



The Effect of Leaf Applications “Bio-fertilizers” on Yield and Some Yield Components of Wheat at Different Development Periods

Hayati Aslan^{1,a,*}, Hatun Barut^{2,b}, Sait Aykanat^{2,c}, Enis G. Hekimoğlu^{1,d}

¹Hekagro Solutions Tarım Tek. San. ve Tic. A.Ş., 33100 Mersin, Turkey

²Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, 01370 Doğankent/Yüreğir/Adana, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 25/08/2020 Accepted : 21/10/2020</p> <p>Keywords: Wheat Biofertilizers Yield Quality <i>Bacillus spp.</i></p>	<p>This study was conducted to determine the effects of “biofertilizers” (N 8%, P₂O₅ 1%, 9% K₂O, 3% Iron, 0.06% Zinc, <i>Bacillus subtilis</i> (GBO3), <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus licheniformis</i>, <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ve <i>Bacillus pumilus</i>) eaf applications on yield and quality parameters of bread wheat at different developmental stages. The experiment carried out for this purpose was conducted in the wheat sowing seasons of 2017-2018 and 2018-2019 at Doğankent location of the Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute. In this research, “biofertilizers” leaf applications were applied to the wheat in different stages of development. For this purpose, 4 themes were worked out as; control, tillering, tillering + stem elengation and stem elengation. Biofertilizers doses of 100 gr/da in the first year and 0.75 gr/da in the second year were investigated. As a basic fertilizer for all experiment subjects; 15 kg DAP per decar were given during sowing period and 29 kg Urea during the tillering period, as a result of the research carried out; using biofertilizers in wheat farming, both in tillering and stem elengation periods, increased the yield 12.67% more efficiency in the first year and 13.16% more in the second year than the control subject. There were no statistically significant effects on quality parameters of wheat by using “biofertilizers” in foliar applications.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(12): 2635-2642, 2020

Buğdayın Farklı Gelişme Dönemlerinde Yapraktan “Biyolojik Gübre” Uygulamalarının Verim ve Bazı Verim Ögeleri Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 25/08/2020 Kabul : 21/10/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Buğday Biyolojik Gübre Verim Kalite <i>Bacillus</i> Türleri</p>	<p>Bu araştırma, ekmeklik buğdayın farklı gelişim dönemlerinde yapraktan “biyolojik gübre” (BG) (%8 N, %1 P₂O₅, %9 K₂O, %3 Fe, %0,06 Zn, <i>Bacillus subtilis</i> (GBO3), <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus licheniformis</i>, <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ve <i>Bacillus pumilus</i>) uygulamalarının verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek için planlanmıştır. Bu amaçla yürütülen denemeler, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazilerinden Doğankent lokasyonunda 2017-2018 ve 2018-2019 buğday ekim sezonlarında yapılmıştır. Yürütülen araştırmada buğdayların farklı gelişim dönemlerinde yapraktan “biyolojik gübre” uygulamaları yapılmıştır. Bu amaçla, kontrol, kardeşlenme, kardeşlenme + sapa kalkma ve sapa kalkma dönemleri olmak üzere 4 konu çalışılmıştır. Biyolojik gübrenin birinci yıl 100 gr / da ikinci yıl ise 0,75 gr/da dozları araştırılmıştır. Tüm deneme konularına temel gübreleme olarak; ekimle birlikte dekara 15 kg DAP, kardeşlenme döneminde ise 29 kg Üre verilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda; buğday tarımında hem kardeşlenme hem de sapa kalkma dönemlerinde yapraktan “biyolojik gübre” uygulamaları kontrol konusuna göre birinci yıl %12,67, ikinci yıl ise %13,16 oranında daha fazla verim artışı sağlamıştır. Yapraktan “biyolojik gübre” uygulamalarının buğdayın kalite parametreleri üzerinde istatistikî olarak önemli bir etkisi görülmemiştir.</p>

hayatiaslan@hekagro.com
 saityakanat@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5998-6158>
 <http://orcid.org/0000-0002-5690-408X>

baruthatum@yahoo.com
 enis@hekagro.com

<http://orcid.org/0000-0003-2482-6715>
 <https://orcid.org/0000-0002-1459-7173>



Giriş

Stratejik, ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan büyük öneme sahip olan tarım, günümüzde ülkeler için sınırlar ötesi bir nitelik kazanmış, tarımsal üretimde kendi kendine yeterli olma kaygısı yerini dünya için üretim ve pazarlama yaklaşımına bırakmıştır (Hububat raporu, 2016). Hızla artan nüfusa paralel olarak gelecekte beslenme problemiyle karşı karşıya kalmamak için üretim ve kalitenin artırılması, birim alandan kaliteli daha fazla verimin alınmasının sağlanması gerekmektedir. Üretim alanlarımızın sınırlı olması nedeniyle; üretimi arttırabilmek için uygun yetiştirme tekniklerinin seçimi, uygun tohumluk kullanımı, yüksek verim ve kaliteye sahip yeni çeşitlerin ıslah edilerek üretime kazandırılması, dengeli gübrelemenin yapılması ve üreticilerin bilinçlendirilmesi gibi konulara dikkat etmek gerekir.

Yoğun tarım, aşırı gübre kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yüksek verim için fazla girdi kullanan tarım sistemleri çevresel problemlere ve doğal kaynakların tükenmesine yol açmaktadır. Gübre uygulamasını minimum, bitki gelişme ve beslenmesini maksimum düzeye çıkarmak amacıyla rizosferden seçilmiş farklı mikroorganizmalar kullanılmaktadır (Çakmakçı, 2005). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) bitki gelişimine faydalı etkileri nedeniyle biyolojik gübre (BG) olarak kullanılmaktadır. Biyogübreler sürdürülebilir tarım için büyük öneme sahiptir. Mikrobiyal türlerdeki geniş genetik varyasyon, farklı çevre koşullarına adapte olabilen yüksek potansiyele sahip mikroorganizmaların belirlenebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle geniş deneme koşullarında seçilecek etkin türlere gereksinim vardır (Çakmakçı, 2005).

Ticari gübrelerin olumsuz etkilerini azaltmak ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla son yıllarda besin elementi döngüsünde yer alan mikroorganizmalardan, biyolojik gübre olarak yararlanılır olmuştur (Şahin ve ark., 2004). Tohum, bitki yüzeyi veya toprağa uygulandığında atmosferik azotu fiskeyen, organik ve inorganik kaynaklardan mineral elementlerin alınabilirliğini artırarak veya sekonder metabolit üretimiyle bitkisel gelişmeyi teşvik eden; bitki dokularına girebilen veya rizosferde kolonize olabilen, canlı mikroorganizmalardan meydana gelen materyale biyolojik gübre (BG) adı verilir (Çakmakçı, 2005). Son yıllarda bitkisel gelişmeyi teşvik edici ve artırıcı Rhizobium, Azotobacter, Bacillus, Azospirillum Pseudomonas, Klebsiella, Enterobacter ve Staphylococcus gibi bakterilerin, bazı Aspergillus ve Penicillium funguslarının biyolojik gübre olarak kullanımı üzerine yoğun araştırmalar yapılmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır (Srinivasan ve ark., 1996; Bashan ve Holguin, 1997; Sudhakar ve ark., 2000; Çakmakçı, 2002). Artrobacter, Azoarcus, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia ve Rhizobia familyalarına dahil türler önemli kültür bitkilerinde gelişme ve verimi arttırmaktadır (Burdman ve ark., 2000). Biyolojik gübrelerin bitki gelişmesi ile ilgili en belirgin özellikleri simbiyotik ve simbiyotik olmayan azot fiksasyonu, bitki besin elementlerini mobil hale getirilmesi, toprak kökenli hastalıkların biyolojik kontrolü ve bitki gelişimini uyarıcı maddelerin salgılanmasıdır (Lucy ve ark., 2004). BG tohumlara kaplanmakta, kodlanmakta ve fide

veya bitkilere uygulanabilmektedir. BG yapraklara püskürtülmesi durumunda nitrojen asimilasyon bölgelerine yakın olmakta ve bakteri birçok bitki patojenine antagonistik etki gösterebilmektedir. Ayrıca yaprak salgıları ve üst yaprak tabakası indirgenme ürünleriyle bakteri için gıda sağlanabilmekte ve fiksasyon bakterisi diğer mikroflora ile toprak veya tohum aşılamalarına kıyasla daha az rekabetle karşılaşmaktadır (Sudhakar ve ark., 2000).

Bitkilere yapraktan yapılan destekleyici beslenme uygulamalarının etkisi önemli olduğu belirlenmiştir. Yapraklarda biriken fotoasimilantların, tane ve meyveye gönderilmesi, doğal yaşlanma sırasında (senesens) generatif dönemde gerçekleşen fizyolojik bir olaydır (Öztürk ve ark., 2011). Marschner (1995) tarafından rapor edildiğine göre, vejetatif dönemde mikro besin elementi eksikliklerinin genç yapraklarda ortaya çıkması, senesens ortamının henüz oluşmaması yani yaşlı yapraklardan genç yapraklara mobilizasyon olayının henüz oluşmaması ile açıklanmıştır. Doğal yaşlanma sırasında (senesens) besin asimilasyonu yerini besin remobilizasyonuna bırakmakta ve artan miktarlarda besin (amino asitler, basit şekerler, mineral besin elementleri) taneye taşınmaktadır (Feller ve Fischer, 1994; Marschner, 1995). Senesens sırasında gövde ve yapraklardan taneye taşınan amino asitler; embriyo, aleuron ve endospermde tane proteinlerinin (albumin, gliadin, glutenin, globulin) sentezinde kullanılmakta, basit şekerler ise endospermde nişasta formunda biriktirilmektedir (Lasztity, 1996; Barneix, 2007). Remobilizasyon sonucu taneye taşınan N ile remobilizasyon sonucu taneye sağlanan Zn ve Fe besin içerikleri arasında korelasyon bulunmuştur (Kutman, 2010, Kutman ve ark., 2010, 2011a, 2011b; Barut, 2012).

Biyogübre olarak kullanılan Bacillus türleri bitki büyüme hormonlarının sentezi yoluyla (Amer ve Utkheda, 2000), azot fiksasyonu (Eşitken ve ark., 2003) ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin seviyesini düzenleyen enzimlerin sentezinde etki oluşturarak bitki büyümesi üzerinde doğrudan etkiye sahip olabilmektedir (Kumar ve Narula, 1999; Şahin ve ark., 2004). Bakteri izolatlarının belli bitki türlerinde etkin olduğu (Lucy ve ark., 2004), etkinliğin bitki türlerine bağlı olduğu (Khalid ve ark., 2004) vurgulanmıştır. Azot tutucu bakteriler ile yapılan çalışmalar, bu bakterilerin patojenlere karşı dayanıklılık sağladığını, büyüme periyodunu kısalttığını, bitki gelişimini teşvik ettiğini, çiçeklenme, meyve tutumu, verim ve/veya kaliteyi ve meyve iriliğini arttırdığını göstermiştir (Chabot ve ark., 1996; Burdman ve ark., 1997; Shridhar, 2012). Bitki gelişimini teşvik edici bakteri etkileri kompleks bir süreç olup, bakteri tür ve sayısı, bitki bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, toprak organik madde miktarı ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Şahin ve ark., 2004, Çakmakçı ve ark., 2006).

Bitki gelişmesi, azot fiksasyonu, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, siderofor yardımıyla bitkilerce demirin alınması, auksin, sitokin ve gibberallin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitki etilen düzeyinin azaltılması gibi mekanizmalarla, bitki gelişmesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) tarafından düzenlenmektedir (Glick, 1995, Lucy ve ark., 2004). Son yıllarda PGPR gruplarından olan mikroorganizmaların önemi giderek artmakta olup bu nedenle ticarileşmesi de hız kazanmaya başlamıştır.

Buğday dünyada ve ülkemizde temel besin kaynağı olarak stratejik önem taşıyan bir bitkidir. Buğdayda verim ve kaliteyi arttırmak için bir yandan ıslah çalışmaları yapılırken diğer yandan en uygun yetiştirme teknikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Verim ve kaliteyi arttırmada yararlanılan en etkili yetiştirme tekniği uygulamalarından biri de gübrelemedir. Tarımda yeni nesil gübrelerin etkinliğinin araştırılması gereklidir. Bu araştırmada, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde, farklı bakteriler türlerini ve mineral elementleri içeren “biyolojik gübre” nin ekmeleklik buğdayda verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırılması için planlanmış ve yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Denemeler, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazilerinde 2017-2018 (1.Yıl) ve 2018-2019 (2.Yıl) buğday ekim sezonlarında Doğankent lokasyonunda kurulmuştur. Ekim öncesi deneme alanından toprak örnekleri alınmış ve verimlilik durumu ile mikro element içerikleri belirlenmiştir. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 1’de gösterilmiştir. Tohumluk materyali olarak bölgemizde yaygın olarak ekilen Ceyhan-99 ekmeleklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Deneme Yerlerinin İklim Özellikleri

Araştırmanın birinci yılına, ait iklim değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. 2017-2018 sezonunda ise yağış miktarı oldukça fazla ve rejimi düzensizdir. Buğday yetiştirme sezonu içerisinde Doğankent lokasyonunda düşen yağış miktarına baktığımızda, uzun yıllar ortalamasına göre %45 ve buğdayın su tüketimine göre ise %79,4 oranlarında daha fazla gerçekleştiği görülmektedir; ancak yağışın aylara göre dağılımında sıkıntılar yaşanmıştır (Çizelge 2). Sezonluk düşen yağışın yaklaşık %42,91’i sadece ocak ayında düşmüştür. Güz yağışları buğdayın ihtiyacından fazla iken bahar yağışları ise olması gerekenden daha düşük gerçekleşmiştir. Buğdayın su tüketimini incelediğimizde ihtiyacı olan suyun yaklaşık %53’ünü (226,46 mm) gebecik ve başaklanma dönemlerinden sonra kullandığı aşıkardır ancak bu sezon bu oran %17,71 (126 mm) olarak kalmıştır. Bu durumda buğday danelerinin hektolitre ağırlığı (kg) ve protein (%) içeriklerinde düşüşlere sebep olmuştur.

İkinci yıla ait iklim değerleri Çizelge 3’de gösterilmiştir. 2018-2019 sezonunda Kasım ve Mayıs ayı hariç diğer aylarda düşen yağış miktarları uzun yıllara göre daha fazla gerçekleşmiştir. Buğday yetiştirme sezonu içerisinde Doğankent lokasyonunda düşen yağış miktarına baktığımızda, uzun yıllar ortalamasına göre %58,79 oranında daha fazla gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 3). Sezonluk düşen yağışın yaklaşık %34,62’si sadece ocak ayında düşmüştür. Bu durum kardeşlenmeyi olumsuz etkilemiş ve bu durum genel verim ortalamalarını düşürmüştür. Yaşanan iklimsel nedenlerden dolayı ova geneli buğday verimleri düşmüştür.

Yöntem

Denemeler; 450 adet/m² ekim normunda, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme parsellerinin boyutu, 1,4 m eninde ve 5 m boyunda olacak şekilde ayarlanmıştır. Denemede,

bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) içeren “*Bionutrients Soluble*” adlı bitki besleme ürünü kullanılmıştır. “*Bionutrients Soluble*” %8 N, %1 P₂O₅, %9 K₂O, %3 Fe, %0,06 Zn ve 4 farklı rizosfer bakterileri (*Bacillus spp.*) ihtiva eden bir üründür. Bunlar; *Bacillus subtilis* (GBO3), *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Bacillus pumilus*’tur. Bu ürün, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yaprakтан uygulanmıştır. Bu amaçla, kontrol, kardeşlenme, kardeşlenme + sapa kalkma ve sapa kalkma dönemleri olmak üzere 4 konu çalışılmıştır. Tüm deneme konularına temel gübreleme olarak; ekimle birlikte dekara 15 kg DAP, kardeşlenme döneminde ise 29 kg ÜRE verilmiştir. Azot, ekimle ve kardeşlenme devresinde uygulanmıştır. Konular bazında buğdayın kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde birinci yıl 100 gr / da ikinci yıl ise 0,75 gr/da yaprakтан “biyolojik gübre” uygulaması yapılmıştır. Kontrol konusuna “biyolojik gübre” uygulaması yapılmamıştır.

Parsellere atılması gereken biyolojik gübre miktarları belirlenmiş ve 1 litre su ile karıştırılmıştır. Elde edilen biyolojik gübre + su karışımı yaprakтан uygulama zamanlarında günlük olarak hazırlanmıştır. Kontrol konusuna ise yaprakтан sadece su uygulanmıştır. Yaprakтан uygulamalar sırt pulverizatörü ile yapılmıştır.

Denemelerin sağlıklı yürütülmesi ve buğday yetiştiriciliği için gerekli bütün bakım işlemleri yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi içinde herbisit olarak; kardeşlenme döneminde dar yapraklı yabancı otlara karşı Topik 240 EC kullanılmıştır. Kardeşlenme dönemi sonunda da 2-4 D Amin ile geniş yapraklı yabancı otlara karşı herbisit uygulamaları yapılmıştır. Her iki yılda da buğdaylar fizyolojik olgunluğa geldikten sonra birinci yıl 31 Mayıs 2018, ikinci yıl ise 26 Haziran 2019 tarihinde hasat edilmiştir.

İncelenen Özellikler

Buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yaprakтан “biyolojik gübre” uygulamalarının ekmeleklik buğdayın, bitki boyu (cm), başak sayısı (adet/m²), 1000 tane ağırlığı (g), hektolitre ağırlığı (kg) ve verim (kg/da) değerleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca kullanılan ürünün kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla gluten (%) (ICC metot no:106-2, 2018), protein (%) (AACCI metot no: 46-30, 2010) ve Zeleny sedimentasyon (mlt) (ICC metot no:116-1, 2018) analizleri yapılmıştır. Kalite analizleri (protein, gluten, sertlik, sedimentasyon) Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün kalite laboratuvarlarında yapılmıştır.

Toprak Analizi

Topraktaki elverişli çinko (Zn), demir (Fe), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonları, Lindsay ve Norvel (1978)’e göre, elverişli P konsantrasyonu ise Olsen ve ark., (1954)’e göre belirlenmiştir. Toprak K konsantrasyonları, Carson (1980)’in amonyum asetat (pH: 7,1N) yöntemine göre ölçülmüştür. Toprak pH’ı Jackson (1959)’e göre tespit edilmiştir. Toprak organik madde içeriği, WalkeyBlack yaş yakma metoduyla belirlenmiştir (Jackson, 1959). Toprak tekstürü Bouyoucus (1951)’e göre belirlenmiştir. Toprak kireç içeriği Allison ve Moodie (1965)’e göre ve toprak tuzluluğu, saturasyon çamuru hazırlanarak Wheatstone bridge yöntemine göre (U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954) belirlenmiştir

Çizelge 1. Doğankent Lokasyonuna ait Toprak Analiz Sonuçları

Table 1. Soil Analysis Results of Doğankent Location

Yer	Saturasyon		pH	Tuz	Kireç	O. M.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Fe	Cu	Mn
Doğankent	(%)	Sınıf	(1:2,5)	(%)	(%)	(%)	(kgda ⁻¹)		(mgkg ⁻¹)			
1.Yıl	64,16	Killi tın	7,98	0,036	19,54	2,00	3,30	82,81	0,68	6,06	1,46	5,48
2.Yıl	53	Tınlı	8,05	0,02	11,46	1,64	4,43	109,50	0,41	4,99	1,08	2,60

Çizelge 2. Doğankent lokasyonu buğday yetiştirme sezonuna ait iklim değerleri (2017-2018)

Table 2. Climate values of Doğankent location for the wheat growing season (2017-2018)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nisbi Nem (%)	
	Uzun Yıllar*	2017-18	Uzun Yıllar*	2017-18	Uzun Yıllar*	2017-18
Kasım	14,40	14,61	74,13	137,80	63,28	71,57
Aralık	10,12	11,81	115,95	72,20	66,48	77,18
Ocak	9,03	9,67	103,69	329,00	67,40	81,25
Şubat	10,13	12,69	81,47	62,20	65,30	77,50
Mart	13,15	16,00	61,97	40,60	66,49	75,69
Nisan	17,31	18,72	48,25	44,20	67,82	66,46
Mayıs	21,36	23,21	43,11	80,60	68,18	70,36
Toplam			528,57	766,60		

*Uzun yıllar 39 yıllık ortalama aylar bazında iklim verileri

Çizelge 3. Doğankent lokasyonu buğday yetiştirme sezonuna ait iklim değerleri (2018-2019)

Table 3. Climate values of Doğankent location for the wheat growing season (2018-2019)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nisbi Nem (%)	
	Uzun Yıllar*	2018-19	Uzun Yıllar*	2018-19	Uzun Yıllar*	2018-19
Kasım	14,82	15,82	75,360	45,80	65,17	69,90
Aralık	10,43	11,50	121,48	204,6	68,67	81,10
Ocak	9,05	9,86	109,01	306,0	67,69	78,50
Şubat	10,15	10,78	81,860	96,60	65,68	79,70
Mart	13,14	13,00	63,080	104,2	66,74	76,30
Nisan	17,27	16,00	49,670	102,2	68,02	75,54
Mayıs	21,40	22,77	42,150	6,900	68,03	62,94
Haziran	25,17	26,00	13,970	17,50	69,01	76,96
Toplam			556,58	883,80		

*Uzun yıllar 38 yıllık ortalama aylar bazında iklim verileri

Çizelge 4. Birinci yıl, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraklardan yapılan “Biyolojik Gübre” uygulamasının bitki boyu (cm), başak sayısı (adet/m²), hektolitreye ağırlığı (kg), 1000 tane ağırlığı (g) ve verim (kg/da) değerleri üzerine etkisiTable 4. The effect of "Biological Fertilizer" application made from leaves in different growth stages of wheat in the first year on plant height (cm), spike number (pcs / m²), hectoliter weight (kg), 1000 grain weight (g) and yield (kg/da) values.

Konular	Bitki boyu (cm)	Başak Sayısı (adet/m ²)	Hektolitreye Ağırlığı (kg)	1000 tane Ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg/da)
Kontrol (0 kg/da)	112,00	571	68,60	38,02 ^b	661,85 ^b
Kardeşlenme (100 g/da)	110,25	581	70,32	38,40 ^b	672,38 ^b
Sapa Kalkma (100 g/da)	114,00	588	71,72	39,17 ^b	712,85 ^a
Kardeşlenme + Sapa Kalkma (100 g/da)	117,50	651	72,05	42,55 ^a	745,71 ^a
Ortalama	113,43	597,75	70,67	39,53	698,08
CV (%)	5,09	6,94	3,10	4,47	3,41
LSD (0.05)	öd	öd	öd	2,83	38,10

*: 0.05 önem seviyesi. **: 0.01 önem seviyesi, öd: önemli değil

İstatistiksel Analizler

Buğdaylar fizyolojik olgunluğa geldikten sonra hasat yapılmıştır. Hasat sonrası örnekler analizler için hazırlanmış ve gerekli değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu çalışma sonuçları; JUMP 5,0 istatistik programında önce normalite testine sonra da varyans analizi ile LSD testine tabi tutulmuştur. Önem düzeyi P<0,05 (*) ve P<0,01 (**) olarak alınmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırmanın birinci yılı alınan gözlemler ve yapılan varyans analizleri sonucunda uygulamaların; bitki boyu (110,25-117,50 cm), başak sayısı (571-651 adet/m²) ve hektolitreye (68,60-72,05 kg) ağırlıklarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamış ancak en yüksek değerleri ise “kardeşlenme (100 g/da) + sapa kalkma (100 g/da)” konusundan elde edilmiştir. (Çizelge 4). Buğdaya yapraklardan uygulanan “biyolojik gübre” uygulamalarının 1000 tane

ağırlığı üzerinde etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş ve “kardeşlenme (100 g/da) + sapa kalkma (100 g/da)” konusu 1000 tane ağırlığı üzerinde kontrol konusuna göre %11,91 oranında artışlara sebep olmuştur (Çizelge 4). Uygulamalarının verim üzerindeki etkisi istatistiki olarak %5 önem seviyesinde farklılıklara sebep olmuştur (Çizelge 4). Uygulamalar arasında sapa kalkma ve kardeşlenme+sapa kalkma konuları istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4). “Kardeşlenme+sapa kalkma” konusu (745,71 kg/da); kontrol konusuna (661,85 kg/da) göre %12,67 oranında verim farkına sebep olmuştur (Çizelge 4).

Biyolojik gübreleme ile ilgili yapılan araştırmalarda kontrole göre buğdayda %259, mısırdaki %112, arpada %234, balkabağında %112 ve domatesteki %119 kuru madde artışı elde edilmiştir (Saber, 2001). BG ve mineral gübrelerin birlikte kullanılması ile ayçiçeğinde bitki boyu, tabla çapı, tohum verimi, yağ ve mineral içeriği artmış, organik gübrenin kimyasal gübrelerin etkinliğini artırdığı görülmüştür (Keshta ve El-Khouly, 2000). Yürütülen çeşitli araştırmalarda PGPR’ların buğday (De Freitas, 2000; Öztürk ve ark., 2003), arpa (Çakmakçı ve ark., 1999, 2001, Şahin ve ark., 2004), çeltik (Sudha ve ark., 1999), turp (Aydın ve ark., 2012), brokkoli (Güllüce ve ark., 2012), ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007), baş salata (Gül ve ark., 2008), domates (Gagne ve ark., 1993) ve şeker pancarı (Şahin ve ark., 2004), gibi çeşitli tarla ve bahçe bitkileri türlerinde verim üzerine olan olumlu etkileri bildirilmiştir.

İkinci yıl araştırmada, alınan gözlemler ve yapılan varyans analizleri sonucunda uygulamaların; bitki boyu (cm) hariç başak sayısı (adet/m²), hektolitre (kg) ve verim (kg/da) üzerine etkisi istatistiki olarak 0,05 önem düzeyinde farklılıklara sebep olmuştur (Çizelge 5). Buğdayda farklı uygulama konularının bitki boyu (cm) üzerine olan etkileri ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5). Bitki boyu değerleri 109,75-113,25 cm arasında değişirken; başak sayısı değerleri en düşük kontrol konusundan elde edilirken (611,50 adet) en yüksek değer (781,0 adet) kardeşlenme (0,75 gr/da) + sapa kalkma (0,75 gr/da) dönemlerinde yapraktan biyolojik gübre uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Hektolitre ağırlığı açısından benzer etkiler söz konusu olmuş; en düşük kontrol konusundan elde edilirken (70,36 kg) en yüksek değer (73,93 kg) kardeşlenme + sapa kalkma dönemlerinde yapraktan biyolojik gübre uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5).

Verim değerleri incelendiğinde; yapılan araştırmada en düşük verim değeri kontrol konusundan elde edilirken (342,50 kg) en yüksek verim değeri (387,58 kg) hem kardeşlenme hem de sapa kalkma dönemlerinde yapraktan biyolojik gübre uygulamasından elde edilmiştir ve kontrol konusuna göre %13,16 oranında daha fazla verim artışı sağlamıştır (Çizelge 3). Yapılan bazı araştırma sonuçlarında da benzer şekilde verimde artışlar sağlanmıştır. *Bacillus* suşları ile yürütülen araştırmalarda, buğday (Caceres ve ark., 1996; De Freitas, 2000; Öztürk ve ark., 2003), arpa (Belimov ve ark., 1995; Çakmakçı ve ark., 1999, 2001, Şahin ve ark., 2004), mısır (Pal, 1999), konifer türleri (Bent ve ark., 2002) ve çeltik (Sudha ve ark., 1999; Khan ve ark., 2003), veriminde önemli artışlar belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda, *Rhodobacter* türlerinin N₂ fiksettiği (Drepper ve ark., 2002) ve çeltik

fidelerinin azot oranını artırdığı (Elbadry ve Elbanna, 1999) bilinmektedir. *Pseudomonas* inokulasyonu yazlık buğdayda kök kuru ağırlığını (Walley ve Germida, 1997), şeker pancarı verimini (Çakmakçı ve ark., 2001, Şahin ve ark., 2004) ve ıspanak gelişmesini (Urashima ve Hori, 2003) artırdığı belirtilmiştir. Şahin ve ark. (2010), tarafından yapılan araştırmada, bakteri aşılama, arpa bitkisinde erken gelişme döneminde gövde ağırlığı, bitki yüksekliği, kök uzunluğu ve toplam kök sayısını etkilemiştir. Bakterilerin bitki gelişimine etkisi aşılama yapılan bakteri irki ve değerlendirilen parametrelere bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Öztekin ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada, serada domates yetiştiriciliğinde, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Azotobacter* ve *Acetobacter* gibi azot tutucu bakteri içeren Symbion-N biyogübresinin bitki gelişimi ve verimde artış sağladığı belirtilmiştir. Tahıllar ve şeker pancarı gibi bitkilerde azot tutucu bakterilerle yapılan biyolojik gübreleme çalışmalarında, verimin %4,9-44 arasında değiştiğini gösterilmiştir (Klopper ve ark., 1989; Gurfinkel and Peticari, 2000; Çakmakçı ve ark., 2008; Bayrak ve Ökmen, 2014).

Elbette verimdeki artışı sadece bakteriler yoluyla gerçekleştiğini söylemek yeterli değildir. Çünkü kullanılan biyolojik gübre belirli oranlarda mineral maddeler içermektedir (%8 N, %1 P₂O₅, %9 K₂O, %3 Fe, %0,06 Zn, *Bacillus subtilis* (GBO3), *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Bacillus pumilus*). Yapılan araştırmalarda yaprak besin elementi uygulamalarının buğday verim ve kalite özelliklerinde artışlar sağladığı belirtilmiştir. Jakhro ve Jamro, (2000)’in yapraktan üre uygulamalarının buğdaya etkisini araştırdıkları çalışmada üre uygulamaları sonucunda bitki boyu, kardeş sayısı, başak uzunluğu, hasat indeksi, dane verimi, saman verimi ve protein içeriğinin arttığını gözlemlemişlerdir, %1,5’lik konsantrasyon ideal bulunmuştur. Khan ve ark. (2009)’un buğdayda yapraktan ürenin 6 farklı konsantrasyonda ve ardışık 3 uygulamayla (kardeşlenme, sap uzama ve gebeleşme döneminde) denedikleri çalışmada %4’lük üre uygulaması ile dane veriminde %32’lik artış sağlamışlardır. Yapraktan Zn uygulamasının verimde artışlar sağladığı birçok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 1995; Kutman ve ark., 2010; Çakmak ve ark., 2010). Barut ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir projede; vejetatif ve generatif dönemlerde yapraktan üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının buğdayın verim, mineral element ve kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Yapraktan gübre uygulamalarının buğdayda kaliteyi olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Uygulamaların tanenin Zn ve Fe konsantrasyonu, protein miktarı ve kalitesi ve dolayısıyla ekmeklik kalite üzerinde etkisi oldukça önemli bulunmuştur (Barut, 2019; Barut ve ark., 2019).

Yapraktan uygulanan “biyolojik gübre” nin buğdayın bazı kalite parametreleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Hasat sonrası buğday örneklerinde yapılan analizlerde, biyolojik gübre uygulamalarının, buğdayın protein (%), gluten (%), sertlik (%) ve zeleny sedimantasyon (mlt) özellikleri üzerine etkileri her iki yılda da istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 6, 7).

Çizelge 5. İkinci yıl, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan yapılan “biyolojik gübre” uygulamasının bitki boyu (cm), başak sayısı (adet/m²), hektolitre ağırlığı (kg) ve verim (kg/da) değerleri üzerine etkisi

Table 5. In the second year, the effect of "biological fertilizer" application made from leaves in different growth stages of wheat on plant height (cm), spike number (pcs / m²), hectoliter weight (kg) and yield (kg/da) values

Konular	Bitki boyu (cm)	Başak Sayısı (adet/m ²)	Hektolitre Ağırlığı (kg)	Tane Verimi (kg/da)
Kontrol (0 gr/da)	109,75	611,50 ^b	70,36 ^b	342,50 ^b
Kardeşlenme (0,75 gr/da)	111,25	694,50 ^{ab}	72,72 ^{ab}	361,62 ^{ab}
Sapa Kalkma (0,75 gr/da)	110,75	672,50 ^b	71,82 ^{ab}	348,59 ^b
Kardeşlenme + Sapa Kalkma (0,75 gr/da)	113,25	781,00 ^a	73,93 ^a	387,58 ^a
Ortalama	111,25	689,87	72,20	360,07
CV (%)	4,34	8,09	2,47	6,34
LSD (0,05)	öd	89,28*	2,42*	36,51*

*: 0,05 önem seviyesi, **: 0,01 önem seviyesi, öd: önemli değil

Çizelge 6. Birinci yıl, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan yapılan “biyolojik gübre” uygulamasının protein (%), gluten (%) ve sedimantasyon (mlt) değerleri üzerine etkisi.

Table 6. The effect of "biological fertilizer" application made from leaves in different growth stages of wheat on protein (%), gluten (%) and sedimentation (mlt) values in the first year.

Konular	Protein (%)	Gluten (%)	Zeleny Sedimantasyon (mlt)
Kontrol (0 gr/da)	10,78	27,84	44,90
Kardeşlenme (100 g/da)	11,18	28,12	40,53
Sapa Kalkma (100 g/da)	10,72	27,33	38,58
Kardeşlenme + Sapa Kalkma (100 g/da)	10,51	27,21	40,18
Ortalama	10,79	27,62	41,04
CV (%)	4,55	5,57	7,08
LSD (0,05)	öd	öd	öd

*: 0,05 önem seviyesi, **: 0,01 önem seviyesi, öd: önemli değil

Çizelge 7. İkinci yıl, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan yapılan “biyolojik gübre” uygulamasının protein (%), gluten (%) ve sedimantasyon (mlt) değerleri üzerine etkisi

Table 7. The second year, the effect of the application of "biological fertilizer" made from leaves in different growth stages of wheat on protein (%), gluten (%) and sedimentation (mlt) values

Konular	Protein (%)	Gluten (%)	Zeleny Sedimantasyon (mlt)
Kontrol (0 gr/da)	13,00	31,48	27,75
Kardeşlenme (0,75 g/da)	12,96	31,36	26,75
Sapa Kalkma (0,75 g/da)	12,75	30,96	27,00
Kardeşlenme + Sapa Kalkma (0,75 g/da)	12,80	30,39	26,50
Ortalama	12,87	31,04	27,00
CV (%)	2,07	2,57	8,04
LSD (0,05)	öd	öd	öd

*: 0,05 önem seviyesi, **: 0,01 önem seviyesi, öd: önemli değil

Birinci yıl, protein %10,51-11,18, gluten %27,21-28,12 ve zeleny sedimantasyon 38,58-44,90 mlt arasında değişirken ikinci yıl ise protein %12,75-13,00, gluten %30,39-31,48 ve zeleny sedimantasyon ise 26,50-27,75 mlt arasında değişen değerler almıştır. Kayın ve ark. (2015) tarafından yürütülen araştırmada ise Bacillus subtilis Ch-13'ün (BS0 Bacillus subtilis Ch-13 uygulanmayan ve BS1 Bacillus subtilis Ch-13 uygulanan) artan dozlarda azot ve fosfor uygulamalarıyla, doğal iklim koşullarında kuruda yetiştirilen buğday bitkisinde (Triticum aestivum L. cv. Pehlivan) verim, protein ve yaş gluten içeriğine olan etkisi araştırılmıştır. Deneme sonunda artan dozlarda azotlu ve fosforlu gübreleme ve mikrobiyolojik gübre uygulamasının buğday bitkisinde verim ile tanenin yaş gluten ve protein içeriğini istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir (P<0,01). Ancak mikrobiyolojik gübrenin olumlu etkisi artan dozlarda azot ve fosfor uygulamalarıyla azaldığı belirtilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada, buğdayın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan “biyolojik gübre” uygulamalarının buğdayın verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. İki yıl yürütülen araştırma sonucunda, buğdaya hem kardeşlenme hem de sapa kalkma dönemlerinde yapraktan “biyolojik gübre” uygulamalarının birinci yıl %12,67, ikinci yıl ise %13,16 oranlarında verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Kullanılan bitki besleme ürününün buğdayın gelişimi, verim ve verim kriterleri ile kalite üzerine herhangi olumsuz bir etkisi saptanmamıştır. Türkiye gibi beslenmesi tahıla dayalı olan ülkelerde tahılların, verim ve kalite özelliklerine yapraktan, topraktan ya da tohumdan uygulanan organik madde kaynaklarının ve dengeli gübrelemenin etkilerinin bilinmesi, bu konu ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması ülkemiz tarımına yararlı olacaktır. Tarımda kullanılabilirliği araştırılan bu gibi farklı bitki

besleme ürünleri hakkında daha net kararlar verebilmek için bu tür araştırmaların ülkemizde yer alan farklı yetiştirme kuşakları (yazlık-kışık ve fakültatif) üzerinde farklı lokasyon ve yıllarda da yürütülmesinin gerekliliğine inanmaktayız.

Teşekkür

Bu araştırmaların yürütülmesini sağlayan Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

AACCI. 2010. American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACCI., Method No: 46-30 The Association: St. Paul, MN., USA.

Allison LE, Moodie CD. 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Agron. Inc. Madison. Wisconsin. U.S.A.

Amer GA, Utkheda RS. 2000. Development of Formulation of Biological Agents for Management of Root Rot of Lettuce and Cucumber. Canadian Journal of Microbiology. 46: 809-816.

Aydın A, Yıldırım E, Karaman MR, Turan M, Demirtaş A, Şahin F, Güneş A, Esringü A, Dizman M, Tutar A. 2012. Humik asit, PGPR ve kimyasal gübre uygulamalarının brokoli (Brassica oleracea) bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 14(1): 309-316.

Barneix AJ. 2007. Physiology and biochemistry of source-regulated protein accumulation in the wheat grain. Journal of plant physiology, 164(5): 581-590.

Barut H, Ezici A, Karaduman Y, Akın A, Aşık S, Eker S. 2018. Vejetatif ve generatif dönemlerde yapraktan üre, potasyum sülfat ve çinko sülfat uygulamalarının ekmeçlik buğdayın verim, mineral element ve kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırılması. Tagem Proje Sonuç Raporu. Proje No: TAGEM/TSKAD/15/A13/P04/05; Yayın No: 12.01 DATAEM.F.F04.2018.01

Barut H, Karaduman Y, Akın A, Aykanat S, Ezici AA. 2019. Effects of Foliar Urea, Potassium and Zinc Sulphate Treatments Before and After Flowering on Glut Peak, Some Protein Quality and Farinograph Properties of Wheat. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(10): 1730-1742.

Barut H. 2019. Effects of foliar urea, potassium and zinc sulphate treatments before and after flowering on grain yield, technological quality and nutrient concentrations of wheat. Applied ecology and environmental research, 17(2): 4325-4342.

Bashan Y, Holguin G. 1997. Azospirillum-plant relationships: Environmental and physiological advances (1990-1996). Can. J. Microbial. 43: 103-121.

Bayrak D, Ökmen G. 2014. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 5(1):1-13. h International PGPR Workshop, 29 October- 3 November 2000, Cordoba Argentina.

Belimov AA, Kojemiakov PA, Chuvarliyeva CV. 1995. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing bacteria. Plant Soil 173: 29-37.

Bent E, Breuil C, Enebak S, Chanway CP. 2002. Surface colonization of lodgepole pine (Pinus contorta var. latifolia [Dougl. Engelm.]) roots by Pseudomonas fluorescens and Paenibacillus polymyxa under gnotobiotic conditions. Plant Soil 241: 187-196.

Bouyoucos GD. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanic analysis of the soil. Agronomy Journal 43:434-438.

Burdman S, Jurkevitch E, Okon Y. 2000. Recent advances the use of plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in agriculture. In Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry. Subba, R.N., Dommergues, Y.R. (eds). Vol II Chp. 10: 29-250. Pub. Inc. UK.

Burdman S, Kigel J, Okan Y. 1997. Effects of Azospirillum brasilense on nodulation and growth of common bean. Soil Biology & Biochemistry, 29: 923-929.

Caceres EAR, Anta GG, Lopez R, DiCiocco CA, Basurco JP, Parade J.L. 1996. Response of field-grown wheat to inoculation with Azospirillum brasilense and Bacillus polymyxa in the semiarid region of Argentina. Arid Soil Res Rehabil. 10: 13-20.

Çakmak I, Pfeiffer WH, McClafferty B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. Cereal Chemistry 87(1): 10-20.

Carson PL. 1980. Recommended potassium test. P. 20-21. In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central REGION. Rev. Ed. North Central. Regional Publication no. 221. North Dakota Agric. Exp. Stn. North Dakota State University, Fargo USA.

Chabot R, Antoun H, Cescas MP. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. Plant and Soil, 184:311-321.

Çakmakçı R, Dönmez F, Aydın A, Şahin F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology & Biochemistry, 38 (6): 1482-1487.

Çakmakçı R, Erat M, Erdoğan Ü, Dönmez MF. 2007. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 288-295.

Çakmakçı R, Erdoğan Ü, Turan M, Öztaş T, Güllüce M, Şahin F. 2008. Bitki gelişimini teşvik edici bakterileri ve gübre uygulamalarının buğday ve arpa gelişme ve verimi üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Konya.

Çakmakçı R, Kantar F, Algur ÖF. 1999. Sugar beet and barley yield in relation to Bacillus polymyxa and Bacillus megaterium var. phosphaticum inoculation. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162: 437442.

Çakmakçı R, Kantar F, Şahin F. 2001. Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. J. Plant Nutr. Soil Sci. 164: 527-531.

Çakmakçı R. 2002. Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bakterileri şeker pancarı verim ve kalitesine etkisi. II. Şeker Pancarı Üret. Semp., Verim, Kalit. Yük., 257-270.

Çakmakçı R. 2005. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 36 (1): 97-107, 2005 ISSN 1300-9036.

De Freitas JR. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (Triticum aestivum L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria, Pedobiologia, 44: 97-104.

Drepper T, Raabe K, Giaourakis D, Gendrullis M, Masepohl B, Klipp W. 2002. The Hfq-like protein NrfA of the phototrophic purple bacterium Rhodospirillum rubrum controls nitrogen via regulation of nif A and anf A expression. FEMS Microbiol. Lett. 215: 221-227.

Elbadry M, Gamal-Eldin H, Elbanna K. 1999. Effects of Rhodospirillum rubrum inoculation in combination with graded levels of nitrogen fertilizer on growth and yield of rice in pots and lysimeter experiments. World J. Microb. Biot. 15: 393-395.

Eşitken A, Kalidag H, Ercisli S, Turan M, Şahin F. 2003. The Effects of Spraying a Growth Promoting Bacterium on the Yield, Growth and Nutrient Element Composition of Leaves of Apricot (Prunus armeniaca L.cv. Hacıhaliloğlu). Australian Journal of Agricultural Research. 54: 377-380.

Feller U, Fischer A. 1994 Nitrogen metabolism in senescing leaves. Crit. Rev. Plant Sci.13: 241-273.

Gagne S, Dehbi L, Le Quere D, Cayer F, Morin JL, Lemay R, Fournier N. 1993. Increase of greenhouse tomato fruit yields by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) inoculated into the peat-based growing media. Soil Biology and Biochemistry, 25(2):269-272.

- Glick BR. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41: 109-117.
- Gurfinkel BS, Petricari A. 2000. Nitrogen fixing rhizobacteria and their relationship with soilborne fungi. Vth International PGPR Workshop, 29 October- 3 November 2000, Cordoba Argentina.
- Gül A, Özaktan H, Kidoğlu F. 2008. Seçilmiş kök bakterilerinin farklı substratlarda baş salata yetiştiriciliğine etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, Proje No: 2007 ZRF 027. Bornova, İzmir.
- Güllüce M, Agar G, Şahin F, Turan M, Güneş A, Demirtaş A, Esringü A, Karaman MR, Tutar A, Dizman M. 2012. Pb ve Cd ile kirletilmiş alanlarda yetiştirilen turp bitkisinin verim parametreleri üzerine Humik asit ve PGPR uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1): 509-517.
- Hububat Raporu. 2016. T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Hububat Raporu.
- ICC. 2018. ICC Standards, Standarts No: 116-1; 106-2 International Association for Cereal Science and Technology (ICC), Vienna, Austria.
- Jackson ML. 1959. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Jakhro AA and Jamro GH. 2000. Effect of foliar fertilization of urea on the quantitative and qualitative traits of wheat (cv. Sarsabz). *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering Veterinary Sciences (Pakistan)*.
- Kayın GB, Öztüfekçi S, Akın HF, Karaata EU, Katkat AV, Turan MA. 2015. Effect of *Bacillus subtilis* Ch-13, Nitrogen and Phosphorus on Yield, Protein and Gluten Content of Wheat (*Triticum aestivum* L.). U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, Cilt 29, Sayı 1, 19-28 (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University)
- Keshta MM, El-Khouly MH. 2000. Biological Nitrogen Fixation and Crop Production. Int. Symp. FAO/RNE, ARC and ESAM, Cairo.
- Khalid A, Arshad M, Zahir ZA. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. *Journal of Applied Microbiology*, 96 (3):473-480.
- Khan MR, Talukdar NC, Thakuria D. 2003. Detection of Azospirillum and PSB in rice rhizosphere soil by protein and antibiotic resistance profile and their effect on grain yield of rice. *Indian J. Biotechnol.* 2: 246-250.
- Khan P, Memon MY, Imtiaz M, Aslam M. 2009. Response of wheat to foliar and soil application of urea at different growth stages. *Pak. J. Bot.*41(3): 1197-1204.
- Klopper JW, Lifshitz R, Zablotowicz RM. 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends in Biotechnology*, 7: 38-44.
- Kumar V, Narula N. 1999. Solubilization of Inorganic Phosphates and Growth Emergence of Wheat as Affected by *Azotobacter chroococcum*. *Biology and Fertility of Soils*. 28: 301-305.
- Kutman UB, Yildiz B, Cakmak I. 2011a. Effect of Nitrogen on Uptake, Remobilization and Partitioning of Zinc And Iron Throughout the Development of Durum Wheat. *Plant Soil*. 342: 149-164.
- Kutman UB, Yildiz B, Cakmak I. 2011b. Improved Nitrogen Status Enhances Zinc And Iron Concentrations Both In The Whole Grain and The Endosperm Fraction of Wheat. *Journal of Cereal Science*. 53: 118-125.
- Kutman UB, Yildiz B, Ozturk L, Cakmak I. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chem.* 87: 1-9
- Kutman UB. 2010. Roles of Nitrogen and Zinc Nutrient in Biofortification of Wheat Grain. Sabanci University. Phd Thesis.
- Laszity R. 1996. The Chemistry of Cereal Proteins 2nd Ed. Crc Press Inc., Florida.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc. iron. manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42:421-428.
- Lucy M, Reed E, Glick BR. 2004. Application of free-living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86 (1): 1-25.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edn. Academic Press, London.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. U.S. Gov. Print Office. Washington D.C.
- Öztekin GB, Tüzel Y, Ece M. 2015. Azot Tutucu Bakteri Kullanımının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 5(1): 21-27.
- Öztürk A, Çağlar O and Sahin F. 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166: 1-5
- Öztürk L, Erenoğlu EB, Kaya Y, Altıntaş Z, Haklı E, Andiç E, Yılmaz Ö, 2011. Çinko'nun Buğday Tanesine Taşınmasını Etkileyen Fizyolojik Mekanizmaların Araştırılması. TÜBİTAK PROJESİ. Proje No: 108T436.
- Pal SS. 1999. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. *Plant Soil* 213: 221-230
- Saber MSM. 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. *Eng. Life Sci.* 1: 217-223.
- Shridhar SB. 2012. Review: Nitrogen fixing microorganisms. *International Journal of Microbiological Research*, 3(1): 4652.
- Srinivasan M, Petersen DJ, Holl FB. 1996. Influence of indoleacetic-acid-producing *Bacillus* isolates on the nodulation of *Phaseolus vulgaris* by *Rhizobium etli* under gnotobiotic conditions *Can. J. Microbiol.* 42:1006-1014.
- Sudha SN, Jayakumar R, Sekar V. 1999. Introduction and expression of the cry1Ac gene of *Bacillus thuringiensis* in a cereal-associated bacterium *Bacillus polymyxa*, *Current Microbiology*, 38: 163-167.
- Sudhakar P, Chattopadhyay GN, Gangwar SK, Ghosh JK. 2000. Effect of Foliar Application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on Leaf Yield and Quality of Mulberry (*Morus Alba*). *Journal of Agricultural Science*. 134: 227-234.
- Şahin E, Karagöz K, Çakmakçı R, Tosun M. 2010. Azot Fiksasyonu ve Fosfat Çözücü Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri Aşılımalarının Arpa Gelişimine Etkisi, Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum. (Sunulu Bildiri)
- Şahin F, Cakmakçı R, Kantar F. 2004. Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation with N₂-Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. *Plant and Soil*. 265:123-129.
- Urashima Y, Hori K. 2003. Selection of PGPR which promotes the growth of spinach. *Japanese J. Soil Sci. Plant Nutr.* 74: 157-162.
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils (Ed L. A. Richards). USDA Agriculture Handbook B. No: 60. U. S. Gov. Printing Office. Washington. 160 P.
- Walley FL, Germida JJ. 1997. Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to interactions between *Pseudomonas* species and *Glomus clarum* NT4. *Biol. Fertil. Soils* 24: 365-371.
- Yılmaz A, Ekiz H, Torun B, Aydın A, Çakmak İ. 1995. Determination of zinc application methods in zinc-deficient wheat growing areas of Central Anatolia. Pp. 91-95. Soil Fertility and Fertilizer Management 9 th International Symposium of CIEC.