

**Topraktan Uygulanan Yarasa Gübresinin Mercimek Gelişimi ile Rizosfer Toprağının Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi**Çiğdem KÜÇÜK¹ ve Ayşegül ARSLAN²

How to cite: Küçük, Ç., & Arslan, A. (2024). Topraktan uygulanan yarasa gübresinin mercimek gelişimi ile rizosfer toprağının bazı biyolojik özelliklerine etkisi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 61-71. <https://doi.org/10.33484/sinopfbid.1391287>

Araştırma Makalesi**Sorumlu Yazar**

Çiğdem KÜÇÜK

ckucuk@harran.edu.tr

Yazarlara ait ORCID

Ç.K: 0000-0001-5688-5440

A.A: 0000-0001-7425-3674

Received: 15.11.2023**Accepted:** 14.02.2024**Öz**

İnorganik gübrelerin sürekli kullanımı toprağın yapısını bozmakta, çevreye ve insan sağlığında olumsuz etkilere neden olmaktadır. Organik gübre uygulaması, bitki büyümesi için gerekli besin maddelerinin sağlanması açısından da güvenli alternatiflerden biridir. Bu çalışmada, organik gübre olarak kullanılan yarasa gübresinin mercimek gelişimi ve rizosferin bazı toprak mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Toprağa farklı dozlarda uygulanan yarasa gübresinin mercimeğin bitki boyu, yeşil aksam ve kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu, klorofil içeriği olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Uygulanan yarasa gübresinin rizosfer bölgesinin CO₂ içeriği, β-glukosidaz aktivitesi, maya+küf ve toplam bakteri düzeyini kontrole göre önemli oranda arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yarasa gübresi, mercimek, rizosferin bazı biyolojik özellikleri

The Effect of Bat Guano Applied from Soil on Lentil Growth and Some Biological Properties of Rhizosphere Soil

¹Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye

Bu çalışma Creative Commons Attribution 4.0 International License ile lisanslanmıştır

Abstract

Continuous use of inorganic fertilizers destroys the structure of the soil and causes negative effects on the environment and human health. Application of organic fertilizer is one of the safe alternatives in terms of providing the nutrients necessary for plant growth. In this study, the effect of bat fertilizer used as organic fertilizer on lentil growth and some soil microbiological properties of the rhizosphere was investigated. It has been determined that bat fertilizer applied to the soil at different doses positively affects plant height, green parts and root dry weight, root length and chlorophyll content of lentils. It was determined that the CO₂ content, β-glucosidase activity, yeast + mold and total bacteria levels of the rhizosphere region of the applied bat fertilizer increased significantly compared to the control.

Keywords: Bat fertilizer, lentils, some biological properties of the rhizosphere

Giriş

Son yıllarda oluşan iklim değişikliği nedeniyle dünyadaki tüm ülkelerin en önemli amacı; çevresel bozulmanın önlenerek yeterli, güvenli ve sağlıklı gıdanın sağlanmasıdır [1]. Organik tarım; çevre koşullarının tarım üzerindeki etkisini azaltarak sürdürülebilir gıda üretimi için alternatif bir tarım biçimi olarak düşünülmüştür [2-4]. Düşük oranlarda mineral gübrelerin bitki verimliliği ile toprağın kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde olumlu etkisi olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. İnorganik gübrelerin, amonifikasyon ve nitrifikasyon mikroorganizmalarının büyümesinin yanı sıra spor oluşturan bakterilerin çoğalmasını teşvik ettiği ve ürün atıklarının mineralizasyonunu uyardığı açıklanmıştır. Ancak verimliliği artırmak için inorganik gübrelerin kullanılmasının toprağın tamamen bozulmasına neden olduğu bildirilmiştir [5]. Yapılan araştırmalar, organik gübrelemenin inorganik gübrelemeye göre avantajını göstermiştir. Organik gübre uygulamasının ekolojiye ve çevreye minimum zarar veren bir bitkisel üretim sistemi olduğuna inanılmaktadır [4, 5]. Tarımsal alanlarda organik gübrelerin uzun süreli kullanımı toprak yapısını iyileştirmiş, toprağın agregat yapısını arttırabilmiş, bitki büyümesi ve üretimi için olumlu sonuç vermiştir [4, 5]. Ayrıca organik gübre; toprağın organik karbon havuzunu arttırabildiğinden, bu da sonuçta karbon tutulmasının artmasına neden olmaktadır [5]. Günümüzde, büyükbaş hayvan gübresi ve idrarı, koyun gübresi, kümes hayvanı gübresi, yarasa gübresi, ipekböceği atıkları, solucan humusu gibi hayvan kökenli çeşitli organik gübrelerin kullanımı mevcuttur [6].

Yarasa gübresi N, P, K ve Ca açısından zengin olduğundan dünyanın birçok yerinde tamamlayıcı gübre olarak kullanılmaktadır [7]. Yarasa gübresinin, bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm makro ve mikro besin maddelerini doğal formda içerdiğinden; gübre, toprak yapıcı, toprak temizleyici, nematosit, fungusit ve kompost aktivatörü olarak kullanıldığı açıklanmıştır [8]. Toprağa uygulanan yarasa gübresinin marul [9], karnabahar [10], mısır [11], biber [12] gelişimini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada da mısır ve buğday veriminin toprağın organik karbon, azot içeriğinin organik gübre uygulamaları ile arttığı, sakkaraz, üreaz ve glukosidaz enzim aktivitelerinin, toprak fauna popülasyonunun organik gübre uygulamaları sonucu arttığı rapor edilmiştir [13]. Fitriani ve ark. [14] farklı dozlarda uygulanan yarasa guanosunun biber gelişimi ve verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında uygulama dozunun artışına bağlı olarak verimin arttığını saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar çalışmalarında; gübrenin uygulama dozunun toprak özellikleri, bitki gereksinimine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir [14]. Toprak mikroorganizmaları ile ilgili çalışmalar, küçük bir toprak hacminde yüksek miktarda bulunmaları nedeniyle oldukça zordur ancak ekosistem stabilitesi, toprak metabolizması ve verimlilik açısından çok önemlidir [15, 16]. Toprakta en aktif olan mikroorganizmaların en önemlileri olduğu, toprağa uygulanan gübrelerin de bu mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin olduğu ortaya konmuştur [16]. Toprak mikroorganizmaları toprak verimliliği açısından büyük öneme sahiptir ve bunların biyokütlesindeki azot ve fosfor, bitki besinlerinin önemli

kaynaklarıdır [17]. Toprak ortamının kalitesi, mikrobiyal topluluğun bileşimini doğrudan etkileyebilmekte ve dolayısıyla bitki büyümesini ve sağlığını etkileyebilmiştir [18]. Tarımsal ekosistemlerdeki uygun bir mikrobiyal topluluk yapısı bitki gelişimini destekleyebilir ve toprağın mikrobiyal topluluk yapısındaki değişiklik, toprak sağlığı ve ürün veriminin önemli bir göstergesi olarak kullanılmaktadır [19]. FAO verileri dikkate alınarak incelendiğinde; mercimek verimi 2021 yılı itibarıyla 1.6 milyon tonluk üretimle Kanada dünya mercimek üretiminin yaklaşık %29'unu karşılayarak ilk sırada, Türkiye ise 263 bin ton üretim ile dördüncü sırada yer almıştır [20]. 2022 yılında ekim alanına göre Türkiye'de kırmızı mercimek ekim alanının %91.9'unun Güneydoğu Anadolu (2.7 milyon) Bölgesi'nde yapıldığı ve mercimek ekim alanının en fazla yapıldığı ilin 1.3 milyon dekar ekim alanı ile Şanlıurfa olduğu açıklanmıştır [20]. Yukarıdaki bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı yarasa gübresinin farklı dozlarının toprağa uygulanması ile mercimek bitkisinin büyüme özelliklerini ve rizosfer toprağın bazı mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Materyal ve Yöntem

Denemede bitki materyali olarak mercimek kullanılmıştır. Yarasa gübresi (organik madde içeriği %30, organik azot %3, fosfor %5, humik asit + fulvik asit %8, pH 6) ticari olarak satın alınmıştır. Topraklar 3 ardışık gün 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak kullanılmıştır. Kullanılan toprak killi bünyeye sahip olup; organik madde içeriği %1.65, fosfor içeriği 4.81 kg/da, tuz içeriği ise 0.82 dS/m, pH 7.68'dir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak doğal ışık alan serada kurulmuştur. Yarasa gübresi %0 (kontrol), %0.5, %1 ve %1.5 (sırasıyla 0, 15 g, 30 g, 45 g olarak verilmiştir) olarak ekimle birlikte 3kg'lık saksılara uygulanmıştır. Tohumlar saksılara ekilmiş, gerektiğinde çeşme suyu (EC 310 µS/m, pH 7.45) ile sulanmış, ekimden 9 hafta sonra hasat edilmiştir. Hasat öncesi bir kısım yaprak örnekleri klorofil tayini için kullanılmıştır. Aşağıda açıklanan ölçümler yapılmıştır.

Bitki Boyu ve Kök uzunluğu

Hasat sırasında bitkinin toprakla temas ettiği kısımdan bitki uç kısmının uzunluğu cetvel ile ölçülerek bitki boyu belirlenmiştir. Kök boğazından kesilen kökler, topraktan arındırılmış, kurutma kağıdı üzerinde nemi alındıktan sonra cetvelle ölçülmüş, kök uzunluğu kaydedilmiştir.

Bitki Yeşil Aksam ve Kök Kuru Ağırlıkları

Hasat sonunda uygulamalardaki yeşil aksam ve kökler, kök boğazından kesilmiş, ayrı ayrı terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Yaş ağırlıkları alınan örnekler 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Klorofil Tayini

Hasat sırasında her bir uygulamaya ait yaprak örnekleri (2 g) alınmış, yaprak örnekleri üzerine aseton: su karışımı eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler Whatman no 2 filtre

kağıdından süzildikten sonra, içerik spektrofotometrede 663 nm ve 645 nm'de okunmuş, toplam klorofil içeriği Arnon [21]'a göre hesaplanmıştır.

Rizosfer Bölgesinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri

Hasat sırasında rizosfer bölgesinden alınan toprak örnekleri, 2 mm'lik eİekten elenerek, steril kapaklı torbalara konulmuş ve buz çantası ile laboratuvara getirilmiştir. Enzim aktivite testleri hemen yapılmış, mikroorganizma sayımı için toprak örnekleri -80°C'de saklanmıştır. Hasat sonrası her bir uygulamanın rizosferinden (bitki kök bölgesinden) alınan toprak örneklerinde mikrobiyolojik aktiviteyi belirlemek amacıyla Mikrobiyal toprak solunumu (CO₂ oluşumu) Anderson [22]'e göre; β-glukosidaz aktivite Küçük ve Cevheri [23]'e göre yapılmıştır. Uygulamalardan ayrı ayrı alınan toprak örneklerinden dilüsyonlar hazırlanmış, rizosferdeki toplam bakteri sayısı Nutrient agar, maya ve küf sayısı ise Sabouraud agar kullanılarak belirlenmiştir [24].

İstatistik Analiz

Deneme sonunda uygulamalara ait veriler JMP 11 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Her bir analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Sonuçlar LSD testine göre gruplandırılmış, ortalamaların yanında harfle gösterilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Gereksiz ve aşırı inorganik gübre uygulaması çevreye zarar vermekte, su kaynaklarını kirletmekte ve faydalı canlı organizmaların azalmasına neden olmaktadır [25]. Bununla birlikte, organik tarım sistemleri inorganik gübre uygulamasından kaçınmakta ve bunun yerine verimi en üst düzeye çıkarmak için ürün rotasyonuna, organik gübrelerle ve besin maddelerinin biyolojik mobilizasyon sistemlerine güvenmektedir [13]. Bu nedenle, inorganik gübrelerle bağımlılığı azaltmak, ürün verimini artırmak, gıda arzını güvence altına almak ve organik maddenin geri dönüşümü ile çevreyi korumak için organik gübrelerin tek başına veya diğer gübrelerle birlikte büyüme performansı, verim potansiyeli ve ürün kalitesi üzerindeki etkinliğini araştırmak önemlidir. Bu çalışmada, farklı dozlarda uygulanan yarasa gübresinin, mercimek bitki boyu ve kök uzunluğu üzerinde etkileri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Yarasa gübresinin farklı dozlarının mercimek bitki boyu ve kök uzunluğu, kuru ağırlık ve toplam klorofil içeriğine etkisi

Doz (%)	Bitki Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlığı (g/ bitki)	Toplam klorofil içeriği (µg/g yaprak)
Kontrol	26.3 ^b	11.0 ^b	0.391 ^b	0.081 ^c	1.74 ^c
0.5	31.0 ^a	16.7 ^a	0.587 ^a	0.118 ^a	2.42 ^b
1.0	31.0 ^a	16.0 ^a	0.580 ^a	0.119 ^a	2.55 ^a
1.5	30.3 ^a	12.0 ^b	0.509 ^a	0.111 ^b	2.52 ^a

Farklı harfler birbirinden farklı olan değerleri göstermektedir (P < 0.05).

Çalışmada farklı dozların mercimek bitki boyu ve kök uzunluğu incelendiğinde; hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolle kıyaslandığında farklı artışlar sağlamıştır. Yarasa gübresinin %1.5 uygulama dozu bitki boyunu kontrole göre %13.2 oranında arttırmış, %0.5 ve %1'lik dozlar ise kontrolle karşılaştırıldığında %15.1 oranında bitki boyunda artışa neden olmuşlardır. Kök uzunlukları ise kontrolle karşılaştırıldığında; en yüksek artış %0.5 doz uygulamasında (%34.1) alınmış, bunu %1 (%31.25) ve %1.5 (%9 oranında artış) uygulama dozları izlemiştir. Farklı miktarlarda yarasa gübresinin toprağa ilave edilmesinin marulun kalite ve verim özellikleri üzerinde farklı artışlar olduğu, yarasa gübresi uygulaması ile marul boyunda artış olduğu yapılan bir çalışmada tespit edilmiştir [9]. Farklı organik gübrelerin karnabahar üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada ise; sıvı formdaki yarasa gübresinin uygulanan diğer organik gübreler ile karşılaştırıldığında karnabaharın kök uzunluğu üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir [10]. Yarasa gübresinin farklı dozlarının mercimek yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında artış sağladığı Tablo 1'de görülmektedir. Yarasa gübresinin %0.5, %1 ve %1.5 uygulama dozları kontrolle karşılaştırıldığında yeşil aksam ağırlığını sırası ile; %33.3, %32.5 ve %23.2 oranında arttırmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi, yarasa gübresi uygulanmayan mercimek kök kuru ağırlığı 0.081 g/bitki olarak kaydedilmiş; % 0.5, % 1, % 1.5 dozlarının uygulanması ile sırasıyla 0.118 g/bitki, 0.119 g/bitki ve 0.111 g/bitki olarak belirlenmiştir. Uygulama dozlarının kuru ağırlık üzerine etkileri de yeşil aksam ağırlıklarında olduğu gibidir. Kontrolle karşılaştırıldığında; %0.5 uygulama dozunda kök kuru ağırlık %31.3, %1 uygulama dozunda kök kuru ağırlık %31.9 ve %1.5 uygulama dozunda kök kuru ağırlık ise %27 oranında artmıştır. Bitki büyümesini destekleyen mikro elementler ve bitki büyüme düzenleyicileri içeren yarasa gübresinin gübre olarak uygulanmasının bitki gelişimini artırdığı saptanmıştır [26, 27]. Yarasa gübresinin topraklara uygulanmasının bitkiler üzerindeki olumlu etkisinin yarasa gübresi içinde mevcut olan besin elementlerinden kaynaklandığı, gübrenin topraklara ilavesinin bitki yetiştirme bakımından da toprağın özelliklerinin de iyileştirildiği yapılan çalışmada da bildirilmiştir [4]. Çiçek [28] tarafından yapılan bir çalışmada; yarasa gübresi ve vermikompost uygulamalarının kadife çiçeği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmacı, her iki organik gübrenin uygulama dozlarının kadife çiçeğinin çiçek ağırlığı, bitki boyu, bitki ve kök yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, klorofil içeriği üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Bitkinin gelişimi ve besin alımı açısından kök gelişiminin ve kök bölgesinin aktivitesinin etkisi rapor edilmiştir [29]. Tarla ve sera koşullarında vermikompost ve yarasa gübresinin uygulanması ile bitkinin kök ağırlığının kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkilerle karşılaştırıldığında daha fazla olduğu saptanmıştır [28]. Çalışmamızda da farklı dozlarda uygulanan yarasa gübresi; bitki yeşil aksam ve kök kuru ağırlığını farklı düzeyde etkilemiştir. Yarasa gübresinin uygulama dozlarının kontrole göre bitki ağırlığını artırması Misra ve ark. [29], Ulukapı ve Şener [10] tarafından da saptanmıştır. Fotosentez, bitkisel üretimi belirleyen ana metabolik süreçtir. Yaprak fotosentezi çeşitli iç ve çevresel parametreler tarafından düzenlenir [1]. Topraklara uygulanan farklı dozlardaki yarasa gübresinin yapraklardaki toplam klorofil içeriğine etkisi Tablo 1'de verilmiştir. Uygulanan yarasa gübresinin farklı dozları

mercimek yapraklarında klorofil içeriğini, kontrole göre arttırmıştır. En yüksek klorofil içeriği sırasıyla yarasa gübresinin %1 ve %1.5 uygulama dozlarında belirlenmiş, kontrole göre sırası ile %31.7 ve %30.95 ortamında artmıştır. Bu artış; bitkinin farklı dozlardaki yarasa gübresi uygulaması ile daha iyi besin durumu kazanması nedeniyle bitki kloroplastını daha verimli bir şekilde muhafaza etme yeteneğinden kaynaklanabilir [1]. Yapılan çalışmalarda; taze ve biriktirilmiş yarasa guanosunun; mısır ve darının büyüme biyokütlesi ve fotosentez üzerinde teşvik edici bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş, bitki büyümesi ve ürün verimliliği için organik gübrenin yerine kullanılabileceğini öne sürülmüştür [1, 11]. Bay [12] yaptığı araştırmada; kopya biberi filkulağı ve postal çeşitlerinin yetiştirme ortamına leonardit ve yarasa gübresi uygulamış, en yüksek klorofil içeriğinin leonardit gübre uygulanmış filkulağı çeşidinde ve yarasa gübre uygulanmış bitki yapraklarında olduğunu saptamıştır. Çalışmamızda da kontrole göre klorofil içeriğindeki artış araştırmacıların bulguları ile de uyumludur. Farklı dozlarda uygulanan yarasa gübresi mercimek kök bölgesindeki CO₂ içeriğini arttırmıştır (Tablo 2). Toprak solunumu, bir sistemin mikrobiyal aktivitesini değerlendirmek için bir parametre olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [30]. Farklı dozlarda uygulanan yarasa gübresinin mercimek rizosfer toprağındaki CO₂ içeriği incelendiğinde; uygulanan %0.5, %1.0, %1.5 dozlar ile rizosferdeki CO₂ içeriği sırasıyla 55 mg CO₂-C/kg, 70.7 mg CO₂-C/kg ve 116.7 mg CO₂-C/kg olarak bulunmuştur, rizosfer toprağındaki CO₂ içeriğinin kontrole göre artış göstermesi; toprağına uygulanan organik maddenin aerobik mikroorganizmaların solunumu için enerji kaynağı sağladığı ve bu yüzden CO₂ içeriğinin yarasa gübresi uygulanan toprakta yüksek olduğu şeklinde düşünülmektedir.

Tablo 2. *Topraktan uygulanan yarasa gübresinin mercimek kök bölgesi bazı mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi*

Doz (%)	CO ₂ içeriği (mg CO ₂ -C/kg toprak)	β-glukosidaz (μmol/PNP/g toprak)	Toplam Maya+Küf (x10 ⁶ cfu/g)	Toplam Bakteri (x10 ⁶ cfu/g)
Kontrol	39.7 ^d	1.63 ^d	0.34 ^d	1.60 ^d
0.5	55.0 ^c	4.62 ^c	2.26 ^c	8.81 ^c
1.0	70.7 ^b	5.18 ^b	8.13 ^a	9.14 ^b
1.5	116.7 ^a	5.41 ^a	6.93 ^b	16.33 ^a

Farklı harfler birbirinden farklı olan değerleri göstermektedir (P < 0.05).

Çalışmada mercimek rizosfer toprağında CO₂ içeriği kontrole karşılaştırıldığında; %0.5 uygulama dozunda %27.8, %1 uygulama dozunda %43.8 ve %1.5 uygulama dozunda %65.9 oranında artmıştır. Uygulama dozunun artması ile toprakta CO₂ içeriğinin artmasının nedeni; yarasa gübresinin rizosferde mikrobiyal popülasyonunu uyardığından kaynaklanabilir. Toprak solunumu sıklıkla toprak mikroorganizmalarının toplam aktivitesini ölçmek ve toprak verimliliğini değerlendirmek için kullanılır, gübreleme ve ekim düzeninden etkilenir [31]. Gübre uygulanmayan topraklarla karşılaştırıldığında farklı dozlardaki yarasa gübresi uygulaması, toprağın solunumunu önemli ölçüde iyileştirebilmiştir (Tablo 2). Bunun nedeni, gübrenin topraktaki azotun kullanılabilirliğini arttırması, bitki köklerinin ve kök salgılarının bitki büyümesini teşvik etmesi ve mikrobiyal solunumu arttırması

olabilir [13, 32]. Topraktaki enzimatik aktivite büyük ölçüde mikroorganizmalar [33], mevcut besinler [34] ve kök eksüdatları [35] ile ilişkilidir. Martens ve ark. [36] organik madde katkılı topraklarda enzim aktivitelerinin katkısız topraklara kıyasla ortalama iki kat ile dört kat arasında arttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, yarasa gübresinin %0.5, %1 ve %1.5 uygulamalarının yapıldığı topraklardaki β -glukosidaz aktivitelerinin kontroldeki aktiviteye göre daha yüksek olduğunu belirlememizle benzerlik göstermektedir. Topraktaki hücre dışı enzimlerden, toprağın organik maddesinin parçalanmasında rol oynayan β -glukosidaz, bitki polisakkaritlerinin ana bileşeni olan selülozun parçalanması sürecinde yer alan enzimdir. β -glukosidaz mikroorganizmalar için önemli bir enerji kaynağını sağlayan enzimdir [37]. Tablo 2’de farklı dozlarda topraklara uygulanan yarasa gübresi rizosferdeki mikroorganizma sayısını arttırmıştır. Bunun ana nedeni, organik gübrelerin toprağın organik madde içeriğine katkı sağlaması ve dolayısıyla topraktaki mikroorganizmaların sayısını arttırması, mikrobiyal solunumdan kaynaklanan CO₂ emisyonlarının artması olabilir [38]. Gübreleme ve ekim düzenindeki değişikliklerin mikroorganizmaların sayısını ve dağılımını etkileyerek dolaylı olarak toprak solunumu üzerinde de etkili olduğu rapor edilmiştir [30]. Yarasa gübresi içeriğinin besin maddelerince zengin olmasından dolayı, topraktaki mikroorganizma popülasyonunu arttırdığı yapılan çalışmalarda da açıklanmıştır [37, 38]. Kontrolle karşılaştırıldığında maya + küf sayısında en fazla artış; %95.8 oranı ile yarasa gübresinin topraklara %1 oranında uygulama dozunda tespit edilmiştir. Bakteri sayısı ise kontrole oranla yarasa gübresinin %1.5 uygulama dozunda %90.2 oranında artış göstermiştir. Doğadaki sağlıklı bitkilerin, çeşitli mikroorganizmalar tarafından kolonize edildiği, bitki ile ilişkili mikrobiyal topluluğun, bitki büyümesi ve üretkenliği üzerindeki etkisinden dolayı bitkinin ikinci genomu olarak anıldığı açıklanmıştır [37, 39]. Bu çalışmada, organik gübre olarak yarasa gübresinin kullanımının topraktaki mikroorganizma popülasyonunu önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Verilerimiz Lazcano ve ark. [39]’nın bulgularıyla uyumludur. Ayrıca çeşitli araştırmacılar, organik katkıların topraktaki mikrobiyal aktiviteyi, mikrobiyal çeşitliliği ve bakteri yoğunluğunu artırdığını yaptıkları araştırmalarında göstermiştir [37, 39, 40]. Topraktaki mikroorganizma sayısının artmasındaki bir diğer neden ise; gübrenin biyolojik ve mikrobiyal faaliyetleri teşvik etmesi ve bunun da eklenen gübredeki organik maddelerin parçalanmasını hızlandırmasından kaynaklanabilir. Gübre uygulanmış topraktaki biyolojik aktiviteler, nispeten yüksek karbon içeriği ve enzim aktiviteleriyle artabilir. Wang ve ark. [41] tarafından bildirildiği gibi, mikrobiyal biyokütle topraktaki organik madde ve besin maddelerinin döngüsünü de yönlendirir. Topraklara uygulanan organik gübrelerin miktar ve cinsinin topraktaki farklı gruptaki mikroorganizmaları ve aktivitelerini etkilediği rapor edilmiştir [41].

Sonuç

Yarasa gübresinin toprağın dokusunu ve yapısını iyileştirdiği, toprağı makro ve mikro besin elementleri ile zenginleştirdiği, yapraklara uygulandığında fungusit görevi gördüğü yapılan çeşitli çalışmalarda da açıklanmıştır [1, 10, 26, 27]. Uygulama oranlarının diğer gübrelere göre daha az olduğu, ayrıca diğer

gübreler ile karşılaştırıldığında oldukça az veya hiç kokunun olmaması ve ayrışma sürecinde hızlı etkisinin olmasının da kullanımının avantajları arasında olduğu açıklanmıştır [13]. Çalışmamızda farklı dozlardaki yarasa gübresinin toprağa uygulanması ile mercimek rizosferindeki bazı mikrobiyolojik özellikleri olumlu etkilediği, mercimek gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Yarasa gübresinin içerdiği besin maddelerinin bitki gelişimini ve toprağın mikrobiyolojik aktivitesini teşvik edebileceği düşünülmektedir. Yarasa gübresinin çalışmamızda topraktaki mikrobiyal aktiviteyi de uyardığı belirlendiğinden, antibiyotiklere karşı çoklu direnç gösteren bakterilerin yanı sıra salgın potansiyeli olan patojenik mikroorganizmaların da varlığı gübre içeriğinde olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, yarasa gübresindeki bitki gelişimini teşvik eden mikroorganizmaların varlığını ve bunların tarımdaki uygulamalarını araştırmak için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkür Bu çalışma Ayşegül Arslan'ın yüksek lisans tezinin bir kısmıdır.

Fon/Finansman bilgileri Herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik Kurul Onayı ve İzinler Çalışma, etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmemektedir.

Çıkar çatışmaları/Çatışan çıkarlar- Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların Katkısı- 1. yazar %60 oranında, 2. yazar %40 oranında katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Kaynaklar

- [1] Palita, K. S., Panigrahi, R. & Panda, D. (2021). Potentiality of bat guano as organic manure for improvement of growth and photosynthetic response in crop plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 91, 185-193. <https://doi.org/10.1007/s40011-020-01205-y>
- [2] Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakern, E., Chappell, J., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22, 86–108. <http://dx.doi.org/10.1017/S1742170507001640>
- [3] Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, A. E. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>
- [4] Padbushan, R., Das, A., Rakshit, R., Sharma, R. P., Kohli, A. & Kumar, R. (2016). Long-term organic amendment application improves influence on soil aggregation, aggregate associated carbon and carbon pools under scented rice-potato-onion cropping system after the 9th crop cycle. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47, 2445–2457. <https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1254785>
- [5] He, Z., Pagliari, P. H. & Waldrip, H. M. (2016). Applied and environmental chemistry of animal manure: A Review. *Pedobiologia*, 26, 779–816. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(15\)60087-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(15)60087-X)
- [6] Fenton, M. B., Cumming, H. M., Rautenbach, I. L., Cumming, G. S., Cumming, M. S., Ford, G., Tylor, R. D., Dunlop, J., Havorka, M. D., Johnston, D. S., Portfors, C. V., Kalcounis, M. C. & Mahlanga, Z. (1998). Bats and the loss tree canopy in African woodlands. *Conservation Biology*, 12, 399–407.

- [7] Keleher, H., & Sara, A. (1996). Guano: bats' gift to gardeners. *Bats*, 14, 15–17.
- [8] Shetty, S., Sreepada, K. S. & Bhat, R. (2013). Effect of bat guano on the growth of *Vigna radiata* L. *International Journal of Scientific and Research Publication*, 3, 1–8.
- [9] Aydın Can, B., Ünal, M. & Can, O. (2019). Farklı yarasa gübresi uygulamalarının marul yetiştiriciliğinin de verim ve kalite üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5, 18-24. <https://doi.org/10.24180/ijaws.481660>
- [10] Ulukapı, K. & Şener, S. (2018). Farklı organik gübrelerin tarla ve örtüaltı koşullarında yetiştirilen karnabaharın bitki gelişimi ve verim parametreleri üzerine etkisi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32, 510-515. <https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2018.130>
- [11] Ojabor, S. A.; Omovie-Stephen, O. F. (2022). Influence of formulated palm mill effluent and bat guano mixture on maize performance and soil chemical properties in Delta State, Nigeria. *Indian Journal of Agricultural Research*, 56, 28–32. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-620>
- [12] Bay, S. B. (2019). *Kapya Tipi Biber (Capsicum annuum L. cv. Kapya) Yetiştiriciliğinde Kullanılan Organik Gübrelerin Bitki Gelişimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri*. (Tez no.555776) [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi].
- [13] Zhou, Z., Zhang, S., Jiang, N., Xiu, W., Zhao, J. & Yang, D. (2022). Effects of organic fertilizer incorporation practices on crops yield, soil quality, and soil fauna feeding activity in the wheat-maize rotation system. *Frontiers in Environmental Sciences*, 10, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1058071>
- [14] Fitriani, A., Rizali, A., Saputra, R. A., Sari, N. (2022). The responses of some doses fertilizer bat guano on the crop yield of Hiyung Chili pepper in the ultisols. *Savana Cendana*, 7, 27-28. <https://doi.org/10.32938/sc.v7i02.1020>
- [15] Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A. & Kopriva, S. (2017). The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition current knowledge and future directions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1617. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617>
- [16] Jansson, J. K. & Hofmockel, K. S. (2018). The soil microbiome—From metagenomics to metaphenomics. *Current Opinion in Microbiology*, 43, 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2018.01.013>
- [17] Chen, J., Zheng, M. J., Pang, D. W., Yin, Y. P., Han, M. M. & Li, Y. X. (2017). Straw return and appropriate tillage method improve grain yield and nitrogen efficiency of winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 16, 1708–1719. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61589-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61589-7)
- [18] Li, L. R., Feng, J. L., Liu, M. M., Mei, H., Kang, Z. Y. & Cai, Q. N. (2021). Effect of crop planting patterns on soil microorganisms and crop pests in farmland. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 37, 99–106. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1232527>
- [19] Liu, J. A., Shu, A. P., Song, W. F., Shi, W. C., Li, M. C. & Zhang, W. X. (2021). Long-term organic fertilizer substitution increases rice yield by improving soil properties and regulating soil bacteria. *Geoderma*, 404, 115287. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115287>
- [20] Burucu, D. (2023). Ürün raporu: Kuru baklagil. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 68 sayfa (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler>)
- [21] Arnon, D. T. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1- 15. <http://doi:10.1104/pp.24.1.1>

- [22] Anderson, J. P. E. (1982). *Soil Respiration*. In: methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties (Ed. A. L. Page). ASA-SSSA, Madison, Wiscconsin. pp. 831-871.
- [23] Küçük, Ç., & Cevheri, C. (2018). Some microbiological properties in soil samples taken from maize grown fields in Sanliurfa. *Aksaray University Journal of Science and Engineering*, 2, 28-40. <http://doi: 10.29002/asujse.316782>.
- [24] Pepper, I. L. & Gerba, C. P. & Brendecke, J. W. (1995). *Brendecke: Environmental Microbiology, A Laboratory Manual*. Academic Press, New York.
- [25] Krasilnikov, P., Taboada, M. A. & Amanullah, A. (2022). Fertilizer Use, Soil Health and Agricultural Sustainability. *Agriculture*, 12, 462. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040462>
- [26] Ünal, M., Can, O., Aydın Can, A., & Poyraz, K. (2018). The effect of bat guano applied to the soil in different forms and doses on some plant nutrient contents. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49, 708-716. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1434540>
- [27] Nagar, N. K., Goud, V. V. & Kumar, R. (2016). Effect of organic manures and crop residue management on physical, chemical and biological properties of soil under pigeon pea based intercropping system. *International Journal of Farm Sciences*, 6, 101-103.
- [28] Çiçek, N. (2021). Kadife (*Tagetes erecta*) çiçeğinin bazı kalite ve gelişim parametrelerine yarasa gübresi ve vermikompostun etkileri. *Journal of Biotechnology*, 2, 24-31.
- [29] Misra, P. K., Gautam, N. K., & Elangovan, V. (2019). Bat guano: a rich source of macro and microelements essential for plant growth. *Annals of Plant and Soil Research*, 21, 82-86.
- [30] Han, G. X., Zhou, G. S. & Xu, Z. Z. (2008). Research and prospects for soil respiration of farmland ecosystems in China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 32, 719-733. <https://doi.org/10.3773/j.issn.1005-264x.2008.03.022>
- [31] Raich, J. W. & Tufekciogul, A. (2000). Vegetation and soil respiration: Correlations and controls. *Biogeochemistry*, 48, 71-90. <https://doi.org/10.1023/A:1006112000616>
- [32] Dimande, P., Arrobas, M. & Rodrigues, M. A. (2023). Under a tropical climate and in sandy soils, bat guano mineralises very quickly, behaving more like a mineral fertiliser than a conventional farmyard manure. *Agronomy*, 13(5), 1367. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051367>
- [33] Moreno-Espindola, I. P., Ferrara-Guerrero, M. J., Luna-Guido, M. L., Ramírez-Villanueva, D. A., de Leon-Lorenzana, A. S., Gomez-Acata, S., González-Terrerros, E., Ramírez-Barajas, B., Navarro-Noya, Y. E. & Sanchez-Rodriguez, L. M. (2018). The bacterial community structure and microbial activity in a traditional organic milpamarming system under different soil moisture conditions. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02737>
- [34] Caldwell, B. A. (2005). Enzyme activities as a component of soil biodiversity: A review. *Pedobiologia*, 49, 637-644. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.06.003>
- [35] Shi, J., Yuan, X., Lin, H., Yang, Y. & Li, Z. (2011). Differences in soil properties and bacterial communities between the rhizosphere and bulk soil and among different production areas of the medicinal plant *Fritillaria thunbergii*. *International Journal of Molecular Sciences*, 12, 3770-3785. <https://doi.org/10.3390/ijms12063770>
- [36] Martens, D. A., Johanson, J. B. & Frankenberger, J. W. T. (1992). Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. *Soil Sciences*, 153, 53-61. <https://doi.org/10.1097/00010694-199201000-00008>

- [37] Majumdar, B., Saha, A. R., Ghosai, A. K., Sarkar, S. K., Chowdhury, H., Kundu, D. K. & Mahapatra, B. S. (2014). Effect of fertilizer treatments on jute (*Chorchorus olitorius*), microbial dynamics in its rhizosphere and residual fertility status of soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84, 503-508. <https://doi.org/10.56093/ijas.v84i4.39467>
- [38] Latha, H. S. & Sharanappa, A. (2014). Effect of organic amendments on the productivity and quality of produce and soil in groundnut (*Arachis hypogaea*), onion (*Allium cepa*) cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84, 999-1003. <http://doi.org/10.56093/ijas.v84i8.43138>
- [39] Lazcano, C., Gomez-Brandon, M., Revilla, P. & Dominguez, J. (2013). Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and Fertility of Soils*, 49, 723-733. <http://doi.org/10.1007/s00374-012-0761-7>
- [40] Wang, Y., Li, Q., Li, C. (2023). Organic fertilizer has a greater effect on soil microbial community structure and carbon and nitrogen mineralization than planting pattern in rainfed farmland of the Loess Plateau. *Frontiers in Environmental Sciences*, 11, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1232527>
- [41] Wang, J. W., Zhang, G. Y. & Yu, C. Q. (2020). A Meta-analysis of the effects of organic and inorganic fertilizers on the soil microbial community. *Journal of Resources and Ecology*, 11, 298–303. <http://10.5814/j.issn.1674-764X.2020.03.007>