HAZİRAN, 2025

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Araştırmalar

Editörler
Prof. Dr. İsmet Daşdemir
Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan

DOI: 10.5281/zenodo.15763081

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Araştırmalar

Editörler

Prof. Dr. İsmet Daşdemir

Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Prof. Dr. İsmet Daşdemir & Prof.. Dr. Ali Musa Bozdoğan

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Haziran, 2025

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-6634-51-0

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak, Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskitap@gmail.com

Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1..... 5

Sivas İlinde Yetişen Bazı Endemik

Tıbbi ve Aromatik Bitkiler
Yusuf Akgül & Asuman Kaplan Evlice

BÖLÜM 2..... 33

Hayvan Refahına Etik Yaklaşımların Tari hsel Gelişimi
Perihan Beyza Darıdere & Elif Rabia Şanlı & Serkan Özkaya

BÖLÜM 3..... 57

Biyogübreler ve Sürdürülebilir Tarımdaki Rolü
Birol Taş

BÖLÜM 4..... 73

Yonca (*Medicago sativa* L.) Yetiştiriciliği
Derya Güloğlu

BÖLÜM 5..... 89

Oxford Nanopore Uzun Okuma Teknolojisi ve Hayvancılıkta Kullanım Potansiyeli
Özlem Durğun & Selahaddin Kiraz

BÖLÜM 6.....103

Marulda (*Lactuca sativa* L.) *Botrytis cinerea*'ya Karşı Biyolojik Mücadeleye Alternatif Çevre Dostu Yaklaşımlar
Nuray Özer & Ömer Ümit Okçu

BÖLÜM 7.....119

Farklı Seslerin Bitki Patojeni Funguslar Üzerine Etkileri
Nuray Özer & Ömer Ümit Okçu & Arda Göksu

BÖLÜM 8.....137

Organik Hayvancılık
Tugay Ayaşan & Esra Kaya & Mervenur Şakacı



Biyogübreler ve Sürdürülebilir Tarımdaki Rolü

Birol Taş[1]

[1] Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bit. Blm.

Giriş

İnsan ırkının evriminden bu yana tarım, insan nesilleri için hayatta kalmanın birincil aracı olup, dünya nüfusunun önemli bir kısmının geçimini sağladığı ürünleri üreten bir sektördür (Hervé ve ark., 2016; Kaur ve ark., 2018). Ancak bu sektör, gerek dünya genelinde hükumetlerin uyguladığı yanlış tarım politikaları nedeniyle, üretimi sağlayan temel unsur olan çiftçileri mağdur etmesi yüzünden, gerek tarım harici diğer sektörlere devlet desteğinin daha çok yapılması nedeniyle ve gerekse değişen radikal iklim koşulları nedeniyle, artan bu talepleri karşılamakta güçlük çekmektedir. Artan bu talepleri karşılamak için en kısa sürede, tarımda sürdürülebilirliği teşvik etmek ve bu konuda planlar ve protokoller oluşturulması gerekmektedir (Bhardwaj ve ark. 2014; Singh ve ark. 2014).

Geleneksel tarımsal üretimler ve sürdürülebilirlik sadece çiftçi aileleri ve yerel köy toplulukları için geçerlidir. Çünkü bu gruplar sadece evsel düzeyde gıda ve yem üretimi ile ilgilenmektedir (Jehangir ve ark., 2017; Pandey, 2018). Yenilikçi teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte, birim alan başına düşen tarımsal üretim miktarı artmakta ve bunun sürdürülebilir olması içinde, üretim yaparken çevreyi korumaya ve daha çok bilinçlenmeye yönelik duygusal kavramların geliştirilmesi gerekmektedir (Barragán-Ocaña & Del-Valle-Rivera, 2016). Sürdürülebilir tarım modelinde insanlar, üretim yaptıkları her alanda verimi artırmak için çalışırken, çevreyi korumaya daha fazla önem vermekte ve tarımsal uygulama metodolojisinde çevreye uyumlu teknikleri kullanmaya gayret etmeleri gerekmektedir. . Bunu için çeşitli hormonlar, doğal gübreler ve hatta gübrelemeye yönelik yenilikçi yaklaşımlar kullanılmalıdır (Campos ve ark. 2019; Umesha ve ark. 2018a). Sentetik kimyasalların daha fazla uygulanmasıyla verim artırılabilse de, sentetik gübrelerin aşırı dozda kullanılmasının, yıllar içerisinde biyomagnifikasyonu ve ekolojik çeşitliliği azaltacağı artık bilinmektedir(Uosif ve ark., 2014). Bu da çevresel sürdürülebilirliği tehlikeye atacaktır. Dolayısıyla, gelecek neslin ihtiyaçlarından ödün vermeden, şu an mevcut olan nesil yani bu yazıyı okuyan bizler, çevre dostu ürünler ve çevreye duyarlı teknolojiler kullanarak tarım sektöründe sürdürülebilirliği sağlayabiliriz (Calabi-Floody ve ark. 2018; Umesha ve ark. 2018b; Wang ve ark. 2015).

Biyogübreler, sürdürülebilir tarım yapmamıza yardımcı olan ürünlerden biridir. Biyo-gübreler, esas olarak tohumlara ve fidelere vb. uygulamak için kullanılan yetkin fosfat çözündürücü suşların, N_2-fikse eden veya selülolitik mikroorganizmaların canlı veya gizli hücrelerinin birleşimidir (Agarwal et al., 2018; García-Fraile et al.,2015). Atmosferik azotu parçalayarak ve kullanılabilir ürünlere dönüştürerek toprak verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol

Orcid: 0000-0003-4975-0278

oynarlar. Ayrıca, gerekli hormonları ve antimetabolitleri üreterek kök büyümesini teşvik ederler ve toprak mineralizasyonuna ve besin ayrışmasına yardımcı olurlar (Kumar et al., 2017). Ekonomiktirler ve sentetik gübrelere takviye olarak kullanılabilirler. Bakteriler, mantarlar ve mavi-yeşil algler gibi mikroorganizmalar biyogübrelerin ana bileşenleri olarak kullanılmaktadır. Raf ömürlerini arttırmak için, bunlar turba ve linyit tozu gibi malzemelerle karıştırılabilirler (Agarwal ve ark.2018).

Biyo-gübrelerin kullanılması, marjinal ve küçük çiftçiler için kimyasal gübrelere kıyasla çok daha ekonomik, çevre dostu, verimli ve üretken olduğunu kanıtlamaktadır. Yetiştiricileri biyogübre kullanımına iten başlıca iki neden vardır:

- Biyogübre kullanımının mahsul verimliliğini arttırmada öncü bir rol oynaması

- Kimyasal gübre kullanımının artması nedeniyle toprak dokusundaki hasarın artarak değişik çevre sorunlarına yol açması

Bu iki nedenden ötürü yetiştiriciler, özellikle toprağın bozulan fauna ve flora yapısını yeniden sağlayabilmek için son yıllarda biyogübrelere yönelmeye başlamışlardır. Özellikle sürdürülebilir tarımda biyogübre kullanımı neredeyse zorunluluktur.

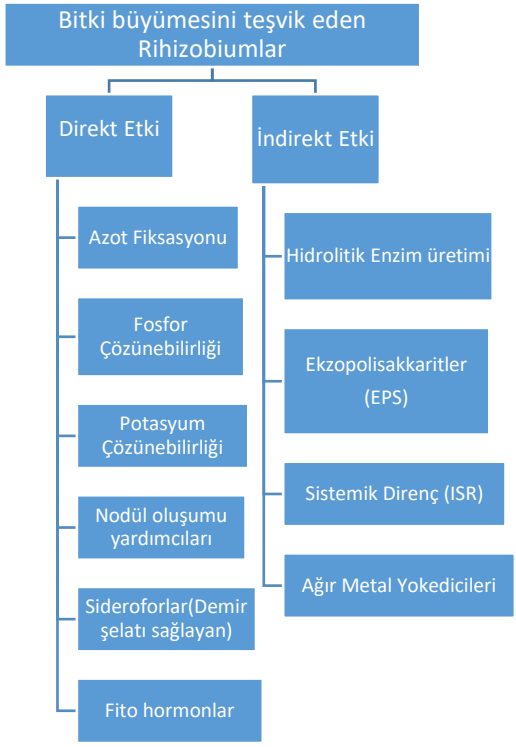
Biyogübrelerin sürdürülebilir tarım alanındaki hizmetleri farklı kategorilerde gruplandırılmaktadır (Kumar ve ark., 2017). Bunlar çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Biyogübrelerin Sınıflandırılması

Biyogübreler	**Örnekler**
Azot Fikse Edenler	*Frankia, Anabaena, Rhizobium* (symbiyotik), *Azotobacter, Klostridium* (Serbest yaşayan), *Azospirillium* (simbiotik ile ilişkili)
Fosfor Hareketini Sağlayanlar	*Glomus p. Gigaspora sp. Scutellaspora sp. ve Sclerocystis sp.* (arbüsküler mikoriza), R. *Solani, Laccaria sp., Boletus sp., Pisolithus sp.,* ve *Amanita sp.*(Ektomikoriza),
Fosforu Çözenler	*Bacillus circulans, B. megaterium var. phosphaticum, B. subtilis, P. striata* (bakteri), *Aspergillus awamori, Penicillium sp.* (Fungus)
Mikrobesin Elementi Sağlayanlar	*Bacillus sp.*
Rhizobacteria	*P. fluorescens*

Biyogübreler Nasıl Çalışır?

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (BBTB-PGPB) ticari ölçekte biyogübre olarak adlandırılır (Calvo ve ark., 2014). Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, bitki büyümesinde ve toprak verimliliğinin korunmasına doğrudan ve dolaylı etki olmak üzere iki şekilde etki edenler (Şekil 1). Doğrudan etki de, bakteriler bitki büyümesini doğrudan düzenleyen oksin, sitokinin ve gibberellin gibi önemli hormonları üretebilir ve sağlayabilirler. Bu bakteriler ayrıca azot (N) ve fosfor (P) gibi temel elementleri sağlayarak ve potasyum (K) alımını artırarak bitkilere yardımcı da olurlar. Ekzopolisakkaritler, algler, mantarlar ve bakteriler gibi canlı organizmalar tarafından çevresel faktörlerden korunmak için üretilen benzersiz polimerlerdir. Dolaylı etkide ise, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, ayrıca bitki patojenlerinin zararlı etkilerine karşı koruma sağlamak için, dolaylı olarak bitkilerin büyümesini desteklerler (Gamalero ve ark., 2009). Azot (N_2) fiksasyonu, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler tarafından bitkilerde büyümenin teşvik edilmesinin en iyi çalışılmış doğrudan yoludur. Azot, bitkiler için temel besin elementleri kategorisine aittir. Şimdi bu etkileri daha detaylı olarak açıklayalım:



Şekil 1. Bitki büyümesini teşvik eden Rhizobiumların Direkt ve İndirekt Etkileri

1. Doğrudan Etki:

Atmosferde dinitrojen (N_2) olarak %78 oranında azot bulunmasına rağmen, bitkiler bu formdaki azotu alıp kullanamazlar. Azotun bitkiler tarafından kullanılabilir formları (PAF'lar), çoğunlukla mikroorganizmalar tarafından biyolojik azot fiksasyonu (BNF) yoluyla üretilen amonyak ve nitratlardır. Bitkiler nitrat ve amonyağı asimilasyon yolları, yani sırasıyla amonyum asimilasyonu ve nitrat asimilasyonu yoluyla asimile edebilir (Tairo & Ndakidemi, 2013). Azot bağlayıcı mikroorganizmalar (diazotroflar olarak da adlandırılır), atmosferik azot üzerinde etkili olan ve onu amonyağa dönüştüren dinitrojenaz olarak bilinen benzersiz bir enzim kompleksine sahiptir (Smith ve ark., 2013). Diazotroflar serbest olarak yaşayabildikleri gibi simbiyotik olarakta yaşayabilirler. Simbiyotik kategori, *Leguminosae*'ye ait bitkilerle simbiyoz paylaşan *Rhizobiaceae* üyelerini içerir (Ahemad &Khan, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d).

Rhizobia olarak adlandırılan simbiyotik azot bağlayıcı rizobakteriler, örneğin *Rhizobium, Bradyrhizobium, Sinorhizobium, Azorhizobium* ve *Mesorhizobium, Rhizobiaceae* (Alphaproteobacteria) ailesine aittir. Konukçularının (baklagiller)

köklerini enfekte ederek onlarla simbiyotik bir ilişki kurarlar. Bu ilişkiyi kurmak için konukçu ve simbiyont arasında karmaşık bir kimyasal sinyal etkileşimi gereklidir ve bu da kök nodül oluşumuyla sonuçlanır. Rhizobia hücre içinde bir simbiyont olarak bulunur (Allito ve ark., 2015). Aynı zamanda, simbiyotik olmayan azot fikse eden rizobakteriler, legüminli olmayan bitkilerle zorunlu olmayan bir ilişki kurar (Verma ve ark., 2010). Tüm diazotroflar, kofaktörü Fe (demir) olan dinitrojenaz redüktaz ve kofaktörleri Fe ve Mo (molibden) olan dinitrojenazdan oluşan karmaşık bir molibden-demir dinitrojenaz sistemi ile azot fiksasyonu yapar (Smith ve ark., 2013). Bununla birlikte, *Azotobakter vinelandii* gibi birçok serbest yaşayan bakteri, molibden tükenmesine yanıt olarak demir-demir veya vanadyum-demir kofaktörleri içerir. Ferredoksin, dinitrojenaz redüktazı azaltır, bu da dinitrojenazı azaltır, ardından dinitrojenin (N_2) amonyağa (NH_3) indirgenmesi gerçekleşir (Santi ve ark. 2013). Gerek serbest yaşayan ve gerekse simbiyotik azot fiksatörlerinde bulunan azot fiksasyonundan sorumlu genler *Nif genleri* olarak adlandırılır (Black ve ark., 2012). Nif genleri, yapısal ve düzenleyici genler olmak üzere iki türden oluşur. Yapısal genler Fe proteini aktivasyonundan sorumlu olup, Fe-Mo kofaktörünün biyosentezi düzenlerler. Düzenleyici genler ise enzim işlevselliği ve sentezinden sorumludurlar (Ahemad & Kibret, 2014). Baklagillerde kök nodüllerinin gelişim süreci, azot fiksasyonu ile ilişkili önemli bir özellik olup köklerin bakteriyel enfeksiyonu takiben, kök kortikal hücrelerinin farklılaşmasını içerir. Farklılaşmış hücreler daha sonra azot fikse eden kök nodüllerine farklılaşırlar (Suzaki ve ark., 2015).

Nodüllerin düzgün oluşumu için bakterilerin enfeksiyonu epidermiste ve korteks nodülünün organogenezinde (Suzaki ve Kawaguchi, 2014) iyi bir şekilde senkronize edilmelidir. Rhizobia tarafından üretilen nod faktörleri, rhizobium ve konukçu bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkiyi kimyasal olarak başlatan lipokoto-oligosakkaritlerdir. *Rhizobium spp*. ile enfeksiyondan sonra bitkinin etilen miktarının arttığı ve böylece daha fazla rizobiyal hastalığı ve nodül gelişimini engellediği bildirilmiştir (Abeles ve ark., 2012). Bunu da bazı rizobiyal suşların, etilenin biyosentez yolundaki ana düzenleyici enzim olan 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) sentaz enziminin işlevini engelleyen "rizobitoksin" i sentezleyerek kısıtladıkları görülmüştür. Rizobitoksin nedeniyle etilen üretiminin sınırlanması sonucunda, konukçu bitki köklerinde oluşan nodül sayısında artış olur ve bu durum simbiyozu geliştirir (Vijayan ve ark., 2013). Bazı rizobiyal suşlar ACC deaminaz enzimini üreterek etilen konsantrasyonunu azaltır, bu da ACC'nin bir kısmını etilene dönüşmeden önce parçalar. Bu etilen azalması nodül oluşumunun ve bitki biyokütlesinin %25-40 oranında artmasına neden olur (Zahir ve ark., 2011). Tarladaki rizobiyal suşların yaklaşık %10'u doğal olarak ACC deaminazına sahiptir. Bu nedenle ACC deaminazı olmayan Rhizobia suşları tarafından oluşturulan nodül sayısı, genetik mühendisliği yoluyla, transformasyon yoluyla artırılabilir (Glick, 2014). Aynı yaklaşım, *Rhizobium*

leguminosarum bv. viciae'den ACC deaminaz geni ile dönüştürülen ve bu enzimden yoksun *Sinorhizobium meliloti* suşunda da kullanılmıştır. Bu dönüşümün, kontrol yabani suşa kıyasla nodül sayısını yaklaşık %35 ve yoncanın biyokütlesini %40 gibi önemli bir oranda artırdığı bildirilmiştir (Glick, 2012, 2015).

Bitkiyle ilişkili mikroflora tarafından üretilen ve sağlanan fitohormonlar, endojen hormon seviyelerini modüle ederek, konakçı bitkide büyüme ve gelişmeyi uyarabilir (Gray, 2004; Van Loon, 2007). Oksinler (indol-3-asetik asit), gibberellinler (GA'lar) ve sitokininler, ilişkili canlılar tarafından üretilen en önemli bitki büyüme düzenleyicileri arasındadır. Farklı bitkilerin rizosferik canlılarının %80'inin ikincil metabolitleri olarak oksin sentezlediği bildirilmektedir (Ahemad & Khan, 2011). Bunu triptofana bağımlı ve triptofandan bağımsız yollarla yaparlar. Triptofana bağımlı üç oksin sentez yolu aşağıda belirtilmiştir:

(i) *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*'da bulunan indol-3-pirüvik asit (IPyA) yolu ve *Azospirillum*

(ii) Bazı patojenik bakterilerde bulunan indol-3-asetamid (IAM) yolu, örneğin *Pseudomonas syringae* ve *Agrobacterium tumefaciens* gibi

(iii) *Bacillus megaterium* ve *Bacillus licheniformis* gibi türlerde bulunan triptamin yolu

Rizobakteriyel kaynaklı IAA, patogenez veya fitostimülasyonun birincil nedensel molekülü olarak kabul edilmiştir (Ahemad & Khan, 2012b; Mahanty ve ark.,2017) IAA'ya ek olarak, sitokinin modülasyonunun fitostimülasyonda rol oynadığı bildirilmiştir. Örneğin, *Arabidopsis thaliana* ve *Proteus vulgaris*'te fide büyümesinin *Bacillus megaterium* tarafından sitokinin sentezi yoluyla arttırıldığı bildirilmiştir (Ortíz-Castro ve ark., 2008). *Azospirillum, Bacillus, Klebsiella, Proteus, Pseudomonas, Xanthomonas*, vb. gibi çeşitli bakteri cinsleri iyi karakterize edilmiş sitokinin üreten türleri içerir. Sitokinin ve etilenin yanı sıra, gibberellin (GA) üretimi de bitki ile ilişkili bakteri ve mantarlarda gözlemlenmiştir. GA üreten bakteriler, tohum çimlenme oranını artırmak için kullanılsa da Bakteriyel GA'nın kesin işlevi anlaşılamamıştır (Goswami ve ark., 2016).

2. Dolaylı Etki

Yukarıda belirtildiği gibi bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, örneğin patojenik mantarların veya bakterilerin bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak, ilişkili oldukları bitkilerin büyümesini dolaylı olarak da destekleyebilir. Bilim insanları bitki büyümesini teşvik eden bakteriler'in

kimyasal fungisitlere karşı çevre dostu bir alternatif olarak kullanılmasını da teşvik etmektedir. Bunlar:

- ***Antibiyotikler***

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, patojenlere (çoğunlukla mantarlar) karşı etkili antibiyotikler üreterek bitkileri birçok patojen saldırısından korur. Farklı koşullar altında farklı antibiyotikler üretirler ve birçoğu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu antibiyotik üreten suşlardan bazıları da ticarileştirilmiştir. Bilim insanları ayrıca bu antibiyotik üreten bitki büyümesini teşvik eden bakteri suşlarını laboratuvar koşullarında antibiyotik üretecek şekilde modifiye etmişlerdir (Devine ve ark., 2017).

- ***Hücre Duvarını Parçalayan Enzimler***

Bazı bitkiler, mantar hücre duvarındaki kitini hidrolize eden kitinaz gibi hücre duvarının parçalanmasında rol oynayan enzimler üreterek kendilerini patojenik mantarlara karşı savunurlar. Benzer şekilde, bazı bakteriler (biyokontrol ajanı olarak kullanılan) selülazlar, kitinazlar, glukanazlar, lipazlar ve proteazlar gibi birçok patojenik mantarın hücre duvarını bozabilen enzimler üretir (Kim ve ark., 2015). Bu nedenle, PGPB'ler mantar hastalıklarını kontrol eder ve verim kaybını önlerler. Bu durumda umut verici ve çevre dostu bir yoldur.

- ***Hidrojen Siyanür***

Rhizobium, Pseudomonas ve *Bacillus* gibi birçok PGPB, birçok hastalığı kontrol etmek için hidrojen siyanür üretir. Düşük hidrojen siyanür seviyeleri, mantar patojenlerinin bitkilere saldırmasına izin vermez ve bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırır. Hidrojen siyanür, sitokrom-c oksidaz ve diğer metabolitlerini inhibe ederek çalışır. Bazı bakteriler ayrıca fungal patojenlere karşı sinerjik olarak hareket eden ve dirençli patojenik mantarların gelişimini önleyen antibiyotikler ve HCN üretir (Olanrewaju ve ark. , 2017; Ramette ve ark., 2006).

Çevresel Streslerin Azaltılmasında Biyogübrelenin Rolü

Bitkiler, herhangi bir anda anormal fizyoloji olarak görülen ve normal metabolizmayı kesintiye uğratan çok sayıda stres faktörüne (abiyotik ve biyotik) karşı savunmasızdırlar. Stres sırasında bitkiler, yüksek derecede hem serbest radikalleri hem de radikal olmayan molekülleri içeren reaktif oksijen türlerini (ROS) oluştururlar. Bu aşırı ROS molekülleri hücresel lipitlere, dolayısıyla hücrelere zarar verir ve metabolik bozukluklara ve yaşlanmada değişikliklere neden olur. Bitki büyümesini teşvik eden çeşitli rizobakterilerin (PGPR) bitkilerin stresi hafifletmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Örneğin, rizobakteriler kuraklık stresi altında sitoplazmik ozmolariteyi glisin betain,

prolin, ektoin ve trehaloz gibi çeşitli ozmolitleri üreterek korurlar. Glisin betain üretimi bitkilerin kuraklık, don ve tuzluluk streslerini aynı anda tolere etmesine yardımcı olur.

Pseudomonas alcaligenes, P. aureofaciens, P. aurantiaca ve P. chlororaphis tuzlu kurak topraklardaki olumsuz koşullara dayanmak için hormonlara sahiptirler (Verma ve ark.., 2017; Yadav ve ark. 2018).

Forchetti ve arkadaşları (2010) kuraklığa toleranslı endofitik bakteri suşları olan *Bacillus pumilus* ve *Achromobacter xylosoxidan*s'ın salisilik asit ürettiğini göstermiştir. Liu ve arkadaşları (2013) da bir sitokinin üreticisi olan *Bacillus subtilis*'in, kuraklık stresine karşı toleransı artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde, rizobakteriyel suşlarla aşılama, su stresi koşulları altında ayçiçeğinin büyüme parametrelerini geliştirmiştir. Timmusk ve arkadaşları (2014) buğdayın kuraklık stresi altında biyokütlesinin PGPB ile muamele edilmişlerde, edilmemiş bitkilere göre %78 daha fazla artırmıştır.

Sıcaklık stresinde ise, bu etkene maruz kalan bitkilerin sıcaklığın etkilerini hafifleten sitokin maddesini üreten PGPB, kök rizosfer bölgesinden izole edilmiştir (Arkhipova ve ark., 2007).

Salatalık bitkilerinin *P. fluorescens, P. extremorientalis, Stenotrophomonas rhizophila* ve *Serratia plymuthica* gibi bakterilerle inokülasyonu, kuru ağırlığı kontrole kıyasla, %62'ye kadar artırmıştır. Büyüme ve tuz toleransındaki iyileşmenin tuzlu ortamda IAA üretiminden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca, kontrollü koşullar altında salatalığın meyve verimi de artırılmıştır (Egamberdieva, 2011).

Biyogübre Kullanımını Sınırlayan Bazı Faktörler

- ***Numunelerin test edilmesine ilişkin düzenleyici işlemlerin ve tesislerin eksikliği:*** Biyogübre kullanımının önündeki potansiyel kısıtlamalardan biri, biyogübre numunelerinin test edilmesi için kurumlar tarafından sağlanan imkânların azlığıdır. Ayrıca, bu konuda hükümetlerin bu konuya destek vermemeleridir.

- Kimyasal pestisitlere karşı, çevre dostu alternatif olan bu alana katılım: Biyogübreleme de gelecekteki araştırmalar, sorunlarla yüzleşmek için mevcut seçeneklere odaklanmalı ve küresel ekonomilerde endüstri için verimlilik ve müteakip ürün tedarikinde ilerleme sağlayan çevre dostu uygulamaların geliştirilmesi için geçerli çerçeveler önermelidir. Ayrıca, uygulamalarının teknik testleri, dünya çapında güvenli kullanımlarını doğrulamalıdır.

- ***Biyo-gübrelerin yeterince yaygınlaşmaması ve çiftçiler tarafından düşük düzeyde kabul görmesi:*** Biyogübrelerin yararları konusunda çiftçiler bilgilendirilmediği için, çiftçilerin biyogübreye olan güveni maalesef çok az.

Çiftçinin arazisinde kimyasal gübre ile mukayeseli uygulatılarak yapılacak çalışmalarla bu güven arttırılabilir.

KAYNAKLAR

Abeles, FB., Morgan,PW., Saltveit Jr, ME. (2012). Ethylene in plant biology, AP Academic Press Inc. 1250 Sixty Avenue San Diego California

Agarwal, P., Gupta, R., & Gill, I. K. (2018). Importance of biofertilizers in agriculture biotechnology. Annals of Biological Research, 9(3), 1–3.

Ahemad, M., & Khan, M. S. (2011). Effects of insecticides on plant-growth-promoting activities of phosphate solubilizing rhizobacterium Klebsiella sp. strain PS19. *Pesticide Biochemistry and Physiology, 100*(1), 51–56. https://doi.org/10.1016/ j.pestbp . 2011.02.004

Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012a). Effects of pesticides on plant growth promoting traits of Mesorhizobium strain MRC4. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11*(1), 63–71. https://doi.org/10.1016/j.jssas. 2011.10.001

Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012b). Effect of fungicides on plant growth promoting activities of phosphate solubilizing Pseudomonas putida isolated from mustard (Brassica compestris) rhizosphere. *Chemosphere, 86*(9), 945–950. https://doi.org/10.1016/ j.chemosphere. 2011.11.013

Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012c). Ecological assessment of biotoxicity of pesticides towards plant growthpromoting activities of pea (Pisum sativum)-specific rhizobium SP. STRAINMRP1. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 334–343.

Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012d). Evaluation of plant-growth-promoting activities of rhizobacterium Pseudomonas putida under herbicide stress. *Annals of Microbiology, 62*(4), 1531–1540. https://doi.org/10.1007/s13213-011-0407-2

Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria:Current perspective. *Journal of King Saud University – Science, 26*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001

Ahmad Zahir, Z., Zafar-ul-Hye, M., Sajjad, S., Naveed., M (2011) Comparative effectiveness of *Pseudomonas* and *Serratia* sp. containing ACC-deaminase for coinoculation with *Rhizobium leguminosarum* to improve growth, nodulation, and yield of lentil. Biol Fertil Soils (2011) 47:457–465

Allito, B. B., Nana, E. M., & Alemneh, A. A. (2015). Rhizobia strain and legume genome interaction effects on nitrogen fixation and yield of grain legume: A review. *Molecular Soil Biology, 6*. https://doi.org/10.5376/msb.2015.06.0004

Arkhipova, T.M., Prinsen, E., Veselov, S.U., Martinenko, E.V., Melentiev, A.I., Kudoyarova, G.R. Cytokinin producing bacteria enhance plant growth in drying soil, Plant Soil, 292:305–315 DOI 10.1007/s11104-007-9233-5

Barragán-Ocaña, A., & Del-Valle-Rivera, M. D. C. (2016). Rural development and environmental protection through the use of biofertilizers in agriculture: An

alternative for underdeveloped countries? Technology in Society, 46, 90-99. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.06.001

Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microbial Cell Factories, 13(1), 66. https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66

Black, M., Moolhuijzen, P., Chapman, B., Barrero, R., Howieson, J., Hungria, M., & Bellgard,M. (2012). The genetics of symbiotic nitrogen fixation: Comparative genomics of 14 rhizobia strains by resolution of protein clusters. *Genes, 3*(1), 138–166. https://doi.org/10.3390/genes3010138

Calabi-Floody, M., Medina, J., Rumpel, C., Condron, L. M., Hernandez, M., Dumont, M., & Mora, MDLL. (2018). Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. In Advances in Agronomy (p. 147). Academic Press. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.10.003

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil, 383*(1–2), 3–41. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8

Campos, E. V. R., Proença, P. L. F., Oliveira, J. L., Bakshi, M., Abhilash, P. C., & Fraceto, L. F. (2019). Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives. Ecological Indicators, 105, 483–495. https://doi.org/10.1016/ j.ecolind.2018.04.038

Devine, A., Harvey, R., Min, A. M., Gilder, M. E. T., Paw, M. K., Kang, J., … McGready, R. (2017). Strategies for the prevention of perinatal hepatitis B transmission in a marginalized population on the Thailand-Myanmar border: A cost-effectiveness analysis. *BMC Infectious Diseases,17*(1), 552. https://doi.org/10.1186/s12879-017-2660-x

Egamberdieva, D., Kucharova, Z., Davranov, K., Berg, G., Makarova, N., Azarova, T., Chebotar, V., Tikhonovich, I., Kamilova, F., Validov, S., Lugtenberg, B. (2011) Bacteria able to control foot and root rot and to promote growth of cucumber in salinated soils . Biol Fertil Soils, 47:197–205 DOI 10.1007/s00374-010-0523-3

Gabriela Forchetti, G., Masciarelli,O., Izaguirre, MJ, Alemano, S., Alvarez,D., Abdala, G. (2010). Endophytic Bacteria Improve Seedling Growth of Sunflower Under Water Stress, Produce Salicylic Acid, and Inhibit Growth of Pathogenic Fung, Curr Microbiol 61:485–493 DOI 10.1007/s00284-010-9642-1

Gamalero, E., Lingua, G., Berta, G., & Glick, B. R. (2009). Beneficial role of plant growth promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on plant responses to heavy metal stress. *Canadian Journal of Microbiology, 55*(5), 501–514. https://doi.org/10.1139/ w09-010

García-Fraile, P., Menéndez, E., & Rivas, R. (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. AIMS Bioengineering, 2(3), 183–205. https://doi.org/10.3934/bioeng.2015.3.183

Glick, B. (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications, Hindawi Publishing Corporation Scientifica Volume 2012, Article ID 963401, 15 pages http://dx.doi.org/10.6064/2012/963401

Glick, B. (2014)Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the World. Microbiological Research, 169, 1, 30-39. https://doi.org/10.1016/j.micres. 2013.09.009

Glick, B. (2015).Beneficial Plant-Bacterial Interactions Second Edition. ISBN 978-3-030-44367-2 https://doi.org/10.1007/978-3-030-44368-9

Goswami, D., Thakker, J. N., & Dhandhukia, P. C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food and Agriculture, 2*(1). https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1127500. PubMed: 1127500

Gray, W. M. (2004). Hormonal regulation of plant growth and development. *PLOS Biology, 2*(9),E311. https://doi.org /10.1371/ journal.pbio.0020311

Gray, W. M. (2004). Hormonal regulation of plant growth and development. *PLOS Biology, 2*(9),E311. https://doi.org/10.1371/ journal.pbio.0020311

Hervé, M., Albert, C. H., & Bondeau, A. (2016). On the importance of taking into account agricultural practices when defning conservation priorities for regional planning. Journal for Nature Conservation, 33, 76–84. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.08.001

Jehangir, I. A., Mir, M. A., Bhat, M. A., & Ahangar, M. A. (2017). Biofertilizers an approach to sustainability in agriculture: A review. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5(5), 327-334. https://doi.org/10.18782/2320-7051.5011

Kaur, R., Kaur, M., & Purewal, S. S. (2018). Effect of incorporation of faxseed to wheat rusks: Antioxidant, nutritional, sensory characteristics, and in vitro DNA damage protection activity. Journal of Food Processing and Preservation, 42(4), e13585. https://doi.org/10.1111/ jfpp.13585

Kim, J. S., Lee, J., Lee, C. H., Woo, S. Y., Kang, H., Seo, S. G., & Kim, S. H. (2015). Activation of pathogenesis-related genes by the rhizobacterium, Bacillus sp. JS, which induces systemic resistance in tobacco plants. *Plant Pathology Journal, 31*(2), 195–201. https://doi.org/10.5423/ PPJ.NT.11.2014.0122

Kumar, R., Kumawat, N., & Sahu, Y. K. (2017). Role of biofertilizers in agriculture. Pop Kheti, 5(4), 63–66.

Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi,P. (2017). Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development.*Environmental Science and Pollution Research International, 24*(4), 3315–3335. https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0

Maillet, F., Poinsot. V., Andre,O., Puech, V., Haouy, A., Gueunier, M., Laurence Cromer, L.,Giraudet, D., Formey, D., Niebel, A., Andres Martinez, E., Driguez, H., Becard, G., De´narie,J. Fungal lipochitooligosaccharide symbioticsignals in arbuscular mycorrhiza Nature vol 469.

Olanrewaju, O. S., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology, 33* (11), 197. https://doi.org/10.1007/s11274-017-2364-9

Ortíz-Castro, R., Valencia-Cantero, E., & López-Bucio, J. (2008). Plant growth promotion by Bacillus megaterium involves cytokinin signaling. *Plant Signaling and Behavior, 3*(4),263–265. https://doi.org/10.4161/psb.3.4.5204

Pandey, G. (2018). Challenges and future prospects of agri-nanotechnology for sustainable agriculture in India. Environmental Technology and Innovation, 11, 299-307. https://doi. org/10.1016/j.eti.2018.06.012

Ramette, A., Moënne-Loccoz, Y., & Défago, G. (2006). Genetic diversity and biocontrol potential of fluorescent pseudomonads producing phloroglucinols and hydrogen cyanide from Swiss soils naturally suppressive or conducive to Thielaviopsis basicola-mediated black root rot of tobacco. *FEMS Microbiology Ecology, 55*(3), 369-381. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2005.00052.

Santi, C., Bogusz, D., & Franche, C. (2013). Biological nitrogen fixation in non-legume plants.*Annals of Botany, 111*(5), 743–767. https://doi.org/10.1093/aob/mct048

Singh, S., Singh, B. K., Yadav, S. M., & Gupta, A. K. (2014). Potential of biofertilizers in crop production in Indian agriculture. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology, 4(2), 33–40. https://doi.org/10.3923/ajpnft.2014.33.40

Smith, B. E., Richards, R. L., & Newton, W. E. (Eds.). (2013). *Catalysts for nitrogen fixation:Nitrogenases, relevant chemical models and commercial processes, 1*. Springer Science+Business Media.

Smith, B. E., Richards, R. L., & Newton, W. E. (Eds.). (2013). *Catalysts for nitrogen fixation:Nitrogenases, relevant chemical models and commercial processes, 1*. Springer Science+Business Media.

Suzaki, T., Kawaguchi, M. (2014). Root nodulation: a developmental program involving cell fate conversion triggered by symbiotic bacterial infection, Current Opinion in Plant Biology, 21:16–22.

Suzaki, T., Yoro, E., Kawaguchi, M. (2015). Chapter Three - Leguminous Plants: Inventors of Root Nodules to Accommodate Symbiotic Bacteria International Review of Cell and Molecular Biology, 316, 111-158

Tairo, E. V., & Ndakidemi, P. A. (2013). Possible benefits of rhizobial inoculation and phosphorus supplementation on nutrition, growth and economic sustainability in grain legumes. *American Journal of Research Communication, 1*(12), 532–556.

Takuya Suzaki 1 2 a, Emiko Yoro 1 2 a, Masayoshi Kawaguchi 1 2Leguminous Plants: Inventors of Root Nodules to Accommodate Symbiotic Bacteria International Review of Cell and Molecular Biology Volume 316, 2015, Pages 111-158