol aktivitesinde bitki hastalıklarının kontrolünde önemli bir rol oynar. *Trichoderma* türleri; toprak, kök ve yaprak ortamlarına uyumlu olan serbest yaşayan mantarlardır. Bu yararlı mikroorganizmalar antifungal yeteneklerine sahiptir.

Trichoderma, bitkilerle mikoriza benzeri ilişki kurma kabiliyeti nedeniyle, fitopatojenik mantarlara karşı biyokontrol ajanı olarak ve biyogübre olarak fazlaca kullanılmaktadır (Harman ve ark., 2004). *Trichoderma* sp.*'nin* fungal kaynaklı bitki patojenlerine karşı biyokontrol etmeni olarak kullanıldığı gibi, bitki gelişiminin artırmada da kullanıldığı açıklanmıştır (Doni ve ark., 2013). *Trichoderma* spp'nin sideroforlar, fosfat çözücü enzimler ve fitohormonlar ürettikleri kanıtlanmıştır (Doni ve ark., 2013).

Belirli *Trichoderma* türleri, bitki kök dokularında çoğalarak buralara yerleşir. Bunun sonucunda bitkide bir dizi morfolojik ve biyokimyasal değişikliği başlatır ve tüm bitkide indüklenmiş sistemik dirence yol açar. *Trichoderma* bitkide yer alan diğer mikroorganizmalarla, besinler ve alan için toprak mikroorganizmalarıyla rekabet ederler. Ayrıca, pektinazları ve bitki patojenik mantarlar için gerekli olan diğer enzimleri inhibe eder veya bozarlar.

Alternatif tarım sistemlerinden olan ve günümüzde önemi giderek artan mikrobiyal gübrelerin kullanımı son yıllarda kimyasal gübreler yerine kullanılmaktadır. Mikrobiyal gübre olarak kullanılan faydalı mikroorganizmalar ve ürünleri sürdürülebilir tarımın en büyük destekleyicileridir.

Bu nedenle çalışmamızda ticari olarak satılan iki farklı mikroorganizmadan elde edilmiş mikrobiyal gübrelerin farklı oranlarının topraktaki canlılıkları, mikrobiyal aktivite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kendini farklı patolojik sistemlere yerleştirebilen düşük maliyetli bir biyolojik kontrol ajanı olan *Trichoderma* mantarı, toprak dengesi üzerinde orta derecede etkiye sahiptir ve patojenin kontrolüne katkıda bulunan yararlı organizmalara zarar vermediği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Monika ve ark., 2020). *Trichoderma* hızlı büyüme, çoğunlukla parlak yeşil konidia ve tekrarlayan dallı konidiofor yapı ile karakterize edilmiştir. Bu cinsin çok sayıda türü ticari biyofungisitler olma eğilimi göstermektedir. Bu biyokontrol ajanının hayvanlar aleminde ve faydalı organizmalar üzerinde hiçbir zararlı etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Monika ve ark., 2020). Biyokontrol ajanları olarak kullanılan *Trichoderma* suşlarının yararları: 1) toprağa ve bitkinin kısımlarına yayılır, fiziksel bir alan işgal eder ve patojenlerin gelişmesini önler; 2) patojenlere karşı hücre duvarını bozan enzimler üretir; 3) patojenleri yok edebilen antibiyotikler üretir; 4) bitki gelişimini ve bitkinin savunma mekanizmalarını teşvik eder (Kubicek ve ark., 2001).

Trichoderma için mevcut olan ve halen devam eden çeşitli fizyolojik özellikler üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar, bu mikroorganizmanın araştırmalar için çok yönlü model organizma haline getirmektedir (Kubicek ve ark., 2001). *Trichoderma* spp.'nin biyokontrol aktivitesinde yer alan başlıca mekanizmalar; besinler için rekabet, yayılabilir ve uçucu antibiyotikler, kitinaz ve β-(1,3) glukanaz gibi hidrolitik enzimlerin üretimi olduğu açıklanmıştır (Kubicek ve ark., 2001). Bu hidrolitik enzimler, patojen hücre duvarını inhibe edip; parazitleşmesine sebep olmuştur (Kubicek ve ark., 2001). Bu mikoparazitlik süreci, bitki patojenik mantarlarının büyümesini ve etkisini azaltır. Farklı *Trichoderma* türleri, toprak kaynaklı bitki patojenlerini kimyasallardan daha etkili bir şekilde kontrol etme potansiyeline sahiptir.

Ayrıca bitki büyümesini artırıcı özellik gösterdiği açıklanmıştır (Harman ve Bjorkman, 1998). Bu mantarlar diğer mantarların hiflerine doğru büyür, lektin aracılı bir reaksiyonla çevrelerinde dolanırlar ve farklı litik enzimlerin salgılanmasıyla hedef mantarların hücre duvarlarını parçaladıkları rapor edilmiştir (Kubicek ve ark., 2001).

Trichoderma spp. patojenik mantarların hücre duvarlarında geliştiklerinde hücre dışı β- (1,3) glukanazlar, kitinazlar, lipazlar ve proteazlar üretikleri saptanmıştır. Bazı litik enzimlerin üretiminin, *Trichoderma* türleri arasındaki parazitik etkileşim sırasında etkisinin azaldığını göstermiştir (Haran ve ark., 1996).

İn vitro'da yapılan araştırmada *Botrytis cinerea* hücre duvarlarını hidrolize edebilen ve çeşitli mantarların spor çimlenmesini ve çimlenme tüpü uzamasını engelleyen 42-kDa endokitinaz (Ech42) üreten *Trichoderma* suşunun etkinliği incelenmiştir (Schirmböck ve ark., 1994).

Patojen fungusların hücre duvarlarını parçalayan *Trichoderma* türlerinden üretilen enzimlerin, bitki patojenlerine karşı mikoparazitik etkide önemli olduğu gözlenmiştir (Geremia ve ark., 1993). Mikoparazit *T. harzianum*, tek karbon kaynağı olarak kitin içeren ortamda geliştiğinde, diğer hidrolazların yanı sıra en az iki hücre dışı ß-(1,6) glukanaz üretmiştir (Geremia ve ark., 1993). Enzimin kendi başına çözünür şekerleri saldığını ve maya hücre duvarlarında etkili olduğunu göstermiştir. *T. Harzianum* ß-(1,3) glukanaz ve kitinaz dışında proteaz enzimi ürettiğide incelenmiştir (Geremia ve ark., 1993). Ayrıca, ß-(1,6) glukanazların (EC3.2.1.75) filamentli mantarlarda ve bakterilerde maya ve mantar hücre duvarlarını parçaladığı gösterilmiştir (Rombouts ve ark., 1976). Kitinazlar ve ß-(1,3) glukanazların da bitkilerde patogenez ile ilgili proteinler olduğu bildirilmiş ve patojenlere karşı savunma reaksiyonlarında önemli bir role sahip oldukları ileri sürülmüştür (Broglie ve ark.,1991).

Trichoderma türleri bitki hastalıklarını kontrol etmede ve bitki büyümesini ve verimini artırmak için tohum muamelesi olarak kullanılan endofitik bitki simbiyotlarıdır (Harman ve ark., 2004). Abiyotik stresleri hafifletme yeteneklerinin olduğu açıklanmıştır (Harman ve ark., 2004). Bitki stres faktörünü kontrol etme yetenekleri, tohum ve fideler üzerindeki etkileri adına yeni birçok çalışmalar yapılmıştır. Stres altında asılı tohumların ozmotik, tuz veya aşırı sıcaklıkta *Trichoderma* ile aşısız tohumlardan daha hızlı çimlendiği belirlenmiştir. Değişen streslere verilen tutarlı yanıt, bitki-mantar ilişkisinin geniş bir aralıktaki abiyotik streslere ve biyotik strese toleransı arttırdığı ortak bir mekanizma olduğunu göstermiştir. *Trichoderma* yıllardır bitki hastalıklarının biyolojik kontrol ajanları olarak bilinmektedir (Harman ve ark., 2004). Böylelikle biyolojik kontrolün birçok durumda sadece antibiyotik üretme, parazitik etkileşimler kurma veya başka şekilde patojenleri direkt etkileme özellikleri ile ilgili olmadığını anlıyoruz (Howell, 2003, 2006). Bunun yerine, birçok durumda faydalı mantarların, bitki gen ekspresyonundaki değişikliklerin aracılık ettiği sistemik direnci indükleyebileceği açıklanmıştır (Alfano, 2007, Shoresh & Harman 2008, Shoresh ve ark., 2010).

Son zamanlarda yayınlanan birkaç rapor, mantarların bitki büyümesi sırasında abiyotik streslere karşı toleransı arttırdığını göstermektedir (Yıldırım ve ark., 2006). Kısmen iyileştirilmiş kök büyümesi, bitkilerin su tutma kapasitesindeki iyileşme veya besin alımındaki artış nedeniyle gerçekleşen toleranslar vardır. Oysa stres yokluğunda bitki büyümesi artabilir veya artmayabilir. Moleküler çalışmalar, bitkilerin abiyotik streslere veya oksidatif hasara karşı korunmasında rol alan gen aileleri olduğunu göstermiştir (Alfano ve ark., 2006, 2007, Bailey ve ark., 2006). Bu mantarlar, bitki kalitesinde uzun vadeli iyileştirmeler sağlayabilecekleri tohum muameleleri olarak uygulanmaktadır (McGrew & Green, 1990). Bu nedenle, tohumda ve bitki performansında kısa ve uzun vadeli iyileşmeler sağlayabilir (McGrew & Green, 1990).

Topraklarda organik maddelerin parçalanması, humus oluşumu ve besin döngülerinin mikroorganizma faaliyetleri ile yürütüldüğü ve bunun toprak verimliliğini belirleyen en önemli unsurlardan biri olduğu yapılan çeşitli araştırmalarda da rapor edilmiştir (McGrew & Green, 1990). Mikrobiyal gübre uygulamalarının toprağın mikrobiyal varlığı ve aktivitesi üzerindeki etkilerinin de incelenmesi gerekmektedir.

Tripathi ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, *Trichoderma*'nın toksik materyallerin biyoremediasyonundaki rolünü tartışmışlardır. Araştırıcılar *Trichoderma*'nın çevre kirliliğini hafifletme potansiyeline sahip olduğunu da belirlemişlerdir. Shukla ve Tewari (2018) yaptıkları çalışmada, *Trichoderma*'nın toksik materyallerin biyoremediasyonundaki rolünü tartışmışlardır. *Trichoderma* ve diğer mikroorganizmalar ile kontamine toprakta biyoakümülasyon, biyosorpsiyon, biyovolatilizasyon ve fitobiyal iyileştirme yetenekleriyle aracılık edilen biyoremediasyon potansiyellerinin çevre kirliliğini azaltmada etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Sood ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, *Trichoderma* tarafından uygulanan biyolojik kontrol aktivitesini tartışmışlardır. *Trichoderma* farklı mahsul türleri için güvenli, çevre dostu ve etkili bir biyokontrol ajanı olarak kullanılabilmiştir. *Trichoderma* türlerinin, biyotik ve abiyotik streslere tolerans gösteren, transgenik bitkiler üretmek için faydalı aday olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (Sood ve ark., 2020).

Thapa ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, beş farklı *Trichoderma* türlerinin toprağa aşılanmasından sonraki önemini ortaya koymayı amaçlamışlardır. *Trichoderma*'dan elde edilen biyogübrenin bitki büyümesini destekleyici, biyoremediasyonda etkili ürün verimini arttırdığı gözlenmiştir.

Stamenkovic ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada mikrobiyal gübrelerin önemini ve bitkiler üzerindeki yararlı etkilerini belirtmenin yanı sıra, üretim süreçlerinin farklı yönlerinin kısa bir incelemesini, özellikle kitlesel çoğaltmaya vurgu yapmışlardır.

Kour ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmaların çeşitliliği, ticari yönü, tarımsal ve çevresel sürdürülebilirlik için biyo gübrelerin üretimi için teknolojileri ele almışlardır. Biyo gübrelerin üretiminde kullanılan teknoloji oldukça basit ve kurulum maliyetinin çok daha düşük olduğu açıklanmıştır.

Saba H ve ark. (2012) *Trichoderma* türlerinin nitelikleri ve çok yönlülüğü hakkında genel bakış sunmayı ve gelecek vaat eden uygulamaları açıklamışlardır. Bitki patojenlerinin mikroorganizmalar tarafından biyokontrolü, mevcut kimyasal arıtma yöntemlerine göre daha doğal ve çevre dostu olarak tespit edilmiştir.

Doni ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada, *Trichoderma* spp'nin çeltik büyümesi ve fizyolojik tepkisi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çeltik bitkilerine uygulanan *Trichoderma* spp., diğer türlerle muamele edilen bitkilerle karşılaştırıldığında kök uzunluğunda artışa neden olmuştur.

Mikorizalar ekto ve endo mikoriza olarak iki ana gruba ayrılmış, bazı bitki türleri ile karşılıklı ilişki kuran mantarlar olarak tanımlanmıştır (Kour ve ark., 2020). Mikorizal mantarların toprak içerisinde ve kök içinde de hızla çoğalabildiği yapılan çalışmada açıklanmıştır (Kour ve ark., 2020). Mikoriza'nın hifleri toprak çözeltisinde bitki köklerinin erişemediği besin maddelerini köklere taşıdığı tespit edilmiştir (Abeer ve ark., 2016).

Yapılan çalışmaların çoğu mikoriza ve bitki etkileşimleri şeklindedir. Mikorizanın topraktaki canlılığı ve mikrobiyal aktivite üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar ise yok denecek kadar azdır.

Mikrobiyal gübre uygulamalarının toprağın mikrobiyal varlığı ve aktivitesi üzerindeki etkilerinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmamızda, saksı koşullarında farklı dozlarda uygulanan mikrobiyal gübrelerin toprak enzim aktivitesi ve topraktaki mikroorganizma sayısı gibi toprağın biyolojik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılacak mikrobiyal gübreler

Çalışmamızda 2 farklı mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Mikrobiyal gübrelerden birinin etken maddesini *Trichoderma* oluşturmaktadır. Diğeri ise mikorizadan elde edilmiş mikrobiyal gübredir. Kullanılan mikrobiyal gübreler ticari olarak alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak örneğinin alınması, toprak örneğinde yapılan fiziksel ve kimyasal özellikler

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri kampüs alanında herhangi bir uygulamanın yapılmadığı yerden alınmıştır. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri ise GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yapılmıştır. Kullanılan toprağın pH'ı 7.57, organik madde içeriği %1.51; kil %51.62, kum %23 ve silt %25.38 olup tekstürü killi topraktır.

3.2.2. İnkübasyon denemesi

Çalışmamızdaki topraklar 0-25 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri elekten geçirilmiş ve 1kg'lık saksılara doldurulmuştur. Kullanılan mikrobiyal gübrelerin her birinden ayrı ayrı %0, %2, %4, %6 ve %8 oranlarında 500 g topraklara ayrı ayrı eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Saksılar gerektiğinde %60 tarla kapasitesine göre nemlendirilmiştir. Deneme 3 paralelli olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur.

Çalışmada 1 (toprak örneği) x 2 farklı mikrobiyal gübre x 5 uygulama dozu (%0, %2, %4, %6 ve %8) x 3 (tekerrür) olmak üzere toplamda 30 tane saksı kullanılmıştır. Saksılar 28 ^{0}C'de 20 hafta boyunca doğal ışık alan sera koşullarında inkübe edilmiştir.

3.2.3. Toprak örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler

İnkübasyonun 0, 1, 5, 7, 10, 15 ve 20. haftalarında her bir uygulamadan örnek alınarak aşağıda verilen analizler yapılmıştır.

3.2.3.1. Enzim aktiviteleri

Dehidrogenaz aktivite

Her bir uygulamadan örnek alınmıştır. Alınan örneklerin üzerine glukoz ve 2,3,5-trifeniltetrazolium eklenmiştir. Örnekler 25 ^{0}C 1 gün boyunca inkübe edilmiştir. Süre sonunda oluşan renk değişimi 485 nm'de spektrofotometrede ölçülmüştür. Standart olarak trifenil formazan serisi kullanılmıştır (Pepper, 1995).

Üreaz enzim aktivitesi

Her bir uygulamadan alınan toprak üzerine tolüen, %10'luk üre eklenip, 15 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örneklere 20 ml tampon çözelti eklenmiştir ve 3 saat 37 ^{0}C'de inkübe edilmiştir. Örnekler santrifüj edilmiş, 1 ml'lik filtrat temiz bir erlene konmuş, üzerine Na hipoklorit solüsyonu eklenmiştir. Solusyon, 15 dakika bekletilmiş ve 630 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

Alkalin fosfataz aktivite

Her bir uygulamadan alınan örnek üzerine tolüen (250 µl), fosfat tamponu (pH 8,4 ml), 0.05 M p-nitrofenilfosfat (1 ml) eklenmiştir ve 37 ^{0}C'de 60 dakika bekletilmiştir. İnkübasyon sonunda PNPP'den hazırlanan (10-100 mg) standarda göre 410 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Tabatabai ve Bremner, 1969).

B-glukosidaz aktivite

Uygulamalarda alınan toprak örneklerine tolüen (250 µl), trisaminometan (4 ml pH 12), 0.05M p-nitrofenil ß-D-glukopiremosid eklenmiştir. 37 ^{0}C'de 60 dakika bekletilmiştir.

Süre sonunda içerik santrifüjlenmiştir. Filtrat 410 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Hofmann ve Hoffmann, 1966).

3.2.3.2. Mikroorganizma sayımları

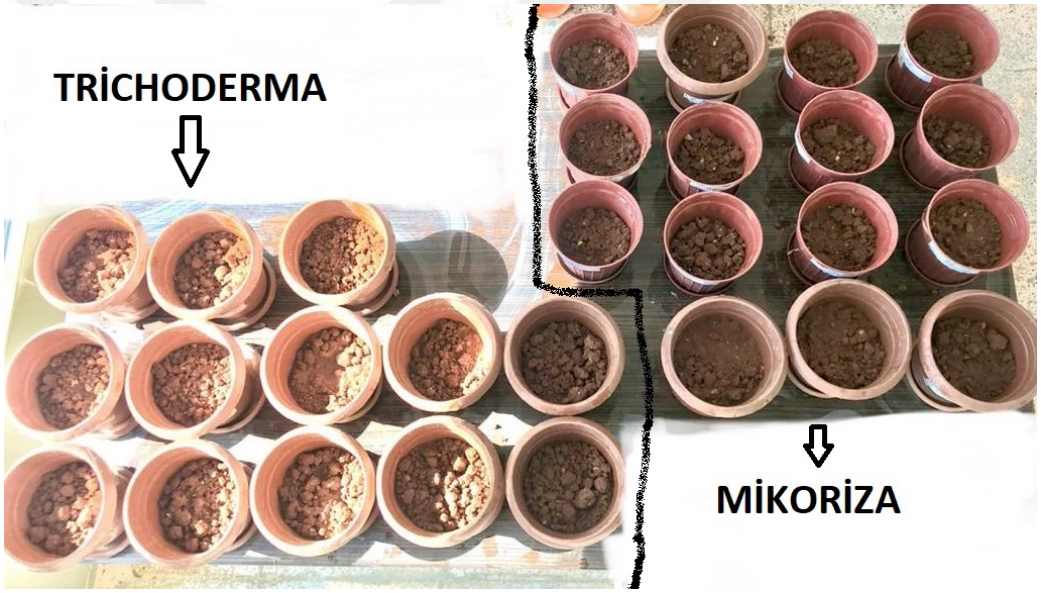
Doğal neme sahip olan saksılardaki topraklardan alınan örneklerden dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bu dilüsyonlardan, toplam bakteri sayımı Nutrient agar (MERCK)'da, maya-küf sayımı ise malt ekstrakt agar (MERCK) içeren besiyerinde yapılmıştır.

3.2.4. İstatistik analiz

Yapılan analizler sonunda elde edilen veriler JUMP istatistik programında varyans analizine göre analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmamızda iki farklı mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Mikrobiyal gübrelerin beş farklı dozu ayrı ayrı (%0, %2 %4, %6 ve %8) topraklara uygulanmıştır. Mikrobiyal gübreler saksılar da 20 hafta boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca alınan toprak örneklerinde alkalin fosfataz, β-glukosidaz, dehidrogenaz ve üreaz enzim aktiviteleri ile toprağın mikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Mikrobiyal gübrelerin uygulandığı saksıların görünümü Şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Saksılara uygulanan mikrobiyal gübre ve dozları

Mikrobiyal Gübre

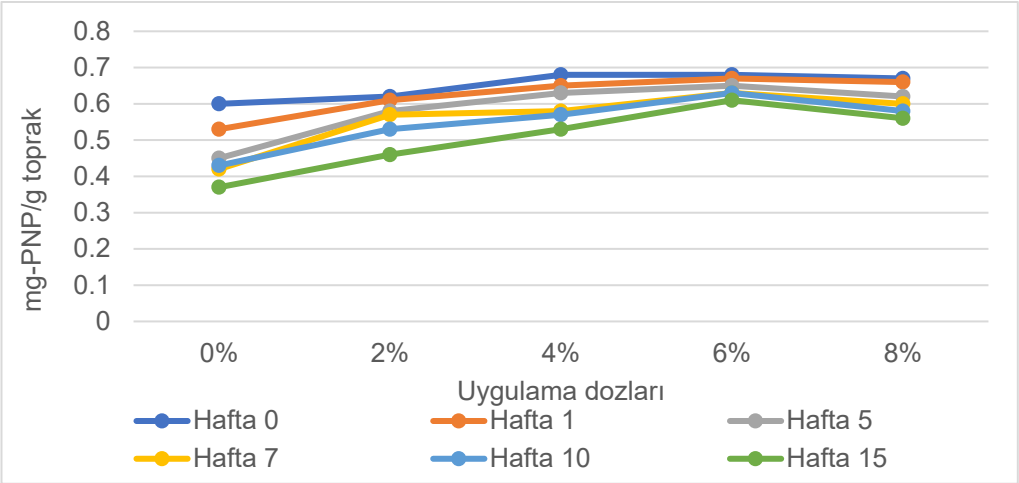
Uygulamalarının ve farklı dozlarının toprakta ß-glikosidaz aktivite üzerine etkileri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3' te verilmiştir.

B-glukosidaz, karbonhidratların degradasyonundan sorumlu olup, toprak heterotrofları için gelişme ve enerji kaynağı sağladığından toprak için önemli olarak düşünülmektedir (Kader ve ark., 2017, Jian ve ark., 2016).

B-glukosidaz enzim aktivitenin özellikle toprak kalitesi için kullanılan enzim olduğu, toprak organik madde dönüşümünde esas rol oynadığı bilinmektedir (Turner ve ark., 2002, Kabirive ark., 2016).

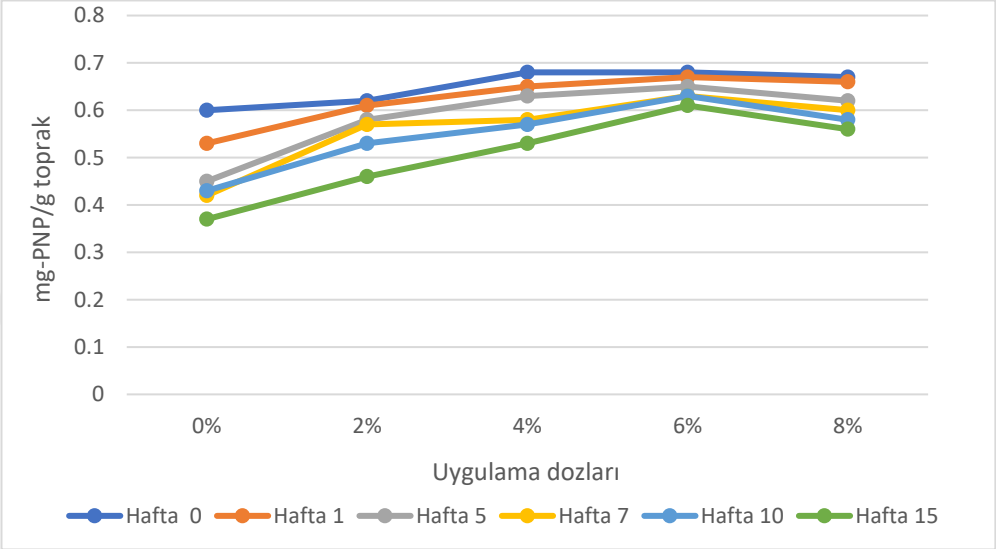
Trichoderma da %6'lık ortamda ß-glukosidaz aktivitesi 0,68-0,61 arasında değişen enzim aktivitesi göstermiştir. Mikoriza da ise %2, %4, %6, %8 olmak üzere kontrole göre tüm ortamlarda iyi bir enzim aktivitesi kaydedilmiştir.

En düşük ß-glukosidaz aktivite, hiçbir uygulamanın olmadığı kontrol (%0)' da inkübasyon 15. haftasında belirlenmiştir. *Trichoderma* etken maddeleri mikrobiyal gübre uygulamalarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkileri 0,46-0,68 mg-PNP/g toprak arasında değişmiştir.



Şekil 4.2. Farklı dozlardaki *Trichoderma* etken maddeli gübrenin ß-glukosidaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

ß-glukosidaz aktivite üzerine en etkili mikrobiyal gübre dozu %8 uygulama dozunda 7. hafta elde edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Farklı dozlardaki Mikoriza gübresinin ß-glukosidaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Topraklara inokule edilen mikroorganizmaların toprakların ß-glukosidaz aktivitesini etkilediği yapılan bir çalışmada belirlenmiştir (de Silva ve ark., 2009). Bu aktivite kısa dönemde karbon döngüsü ile direk ilişkili olduğundan, organik madde tarafından da mikrobiyal aktivite pozitif olarak etkilenebilir. Uygulamalarda ß-glukosizdaz aktivitenin kontrol saksılarındaki toprakların da belirlenen aktiviteye yakın çalışması kullanılan topraklardaki organik madde düzeyinin düşük olmasından ve ayrıca topraklara ilave organik madde eklemediğimizden kaynaklanabilen bizim sonuçlarımıza benzer veriler Landgraf ve Klose (2002) tarafından yapılan çalışmada da açıklanmıştır.

Naseby ve ark. (2001) tarafından yapılan bir araştırmada P.Fluoreseans strain F113'ün topraklara aşılanması ile topraktaki karbon döngüsü ile ilişkili toprak enzim aktivitesinde azalma saptanırken; fosfor, kükürt ve azot döngüleri ile ilişkili enzim aktivitelerinde artış belirlenmiştir.

Trichoderma içeren gübrenin farklı dozlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkisi çizelge 4.1'de verilmiştir. Yapılan istatistik analize göre uygulama dozlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkileri farklılık göstermiştir ($p<0.001$).

Çizelge 4.1 incelendiğinde, %6 uygulama dozunun ß-glukosidaz aktivite üzerine etkili oluğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %4, %8, %2'lik dozlar ve kontrol grubu izlemiştir. *Trichoderma* içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *Trichoderma* içeren gübrenin farklı uygulama dozlarının ß-glukosidaz aktiviteye etkileri

Uygulama Dozu (%)	ß-glukosidaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol	0,47 D
2	0,56 C
4	0,61 B
6	0,65 A
8	0,62 AB

Çizelge 4.2 *Trichoderma* içeren gübrenin ß-glukosidaz aktivite üzerine inkübasyon zamanının etkisi

İnkübasyon zamanı (Hafta)	ß-glukosidaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,65 A
1	0,62 A
5	0,58 B
7	0,56 BC
10	0,55 C
15	0,50 D
20	0,50 D

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkisi Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Mikorizalı gübrenin uygulama dozlarının ß-glukosidaz aktivite üzerine etkileri

Uygulama Dozu (%)	ß-glukosidaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol	0,46 C
2	0,64 B
4	0,75 A
6	0,77 A
8	0,81 A

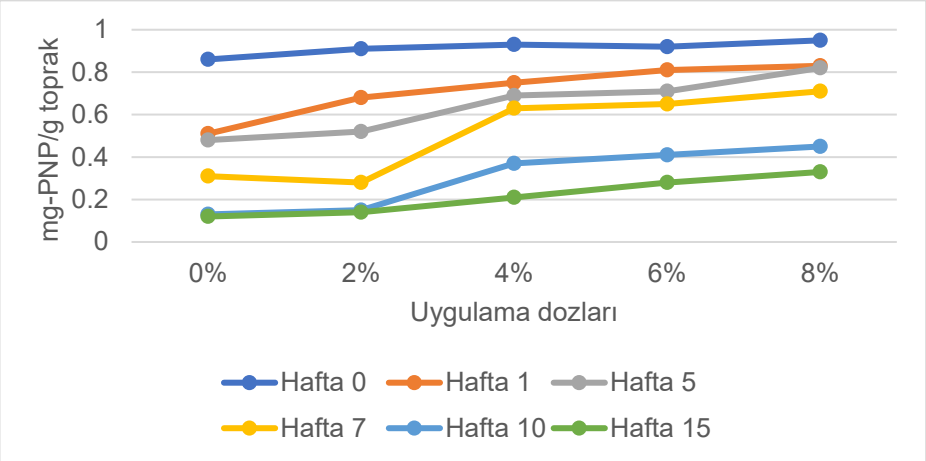
Çizelge 4.3 incelendiğinde aktivite üzerine en etkili doz sırası ile %8, %6 ve %4 olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda aktivite en düşük olmuştur. Mikorizalı gübrenin ß-glukosidaz aktivite üzerinde inkübasyon zamanının etkileri çizelge 4.4'te verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.4 Mikorizalı gübrenin ß-glukosidaz aktivite üzerine inkübasyon zamanın etkisi

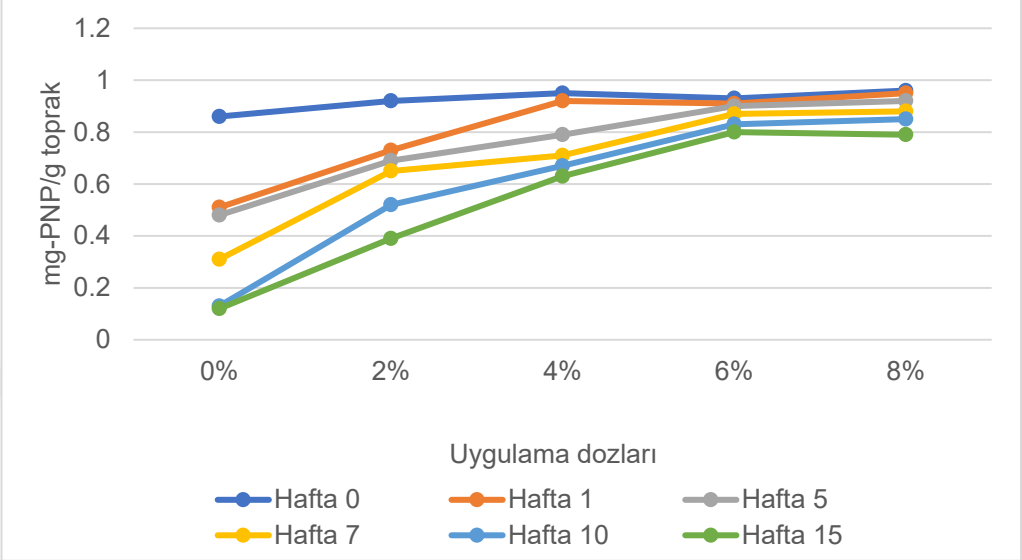
İnkübasyon zamanı (Hafta)	ß-glukosidaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,67 A
1	0,71 A
5	0,72 A
7	0,72 A
10	0,66 A
15	0,63 A
20	0,63 A

Fosfatazın agronomik öneminin olduğu, organik fosforu hidrolize ederek bitkiler için gerekli inorganik fosforun farklı formlarına dönüştürdüğü bildirilmiştir (Alef ve ark., 1995). Topraktaki enzim aktivitelerinin aktif toprak biyoması ile ilişkili olduğu ve toprak enzim aktiviteleri toprak kalitesinin duyarlı indikatörleri olarak tanımlanmıştır (Jian ve ark., 2016).

Alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerine toprak özelliklerinin etkisini belirlemek için yapılan veriler Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 'te verilmiştir. Şekil 4.4'de görüldüğü üzere *Trichoderma* etken mikrobiyal gübre uygulamalarında 5. hafta alkalin fosfataz enzimi uygulanan farklı dozlarda da iyi sonuç gösterirken, sonraki haftalarda düşüş gözlenmiştir. Mikoriza da en iyi sonuç %6'lık uygulanan dozda gözlenmiştir (Şekil 4.5). *Trichoderma* içeren gübrenin alkali fosfataz aktiviteyi %8'lik uygulama dozu arttırmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Farklı dozlardaki *Trichoderma* etkenli mikrobiyal gübrenin Alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri



Şekil 4.5. Farklı dozlardaki Mikoriza içeren gübrenin Alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Fosfataz aktivitenin artmasının, toprakta bu enzimi üreten mikroorganizmaların varlığını göstermektedir. Ayrıca aktivitenin birden azalmamasının ise, inokulantların direkt ve dolaylı katkılarının olabileceğini düşünmekteyiz. Her iki mikrobiyal gübrenin uygulanmalarının alkalin fosfataz üzerine önemli etkisi olmamıştır.

Trichoderma içeren gübrenin faklı dozlarının alkalin fosfataz üzerine etkisi Çizelge 4.5'de verilmiştir. Yapılan istatistik analize göre uygulama dozlarının alkalin fosfataz aktivite üzerine etkileri farklılık göstermiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde, %8 uygulama dozunun alkalin fosfataz aktivite üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile kontrol grubu, %4, %6 ve %2'lik dozlar izlemiştir.

Çizelge 4.5. *Trichoderma*'lı gübrenin uygulama dozlarının APA üzerine etkileri

Uygulama Dozu (%)	APA (mg-PNP/g toprak)
Kontrol	0,41 A
2	0,44 C
4	0,59 B
6	0,63 AB
8	0,68 A

Trichoderma içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının alkalin fosfataz aktivite üzerine etkileri çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.6. *Trichoderma* gübre uygulanan toprakta farklı inkübasyon zamanlarının APA üzerine etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	APA (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,91 A
1	0,72 B
5	0,64 B
7	0,52 C
10	0,29 D
15	0,22 D
20	0,22 D

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının alkalin fosfataz aktivite üzerine etkileri çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre çizelge 4.7 incelendiğinde en etkili doz %8 olduğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %6, %4, %2 ve kontrol grubu izlemiştir.

Çizelge 4.7. Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının APA üzerine etkileri

Uygulama Dozu (%)	APA (mg-PNP/g toprak)
Kontrol	0,40 C
2	0,65 B
4	0,77 A
6	0,87 A
8	0,89 A

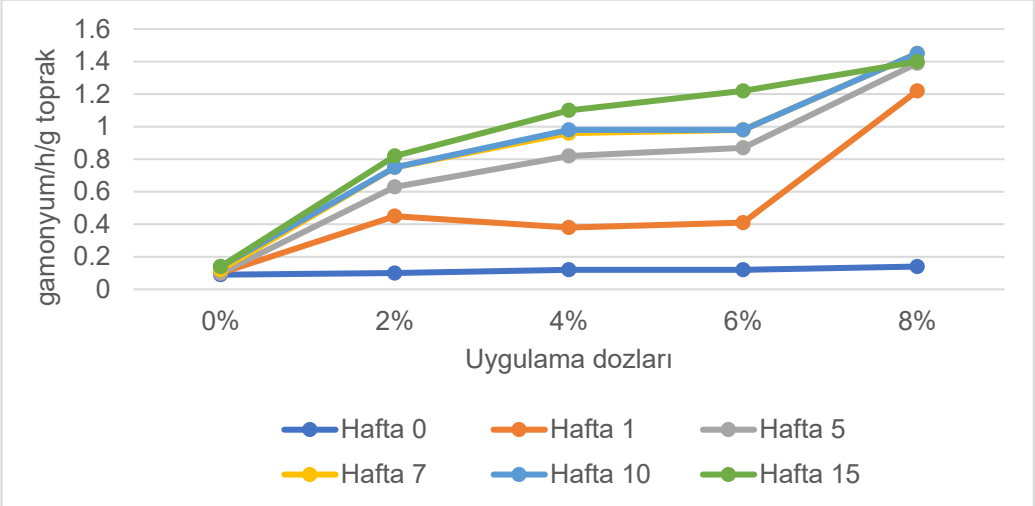
Mikorizalı gübrenin alkalin fosfataz aktivite üzerine etkileri çizelge 4.8'de verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.8. Mikorizalı gübrenin APA aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	APA (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,92 A
1	0,80 AB
5	0,75 B
7	0,68 BC
10	0,60 CD
15	0,54 D
20	0,54 D

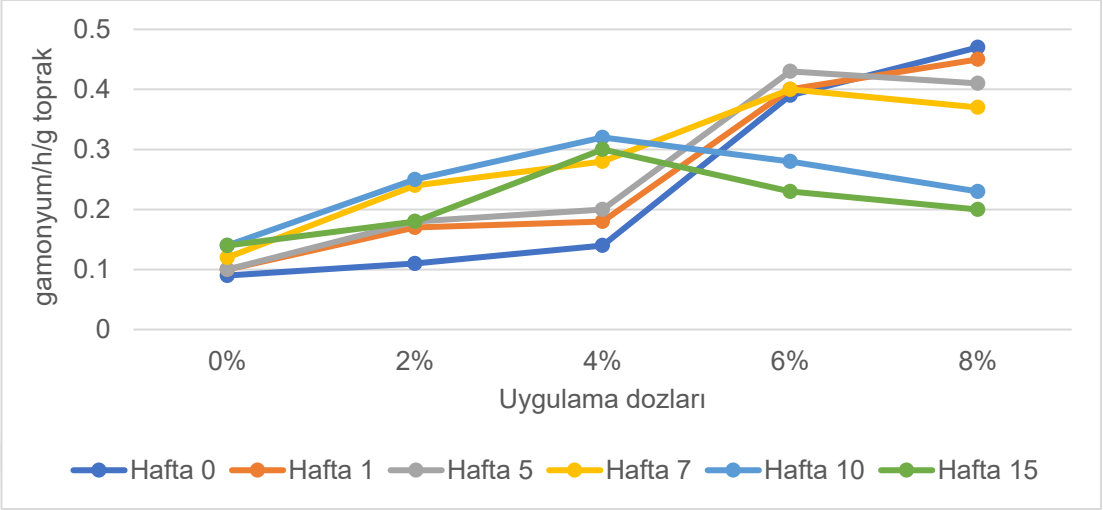
Toprakların üreaz aktivitesinin, toprak koloitlerince absorbe edilen enzimlerden olduğu açıklanmıştır. Ayrıca bu enzim, üreyi karbondioksit ve amonyağa hidrolize eden enzim olarak bilinmektedir (Alef ve ark., 1995). Uygulanan mikrobiyal gübrelerin farklı dozlarının üreaz üzerine etkileri Şekil 4.6 ve 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.6 incelendiğinde *Trichoderma* etkenli mikrobiyal gübrede en iyi üreaz aktivite%8'lik uygulama dozunda belirlenmiştir (Şekil 4.6). Mikorizalı gübrenin uygulandığı topraklarda ise farklı inkübasyon zamanlarında üreaz aktivite farklılık göstermiştir (Şekil 4.7). En düşük üreaz aktivite hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolde alınmıştır. *Trichoderma*'lı etken gübrenin uygulanması ile en yüksek üreaz aktivite 7 ve 10. Haftalarda (1.45 g amonyum/h/g toprak) %8 uygulama dozunda elde edilmiştir.

Mikoriza da düşük oranda gözlenmiştir. Verilere göre üreaz aktivitesi en iyi *Trichoderma*'ya tutunmuştur (Şekil-6 ve Şekil-7).



Şekil 4.6. Farklı dozlardaki *Trichoderma* etken mikrobiyal gübrenin Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Mikorizalı gübrelerin uygulama dozları üreaz aktivite üzerine etkileri farklılık göstermiştir. %8 uygulama dozunda 7. hafta ve 10. hafta en yüksek aktivite elde edilmiş daha sonra azalmıştır.



Şekil 4.7. Farklı dozlardaki Mikoriza'lı gübrenin Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Aynı inkübasyon zamanlarında da, mikrobiyal gübrelerin uygulama dozları arasında farklılık görülmüştür. İnkübasyonun 15. haftasında en yüksek üreaz aktivite *Trichoderma*'lı gübrenin%8'lik dozunda belirlenirken, mikorizalı gübrede en yüksek aktivite 15. haftada %4 uygulama dozunda belirlenmiştir.

Trichoderma içeren gübrenin farklı dozlarının üreaz aktivite üzerine etkisi çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde, %6 ve %8 uygulama dozunun üreaz aktivite üzerine etkili oluğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %4, %2'lik dozlar ve kontrol grubu izlemiştir.

Çizelge 4.9. *Trichoderma*'lı gübrenin uygulama dozlarının üreaz aktivite üzerine etkileri

Uygulama Dozu (%)	Üreaz (gamonyum/h/g toprak)
Kontrol	0,11 C
2	0,18 BC
4	0,24 B
6	0,36 A
8	0,36 A

Trichoderma içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının üreaz aktivite üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.10. *Trichoderma*'lı gübre uygulanan toprakta farklı inkübasyon zamanlarının üreaz üzerine etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Üreaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,24 A
1	0,26 A
5	0,26 A
7	0,28 A
10	0,24 A
15	0,21 A
20	0,21 A

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının üreaz aktivite üzerine etkisi Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde üreaz aktivite üzerine en etkili doz %6 ve %8'lik dozlar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11 Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının üreaz üzerine etkileri

Uygulama Dozu (%)	Üreaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol	0,11 C
2	0,18 BC
4	0,24 B
6	0,36 A
8	0,36 A

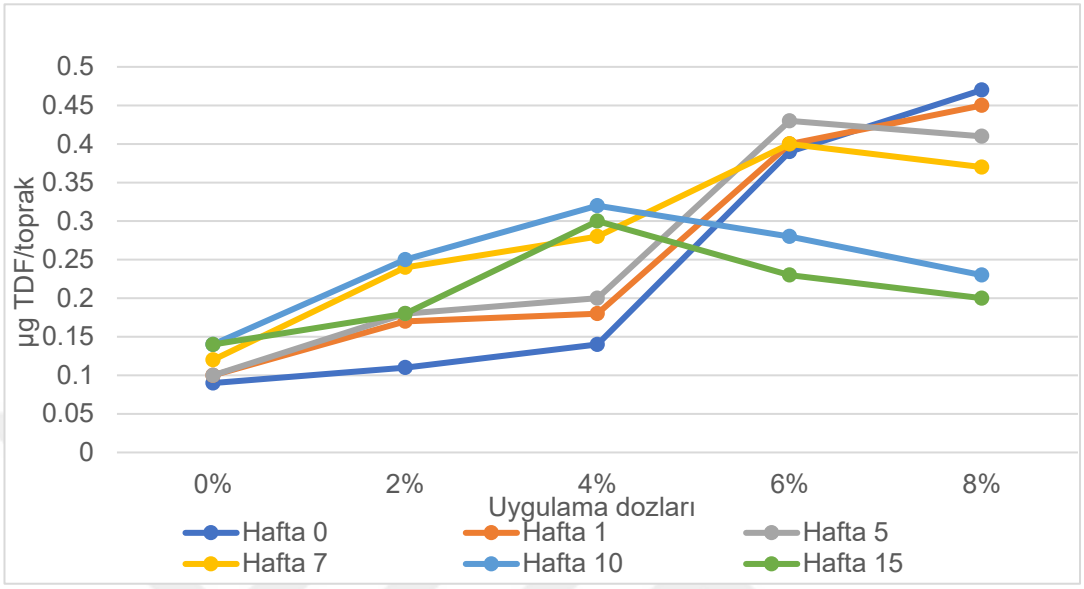
Mikorizalı gübrenin üreaz aktivite üzerinde inkübasyon zamanının etkileri çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.12. Mikorizalı gübrenin üreaz aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Üreaz (mg-PNP/g toprak)
Kontrol 0	0,24 A
1	0,26 A
5	0,26 A
7	0,28 A
10	0,24 A
15	0,21 A
20	0,20 A

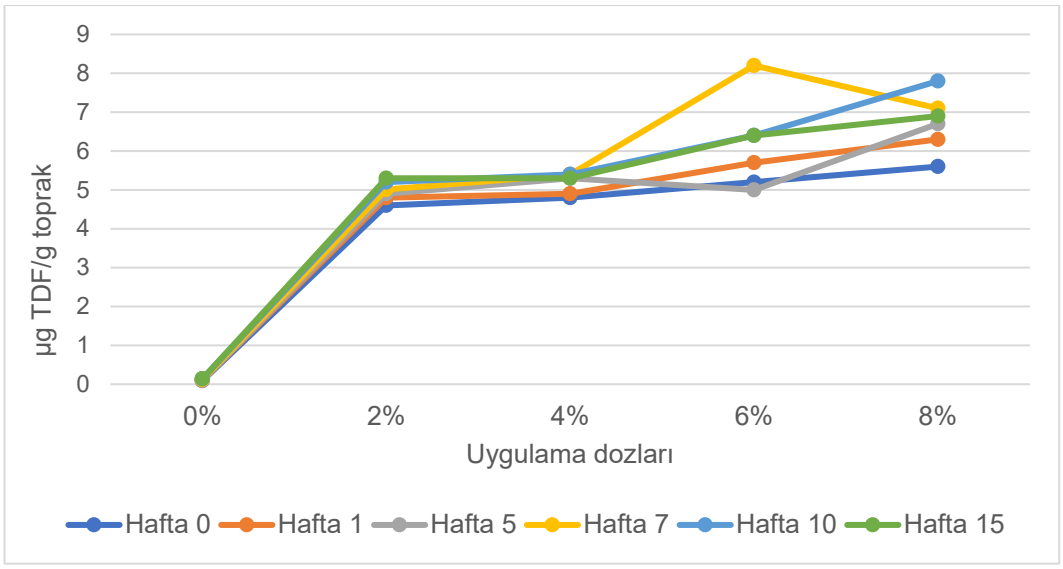
Dehidrogenaz enzim aktivitesi, toprak mikroorganizmalarının metabolik aktivitesini değerlendirmede kullanılmaktadır. Organik maddenin yükseltgenmesinin iyi bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Toprağın dehidrogenaz aktivitesinin toprağın mikroflorasının oksidatif aktivitesini ve mikrobiyal aktivitesini yansıttığı ve mikrobiyal aktivitenin indikatörü olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Masciandro ve ark., 1994; Perrucci ve ark., 1984).

Toprağa uygulanan mikrobiyal gübreler ve uygulama dozlarının dehidrogenaz aktivite üzerinde farklılıkları Şekil 4.8 ve 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.8'i incelediğimiz zaman dehidrogenaz enzimi en iyi %8'lık dozda gözlenmiştir. Dehidrogenaz enziminin ortama *Trichoderma* arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.8). En yüksek dehidragonez aktivite 10. hafta %8 uygulama dozunda alınırken, en düşük aktivite 15. hafta hiçbir uygulamanın yapılmadığı saksı toprağında belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Farklı dozlardaki *Trichoderma* etkenli gübrenin Dehidragonez enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Mikorizalı gübrenin toprağın dehidragonez aktivitesi üzerine etkileri Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.9. Farklı dozlardaki Mikoriza içeren gübrenin Üreaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri

Şekil 4.9 incelendiğinde mikorizanın %8 uygulama dozunda inkübasyonun 10. Haftasında en yüksek dehidragonez aktivite (10 µg TDF/g toprak) elde edilmiştir. En düşük dehidragonez aktivite ilk hafta %2 uygulama dozunda alınmıştır.

Trichoderma içeren gübrenin farklı dozlarının dehidragonez aktivite üzerine etkisi çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde, %8 uygulama dozunun dehidragonez aktivite üzerine etkili oluğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %4, %6, %2'lik dozlar ve kontrol grubu izlemiştir.

Çizelge 4.13. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı dozlarının dehidragonez aktiviteye etkileri

Uygulama Dozu (%)	Dehidragonez (µg TDF/g toprak)
Kontrol	6.33 D
2	7.04 C
4	7.70 B
6	7.90 AB
8	8.25 A

Trichoderma içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının dehidragonez aktivite üzerine etkileri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.14. *Trichoderma*'lı gübre uygulanan toprakta farklı inkübasyon zamanlarının dehidragonez üzerine etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Dehidragonez (µg TDF/g toprak)
Kontrol 0	6.58 D
1	6.98 CD
5	7.33 BC
7	7.78 AB
10	7.98 A
15	8.01 A
20	8.00 A

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının dehidragonez aktivite üzerine etkisi Çizelge 4.15'de verilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde aktivite üzerine en etkili doz sırası ile %8, kontrol grubu, %6, %4 ve %2 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Mikorizalı gübreni farklı dozlarının Dehidragonez aktiviteye etkileri

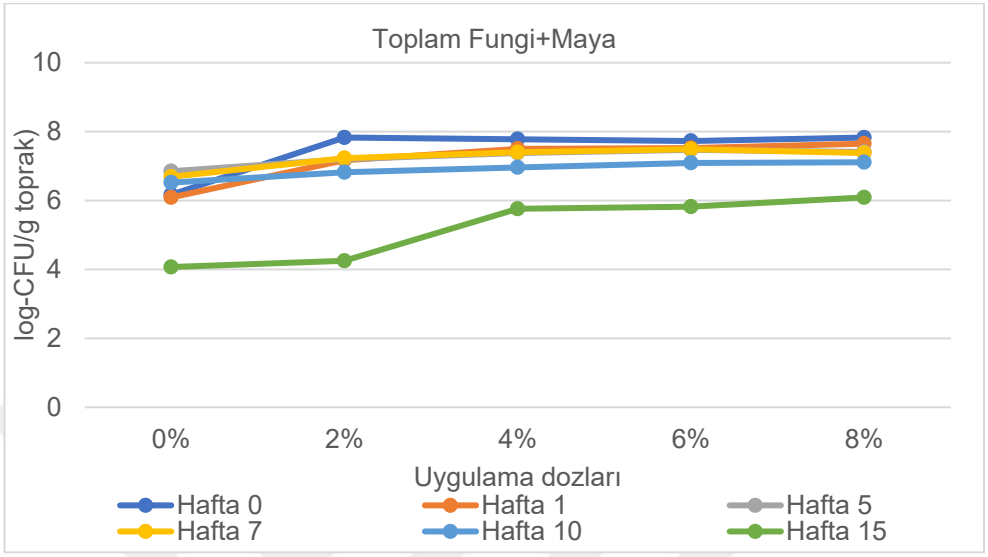
Uygulama Dozu (%)	Dehidragonez (µg TDF/g toprak)
Kontrol	6.3 B
2	4.96 D
4	5.18 D
6	5.82 C
8	6.73 A

Mikorizalı gübrenin dehidragonez aktivite üzerinde inkübasyon zamanının etkileri çizelge 4.16'da verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.16. Mikorizalı gübrenin dehidragonez aktivite üzerine inkübasyon zamanına etkileri

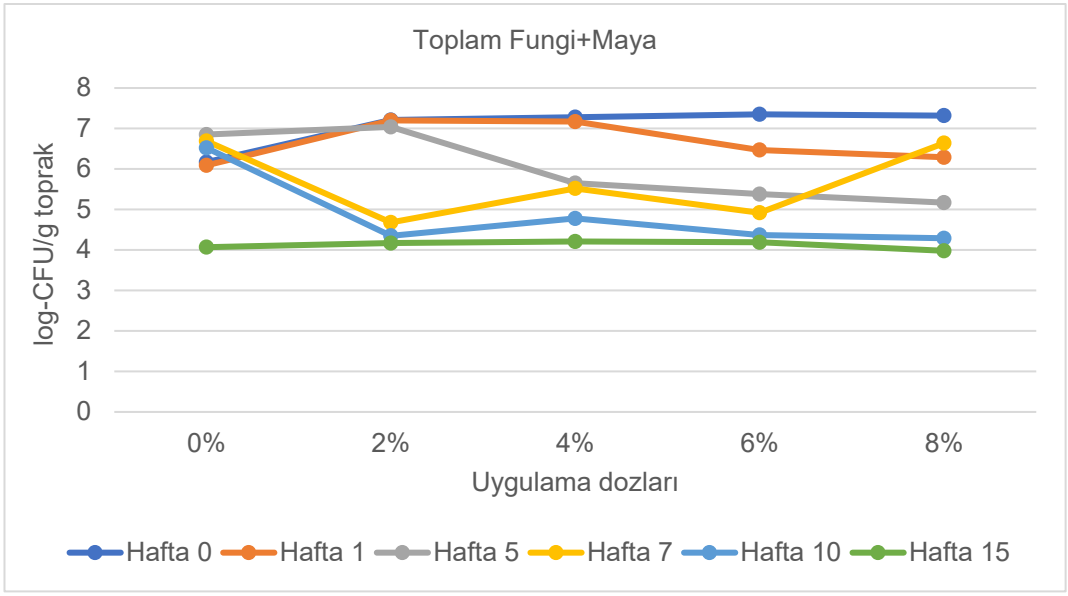
İnkübasyon zamanı (Hafta)	Dehidragonez (µg TDF/g toprak)
Kontrol 0	5.30 C
1	5.58 C
5	5.62 BC
7	6.02 AB
10	6.30 A
15	6.02 AB
20	6.02 AB

Uygulamaların toprakta toplam fungus ve maya sayısı üzerine etkileri belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de verilmiştir. En düşük fungus ve maya sayısı kontrol saksılarda belirlenmiş ve inkübasyon artan haftalarında bu sayı daha da azalmıştır. *Trichoderma* etkenli gübre uygulamasında en yüksek fungus+maya sayısı inkübasyonun 1. haftasında %8'lik dozda alınmıştır (Şekil 4.10). İnkübasyonun ilerleyen haftalarında tüm dozlarda fungus+maya sayısı azalmıştır. *Trichoderma* da toplam maya %8'lik dozda en iyi verilere ulaştık (Şekil-9). Mikoriza da ise %2'lik dozda 1.hafta en iyi sonuç gözlenmiş daha sonra azalma gerçekleşmiştir (Şekil-10). Yani en iyi sonuç *Trichoderma* da gözlenmiştir.



Şekil 4.10. Farklı dozlardaki *Trichoderma*'lı gübrenin toplam fungi+maya verileri

Mikoriza içeren gübre toprağa uygulandığında, inkübasyonun ilerleyen zamanlarında fungus+maya sayısının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.11. Farklı dozlarda Mikoriza'lı toplam fungi+maya verileri

Trichoderma içeren gübrenin farklı dozlarının fungi+maya üzerine etkisi çizelge 4.17'de verilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, %8 uygulama dozunun fungi+maya sayısı üzerine etkili oluğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %6, %4, %2'lik dozlar ve kontrol grubu izlemiştir.

Çizelge 4.17. *Trichoderma*'lı gübrenin toplam fungi ve maya sayısı üzerine uygulama dozlarının etkileri

Uygulama Dozu (%)	Toplam fungi+maya (log-CFU/g toprak)
Kontrol	6.06 C
2	6.75 B
4	7.13 AB
6	7.17 A
8	7.25 A

Trichoderma içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının fungi+maya üzerine etkileri Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. *Trichoderma*'lı gübrenin toplam fungi ve maya sayısı üzerine inkübasyon zamanlarının etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Toplam fungi+maya (log-CFU/g toprak)
Kontrol 0	7.47 A
1	7.19 AB
5	7.26 AB
7	7.23 AB
10	6.9 B
15	5.20 C
20	5.20 C

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının fungi+maya sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.19'da verilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde fungi+maya sayısı üzerine etkili olan dozlar arasında farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.19. Mikorizalı gübreni farklı dozlarının Toplam fungi+maya sayısı üzerine etkileri

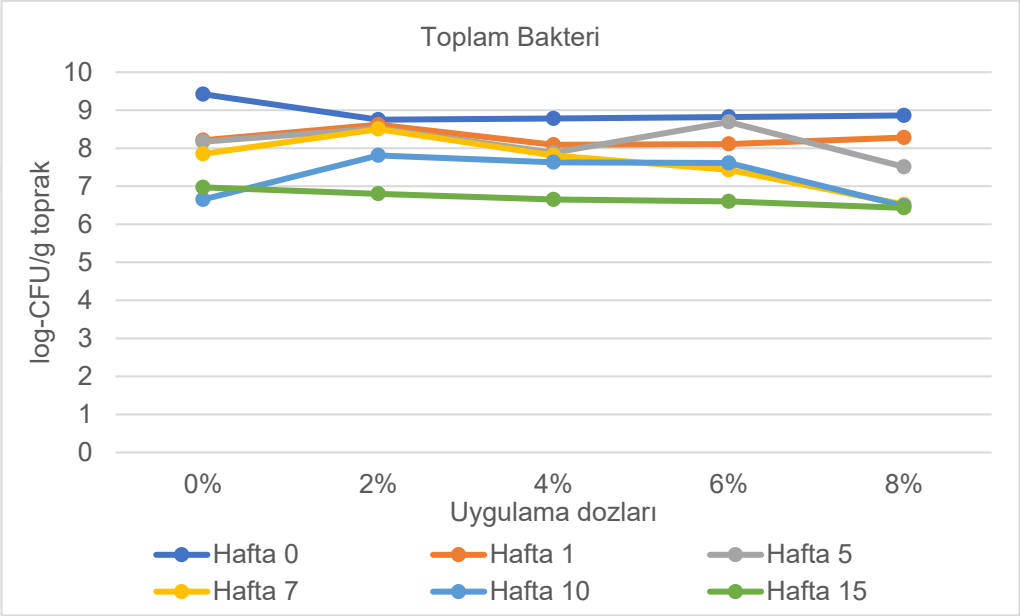
Uygulama Dozu (%)	Fungi+Maya (log CFU/g toprak)
Kontrol	6.06 A
2	5.77 A
4	5.76 A
6	5.44 A
8	5.28 A

Mikorizalı gübrenin fungi+maya sayısı üzerinde inkübasyon zamanının etkileri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

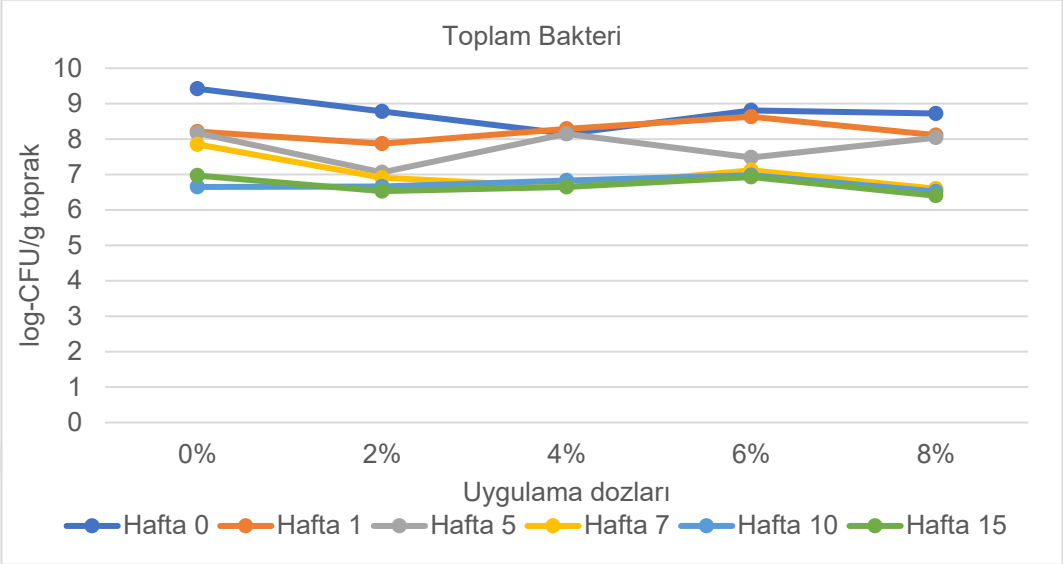
Çizelge 4.20. Mikorizalı gübrenin toplam fungi+maya sayısı üzerine inkübasyon zamanına etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Toplam fungi+maya (log CFU/g toprak)
Kontrol 0	7.07 A
1	6.64 AB
5	6.01 BC
7	5.29 CD
10	4.86 DE
15	4.12 E
20	4.12 E

Toplam bakteri sayısına bakıldığında kontrol grubunda da bakteri sayısının fazla olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13). Mikoriza ve *Trichoderma* içerikli gübre uygulamalarında en yüksek bakteri sayısı uygulamanın ilk yapıldığı zaman elde edilmiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak sayı azalmıştır.



Şekil 4.12. Farklı dozlarda *Trichoderma*'lı gübrenin toplam bakteri sayısına etkisi



Şekil 4.13. Farklı dozlarda Mikoriza'lı gübrenin toplam bakteri sayısına etkileri

Dolayısıyla yaptığımız çalışma sonucunda da toprak verimi için enzim aktivitesi ve içerisinde bulunan fungust maya ve bakteri sayısı önemlidir. Toprakta yeterli verimi sağlamak için seçilen mikroorganizmada önemlidir.

Trichoderma içeren gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısı üzerine etkisi çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelge 4.21 incelendiğinde, %2 uygulama dozunun toplam bakteri sayısı üzerine etkili oluğu belirlenmiştir. Bunu sırası ile %6, kontrol grubu, %8 ve %4'lük dozlar izlemiştir.

Çizelge 4.21. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısına etkileri

Uygulama Dozu (%)	Toplam bakteri sayısı (log CFU/g toprak)
Kontrol	7.87 A
2	8.17 A
4	7.81 AB
6	7.88 A
8	7.35 B

Trichoderma içerikli gübre dozlarının uygulanması ile farklı inkübasyon zamanlarının toplam bakteri sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. *Trichoderma*'lı gübrenin farklı inkübasyon zamanının toplam bakteri sayısı üzerine etkisi

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Toplam bakteri sayısı (log CFU/g toprak)
Kontrol 0	8.92 A
1	8.26 B
5	8.15 B
7	7.62 C
10	7.23 C
15	6.69 D
20	6.69 D

Mikoriza içerikli gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.23'de verilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde aktivite üzerine en etkili doz sırası ile kontrol grubu, %8, %2, %6 ve %4 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Mikorizalı gübrenin farklı dozlarının toplam bakteri sayısına etkileri

Uygulama Dozu (%)	Toplam bakteri sayısı (log CFU/g toprak)
Kontrol	7.87 A
2	7.30 B
4	7.55 AB
6	7.66 AB
8	7.39 B

Mikorizalı gübrenin toplam bakteri sayısı üzerinde inkübasyon zamanının etkileri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Buna göre inkübasyon zamanları arasında farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 4.24. Mikorizalı gübre uygulamalarının inkübasyon zamanının toplam bakteri sayısına etkileri

İnkübasyon zamanı (Hafta)	Toplam bakteri sayısı (log CFU/g toprak)
Kontrol 0	8.91 A
1	8.22 B
5	7.78 C
7	7.02 D
10	6.72 D
15	6.69 D
20	6.69 D

Biyotik ve abiyotik faktörlerden dolayı yarayışlı mikroorganizmaların doğal topraklarda sık bulunmadığı Papavizas (1985) tarafından rapor edilmiştir.

Çalışmamızda da, uygulanan mikrobiyal gübrelerin sayılarında belirlenen farklılık, toprak ortamında besin veya niş rekabetliliğinden kaynaklanabilir. Bae ve Knudsen (2005) tarafından da bildirildiği gibi toprakta bulunan diğer mikroorganizmalar tarafından üretilen antibiyotik veya uçucu bileşikler inokulantların canlılığı etkileyebilmektedir.

Green ve ark. (1999), mikorizal fungi olan Glomus intraradices'in miselyum varlığının *Trichoderma* harzianum'un popülasyon gelişimi bastırdığını tespit etmişler ve bu durumun mikroorganizmalar arasındaki besin rekabetliliğinden kaynaklandığını savunmuşlardır.

Çalışmamızda mikrobiyal gübrelerin uygulandığı örneklerde toplam fungi+maya ve bakteri sayılarındaki azalmanın inokulantlar tarafından üretilen antibiyotik benzeri bileşikler ile yer ve besin rekabetliliğinde kaynaklandığı düşünülmektedir.

Eastburn ve Butler (1988) tarından yapılan bir araştırmada ise, doğal olarak mikroorganizmaların *Trichoderma harzianum*'un varlığı, toplam bakteri popülasyonunun artışına neden olmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise, *Trichoderma sp*.'nin topraklara eklenmesi ile toprakta özellikle aktinomisetleri içeren toplam bakterinin popülasyon yoğunluğunun artışına neden olmuştur (Bae veKnudsen, 2005). Araştırıcılar bu durumun *Trichoderma sp*.'nin hifsel parçalanması ile serbest kalabilen besinlerin diğer toprak mikroorganizmalarına besin kaynağı olarak sunulmasından dolayı olduğunu açıklamışlardır.

Sonuç olarak; çalışmamızda kullandığımız mikrobiyal inokulantların toprakların ß-glukosidaz, alkalin fosfataz, dehidrogenaz, üreaz enzim aktiviteleri ile topraktaki mikroorganizma sayısı gibi toprak mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri farklı inkübasyon zamanlarına bağlı olarak araştırılmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında mikrobiyal inokulantların artan dozlarının aktivite üzerine etkileri olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Mikrobiyal gübre olarak kullanılan mikroorganizmaların elde edilen preparatlar, salgıladıkları bileşikler, enzimler ile bitki gelişimine katkı sağladıkları gibi toprak yapısını düzeltici etkilerinin yanı sıra azot, fosfor, potasyum gibi besin elementlerini de toprağa sağladıkları son yıllarda popülariteleri artmıştır. Ayrıca kimyasal gübreler gibi çevreyi kirletmemektedirler.

Çalışmamızda mikrobiyal gübre olarak etken madde olarak *Trichoderma* ve mikoriza olan iki gübre kullanılmıştır. Gübreler %2, %4, %6 ve %8 dozlarında topraklara ayrı ayrı uygulanmıştır. 20 haftalık inkübasyon sonunda deneme sonlandırılmıştır. İnkübasyonun 1-5-7-10-15 ve 20. Haftalarında her bir uygulamadan örnekler alınmış ve toprakların bazı mikrobiyolojik özellikleri etkileri değerlendirilmiştir.

Uygulamaların kontrolle karşılaştırıldığında yüksek dozlarında aktivitelerin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Test edilen mikrobiyolojik özellikler ve uygulanan mikrobiyal gübrelerin nem, sıcaklık değişimleri, bitkisel atıklar, organik madde düzeyi gibi faktörlerden etkilenmektedir.

5.2. Öneriler

Toprak ekosistemine katılan mikrobiyal inokulantların etkinliği ve gelişimde ortam koşullarının rol oynayabileceği düşünülmektedir. Kullanılan mikrobiyal inokulantların hifsel gelişimi, toprağa girişlerinden sonra kolonizasyonlarıda önemli olacağından, farklı besin kaynakları ve sıcaklıklar uygulanarak test edilmeleri ileride yapılacak çalışmalar ile mikrobiyal aktivite üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

A, A., P, N. and CATALASE. (1995). Methods inApplied Soil Microbiology and Biochemistry. London: Akademik Press. 2362-363.

ABEER, H., SALWA, A., ALQARAWİ, A., A. and EGAMBERDİEVA. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance basil tolerance to salt stress through improved physiologrcal and nutritional status. Bot. 48, 37-45.

ABHİLASH, P., DUBEY, R., TRİPATHİ, V., GUPTA, V. and SİNGH, H. (2016). Plant growth-promoting microorganisms for enviromental sustainability. Trends Biotechnol 34 (11): 847-850.

ALFANO, G., BOS, J., CAKİR, C., HORST, L., IVEY, M., MADDEN, L. and HOİTİNK, H. (2006). Modulation of gene expression in tomato by Trichoderma hamutum 382. Phytopathology 97, 429-437.

ALFANO, G., IVEY, M., BOS, J., MILLER, S., MADDEN, L., KAMOUN, S. and HOİTİNK, H. (2007). Systemic modulation of gene expression in tomato by Trichoderma hamatum 382. Phytopathology 97, 429-437.

B.L., TURNER, D.W., HOPKİNS, P.M., HAYGARTH, & N., OSTLE (2002). ß-glucosidase activity in pasture soils. Applied Soil Ecology. 20 (2002) 157-162.

BAE, H., SİCHER, R., KİM, M., STREM, M., MELNİCK, R. and BAİLEY, B. (2009). The beneficial endophyte Trichoderma hamatum isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in Theobroma cacao. 60:3279–3295.

BAE, Y.S. and KNUDSEN, G.R. (2005). Soil microbial biomass influence on growth and biocontrol efficacy of Trichoderma harzianum. Biological Control. 32, 236-242.

BAİLEY, B., BAE, H., STREM, M., ROBERTS, D., THOMAS , S., CRZOZİER, J. and HOLMES , K. (2006). Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four Trichoderma species. Planta 224, 1449-1464.

BROGLİE, K., CHET, H., CRESSMAN, BİDDLE, KNOWLTON, MAUVALS and BROGLİE. (1991). Transgenic plant with enhanced resistance to the fungal pathogen Rhizoctonia solani. Science 254, 1194-1197.

CARSOLİO, C., GUTİERREZ, A., JİMENEZ, B., VAN MONTAGU , M. and HERRERA-ESTRELLA, A. (1994). Characterization of ech-42, a Trichoderma harzianum endochitinase gene expressed during mycoparasitism. USA: National Academy of Sciences. 91, 10903-10907.

DA SOUZA SİLVA, C.M.M., de CASTRO, V.L.S.S., DE OLİVEİRA, P.R. and MAİMA A.H. (2009). Influence of Pseudomonas putida AF7 inoculation on soil emymes Ecotoxicology. 18, 1182-1187.

DONİ, F., AL-SHORGANİ, N., TİBİN, E., ABUELHASSAN , N., ANİZAN, I., WAN, M.W. and CHE, R. C. (2013). Microbial involvement in growth of paddy. 5(6):285–290.

EASTBURN, D, M. and BUTLER, E. E. (1988). Microhabitat characterization of Trichoderma harzianum in natural soil; evaluation of factors affecting distribution. Biochem. 20,547-553.

GEREMİA, R., A., GOLDMAN, G. G. and JACOB, D. and HERRERA-Estrella, A. (1993). Molecular characterization of the proteinase gene, prb1, related to mycoparasitism by Trichoderma harzianum. Molecular, Microbiology 8,603-613.

GEREMİA, R., GOLDMAN, D., JACOBS, W., ARDİLES, S., VİLA, M., VAN, M. and A, H. E. (1993). Molecular characterization of a proteinase-encoding gene, pbrl, related to mycoparasitism by Trichoderma harzianum. 603– 613.

GREEN, H., LARSEN, J.O., P.A., JENSEN, D. F. and JAKOBSEN, L. (1999). Suppression of the biocontrol agent Trichoderma harzianum by mycehium of the arbuscular mycorrhizal fungus glomus intraradies in root-free soil. 651428-1434.

HAKTANIR, K. (1991). Molecular mechanisms of lytic enzymes involved in the biocontrol activity of Trichoderma harzianum. Ankara. 142, 2321-2331.

HARMAN, G. (2006). Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. Phytopathology. 96(2):190- 194

HARMAN, G.E., HOWELL, C.R., VİTERBO, A. and CHET, M. (2004). Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. 2:43-56.

HARMAN, G., LORİTO, M. and LYNCH, J. (2004). Uses of Trichoderma spp. to remediate soil and waterr pollution. Ady Appl Microbiol 56:313-330.

HOFMANN , E.D. and HOFFMANN G.G. (1966). Die Bestimmug Der Biologischen Tatigheit in Böden Mit Enzymethoden. Reprinted Form Advances in Enzymology and Related Subject of Biochemistry. 28, 365-390.

HOWELL, C.R. (2003). Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases : the history and evolution of current concepts. 87:4-10.

HOWELL, C.R. (2006). Understanding the mechanisms employed by Trichoderma virens to effect biological control of cotton diseases. Phytopathology 2006, 96, 178-180.

INBAR, J., ABRAMSKY, M. and COHEN, D. I. (1994). Plant Growth Enhancement and Disease Control By Trichoderma harzianum In Vegetable Seedlings Grown under Commercial conditions. 100:337–346.

KOUR, D., RANA, K.L., YADAV, A.N. and A.K. (2020). Microbial biofertilizers: Bioresources and eco friendly fechnologies for agricultural and envirönmental sustainability. 23, 1-12.

KUBİCEK, C., MACH, R., PETERBAUER, C. and LORİTO, M. (2001). Trichoderma: From genes to biocontrol, Journal of Plant Pathology. Genome Biology, 83, 11-23.

KUBİCEK, C.P., HERRERA-ESTRELLA, A., SEİDL-SEİBOTH, V. and MARTİNEZ, D. (2011). Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of Trichoderma. 12: 1-15.

LALİTJA, P., SRUJANA and ARUNALAKSHMİ, K. (2012). Effect to Trichoderma viride on germination of mustard and survival of mustard seedling. International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research. 1:137-140.

LANDGRAF, D. and KLOSE, S. (2002). Mobile and ready available C and N fractions and their relationship to microbial biomass and selected enzyme activities in a sandy soil under different management system. 165, 9-16.

M.A., K., S. YEASMİN, Z.M. SOLAİMAN, S. DE NEVE and S. SLEUTEL. (2017). Response of hydrolytic enzyme activities and nitrogen mineralization to fertilizer and organic matter application in subtropical paddy soils. European Journal of Soil Biology. 80 (2017) 27-34.

MCGREW, B. and GREEN, M. (1990). Enhanced removal of detergent and recovery of enzymatic activity following sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis: use of casein in gel wash buffer. 189, 68–74.

MIRKOVACKİ, N., JARAK, M., IVİCA, D. and JOCKOVİC, D. (2012). Importance of PGPR application and its effect on microbial activity in maize rhizosphere. 49 (3): 335-344.

MONİKA, S., DHRİTİ, K., VİPUL, K., MOHAMED, S., SHETEİWY, MUTHUUSAMY, R. and ANKET, S. (2020). Trichoderma: The "Secrets" of a Multitalented Biocontrol Agent. 80, I-56124.

NASEBY, D., WAY, J., BAİNTON, N. and LYNCH, J. (2001). Biocontrol of Pythium in pea rhizosphere by antifungal metabolite producing and non-producing Pseudomonas strains. 90, 421-429.

PAPAVİZAS, G. (1985). Trichoderma and Gliocladium; biology, ecology and pottential for biocontrol. Phytopathol. 23,23-54.

PEPPER, I., GERBA, C. and BRIENDECKE, J. (1995). Brendecke: Environmental Microbiology, A Laboratory Manual. New York: Acodemic Press.

ROMNOUTS FM and PHAFF, HJ. (1976). Lysis of yeast cell walls. Lyticb-1,6-glucanase from Bacillus circulans Wl-*12.* European Journal of Biochemistry. 63, 109-120.

ROWELL, D. (1996). Soil Sciences: Methods and applications. . Longman, London.: Third edition. UK, pp.351.

S. JİAN, J. Lİ, J. CHEN, G. WANG, M.A. MAYES, K.E. DZANTOR and Y. LUO. (2016). Soil extracellular enzyme activities, soil carbon and nitrogen storage under nitrogen fertilixation: A meta-analysis, . 101 (2016) 32-43

SABA, H., VİBHASH, D., MANİSHA, M., PRASHANT, K., FARHAN, H. and TAUSEEF, A. (2012). Trichoderma a promisng plant growth stimulator and biocontrol agent. 3(4), 524–531.

SCHİRMBÖCK, M., LORİTO, M. and WANG, Y.-L. (1994). Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action of Trichoderma harzianum against phytopathogenic fungi. 60, 4364–70.

SHORESH M. and HARMAN GE. (2008). The molecular basis of shoot responses of maize seedlings to Trichoderma harzianum T22 inoculation of the root: proteomic approach. 147: 2147–2163.

SHORESH M., MASTOURİ F. and HARMAN G. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. 48, 21–43.

TABATABAİ, M. and BREMNER, J. (1969). Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. 1, 301-307.

V. KABİRİ, F. RAİESİ, M.A. GHAZAVİ and TİLLAGE. (2016). Effects on soil microbial biomass, SOM mineralization and enzyme activity in a semi-arid Calcixerepts. 232 (2016) 73- 84.

YEDİDİA, L., SRİVASTVA, A., KAPULNİK, Y. and CHET. (2001). Effect of Trichoderma harzianum on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. 235, 235–242.

YİLDİRİM E, TAYLOR , M., GHAZAVİ and TİLLAGE. (2006). Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plant under salt stress. 111, 1–6.