

PAPER DETAILS

TITLE: FARKLI LOKASYONLARDA YABANI BITKİ TÜRLERİNDEN İZOLE EDİLEN
BAKTERİLERİN TANISI VE AZOT FİKSE ETME, FOSFOR, POTASYUM VE KALSIYUM ÇÖZME
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

AUTHORS: Songül YILMAZ,Mesude Figen DÖNMEZ,Irfan ÇORUH

PAGES: 71-90

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1396149>



Research /Araştırma

FARKLI LOKASYONLARDA YABANI BİTKİ TÜRLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAKTERİLERİN TANISI VE AZOT FİKSE ETME, FOSFOR, POTASYUM VE KALSİYUM ÇÖZME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Songül YILMAZ¹, Mesude Figen DÖNMEZ^{2*}, İrfan ÇORUH³

ÖZET

Bu çalışmada, farklı illerden alınan 23 sağlıklı bitki örneğinden yapılan izolasyon sonucunda 246 bakteri straini elde edilmiştir. Tütünde yapılan HR testi ile bakteri strainlerinin patojen olmadıkları belirlenmiştir. Strainler Mikrobial Tanı Sistemi kullanılarak yağ asit metil analizi ile *Arthbacter* (17), *Brevibacillus* (12), *Bacillus* (65), *Lysinibacillus* (3), *Herbaspirillum* (7), *Kocuria* (21), *Paucimonas* (8), *Pseudomonas* (36), *Virgibacillus* (3), *Microbacterium* (11), *Micrococcus* (8), *Erwinia* (4), *Stenotrophomonas* (8), *Nesterenkonia* (1), *Achromobacter* (1), *Curtobacterium* (5), *Rhodococcus* (7), *Enterobacter* (2), *Escherichia* (1), *Chryseobacterium* (1), *Xanthomonas* (3), *Acinetobacter* (5), *Rothia* (1), *Paenibacillus* (1), *Ochrobacterium* (1), *Pantoea* (1), *Sphingobacterium* (5), *Rhizobium* (3), *Grimontia* (1), *Aeromonas* (1), *Brevundimonas* (1), *Phyllobacterium* (1) ve *Staphylococcus* (1) olarak belirlenmiştir. Elde edilen bakteri strainleri azot fiksasyonu, fosfat, potasyum ve kalsiyum çözücü özellikleri bakımından test edilmiştir. Bunlar arasında *Herbaspirillum huttiense* (SK4, SK49), *Microbacterium esteraromaticum* (SK19, SK39, SY48), *Achromobacter xylosoxidans* (SK50), *Paucimonas lemoignei* (SK56), *Pantoea agglomerans* (SY43), *Pseudomonas putida* biotype B (YS2, DT17), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (EP19) ve *Pseudomonas pseudoalcaligenes* (SA20) olmak üzere 12 tane strainin bütün testlerde pozitif sonuç verdiği, diğer strainlerin test sonuçlarının ise değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: MIS, Fosfat Çözen Bakteri, Potasyum Çözen Bakteri, Kalsiyum Çözen Bakteri, Azot Fiksasyonu

IDENTIFICATION OF BACTERIA ISOLATED FROM WILD PLANTS TAKEN FROM DIFFERENT LOCATIONS AND DETERMINATION OF PROPERTIES OF NITROGEN FIXATION, PHOSPHORUS, POTASSIUM AND CALCIUM SOLUBILIZING

ABSTRACT

In this study, 246 bacterial strains were isolated from 23 healthy plant samples were taken from different provinces. Bacterial strains were tested for hypersensitive response (HR) on tobacco. HR test showed that bacterial strains were not pathogenic. The strains were identified by using the Microbial Identification System. According to the fatty acid methyl ester analysis results bacterial strains were determined as follow; *Arthbacter* (17), *Brevibacillus* (12), *Bacillus* (65), *Lysinibacillus* (3), *Herbaspirillum* (7), *Kocuria* (21), *Paucimonas* (8), *Pseudomonas* (36), *Virgibacillus* (3), *Microbacterium* (11), *Micrococcus* (8), *Erwinia* (4), *Stenotrophomonas* (8), *Nesterenkonia* (1), *Achromobacter* (1), *Curtobacterium* (5), *Rhodococcus* (7), *Enterobacter* (2), *Escherichia* (1), *Chryseobacterium* (1), *Xanthomonas* (3), *Acinetobacter* (5), *Rothia* (1), *Paenibacillus* (1), *Ochrobacterium* (1), *Pantoea* (1), *Sphingobacterium* (5), *Rhizobium* (3), *Grimontia* (1), *Aeromonas* (1), *Brevundimonas* (1), *Phyllobacterium* (1) ve *Staphylococcus* (1). The obtained bacterial strains were tested for nitrogen fixing, phosphate, potassium and calcium solubilising properties. *Herbaspirillum huttiense* (SK4, SK49), *Microbacterium esteraromaticum* (SK19, SK39, SY48), *Achromobacter xylosoxidans* (SK50), *Paucimonas lemoignei* (SK56), *Pantoea agglomerans* (SY43), *Pseudomonas putida* biotype B (YS2, DT17), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (EP19) and *Pseudomonas pseudoalcaligenes* (SA20) strains were found to be positive in all tests and the test results of other strains were found to be variable.

Key Words: MIS, Phosphate Solubilizing Bacteria, Potassium Solubilizing Bacteria, Calcium Solubilizing Bacteria, Nitrogen Fixation

¹ Songül YILMAZ (Orcid ID: 0000-0003-2236-4876), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

² Mesude Figen DÖNMEZ (Orcid ID: 0000-0002-7992-8252), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

³ İrfan ÇORUH (Orcid ID: 0000-0002-6569-6163), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mesude Figen DÖNMEZ, e-mail: mesude.figen.donmez@igdir.edu.tr

Bu çalışma Songül YILMAZ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Dünyada yaşanan hızlı sanayileşme ve nüfus artışı önemli çevre sorunlarımızda beraberinde getirmiştir. Kullanılabilir tarım alanlarının bir kısmının erozyon, çoraklaşma, turizm ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi ile kullanılamaz hale gelmesi ve giderek artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması gerekliliği tarım sistemlerinin yeniden değerlendirilmesi sonucunu doğurmuştur (Aksoy, 2001; Zengin, 2007; Glick, 2012). Bu amaçla tarımsal üretimde birim alandan yüksek verim ve kalitede ürün almak hedef olarak belirlenmiştir (Dursun et al., 2010). Bununla birlikte tüm dünyada bitkisel üretim ve hastalık/zararlı kontrolünde yoğun olarak ve bilinçsizce pestisit ve kimyasal gübre kullanılır hale gelmiştir. Bu yüzden toprak verimliliği ve biyolojik çeşitlilik olumsuz etkilenmiş, toprakta bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri azalmış, patojen ve zararlı popülasyonları artmış, patojen ve zararlı etmenlerde ilaçlara karşı dayanıklılık riski oluşmuş, doğal denge bozulmuş ve tüm bu olumsuzluklar maalesef ki insan, hayvan ve çevre sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir (Akman ve Kara, 2001; İlter ve Altındışli, 2002; Szekeres, 2006; Yolcu ve Daşçı, 2008). Ayrıca ürünlerdeki pestisit kalıntıları başta ihracatımız olmak üzere, iç pazarda da büyük marketlerde pazarlamayı engelleyen en önemli unsur olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır (Tosun ve ark., 2003). Dolayısıyla sorunun üstesinden gelmek adına yapılan yoğun miktarlarda kimyasal kullanımı kısır bir döngünün meydana gelmesine sebep olmuştur (Verma et al., 2007).

Tarımsal üretimde istenilen nitelik ve nicelikte ürün elde etmenin koşulu toprak verimliliğini optimum düzeyde tutmaktır. Kültür topraklarını bitkilerin besin elementi gereksinimini sağlayacak düzeyde tutmak için yapılacak kültürel işlemlerin başında ise gübreleme uygulamaları gelmektedir (Emrebaş, 2010). Ancak kimyasal gübreler, çok daha fazla verim alabilmek düşüncesi ile rastgele zamanlarda, ölçü tanımaz miktarlarda ve bilimsel olmayan metotlarla araziye uygulanmaktadır. Bu şekilde bilinçsizce kullanılan gübrelerin bir kısmı bitkilere yararlı olabilmekte geri kalan kısmı ise toprak sisteminden yıkanma, yüzey akışları ve buharlaşma ile uzaklaşmakta veya toprakta sıkı bir şekilde tutulabilmektedir. Bu şekilde topraktan uzaklaşan veya tutulan gübreler toprak, hava ve su ortamlarında çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Uzun vadede, bilimsel esaslara uygun olmayan gübreleme toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik dinamiklerini olumsuz yönde etkilemekte ve sonuçta önemli bir sorun olan çevre kirliliği meydana gelmektedir. Ayrıca gübrelerin kontrol edilmeden, yüksek düzeylerde kullanılması toprak tekstürü üzerine olumsuz etki yapmakta, topraklarda toksik maddeler birikebilmekte, denge halinde bulunan mikrobiyal fauna yararlı mikroorganizma popülasyonunun aleyhine bir değişime uğramakta bu da bitki patojenlerinin toprakta baskın hale gelmesine yol açmaktadır (Vessey, 2003; Er, 2009).

Bu nedenle günümüzde üreticiler, çevre kirliliğine sebep olan kimyasal gübre kullanımını azaltıcı yönde faaliyetlere önem vermektedirler (Te-Hsiu, 1999). Bunun sonucu olarak toprakta fosfor, azot, potasyum eksikliğinin giderilmesinde ve topraktaki kullanılamayan fosfor ve potasyumun çözülerek bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüştürülmesinde, kalsiyumun çözünürlüğünün sağlanmasında mikroorganizmaların kullanımının araştırıldığı çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çalışmaların sonucunda bitkiden ve toprakta izole edilen bazı mikroorganizmaların tarım sisteminde bitkilerin besin elementi alımına önemli derecede etki ederek bitkilerin daha iyi gelişmesini sağladıkları ve verimi arttırdıkları ortaya konulmuştur (Frossard et al., 2000; Narsian and Patel, 2000; Richardson, 2001; Sujatha et al., 2004;; Vassilev et al., 2006; Nahas, 2007; Aseri et al., 2009; Rana et al., 2015; Bhattacharya et al., 2016; Bakhshandeh et al., 2017). Bu nedenle tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasına, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin

iyileştirilmesine, biyolojik çeşitliliğin ve doğal kaynakların muhafazasının sağlanmasına katkıda bulunacak biyolojik ürünlerin kullanımı gereklidir (Singh et al., 2011; Toprak, 2012). Çünkü toprak sağlığı; bitki ve çevre sağlığı, gıda güvenliği ve kalitesini yakından etkilemektedir (Nielsen ve Winding, 2002). Bu anlayış tarzı ile doğadan aldığını tekrar doğaya kazandıran, tarımda kimyasal kullanımını azaltan veya kimyasal yerine kullanılabilen farklı lokasyonlarda farklı yabani bitkilerden izole edilen mikroorganizmaların, tanısı, azot fikse edebilme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözebilmeye özelliklerinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

2015 yılında Iğdır merkez, merkeze bağlı Melekli ve Suveren köyü, Tuzluca ilçesi, Adıyaman - Ulubaba köyü, Van - Erciş Ağaçören köyü ve Şanlıurfa - Tepe köylerinden alınan ve Doç. Dr. Yusuf ZEYNELOV tarafından teşhisi yapılan 23 bitki türü (*Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Trifolium repens*, *Veronica chamaedrys*, *Lolium perenne*, *Elytrigia repens*, *Polygonum persicaria*, *Polygonum arenastrum*, *Kochia* sp., *Malva neglecta*, *Crepis sancta*, *Xanthium spinosum*, *Sideritis hyssopifolia*, *Thymus vulgaris*, *Agrostis stolonifera*, *Barbarea* sp., *Achillea millefolium*, *Sideritis hirsuta*, *Euphorbia* sp., *Verbascum thapsus*, *Plantago major*, *Turgenia latifolia*) çalışma materyali olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Bakteri strainlerinin yaprak, kök ve topraktan izolasyonu

Yaprak ve kök örneklerinin dış yüzeyi %70' lik etil alkol ile yüzeysel olarak dezenfekte edilmiştir. Steril bir bistüri ile yaprak ve kökler çok küçük parçalara kesilmiş ve üzerine steril su eklenerek süspansiyon haline getirilmiştir. Böylece doku içerisinde bulunan bakterilerin sıvı ortama geçmesini sağlanmıştır. Bu süspansiyonlardan öze ile alınarak, NA besi ortamına (1 L distile su içerisine 28 g NA karışımı - Oxoid) çizgi ekim yapılmış ve petriler 26 °C'de inkubasyona bırakılmıştır.

Alınan örneğin rizosfer bölgesinden 10 g toprak tartılarak 250-300 ml hacminde steril erlenmayer içerisine konulmuştur. Bunun üzerine 90 ml steril su eklenerek karışım 30 dk çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Daha sonra erlenlerdeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınarak içerisine 9 ml steril su bulunan tüplere konulmuş ve iyice karıştırılmıştır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içinde 9 ml steril su bulunan tüpe aktarılmış ve iyice karıştırılmıştır. Bu seyreltme işlemi 5-6 kez tekrarlanmıştır. Son 3 seyreltikten 0.1 ml alınarak petrilere bırakılmış ve cam bagetle besi ortamına yayılmıştır. Ekim yapılan petriler 26 °C'ye ayarlı inkübatöre gelişmeleri için bırakılmıştır. Inkübasyon sonrası gelişen farklı renk ve şekildeki bakteri kolonileri saflaştırılmıştır.

Saf kültürlerle ait 24 saat'lik her bir bakteriden bir öze dolusu alınarak içerisine 500 µl % 30'luk gliserol ve 500 µl NB bulunan steril eppendorf tüplere bırakılmıştır. Tüpler karıştırıcıda karıştırılarak homojenizasyonu sağlanmış, sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

Tütünde aşırı duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) testi

NA besi ortamında 24-48 sa geliştirilen bakteri strainlerine ait konsantrasyonu 10⁸ hücre/ml olan solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonlar 3cc'lik plastik enjektörlerle tütün (*Nicotiana tabacum* L. Samsun) yapraklarının alt kısmından damar aralarına enjekte edilmiştir. İnokule edilen bitkiler en

az 8 sa ışıklı bir ortamda muhafaza edilerek inokulasyonun yapıldığı kısımda nekroz oluşup oluşmadığı tespit edilmiştir. Ölü doku oluşumu HR pozitif, oluşmaması ise HR negatif olarak değerlendirilmiştir (Klement et al. 1990, Lelliot ve Stead 1987).

Mikroorganizmaların yağ asitleri profillerine göre tanılanması

Saf kültür olarak – 80 °C’de muhafaza edilen bakteri strainleri TSA (30 g Trypticase soy broth ve 15 g agar 1 L dH₂O) besi ortamında geliştirilmiş ve yağ asit metil ester ekstraksiyonu (FAME), izolasyonu, saflaştırılması ve analizi yapılmıştır. Bilgisayar kontrollü gaz kromatografi sistemi olan Mikrobiyal Tanı Sistemi (MIDI, Inc., Newark, DE) kullanılarak kültüre alınan strainlerin tür ve alt tür seviyesinde tanısı belirlenmiştir (Sasser, 1990).

Bakteri strainlerinin azot fikse etme özelliğinin belirlenmesi

Bakteri strainleri depo kültürlerinden NA besi ortamına ekilerek 26 °C’ye ayarlı inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen 48 sa’lık bakteri kültürlerinden N-Free Solid Malate-Sucrose besi ortamına (1L dH₂O içerisine 10gr sucrose 10g, 5g L-Malic Acid, 0.2g MgSO₄ H₂O, 0.01g FeCl₃, 0.1g NaCl, 0.4g CaCl₂ 2H₂O, 0.4g K₂HPO₄, Na₂MoO₄ H₂O ve 18g agar, pH: 7.2) ekim yapılarak petriler 26 °C’ye ayarlı inkübatörde bir hafta süreyle muhafaza edilmiştir. İnkübasyon sonrası besi ortamında gözlemlenen bakteri gelişimi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Bakteri strainlerinin fosforu çözme özelliğinin belirlenmesi

NA besi ortamında 26 °C’ye ayarlı inkübatörde 48 sa gelişen bakteri kültürleri NBRIP-BPB (National Botanical Research Institutes’s Phosphate Growth Medium) sıvı besi ortamına (1L dH₂O içerisine 20g glukoz, 10g Ca₃(PO₄)₂, 5g MgCl₂ 6H₂O, 0.25g MgSO₄ 7H₂O, 0.2g KCl, 0.1g (NH₄)₂SO₄ ve 0.025g bromphenol blue, pH: 7) aktarılmıştır. Ekim yapılan tüpler 26 °C’ye ayarlı inkübatörde iki hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası besi ortamında gözlemlenen renk değişimi (sıvı besi ortamının renginin açık maviye dönmesi veya şeffaflaşması) pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Nautiyal, 1999).

Bakteri strainlerinin potasyumu ve kalsiyum çözme özelliklerinin belirlenmesi

Bakteri strainleri depo kültürlerinden NA besiyerine ekilerek 26 °C’ye ayarlı inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen 48 sa’lık bakteri kültürlerinden potasyum testi için Aleksandrov besi ortamına (1L dH₂O içerisine 5 gr glikoz, 0.005 gr MgSO₄ 7H₂O, 0.1gr FeCl₃, 2gr CaCO₃, 3 gr waste mica, 2 gr kalsiyum fosfat ve 20 gr agar), kalsiyum testi için YDC (1L dH₂O içerisine 20 gr destrose, 10 gr yeast extract, 20 gr CaCO₃ ve 15 gr agar) ortamına üzerine nokta ekim yapılmış ve petriler 26 °C’ye ayarlı inkübatörde iki hafta süreyle muhafaza edilmiştir. İnkübasyon sonrası bakteri gelişimi etrafında gözlemlenen şeffaf zon oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Meena et al., 2015).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bakteri strainlerinin izolasyonu

Farklı illerden alınan bitkilerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen bakteri strainlerinin sayısı Çizelge 1, 2, 3, ve 4’ de verilmiştir. Çalışmada Iğdır merkez, merkeze bağlı Melekli ve Suveren köyü, Tuzluca ilçesi, Adıyaman - Ulubaba köyü, Van - Erciş Ağaçören köyü ve Şanlıurfa - Tepe köylerinden alınan bitki örneklerinin teşhisi sonucunda 23 bitki türü belirlenmiştir. Iğdır

Merkez ve Suveren köyünden alınan 17 bitkiden 166, Adıyaman-Ulubaba köyünden toplanan 6 bitkiden 43, Şanlıurfa-Tepe köyünden alınan iki bitkiden 18 ve Van-Erciyeş-Ağaçören köyünden alınan iki bitkiden 19 olmak üzere toplam 246 bakteri straini elde edilmiştir. Strainlerden 89'si bitkilerin toprak üstü aksamından, 157'i ise toprak altı aksamından izole edilmiştir. Bakteri strainlerine ait saf kültürlerden stok kültürler hazırlanmış ve çalışmalarda kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Iğdır ilinden alınan bitki örneklerinden elde edilen bakteri strainlerinin sayısı

LOKASYON	BİTKİ	İZOLASYON				
		T	K	Y	G	Ç
Iğdır-Merkez	<i>Chenopodium album</i> L.	6	2	3	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Chenopodium murale</i> L.	3	2	3	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Trifolium repens</i> L.	3	-	4	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	1	3	5	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	-	2	3	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Lolium perenne</i> L.	2	5	4	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Polygonum persicaria</i> L.	-	-	5	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Polygonum arenastrum</i> Boreau	-	4	-	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Plantago major</i> L.	-	2	4	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	6	-	3	-	-
Iğdır-Merkez	<i>Kochia</i> sp.	2	-	4	-	-
Iğdır-Tuzluca	<i>Chenopodium album</i> L.	-	11	1	-	-
Iğdır-Suveren Köyü	<i>Chenopodium album</i> L.	5	3	2	1	1
Iğdır-Suveren Köyü	<i>Chenopodium botrys</i> L.	1	6	-	1	5
Iğdır-Suveren Köyü	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	4	6	9	-	-
Iğdır-Suveren Köyü	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bab.	8	1	9	-	-
Iğdır-Suveren Köyü	<i>Xanthium spinosum</i> L.	5	3	3	-	-
TOPLAM		46	50	62	2	6

T; Toprak, K; Kök, Y; Yaprak, G; Gövde, Ç; Çiçek

Çizelge 2. Adıyaman-Ulubaba köyünden alınan bitki örneklerinden elde edilen bakteri strainlerinin sayısı

LOKASYON	BİTKİ	İZOLASYON MATERYALİ				
		T	K	Y	G	Ç
Adıyaman-Ulubaba	<i>Sideritis hyssopifolia</i> L.	3	3	2	-	-
Adıyaman-Ulubaba	<i>Sideritis hirsuta</i> L.	2	3	2	-	-
Adıyaman-Ulubaba	<i>Thymus vulgaris</i> L.	3	8	-	-	-
Adıyaman-Ulubaba	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	-	6	5	-	-
Adıyaman-Ulubaba	<i>Barbarea</i> sp.	1	2	1	-	-
Adıyaman-Ulubaba	<i>Achillea millefolium</i> L.	-	-	2	-	-
TOPLAM		9	22	12	-	-

T; Toprak, K; Kök, Y; Yaprak, G; Gövde, Ç; Çiçek

Çizelge 3. Şanlıurfa-Tepe köyünden alınan bitki örneklerinden elde edilen bakteri strainlerinin sayısı

		İzolasyon Materyali					
Lokasyon	Bitki	T	K	Y	G	Ç	
Şanlıurfa-Tepeköyü	<i>Euphorbia</i> sp.	4	5	2	-	-	
Şanlıurfa-Tepeköyü	<i>Verbascum thapsus</i> L.	4	-	3	-	-	
TOPLAM		8	5	5	-	-	

T; Toprak, K; Kök, Y; Yaprak, G; Gövde, Ç; Çiçek

Çizelge 4. Van-Erciş-Ağaçören köyünden alınan bitki örneklerinden elde edilen bakteri strainlerinin sayısı

		İzolasyon Materyali					
Lokasyon	Bitki	T	K	Y	G	Ç	
Van-Erciş (Ağaçören)	<i>Verbascum thapsus</i> L.	10	4	4	-	-	
Van-Erciş (Ağaçören)	<i>Thymus vulgaris</i> L.	-	1	-	-	-	
TOPLAM		10	5	4	-	-	

T; Toprak, K; Kök, Y; Yaprak, G; Gövde, Ç; Çiçek

Bakteri strainlerinin yağ asit profillerine göre tanısı

Bakteri strainlerinin yağ asit metil ester analizleri sonucunda yağ asit profilleri elde edilmiştir. Bu profillere bağlı olarak 17 *Arthbacter*, 12 *Brevibacillus*, 65 *Bacillus*, 3 *Lysinibacillus*, 7 *Herbaspirillum*, 21 *Kocuria*, 8 *Paucimonas*, 36 *Pseudomonas*, 3 *Virgibacillus*, 11 *Microbacterium*, 8 *Micrococcus*, 4 *Erwinia*, 8 *Stenotrophomonas*, 1 *Nesterenkonia*, 1 *Achromobacter*, 5 *Curtobacterium*, 7 *Rhodococcus*, 2 *Enterobacter*, 1 *Escherichia*, 1 *Chryseobacterium*, 3 *Xanthomonas*, 5 *Acinetobacter*, 1 *Rothia*, 1 *Paenibacillus*, 1 *Ochrobacterium*, 1 *Pantoea*, 5 *Sphingobacterium*, 3 *Rhizobium*, 1 *Grimontia*, 1 *Aeromonas*, 1 *Brevundimonas*, 1 *Phyllobacterium* ve 1 *Staphylococcus* olmak üzere 33 farklı bakteri cinsi tanımlanmıştır. Bakteri strainlerine ait (Microbial Identification System) MIS tanı sonuçları ve indeksleri (%) Çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Tanı sonuçları içerdiği strain sayısı bakımından cins bazında değerlendirildiğinde 65 strain ile *Bacillus* cinsinin birinci sırada yer aldığı, bu cinsi 36 strain ile *Pseudomonas*, 21 strain ile *Kocuria* ve 17 strain ile *Arthrobacter*’in takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Tütünde aşırı duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) testi

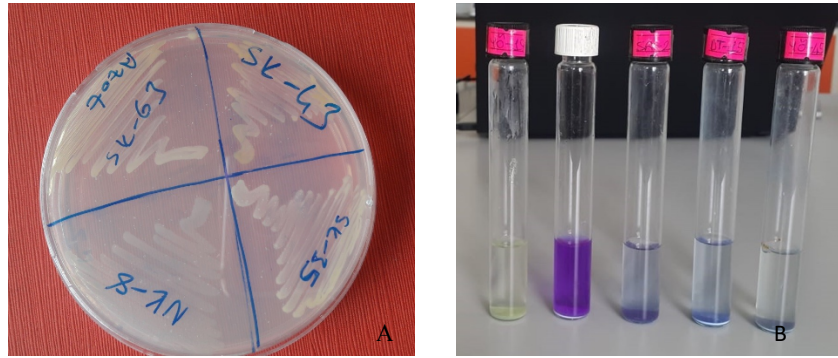
Tütün bitkisinde yapılan HR testinde, bakteri strainlerinin hepsi tütün bitkisinin yapraklarında tipik aşırı duyarlılık reaksiyonuna neden olmamış ve sonuç HR negatif olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bakteri strainlerinin HR test sonuçları Çizelge 5’de belirtilmiştir.

Bakteri strainlerin azot fikzasyon özelliğinin belirlenmesi

Bakteri straininin azot fikse etme özelliği N-Free Solid Malate-Sucrose ortamında gelişme durumlarına göre belirlenmiştir. Besi ortamında gelişen strainlerden 220 tanesinin azot fikse etme potansiyeline sahip oldukları tespit edilmiştir. Strainlerden 11 tanesinin besiyerinde gelişmediği ve azot fikse etme yeteneğinin olmadığı saptanmıştır. 15 bakteri straininin ise besiyerinde gelişiminin yavaş ve zayıf olduğu görülmüş sonuç zayıf pozitif olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5)(Şekil 1. A).

Bakteri strainlerinin fosfor çözebیلme özelliğinin belirlenmesi

Strainlerin fosfor çözebیلme özellikleri NBRIP-BPB sıvı besi ortamında inokulasyon sonrasında meydana gelen renk değişimine göre belirlenmiştir. İnkübasyon sonrasında kontrol olarak kullanılan tüpdeki sıvı besiyerinin rengine (ispirto rengi) herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Strainlerden 81 tanesinin inokule edildikleri besiyerinin rengini değiştirdikleri, su gibi berrak bir görüntü oluşturdukları tespit edilmiş, sonuç kuvvetli pozitif olarak belirlenmiştir. 130 strainin kontrolle kıyaslandığında sıvı besi ortamının rengini değiştirdiği, rengin açık maviye döndüğü gözlenmiş, sonuç pozitif olarak kaydedilmiştir. Strainlerden 24 tanesinin besi ortamında renk değişimine neden olduğu ancak renk açılmasının çok belirgin olmadığı görülmüş, sonuç zayıf pozitif olarak saptanmıştır. 11 strainin ise inokule edildikleri sıvı besi ortamının rengine herhangi bir değişime neden olmadığı görülmüş ve sonuç negatif olarak belirlenmiştir (Çizelge 5) (Şekil 1. B).



Şekil 1. A. Bakteri strainlerinin N-Free Solid Malate-Sucrose ortamında gelişmesi B. NBRIP-BPB besiyerinde renk açılması

Bakteri strainlerin potasyum çözebیلme özelliğinin belirlenmesi

Bakteri strainlerinin potasyum çözebیلme özelliği Aleksandrow katı besi ortamında kolonilerini gelişiminin etrafında oluşan şeffaf zonun varlığıyla belirlenmiştir. Strainlerden SK3, SK4, SK8, SK15, SK16, SK19, SK30, SK38, SK39, SK49, SK50, SK55, SK56, SK58, SY32, SY36, SY43, SY45, SY48, SY50, SY55, DT2, DT17, EP19 ve SA1'in besi ortamında gelişen kolonilerinin etrafında şeffaf zon olduğu gözlenmiş, sonuç pozitif olarak değerlendirilmiştir. Strainlerden SK27, SK33, SK57, SY16, SY25, SY41, SY49, SY52, SY63, YÖ31, YS2, NK1 ve SA20'nin besi ortamında gelişen kolonilerinin etrafında oluşan zonun çapının 1-2 mm arasında değiştiği gözlenmiş, sonuç zayıf pozitif olarak kaydedilmiştir. Diğer 208 strainin potasyum çözme özelliğinin negatif olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5)(Şekil 2. A).

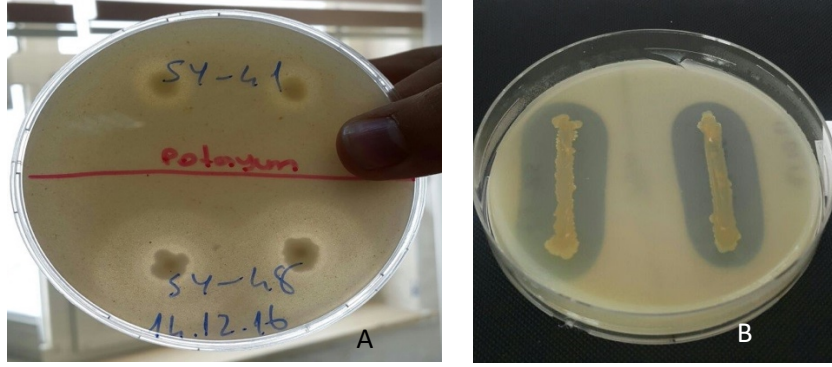
Bakteri strainlerin kalsiyumu çözebیلme özelliğinin belirlenmesi

Bakteri strainlerinin kalsiyumu çözebیلme özelliği yeast dextroz kalsiyum karbonat agar besi ortamında gelişiminin etrafında oluşan şeffaf zonun varlığıyla belirlenmiştir. SK3, SK4, SK8, SK17, SK39, SK47, SK50, SK56, SY48, YÖ35, YÖ38, YS2, YS21, EP10, EP19, NK12 ve SA20 strainlerinin besi ortamında gelişen kolonilerinin etrafında şeffaf zon meydana gelmiş, sonuç pozitif olarak değerlendirilmiştir. Strainlerden SK15, SK19, SK49, SY36, SY41, SY43, DT7, EP9 ve NK11'in besi ortamında gelişen kolonilerin etrafında oluşan zonun 1-2 mm genişliğinde olduğu gözlenmiş, sonuç zayıf pozitif olarak kabul edilmiştir. Diğer 221 strainin kalsiyumu çözme

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özelliklerinin Belirlenmesi, 3(2): 71-90, 2020.

özelliğinin negatif olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5)(Şekil 2. B).



Şekil 2. A. Aleksandrow besiyerinde pozitif sonuç B. YDC besiyerinde koloni gelişiminin etrafında oluşan şeffaf zon

Çizelge 5. Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
1	SK1	<i>Lysinibacillus sphaericus</i> GC subgroup E	70	+	-	-	+	-	19	SK-23	<i>Erwinia chrysanthemi</i> biotype
2	SK2	<i>Paucimonas lemoignei</i>	70	+	-	-	+	-	20	SK-24	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
3	SK3	<i>Herbaspirillum autotrophicum</i>	18	-	+	+	+	-	21	SK-25	<i>Lysinibacillus sphaericus</i> GC subgroup B
4	SK4	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	75	+	+	K ⁺	K ⁺	-	22	SK-26	<i>Bacillus subtilis</i>
5	SK6	<i>Kocuria rhizophila</i>	68	+	-	-	+	-	23	SK-27	<i>Kocuria rhizophila</i>
6	SK7	<i>Virgibacillus pantothenticus</i>	59	+	-	-	+	-	24	SK-29	<i>Microbacterium laevaniformans</i>
7	SK8	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	33	+	+	+	-	-	25	SK-30	<i>Nesterenkonia halobia</i>
8	SK11	<i>Arthrobacter aureus</i>	87	+	-	-	+	-	26	SK-31	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup C
9	SK-12	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A	38	K ⁺	-	-	-	-	27	SK32	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup
10	SK14	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	64	+	-	-	+	-	28	SK-33	<i>Kocuria kristinae</i> GC subgroup
11	SK-15	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	30	K ⁺	+	Z ⁺	+	-	29	SK37	<i>Bacillus atrophaeus</i>
12	SK-16	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	38	+	+	-	+	-	30	SK-38	<i>Paucimonas lemoignei</i>
13	SK-17	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	50	+	-	+	+	-	31	SK-39	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>
14	SK-18	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	42	Z ⁺	-	-	Z ⁺	-	32	SK-43	<i>Arthrobacter oxydans</i>
15	SK-19	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>	48	+	+	Z ⁺	K ⁺	-	33	SK44	<i>Paucimonas lemoignei</i>
16	SK-20	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	72	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	34	SK-46	<i>Bacillus subtilis</i>
17	SK-21	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	76	+	-	-	K ⁺	-	35	SK-47	<i>Herbaspirillum autotrophicum</i>
18	SK-22	<i>Arthrobacter pascens</i>	21	+	-	-	+	-	36	SK-48	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgr

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özellikleri

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
37	SK-49	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	68	+	+	Z ⁺	+	-	55	SY-1	<i>Arthrobacter oureus</i>
38	SK-50	<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	65	K ⁺	+	+	K ⁺	-	56	SY2	<i>Microbacterium luteolum</i>
39	SK51	<i>Paucimonas lemoignei</i>	70	+	-	-	+	-	57	SY-4	<i>Bacillus viscosus</i>
40	SK-53	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	67	K ⁺	-	-	-	-	58	SY-5	<i>Pseudomonas fluorescens</i> biotype B
41	SK-54	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	67	+	-	-	+	-	59	SY-6	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
42	SK-55	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>	69	+	+	-	+	-	60	SY7	<i>Pseudomonas agarici</i>
43	SK-56	<i>Paucimonas lemoignei</i>	70	+	+	+	+	-	61	SY-8	<i>Herbaspirillum huttiense</i>
44	SK-57	<i>Bacillus atrophaeus</i>	62	Z ⁺	Z ⁺	-	+	-	62	SY-13	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
45	SK-58	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	65	K ⁺	+	-	+	-	63	SY-14	<i>Bacillus viscosus</i>
46	SK59	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> betae/oortii	45	+	-	-	+	-	64	SY-16	<i>Microbacterium lacticum</i> GC subgroup A
47	SK-60	<i>Kocuria rose</i> GC subgroup A	58	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	65	SY-17	<i>Arthrobacter oxydans</i>
48	SK-62	<i>Rhodococcus fascians</i> GC subgroup A	83	K ⁺	-	-	K ⁺	-	66	SY18	<i>Brevibacillus formosus</i>
49	SK-64	<i>Rhodococcus fascians</i> GC subgroup A	66	K ⁺	-	-	K ⁺	-	67	SY19	<i>Brevibacillus centrosporus</i>
50	SK-65	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B	73	+	-	-	Z ⁺	-	68	SY-20	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
51	SK-66	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	72	+	-	-	K ⁺	-	69	SY-23	<i>Enterobacter hormaechei</i>
52	SK67	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	66	+	-	-	+	-	70	SY-24	<i>Chryseobacterium indologenes</i>
53	SK71	<i>Rothia dentocariosa</i>	50	+	-	-	+	-	71	SY-25	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup B
54	SK72	<i>Bacillus subtilis</i>	70	+	-	-	+	-	72	SY-26	<i>Bacillus atrophaeus</i>

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özellikleri

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
73	SY-27	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	42	K ⁺	-	-	+	-	91	SY-52	<i>Sphingobacterium faecium</i>
74	SY-28	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A	34	+	-	-	K ⁺	-	92	SY-53	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
75	SY-29	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	69	K ⁺	-	-	+	-	93	SY-54	<i>Micrococcus luteus</i> GC subgroup
76	SY-32	<i>Enterobacter cloacae</i>	80	+	+	-	K ⁺	-	94	SY-55	<i>Rhizobium radiobacter</i>
77	SY33	<i>Escherichia coli</i> GC subgroup C	90	+	-	-	+	-	95	SY56	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
78	SY-36	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	56	+	+	Z ⁺	-	-	96	SY-58	<i>Arthrobacter pascens</i>
79	SY37	<i>Brevibacillus centrosporus</i>	45	+	-	-	-	-	97	SY59	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgroup B
80	SY-38	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	50	Z ⁺	-	-	Z ⁺	-	98	SY-61	<i>Virgibacillus pantothenticus</i>
81	SY-41	<i>Microbacterium barkeri</i>	66	Z ⁺	Z ⁺	-	+	-	99	SY-63	<i>Kocuria rhizophila</i>
82	SY-43	<i>Pantoea agglomerans</i> GC subgroup C	37	K ⁺	+	Z ⁺	K ⁺	-	100	SY64	<i>Bacillus meggaterium</i> GC subgroup
83	SY-44	<i>Sphingobacterium faecium</i>	72	K ⁺	-	-	+	-	101	SY65	<i>Bacillus meggaterium</i> GC subgroup
84	SY-45	<i>Paucimonas lemoignei</i>	49	+	+	-	+	-	102	SY66	<i>Bacillus viscosus</i>
85	SY-46	<i>Bacillus viscosus</i>	48	Z ⁺	-	-	+	-	103	YÖ-1	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A
86	SY-47	<i>Kocuria kristinae</i> GC subgroup A	74	+	-	-	K ⁺	-	104	YÖ-4	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
87	SY-48	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>	68	+	K ⁺	+	+	-	105	YÖ-6	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
88	SY-49	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	67	K ⁺	Z ⁺	-	+	-	106	YÖ-7	<i>Arthrobacter oxydans</i>
89	SY-50	<i>Bacillus viscosus</i>	67	+	+	-	Z ⁺	-	107	YÖ-8	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
90	SY-51	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	81	K ⁺	-	-	K ⁺	-	108	YÖ-9	<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>
									109	YÖ-10	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A
									110	YÖ-11	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özellikleri

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
111	YÖ-12	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	74	+	-	-	-	-	129	YÖ-36	<i>Paucimonas lemoignei</i>
112	YÖ-13	<i>Arthrobacter oxydans</i>	21	Z ⁺	-	-	+	-	130	YÖ-37	<i>Pseudomonas cichorii</i>
113	YÖ-15	<i>Pseudomonas fluorescens</i> biotype F	63	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	131	YÖ-38	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
114	YÖ-16	<i>Bacillus thuringiensis canadensis</i>	72	K ⁺	-	-	K ⁺	-	132	YÖ-41	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A
115	YÖ-17	<i>Bacillus viscosus</i>	35	K ⁺	-	-	+	-	133	YÖ-42	<i>Kocuria rhizophila</i>
116	YÖ-18	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	35	K ⁺	-	-	K ⁺	-	134	YÖ-44	<i>Brevundimonas vesicularis</i>
117	YÖ-19	<i>Virgibacillus pantothenicus</i>	56	K ⁺	-	-	K ⁺	-	135	YÖ-45	<i>Arthrobacter crystallopoietes</i>
118	YÖ-20	<i>Sphingobacterium spiritivorum</i> GC subgroup B	64	K ⁺	-	-	K ⁺	-	136	YÖ-48	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
119	YÖ-22	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	20	K ⁺	-	-	K ⁺	-	137	YÖ-50	<i>Sphingobacterium spiritivorum</i> subgroup B
120	YÖ-24	<i>Bacillus thuringiensis kurstakii</i>	44	K ⁺	-	-	-	-	138	YÖ-51	<i>Rhodococcus rhodochrous</i> GC subgroup B
121	YÖ-25	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	81	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	139	YÖ-53	<i>Rhodococcus rhodochrous</i> GC subgroup B
122	YÖ-26	<i>Grimontia hollisae</i>	10	K ⁺	-	-	K ⁺	-	140	YÖ-55	<i>Arthrobacter globiformis</i> GC subgroup B
123	YÖ-30	<i>Sphingobacterium faecium</i>	81	+	-	-	+	-	141	YÖ-56	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
124	YÖ-31	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	57	+	+	-	+	-	142	YÖ-57	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
125	YÖ-32	<i>Pseudomonas pertucinogena</i>	15	-	-	-	K ⁺	-	143	YÖ-58	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
126	YÖ-33	<i>Aeromonas jandaei</i>	11	Z ⁺	-	-	K ⁺	-	144	YÖ-59	<i>Microbacterium luteolum</i>
127	YÖ-34	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	67	+	-	-	+	-	145	YÖ-60	<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>
128	YÖ-35	<i>Paucimonas lemoignei</i>	50	+	-	+	+	-	146	YS-1	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özellikleri

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
147	YS-2	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	32	+	Z ⁺	+	+	-	165	DT-2	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
145	YS-3	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	76	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	166	DT3	<i>Kocuria rhizophila</i>
149	YS5	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	50	+	-	-	+	-	167	DT-6	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
150	YS-7	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A	43	+	-	-	K ⁺	-	168	DT-7	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A
151	YS-8	<i>Arthrobacter oxydans</i>	35	+	-	-	K ⁺	-	169	DT-8	<i>Bacillus subtilis</i>
152	YS-9	<i>Arthrobacter globiformis</i> GC subgroup B	77	+	-	-	Z ⁺	-	170	DT-11	<i>Microbacterium liquefaciens</i>
153	YS-11	<i>Rhodococcus rhodochrous</i> GC subgroup B	43	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	171	DT12	<i>Xanthomonas axonopodis</i>
154	YS-14	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	59	+	-	-	+	-	172	DT-14	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
155	YS-15	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	52	+	-	-	+	-	173	DT-15	<i>Xanthomonas hortorum</i>
156	YS-16	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	64	+	-	-	Z ⁺	-	174	DT-16	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A
157	YS-18	<i>Bacillus alcalophilus</i>	29	+	-	-	+	-	175	DT-17	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B
158	YS-19	<i>Bacillus thuringiensis</i> israelensis	53	-	-	-	K ⁺	-	176	EP-1	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
159	YS-20	<i>Xanthomonas axonopodis</i>	23	-	-	-	Z ⁺	-	177	EP-2	<i>Arthrobacter oxydans</i>
160	YS-21	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	20	+	-	+	+	-	178	EP5	<i>Herbaspirillum autotrophicum</i>
161	YS-22	<i>Acinetobacter lwoffii</i> GC subgroup A	81	+	-	-	K ⁺	-	179	EP-7	<i>Bacillus viscosus</i>
162	YS-23	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	63	+	-	-	K ⁺	-	180	EP8	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A
163	YS-24	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	61	+	-	-	+	-	181	EP-9	<i>Pseudomonas putida</i> biotype A
164	DT1	<i>Kocuria rhizophila</i>	45	+	-	-	K ⁺	-	182	EP-10	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
183	EP-11	<i>Bacillus</i> GC group 22	34	+	-	-	K ⁺	-	201	NK-11	<i>Pseudomonas putida</i> biotype
184	EP-17	<i>Pseudomonas syringae syringae</i>	42	+	-	-	K ⁺	-	202	NK-12	<i>Pseudomonas putida</i> biotype
185	EP-19	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	43	Z ⁺	+	+	K ⁺	-	203	NK-14	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup
186	EP-20	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	72	+	-	-	K ⁺	-	204	NK-15	<i>Arthrobacter oxydans</i>
187	EP-21	<i>Bacillus thuringiensis kurstakii</i>	69	+	-	-	Z ⁺	-	205	NK16	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgroup
188	EP-22	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup B	13	Z ⁺	-	-	+	-	206	NK17	<i>Curtobacterium flaccumfacie</i> betae
189	EP23	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgroup B	68	+	-	-	Z ⁺	-	207	SA-1	<i>Erwinia chrysanthemi</i> biotype
190	EP-24	<i>Arthrobacter oxydans</i>	77	+	-	-	K ⁺	-	208	SA2	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>
191	EP-25	<i>Bacillus viscosus</i>	37	+	-	-	+	-	209	SA-4	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A
192	EP-26	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	60	-	-	-	Z ⁺	-	210	SA-5	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup
193	EP-27	<i>Bacillus</i> GC group 22	44	+	-	-	K ⁺	-	211	SA-6	<i>Erwinia chrysanthemi</i> biotype
194	EP28	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	49	K ⁺	-	-	Z ⁺	-	212	SA-7	<i>Erwinia chrysanthemi</i> biotype
195	NK-1	<i>Arthrobacter globiformis</i> GC subgroup B	32	+	Z ⁺	-	Z ⁺	-	213	SA-8	<i>Phyllobacterium myrsinacearum</i>
196	NK-2	<i>Kocuria rosea</i> GC subgroup A	54	+	-	-	Z ⁺	-	214	SA-9	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
197	NK-3	<i>Rhizobium radiobacter</i>	59	K ⁺	-	-	K ⁺	-	215	SA-10	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
198	NK-4	<i>Rhodococcus rhodochrous</i> GC subgroup B	43	K ⁺	-	-	K ⁺	-	216	SA11	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>
199	NK-6	<i>Bacillus coagulans</i>	54	+	-	-	K ⁺	-	217	SA-13	<i>Pseudomonas putida</i> biotype
200	NK-8	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	66	+	-	-	+	-	218	SA-16	<i>Pseudomonas putida</i> biotype

Songül YILMAZ ve ark.

Farklı Lokasyonlarda Yabani Bitki Türlerinden İzole Edilen Bakterilerin Tanısı Ve Azot Fikse Etme, Fosfor, Potasyum Ve Kalsiyum Çözme Özellikleri

Çizelge 5 (Devamı). Bakteri strainlerinin tütünde HR testi ve MIS tanı sonucu, azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özellikleri

S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU	MIS SIM INDEX %	N	K	Ca	P	HR	S.NO	STRAIN NO	MIS TANI SONUCU
219	SA17	<i>Bacillus GC group 22</i>	63	+	-	-	+	-	233	SB-23	<i>Bacillus GC group 22</i>
220	SA-19	<i>Rhizobium radiobacter</i>	85	K ⁺	-	-	K ⁺	-	234	SB-24	<i>Bacillus viscosus</i>
221	SA-20	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	50	K ⁺	Z ⁺	+	+	-	235	SB25	<i>Brevibacillus parabrevis</i> C subgroup A
222	SB1	<i>Lysinibacillus sphaericus</i> GC subgroup B	75	+	-	-	+	-	236	SB27	<i>Bacillus viscosus</i>
223	SB7	<i>Staphylococcus lentus</i> GC subgroup B	31	+	-	-	+	-	237	SB28	<i>Micrococcus lylae</i> GC sub
224	SB-10	<i>Brevibacillus centrosporus</i>	29	K ⁺	-	-	+	-	238	SB-29	<i>Brevibacillus parabrevis</i> C subgroup A
225	SB11	<i>Bacillus GC group 22</i>	55	+	-	-	+	-	239	SB-32	<i>Bacillus atrophaeus</i>
226	SB-13	<i>Curtabacterium flaccumfaciens</i>	62	+	-	-	K ⁺	-	240	SB-33	<i>Kocuria rhizophila</i>
227	SB-14	<i>Curtabacterium flaccumfaciens</i>	71	Z ⁺	-	-	K ⁺	-	241	SB-34	<i>Kocuria rosea</i> GC subgrou
228	SB-15	<i>Bacillus cereus</i> GC subgroup A	83	+	-	-	K ⁺	-	242	SB35	<i>Bacillus megaterium</i> GC s
229	SB-16	<i>Curtabacterium flaccumfaciens</i>	65	+	-	-	K ⁺	-	243	SB36	<i>Arthrobacter aureescens</i>
230	SB17	<i>Microbacterium luteolum</i>	73	+	-	-	+	-	244	SB37	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgr
231	SB20	<i>Brevibacillus parabrevis</i> GC subgroup A	68	+	-	-	K ⁺	-	245	SB38	<i>Bacillus megaterium</i> GC s
232	SB21	<i>Bacillus megaterium</i> GC subgroup A	95	+	-	-	+	-	246	SB39	<i>Bacillus pumilus</i> GC subgr

N: Azot fikse etme özelliği, K: Potasyum çözme özelliği, Ca: Kalsiyum kullanma özelliği, P: Fosfor çözme özelliği, HR: Tütünde aşırı Duyarlılık testi K⁺: Kuvvetli pozitif sonuç, - : Negatif sonuç

Bu araştırmada elde edilen bakteri strainlerinin azot fiksasyon özelliği N-Free Solid Malate-Sucrose besi ortamı kullanılarak belirlenmiştir. *Arthrobacter* olarak tanımlanan strainlerin hepsinin azotu fikse ettiği belirlenmiştir. EP8, YS19 hariç *Bacillus* cinsinde bulunan strainlerin hepsinin, EP9, YÖ32 ve EP26 hariç diğer *Pseudomonas* türlerinin tamamının ve SY63 ve SK33 hariç bütün *Kocuria* cinslerinin hepsinin, SK3 hariç *Herbaspirillum* türlerinin tamamı, YS20 hariç *Xanthomonas* cinslerinin hepsi, SY24 hariç *Chryseobacterium* türlerinin hepsi, SY53 hariç *Stenotrophomonas* cinslerinin tamamı, SY54 hariç bütün *Microccus* türlerinin azot fiksasyon özelliği pozitif bulunmuştur. Bütün strainlerin test sonucuna bakıldığında ise toplam 234 strainin azot fiksasyon özelliğinin pozitif olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda *Bacillus*, *Azoarcus*, *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Brevundimonas*, *Burkholderia*, *Comamonas*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Pseudoalteromonas*, *Rhodobacter*, *Rhodococcus*, *Sphingomonas*, *Stenotrophomonas* ve *Variovorax* cinslerinde yer alan bakteri strainlerinin azot fiksasyonunda etkili mikroorganizmalar olduğu tespit edilmiştir (Ahmad et al., 2005). Aynı konuda yapılan başka araştırmalarda *Bacillus megaterium*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides*, *Cellulomonas turbata*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Neisseria mucosa*, *Vibrio furnissii*, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas putida*, *Agromonas oligotrophica* ve *Azospirillum brasilense* türlerinin azot fiksasyon yeteneklerinin pozitif olduğu belirlenmiştir (Hirano et al., 2001; Cherif-Silini et al., 2012). Nitrojenaz enzimine sahip olan bakteri strainlerinin azot fiksasyonunu gerçekleştirdiği ve her familyada bu enzimi bulunduran türlerin yaygın bir şekilde bulunduğu tespit edilmiştir (Purwanto and Simarmata, 2017). Bu çalışmada da 238 strainin azot fikse edebildiği ve bu mikroorganizmaların çok farklı cinslerde yer aldığı görülmektedir. Azot fiksasyonu pozitif bulunan bu bakteri strainlerinin nitrojenaz enzimine sahip olduğu düşünülmektedir.

Bakteri strainlerinin fosfat çözebilme özelliği NBRIP-BPB sıvı besi ortamı kullanılarak belirlenmiştir. Fosfat kaynağı olarak $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ içeren ortamda etkili olan strainlerin, sıvı besiyerinin renginde oluşturdıkları renk değişiminin çıplak gözle izlenebildiği görülmektedir. Strain sayısının çok yüksek olduğu araştırmalarda, kalitatif ölçüm sonuçlarına bakılarak, daha az sayıda kantitatif ölçüm yapılabilmesine imkan vermesi bakımından, bu besiyerinin kullanımı önerilebilir. Nautiyal (1999), tarafından yapılan bir araştırmada petri denemelerinde katı NBRIP besi ortamı PVK (Pikovskaya Agar) besiyerine kıyasla daha etkili bulunurken sıvı NBRIP besi yerinin PVK'ya oranla 3 kat daha etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca fosfatı çözdükleri halde, asit üretmeyen mikroorganizmaların, bazı besi ortamlarında yanlış sonuç verebileceği, bu nedenle, hassasiyeti daha yüksek olan NBRIP-BPB besiyerinde fosfat çözünürlüğünün değerlendirilmesinin daha uygun olacağı belirtilmiştir (Nautiyal et al., 2000). Fosfor çözünürlüğü açısından strainlerin test sonuçları incelendiğinde SK8 hariç 35 *Pseudomonas* türünün, SK12 ve EP1 hariç 19 *Kocuria* türünün ve EP2 hariç 16 *Arthrobacter* türünün fosfor çözme özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. YÖ12 ve YÖ24 strainleri dışında 63 *Bacillus* türünün fosforu çözebildiği saptanmıştır. Genel olarak strainlerin test sonucuna bakıldığında ise toplam 235 strainin fosfor çözme potansiyeline sahip olduğu bulunmuştur. Yapılan çeşitli çalışmalarda *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Serratia*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Azotobacter*, *Bradyrhizobium* ve *Rhizobium*, *Salmonella*, *Alcaligenes*, *Chromobacterium*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Thiobacillus* ve *Escherichia* ve *Kocuria* cinsine ait türlerin önemli fosfat çözen bakteriler oldukları ve bitkilerin fosfor alımını arttırdıkları saptanmıştır (Whitelaw, 2000; Igual et al., 2001; Zhao ve Lin, 2001; Sharma et al 2013; Hansda et al., 2017). De Freitas et al (1997), çeşitli bitkilerden izole ettikleri

111 bakteriden 9 strainin fosforu çözebildiğini, bunlar arasında *Bacillus brevis*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *B. sphaericus*, *B. thuringiensis* ve *Xanthomonas maltophilia* türlerinin en güçlü fosfat çözücü bakteriler olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer bir araştırmada *B. megaterium*, *B. circulans*, *B. subtilis*, *B. polymyxa*, *B. Sircalmous* ve *Pseudomonas striata* türlerinin fosfat çözünürlüğü konusunda en etkin türler olduğu tespit edilmiştir (Subbarao, 1988; Kucey et al., 1989). Bu çalışmada izole edilen ve fosfor çözme özelliği belirlenen türlerin diğer araştırmacıların çalışmalarında belirlenen türler ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Fosfatın çözünmesinde genel olarak bakteriler tarafından salgılanan organik asitlerin önemli rol oynadığı bilinmektedir (Puente et al., 2009). Asit üretimi rizosfer bölgesinin asitleşmesine neden olmakta, bunun sonucunda fosfor serbest hale geçerek elverişli forma dönüşmektedir (Lopez et al., 2011). *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. atrophaeus*, *Penibacillus macerans*, *Vibrio proteolyticus*, *Xanthobacter agilis*, *Enterobacter aerogenes*, *E. taylorae*, *E. asburiae*, *Kluyvera cryocrescens* ve *Pseudomonas aerogenes* türleri tarafından salgılanan laktik, itakonik, isovalerik, isobutirik, asetik asit (Vazquez et al., 2000); *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis* tarafından salgılanan laktik ve malik asit; (Taha et al., 1969); *B. pumilus*, *B. subtilis*, *Actinomadura oligospora*, *Citrobacter* sp. tarafından salgılanan glukonik, propionik, isovalerik, heptonik, kaproik, isokaproik, formik, valerik, suksinik, oksalik, oksalasetik, malonik (Puente et al., 2004) asit gibi organik asitlerin fosfat çözünürlüğünde büyük önem taşıdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada fosfat çözdüğü tespit edilen strainlerin belirtilen asitlerden bir ya da daha fazlasını üreterek besiyerinin rengini değiştirdiği, ortamda bulunan kalsiyumdan fosforun serbest kalmasını sağladığı düşünülmektedir.

Strainler potasyum çözme özellikleri Aleksandrov besi ortamında test edilmiş ve 8 *Pseudomonas*, 6 *Microbacterium*, 4 *Bacillus*, 4 *Herbasprillum*, 3 *Kocuria*, 3 *Paucimonas*, 1 *Rhizobium*, 1 *Enterobacter*, 1 *Erwinia*, 1 *Pantoea*, 1 *Brevibacillus*, 1 *Micrococcus*, 1 *Arthrobacter*, 1 *Achromobacter* 1 *Nesterenkonia* ve 1 *Sphingobacterium* olmak üzere 38 bakteri türünün pozitif sonuç verdiği tespit edilmiştir. Mikroorganizmaların kalitatif olarak potasyum çözme özelliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalarda Aleksandrov besi ortamının başarıyla kullanılabileceği ifade edilmektedir (Parmar et al., 2016; Sen et al., 2016; Fatharani and Rahayu, 2018). Araştırmacılar tarafından *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus edaphicus*, *Bacillus circulans*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* *Paenibacillus glucanolyticus*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter hormaechei* türlerinin ve *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Burkholderia* cinlerinde bulunan bakterilerin potasyumu çözmede etkili mikroorganizmalar olduğu bildirilmiştir (Rajawat et al., 2012; Basak and Biswas, 2012; Singh et al., 2010; Parmar and Sindhu, 2013). Bu çalışmada elde edilen türlerin ve potasyum çözme özelliklerine dair sonuçların diğer araştırmalarının bulguları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Potasyum çözen bakterilerin potasyumun bağlı bulunduğu minerallerden potasyumun serbest kalmasında etkili olan çeşitli asitler salgıladıkları bilinmektedir. Bashir et al. (2017), tarafından bakteri strainlerinden *Serratia marcescens*'in sitrik ve laktik asit; *Chryseobacterium* türlerinin sitrik asit; *Pseudomonas* türlerinin glukonik, laktik, suksinik, formik ve malik asit; *Enterobacter* türlerinin ise malik ve glukonik asit ürettikleri tespit edilmiştir. Bu araştırmada pozitif sonuç veren strainlerin de çeşitli organik asitler üreterek besiyerinde berrak bir zon oluşumu ile ortam içinde bulunan mica'yı çözdüğü düşünülmektedir.

Bakteri strainlerinin kalsiyumu kullanma özelliği Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat agar besi ortamı kullanılarak tespit edilmiştir. 13 *Pseudomonas*, 4 *Microbacterium*, 1 *Bacillus*, 5 *Herbasprillum*, 2 *Paucimonas*, 1 *Pantoea* ve 1 *Achromobacter* olmak üzere 26 bakteri türünün

kalsiyumu çözme yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Rana et al. (2015), *Pseudomonas*, *Enterobacter* ve *Bacillus* cinsinde yer alan 12 bakteri straininden sadece *Pseudomonas* cinsi bakterilerin piosiyanın üreterek CaCO_3 /kalsit çözebilme özelliğine sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca yalnızca asidik bileşikler sentezleyebilen bakterilerin CaCO_3 /kalsit'i çözebileceği ifade edilmiştir. Besin elementi noksanlıkları özellikle toprak pH'sının yüksek ve CaCO_3 miktarının fazla olduğu topraklarda daha belirgin görüldüğünden bitkilerin besin elementlerinden optimum düzeyde faydalanabilmesi konusunda çalışmada tespit edilen kalsiyum çözen bakterilerin önem taşıdığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Azot, fosfor ve potasyum toprakta bitki gelişimi için en önemli besin elementleri grubunda yer almakta olup bitki gelişimini direkt olarak etkilemektedir. Bundan dolayı izole edilen bakteri strainlerinden bitki gelişmesini teşvik edenlerin belirlenmesinde bakteri seçimi fosforu ve potasyum indirgeme ve azot bağlama özelliklerine göre yapılmaktadır. Ancak bitki gelişimi ve verimi üzerine bu mikroorganizmaların etkinliği birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Dışarıdan inokule edilen mikroorganizmaların ortamda doğal olarak bulunan mikroorganizmalarla rekabet edebilmesi, rizosferde kolonize olması ve yaşamını devam ettirebilmesi, gerekli bileşikler sentezleyebilmesi toprak-bitki-iklim faktörlerine bağlılık göstermektedir. Bu nedenle tespit edilen mikroorganizmaların hangi koşullarda daha iyi performans göstereceği oldukça önemli bir husustur. Çeşitli bitkilerin uygun ve rekabet gücü yüksek mikroorganizmalarla inokule edilmesiyle bitkilerin daha iyi gelişmesi teşvik edilebilir. Farklı özellikler taşıyan bakterilerin tek tek veya kombinasyonlar halinde hazırlanan inokulantlar olarak kullanılmasıyla sinerjik etki oluşturulabilir ve bitkilerin veriminde artış sağlanabilir. Farklı iklim ve toprak gruplarında besin elementi yarıyışlılığının arttırılmasında, elementlerin fiksasyonunu azaltacak önlemlerin alınmasında ve buna bağlı olarak uygun gübre yönetiminin belirlenmesinde çalışmada belirlenen bakterilerin kullanımının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çeşitli bitki x bakteri x iklim x toprak faktörleri kombinasyonunda etkinliği belirlenen strainlerin siderofor, antimikrobiyal bileşikler ve litik enzimler üretme özelliklerinin tespitiyle patojenlerin ve zararlıların kontrolünde etkinliklerinin araştırılması ile çevreye dost bir yaklaşımla pestisit kullanımı azaltılabilecektir.

TEŞEKKÜR

2017-FBE-A26 numaralı projenin desteklenmesinde verdikleri katkıdan dolayı Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahmad, F., Ahmad, I., Khan, M.S., 2005. Indole Acetic Acid Production by The Indigenous Isolates of Azotobacter and Fluorescent Pseudomonas in The Presence and Absence of Tryptophan. Turk Journal Biology, 29(5), 29-34.
- Akman, Z., Kara, B., 2001. Ekolojik Tarımda Birlikte Ekim (Intercropping)'in Rolü. Türkiye İkinci Ekolojik Tarım Sempozyumu, 375-383s. Antalya.
- Aksoy, U., 2001. Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, Antalya, 69-77.
- Aseri, G.K., Jain, N., Tarafdar, J.C., 2009. Hydrolysis of Organic Phosphate forms by Phosphatases and Phytase Producing Fungi of Arid and Semi-arid Soils of India. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 5(4), 564-570.
- Bakhshandeh, E., Pirdashti, H., Lendeh, K.S., 2017. Phosphate and Potassium-Solubilizing Bacteria Effect on the Growth of Rice. Ecological Engineering 103,164-169.
- Basak, B.B., Biswas, D.R., 2012. Influence of Potassium Solubilizing Microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and Waste Mica on Potassium Uptake Dynamics by Sudan Grass (*Sorghum vulgare Pers*) Grown under Two Alfisols. Plant Soil, 317 (1-2), 235-255.

- Bashir Z., Zargar M.Y., Husain, M., Mohiddin, F.A., Kousar, S., Zahra, S.B., Ahmad, A., Rathore, J.P., 2017. Potassium Solubilizing Microorganisms: Mechanism and Diversity. *International Journal Pure and Applied Bioscience*, 5 (5), 653.
- Bhattacharya, S., Bachani, P., Jain, D., Patidar, S.K., Mishra, S., 2016. Extraction of Potassium from K-Feldspar Through Potassium Solubilization in the Halophilic *Acinetobacter soli* (MTCC 5918) Isolated From the Experimental Salt Farm. *International Journal of Mineral Processing*, 152, 53-57.
- Cherif-Slini, H., Silini, A., Ghoul, M., Yadav, S., 2012. Isolation and Characterization of Plant Growth Promoting Traits of a Rhizobacteria: *Pantoea agglomerans* Ima2, 15(6), 267-276.
- De Freitas, J.R., Banerjee, M.R., Germida, J.J., 1997. Phosphate Solubilizing Rhizobacteria Enhance the growth and yield but no phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.), *Biology and Fertility of Soils*, 24(4), 358-364.
- Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F., Eminağaoğlu, H., 2010. Rhizobakteri Uygulamalarının Kornişon Hıyar (*Cucumis sativus* L.)’da Bitki Gelişimi ve Verime Etkisi, VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, Van, 435-439.
- Emrebaş, N., 2010. Topraksız Ortamda Roka ve Tere Yetiştiriciliğinde Mikrobiyal Gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Uygulamasının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 59.
- Er, C., 2009. Organik Tarım Bakımından Türkiye’nin Potansiyeli, Bugünkü Durumu ve Geleceği. İstanbul Ticaret Odası yayınları, 3-4.
- Fatharani, R., Rahayu, Y.S., 2018. Isolation and Characterization of Potassium-Solubilizing Bacteria from Paddy Rhizosphere (*Oryza sativa* L.). *Journal of Physics*, 1108.
- Frossard, E., Condron, L.M., Oberson, A., Sina, S., Fardeau, J.C., 2000. Processes Governing Phosphorus Availability in Temperate Soils. *Journal of Environmental Quality*, 29(1), 15-23.
- Glick, B., 2012, Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Appli-Cations. *Scientifica* 2012:1-15. Available at: <http://dx.doi.org/10.1186/1745-6216-11-15>. Glick B (2012) Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Appli-Cations.
- Hansda, A., Kumar, V., Anshumali A., 2017. Cu-resistant *Kocuria* sp. CRB15: a Potential PGPR Isolated from the dry Tailing of Rakha Copper Mine. *Biotech.*, 7(2), 132.
- Hirano, K., Hayatsu, M., Nioh, H., Nakai, H., 2001, Comparision of Nitrogen Fixing Bacterial Flora of Rice Rhizosphere in the Fields Treataed Long Term With Agrochemical and Non- Grochemicals, *Microbes and Environment*, 16(3), 155-160.
- Igual, J.M., Valverde, A., Cervantes, E., Velázquez, E., 2001. Phosphate-Solubilizing Bacteria as İnoculants for Agriculture: use of Updated Molecular Techniques in their Study. *Agronomie*, 21(6-7), 561-568.
- İlter, E., Altındışli, A., 2002. Ekolojik Tarımda İlke ve Kavramlar. Organik (Ekolojik) Tarım Eğitimi Ders Notları. ETO, İzmir, 263.
- Klement, Z., Rudolph, K., Sands, D.C., 1990. Methods in Phytobacteriology. Akademia Kiado, Budapest, 547.
- Kucey, R.M.N., Janzen, H.H., Legget, M.E., 1989. Microbial Mediated Increases in Plant Available Phosphorus. *Advances In Agronomy*, 42, 199-228.
- Lelliott, R.A., Stead, D.E., 1987. Methods For The Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Blacwell Scientific Publications. p216.
- Lopez, B.R., Bashan, Y., Bacilio, M., 2011. Endophytic Bacteria of *Mammillaria Fraileana*, an Endemic Rock-Colonizing Cactus of the Southern Sonoran Desert. *Arch Microbiol*, 193(7), 527-541.
- Meena, V.S., Maurya, B.R., Bahadur, I., 2015. Potassium Solubilization by Bacterial Strain in Waste Mica. *Bangladesh Journal of Botany*. 43(2), 235-237.
- Nahas, E., 1996. Factors Determining Rock Phosphate Solubilization by Microorganisms İsolated from Soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12(6), 567-572
- Nahas, E., 2007. Phosphate Solubilising Microorganisms: Effect of Carbon, Nitrogen and Phosphorus Sources. *Developments in Plant and Soil Science*, 111-115.
- Narsian, V., Patel, H.H., 2000. *Aspergillus aculeatus* as Rock Phosphate Solubilizers. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(4), 559-565
- Nautiyal, C.S., 1999. An Efficient Microbiological Growth Medium for Screening Phosphate Solubilizing Microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*, 170(1), 265-270.
- Nautiyal, C.S., Bhadauria, S., Kumar, P., Lal, H., Mondal, R., Verma, D., 2000. Stres İnduced Phosphate Solubilization in Bacteria Isolated From Alkaline Soils. *Fems Microbiology Letters*, 182(2), 291-296.
- Nielsen, M.N., Winding, A., 2002. Microorganisms As Indicators of Soil Health. National Environmental Research Institute, Technical Report No: 388, Denmark.
- Parmar, K.B., Mehta, B.P., Kunt, M.D., 2016. Isolation, Characterization and Identification of Potassium Solubilizing Bacteria From Rhizosphere Soil of Maize (*Zea mays*). *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5 (5), 3030-3037.

- Parmar, P., Sindhu, S.S., 2013. Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. *Journal of Microbiology Research*, 3(1), 25-3.
- Puente, M.E., Bashan, Y., Li, C.Y., Lebsky, V.K., 2004. Microbial Populations and Activities in The Rhizoplane of Rock-Weathering Desert Plants. I. Root Colonization and Weathering of Igneous Rocks. *Plant Biology*, 6(5), 629-642.
- Puente, M.E., Li, C.Y., Bashan, Y., 2009. Endophytic Bacteria in Cacti Seeds Can Improve the Development of Cactus Seedlings Environmental and Experimental Botany, 66(3), 402-408.
- Purwanto, P., Simarmata, T., 2017. Nitrogenase Activity and IAA Production of Indigenous Diazotroph and Its Effect on Rice Seedling Growth. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 39(1), 31-37.
- Rajawat, M.V.S., Singh, S., Singh, G., Saxena, A.K., 2012. Isolation and Characterization of K-Solubilizing Bacteria Isolated from Different Rhizospheric Soil. *Proceeding of 53rd Annual Conference of Association of Microbiologists of India*, India, 124.
- Rana G., Mandal T., Mandal N. K., Sakha D. and Meikap C. B., 2015. Calcite Solubilization by Bacteria: A Novel Method of Environment Pollution Control. *Geomicrobiology Journal*, 32(9), 846-852,
- Richardson, A.E., 2001. Prospects for Using Soil Microorganisms to Improve the Acquisition of Phosphorus by Plants. *Australian Journal Of Plant Physiology*, 28(9), 897-906.
- Sasser, M. J., 1990. Identification of Bacteria by Gas Chromatography of Cellular Fatty Acids, Technical note 101, Microbial ID, Inc., Newark, De.
- Sen, A., Padhan, D., Poi, S.C., 2016. Isolation and Characterization of Mineral Potassium Solubilizing Bacteria From Rhizosphere Soils. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(2), 705-710.
- Sharma, S.B., Sayyed, R.Z., Trivedi, M.H., Gobi, T.A., 2013. Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils. *Springer Plus*, 2(1), 587.
- Singh, J.S., Pandey, V.C., Singh, D.P., 2011. Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension for Sustainable Agriculture and Environmental Development. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(3-4), 339-353.
- Singh, G., Biswas, D.R., Marwah, T.S., 2010. Mobilization of Potassium From Waste Mica By Plantgrowth Promoting Rhizobacteria and its Assimilation by Maize (*Zea mays*) and Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Nutrition.*, 33(8), 1236-1251.
- Subbarao, N.S., 1988. Phosphate Solubilizing Micro-Organism. In: *Biofertilizer in Agriculture and Forestry*. Regional Biofert. Dev. Centre, Hissar, India. pp. 133-142.
- Sujatha, S., Sirisham, S., Reddy, S.M., 2004. Phosphate Solubilization by Thermophilic Microorganisms. *Indian Journal of Microbiology*, 44(2), 101-104.
- Szekeres, A., 2006. Echophysiological and Molecular Investigation of Trichoderma Strains Isolated from Winter Wheat Rhizosphere. *Acta Biological Szeged*, 49(3-4), 61.
- Taha, S.M., Mahmoud, S.A.Z., El-Damaty, A.A., Abd El- Hafez, A.M., 1969. Activity of Phosphate Dissolving Bacteria In Egyptian Soil. *Plant Soil*, 31(1), 149.
- Te-Hsiu, M., 1999. The International Program on Plant Bioassays and the Report of the Follow-Up Study After The Hands-on Workshop in China. *Mutation Research*, 426(2): 103-106.
- Toprak, E., 2012. "Kök Bakterilerinin Farklı Substratlarda Domates Yetiştiriciliğine Etkisi", *Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s 112.
- Tosun, N., Türküsay, H., Saygılı, H. ve Tanyolaç, B., 2003, Sanayi Domatesi Yetistirciliğinde Geç Yanıklık (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) Hastalığının Kontrolünde Erken Uyarı Sisteminin Kullanılması Üzerinde Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar*. Proje No: 2000/BIL/005, 2.
- Vassilev, N., Vasileva, M.A., Nikolaeva, L., 2006. Simultaneous P Solubilizing and Biocontrol Activity of Microorganisms: Potentials and Future Trends. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 71(2), 137-144.
- Vazquez, P., Holguin, G., Puente, M., Lopez-cortes, A., Bashan, Y., 2000. Phosphate Solubilizing Microorganisms Associated With the Rhizosphere of Mangroves in a Semi-Arid Coastal Lagoon. *Biol Fertil Soils*, 30(5-6), 460-468.
- Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., Valero, J.R., 2007, Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of Biological Control. *Biochemical Engineering Journal*. 37(1), 1-20.
- Vessey, J.K., 2003, Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Bio Fertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.
- Whitelaw, M.A., 2000. Growth Promotion of Plants Inoculated With Phosphate Solubilizing Fungi. *Advances In Agronomy*, 69, 99-151.
- Yolcu, H., Daşcı, M., 2008. Ülkemizde Organik Yem Bitkileri Üretiminin Mevcut Durumu. *Hasad Hayvancılık Dergisi*. 24, 40-46.
- Zengin, M., 2007. *Organik Tarım*. Hasad Yayıncılık, s 136.
- Zhao, X.R., Lin, Q.M., 2001. A review of Phosphate Dissolving Microorganisms. *Soil Fertilizer*, 3, 7-11.