



## Determination of rhizobial potentials in legume cultivation areas in Hatay

Hatay baklagil ekim alanlarında rhizobial potansiyellerin belirlenmesi

Fatih UYAR<sup>1</sup> , Kemal DOĞAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science & Plant Nutrient, Antakya-Hatay, Turkey.

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

#### Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

#### Keywords:

Nodulation, rhizobial potential, legume, microbial activity in soil.

✉ Corresponding author: Kemal DOĞAN

✉: [kdogan@mku.edu.tr](mailto:kdogan@mku.edu.tr)

### Ö Z E T / A B S T R A C T

**Aims:** This research was carry out to determine rhizobial potentials in Hatay legume cultivation areas. A wide survey study was carried out in Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınözü, Amik Plain, Samandağ, Anayazı and Karaali regions to investigated nodulation conditions of broad bean, peas, peanuts, kidney beans, beans and chickpeas plants.

**Methods and Results:** Plant samples were made on different dates for each plant according to the flowering periods of the plants in the research areas. In addition to the root samples of the plant root samples were made in the soil. The nodule number, nodule weight and effective nodule weight were determined for nodulation parameters. In order to determine microbial activity in rhizosphere soil, CO<sub>2</sub> production ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C gkt}^{-1} 24\text{sa}^{-1}$ ), and dehydrogenase enzyme activity (DHA  $\mu\text{g TPF gkt}^{-1}$ ) were analyzed. However, soil pH (1: 5 dilution) and EC ( $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}$ ) values were also determined.

**Conclusions:** According to the results of the study, the lowest and highest number of nodule values (nodüle number plant<sup>-1</sup>), except for zero, were found to be between 5 and 596. The average nodule count value was 83 according to all samples. The lowest nodulation results were determined in the peanut plant and in Reyhanlı agricultural areas, while the highest values were determined in Amik Plain in broad bean plants. However nodules were not found in Reyhanlı peanut agricultural areas. According to the overall average results, the lowest and highest CO<sub>2</sub> values are 57 (Kumlu-pea) and 328 (Serinyol-broad bean)  $\mu\text{g CO}_2\text{-C gkt}^{-1} 24\text{h}^{-1}$  respectively while DHA values are determined as 4.633 (Kumlu-pea) and 27.368 (Serinyol-pea)  $\mu\text{g TPF ds}^{-1}$ . pH values were measured as 8.16 (Amik Plain-pods) - 8.67 (Kırıkhan-pea), and EC values were measured as 200 (Serinyol- broad bean) - 538 (Amik Plain-bakla)  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

**Significance and Impact of the Study:** According to the results of the research, it is determined that reducing nitrogenous fertilizers used in some legume planting areas with high nodule counts and applying rhizobial inoculation in legume planting areas where low nodule number values are reached will provide ecological and economic gains.research, the effects of Ca on tomato and pepper plant rot against rhinosphere in microsil activities in greenhouse conditions were determined.

**Atif / Citation:** Uyar F, Dogan K (2019) Determination of rhizobial potentials in legume cultivation areas in Hatay. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :301-312

## GİRİŞ

Atmosferde %78 oranında bulunan N<sub>2</sub> elementi, bitkiler ve diğer canlılar için yararlı azot formu olup, bu azotu

yararlı forma dönüştüren en önemli mekanizma biyolojik N<sub>2</sub>-fiksasyonudur. Atmosfer azotunun, bitkiler ve diğer canlılar için yararlı formlara dönüşmesi için gerekli olan yüksek enerji, doğada yıldırımlar ve

şimşekler aracılığıyla sağlanırken, insanlar bu enerji için yüksek maliyetli petrol ürünleri ve doğal gazları kullanmak zorunda kalmaktadır. Rhizobium bakterileri gibi bazı canlılar ise normal sıcaklık ve basınç şartlarında, fazla enerji tüketmeden, sahip oldukları bazı spesifik enzimleri sayesinde,  $N_2$  azotunu,  $NH_3$ ,  $NH_4^+$  ve  $NO_3^-$  gibi bitkiler ve diğer canlılar için yararlı azot formlarına dönüştürebilmektedirler (Durrant, 2001; Doğan ve ark., 2007; Doğan ve ark., 2011; Coşkan ve Doğan, 2011). Ekolojik unsurlardan yoksun ve ağırlaştırılmış tarımsal uygulamalar topraklarımıza ve ekosisteme zarar vermektedir (Sarioğlu ve ark., 2017; Kılıç ve ark., 2013). Beslenmek ve hayatta kalmak için her yönüyle bağımlı olduğumuz topraklarımızı korumak için, daha ekolojik tarımsal uygulamalara ağırlık vermeliyiz. Tarımsal uygulama yöntemlerinde, ekolojik yöntemlerin kullanılmasında temel amaçlarımızdan en önemlisi, verimli toprakların kendi potansiyellerinin kullanılması ve bu potansiyellerinin uzun süreli korunması dolayısıyla sürdürülebilirliğinin korunmasıdır. Baklagil bitkileriyle mutualistik yaşayan rhizobiumlar, atmosferde bulunan ve bitkiler için yararlı formlarda olan  $N_2$  elementini,  $NH_4^+$  ve  $NO_3^-$  gibi yararlı formlara dönüştürerek, topraklara  $10-30 \text{ kg da}^{-1}$  saf azot kazandırabilmektedir (Gök ve Martin, 1993; Gök ve ark., 2004; Coşkan ve Doğan, 2011; Durrant, 2001).

Tarımsal uygulamalarda, baklagil ekim alanlarında, rhizobiumlardan faydalanılarak, önemli miktarlarda ekonomik ve ekolojik kazançlar sağlanabilir. Hatay bölgesinde yapılan bu araştırma ile farklı dönemlerde yetişen, bezelye, fasulye, bakla, nohut, yerbuğday ve barbunya gibi baklagil bitkilerinin kök ve nodül örneklemeleri yapılarak, bölgenin rhizobial potansiyeli belirlenmiştir. Geniş ve verimli tarımsal arazilere sahip olan Amik Ovası topraklarının mikrobiyal aktivitelerini belirlemeye yönelik bazı araştırmalar, daha önce Doğan ve ark. (2013) ile Şahin ve Doğan (2016) tarafından yapılmıştır. Amik Ovası yaygın seri topraklarında yapılan bazı araştırmalarda (Sarioğlu, 2017; Şakar, 2019) soya bitkisinde çalışılmış ve bazı organik, mineral gübre uygulamaları ile demirin azot fiksasyonuna etkileri araştırılmıştır. Ancak, araştırma bölgesine ait rhizobial potansiyellerin belirlenmesi daha önce çalışılmamıştır. Toprak rhizobial aktiviteleri, baklagil ekim alanlarında çok önemli verimlilik unsurudur. Rhizobium dışındaki diğer toprak organizmaları da toprak verimliliği açısından çok önemli bir unsur olup, organik maddenin parçalanmasından (mineralizasyon), doğadaki C, N, P, S vs. gibi çok önemli element döngülerine kadar birçok mekanizmada hayati roller üstlenirler. Özellikle rizosfer bölgesinde yaşayan organizmalarla bitki interaksyonu

sayesinde önemli ekonomik ve ekolojik kazançlar sağlanabilmektedir.

Türkiye Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bilgilerine göre, 2017 yılında Hatay tarım alanlarında, bezelye, nohut, fasulye, mercimek, börülce ve bakla gibi baklagillerin toplam ekim alanı  $3775 \text{ da}$ , baklagil yem bitkileri ekim alanı ise  $29300 \text{ da}$  olarak bildirilmiştir (Anonim, 2017). Araştırma bölgesine ait veriler ve elde edilen bulgular ışığında Hatay Bölgesi baklagil ekim alanlarında yapılan rhizobial çalışmalarla, çok önemli ekonomik ve ekolojik kazançların elde edileceği ortadadır. Bu araştırmada, rhizobial aktiviteler belirlenirken aynı zamanda yapılan rizosfer toprak örneklemeleri ile de toprakların  $CO_2$  üretimi ve dehidrogenaz enzim aktiviteleri de (DHA) belirlenmiştir. Bunlara ek olarak pH ve EC değerleri tespit edilmiş ve nodülasyon sonuçlarına etkileri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu araştırma, Hatay baklagil ekim alanlarında, rhizobial potansiyelleri belirlemek amacıyla 2018 yılında yapılmıştır. Hatay'da baklagil ekim alanlarında, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınöz, Amik Ovası, Samandağ, Anayazı, Karaali Bölgelerinde (Şekil 1) geniş bir sörvey çalışması yapılarak, bakla, bezelye, yerbuğday, barbunya, fasulye ve nohut bitkilerinde nodülasyon durumları incelenmiştir.



Şekil 1. Araştırma topraklarının coğrafik lokasyonu (Anonim, 2019)

**Araştırma Alanının Örnekleme Koordinatları ve bitki çeşitleri**

Araştırma bölgesinden yapılan geniş bir sörvey çalışması ile 85 noktadan bitki ve toprak örnekleme yapılmış ve sonrasında birbirine çok yakın örnekleme noktaları

çıkartılarak 64 noktaya düşürülmüştür (Çizelge 1). Nodülasyon ve bazı toprak mikrobiyal aktiviteleri ile pH ve EC değerlerinin birlikte değerlendirilmesi için 32 nokta seçilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma bölgelerinden alınan bitki örnekleri ve coğrafik koordinatları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki Adı	Örnek Koordinatı
1	Serinyol	Bakla 1	248 929 D - 402 5744 K
2	Serinyol	Bakla 2	248 929 D - 402 5744 K
3	Serinyol	Bezelye 1	248 929 D - 4025744 K
4	Serinyol	Bakla 3	249 90491 D - 402 6236 K
5	Serinyol	Bakla 4	249 5051 D - 402 6896 K
6	Serinyol	Bakla 5	249 6721 D - 402 7013 K
7	Serinyol	Bezelye 2	249 6721 D - 402 7013 K
8	Serinyol	Bezelye 3	249 6721 D - 402 7013 K
9	Serinyol	Bezelye 4	249 096 D - 402 8367 K
10	Serinyol	Bezelye 5	249 096 D - 402 8367 K
11	Serinyol	Bakla 6	249 043 D - 402 8298 K
12	Serinyol	Bakla 7	249 083 D - 402 7247 K
13	Serinyol	Bakla 8	249 083 D - 402 7247 K
14	Serinyol	Bezelye 6	249 083 D - 402 7247 K
15	Serinyol	Bezelye 7	249 083 D - 402 7247 K
16	Serinyol	Bakla 9	248 749 D - 402 6247 K
17	Serinyol	Bakla 10	248 749 D - 402 6247 K
18	Kırıkhan	Bezelye 8	265 310 D - 403 8780 K
19	Kırıkhan	Bezelye 9	265 310 D - 403 8780 K
20	Kırıkhan	Bezelye 10	265 310 D - 403 8780 K
21	Kırıkhan	Bezelye 11	265 310 D - 403 8780 K
22	Kırıkhan	Bezelye 12	265 474 D - 403 8355 K
23	Kırıkhan	Bezelye 13	265 474 D - 403 8355 K
24	Kumlu	Bezelye 14	277 310 D - 4028055 K
25	Kumlu	Bezelye 15	277 305 D - 4028111 K
26	Kumlu	Bezelye 16	277 305 D - 4028055 K
27	Kumlu	Bezelye 17	277 3160 D - 4028020 K
28	Kumlu	Bezelye 18	277 3160 D - 4027994 K
29	Kumlu	Bezelye 19	277 3160 D - 4027994 K
30	Kumlu	Bezelye 20	277 3160 D - 4027994 K
31	Kumlu	Bezelye 21	277 3160 D - 4027994 K
32	Reyhanlı	Bezelye 22	283 529 D - 401 3314 K
33	Reyhanlı	Bezelye 23	283 529 D - 401 3314 K
34	Reyhanlı	Bezelye 24	283 529 D - 401 3314 K
35	Reyhanlı	Bezelye 25	283 529 D - 401 3314 K
36	Reyhanlı	Bezelye 26	283 341 D - 4013306 K
37	Reyhanlı	Bezelye 27	283 341 D - 4013306 K

Çizelge 1. (devamı)

38	Reyhanlı	Bezelye 28	283 341 D - 4013306 K
39	Altınözü	Bezelye 29	254 541 D - 399 6439 K
40	Altınözü	Bakla 11	254 864 D - 399 5898 K
41	Altınözü	Bakla 12	254 864 D - 399 5898 K
42	Altınözü	Bakla 13	254 864 D - 3995898 K
43	Altınözü	Bakla 14	254 864 D - 3995898 K
44	Altınözü	Bakla 15	254 541 D - 3996439 K
45	Altınözü	Bakla 16	254 541 D - 3996439 K
46	Altınözü	Bezelye 30	254 541 D - 3996439 K
47	Altınözü	Bezelye 31	254 541 D - 3996439 K
48	Amik Ovası	Bakla 17	254 036 D - 4010894 K
49	Amik Ovası	Bakla 18	254 036 D - 4010894 K
50	Amik Ovası	Bakla 19	254 036 D - 4010894 K
51	Amik Ovası	Bakla 20	263 341 D - 402 3409 K
52	Amik Ovası	Bakla 21	263 341 D - 402 3409 K
53	Amik Ovası	Bakla 22	263 341 D - 402 3409 K
54	Amik Ovası	Bakla 23	263 341 D - 402 3409 K
55	Amik Ovası	Bakla 24	263 341 D - 402 3409 K
56	Samandağ	Yer Fıstığı 2	764 330 D - 400 0693 K
57	Samandağ	Yer Fıstığı 3	764 340 D - 400 0635 K
58	Samandağ	Yer Fıstığı 4	764 316 D - 400 0604 K
59	Samandağ	Yer Fıstığı 5	763 896 D - 400 0748 K
60	Samandağ	Yer Fıstığı 6	763 896 D - 400 0748 K
61	Samandağ	Yer Fıstığı 7	763 900 D - 400 0697 K
62	Samandağ	Yer Fıstığı 8	763 900 D - 400 0697 K
63	Samandağ	Yer Fıstığı 9	763 858 D - 400 0667 K
64	Samandağ	Yer Fıstığı 10	763 858 D - 400 0667 K
65	Reyhanlı	Yer Fıstığı 1	282 536 D - 402 3113 K
66	Reyhanlı	Yer Fıstığı 2	282 567 D - 402 3100 K
67	Reyhanlı	Yer Fıstığı 3	282 567 D - 402 2492 K
68	Reyhanlı	Yer Fıstığı 4	282 576 D - 402 2483 K
69	Reyhanlı	Yer Fıstığı 5	282 601 D - 402 1985 K
70	Reyhanlı	Yer Fıstığı 6	282 559 D - 402 1992 K
71	Reyhanlı	Yer Fıstığı 7	282 981 D - 402 0904 K
72	Reyhanlı	Yer Fıstığı 8	282 981 D - 402 0904 K
73	Reyhanlı	Yer Fıstığı 9	282 881 D - 402 0509 K
74	Reyhanlı	Yer Fıstığı 10	284 881 D - 402 0509 K
75	Anayazı	Barbunya	248 314 D - 402 3432 K
76	Anayazı	Fasulye 6	248 198 D - 402 3283 K
77	Anayazı	Nohut 6	247 909 D - 402 2398 K
78	Anayazı	Nohut 7	248 909 D - 402 2398 K
79	Anayazı	Nohut 8	249 909 D - 402 2398 K
80	Karaali	Nohut 10	247 909 D - 402 2398 K

Çizelge 1. (devamı)

81	Karaali	Nohut 11	248 909 D - 402 2398 K
82	Karaali	Nohut 12	249 909 D - 402 2398 K
83	Karaali	Nohut 13	250 909 D - 402 2398 K
84	Serinyol	Fasulye 1	249 287 D - 402 8281 K
85	Serinyol	Fasulye 2	249 101 D - 402 8410 K

### Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Hatay yazları kurak ve sıcak, kışları ise nemli ve yağışlı iklim özelliğine sahip Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Yıllık yağış miktarı ortalama 1124 mm olup, yağışlar çoğu zaman ilkbahar ve kış mevsimlerinde yağmur olarak düşmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık göstergesi 18.1 °C olup, aynı alanda en yüksek sıcaklık 31 °C, en düşük sıcaklık 4.5 °C dir. Yılın en sıcak günü ortalama olarak Ağustos ayında, en soğuk günü Ocak ayında yaşanır. Yıllık 20 cm'de ortalama toprak sıcaklığı 19.7 °C, 50 cm'deki yıllık ortalama toprak sıcaklığı ise 19.2 °C'dir. Toprak Taksonomisine göre, araştırma alanının toprak nem rejimi Xeric, 50 cm'deki yıllık ortalama toprak sıcaklığının 15 °C ile 22 °C arasında olması nedeniyle toprak sıcaklık rejimi de Thermic olarak sınıflandırılmıştır (Kılıç ve ark., 2008).

### Yöntem

Araştırma bölgelerinden örneklenen baklagil bitkilerinin, çiçeklenme dönemleri farklı zamanlara gelmesi nedeniyle, her bitki için farklı tarihlerde, kök ve toprak örneklemeleri yapılmıştır. Toplamda 85 noktadan yapılmış olan bitki ve toprak örnekleme birbirine yakın olan noktaların elenmesi ile 64 noktaya düşürülmüştür. Bununla beraber en fazla üretimi yapılan bezelye ile bakla bitkilerinden oluşan 32 örnekleme noktası için toprak ve nodülasyon parametreleri birlikte değerlendirilmiştir. Araziden alınan kök örnekleri ve kök bölgesi toprakları aynı gün laboratuvarlara getirilmiş ve kök örnekleri yıkanıp saf sudan geçirildikten sonra, kurutma kağıtları üzerine serilerek nemi alınmıştır. Aynı gün nodül sayımları yapılmış ve kökler kurutma dolaplarına alınarak 65 °C de 5 gün boyunca kurutulduktan sonra, kuru ağırlıkları (g bitki<sup>-1</sup>) alınmıştır. Nodül örnekleri ise petri kaplarında kurutulmuş ve kuru ağırlıkları (g kök<sup>-1</sup>) için tartımları yapılmıştır. Kök bölgesi toprak örnekleri alındığı gün 2 mm'lik eleklerden geçirilmiş ve mikrobiyal analizleri yapılmıştır. pH ve EC analizleri için topraklar kurutulup öğütüldükten sonra 2 mm'lik eleklerden geçirilmiştir.

Sörvey ile alınan bitkilerde nodülasyon parametrelerinden, nodül sayısı, nodül ağırlığı ve etkili nodül ağırlığı belirlenmiştir. Kök bölgesi topraklarında ise karbondioksit üretimi (CO<sub>2</sub>), dehidrojenaz enzim

aktivitesi (DHA) gibi bazı mikrobiyal aktivitelerle birlikte, 1:5 toprak/su sulandırma ile pH ve tuz (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) değerleri belirlenmiştir. Toprak solunum analizi (CO<sub>2</sub> üretimi) Isermayer (1952) yöntemine göre, dehidrojenaz enzim aktivitesi (DHA) analizi Thalman (1967)'e göre yapılmıştır. Nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı ile etkili nodül kuru ağırlığı değerleri, hassas terazi ölçümleri ile belirlenmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma bulguları, bitki ve toprak sonuçlarından oluşmaktadır. Bitki sonuçları, nodül sayısı, nodül ağırlığı ve etkili nodül ağırlığı parametrelerinden oluşurken, toprak sonuçları, CO<sub>2</sub> ve DHA gibi mikrobiyal aktiviteler ve pH ve EC gibi kimyasal verilerden oluşmuştur.

### Nodülasyon Sonuçları

Araştırma bölgelerinde belirlenen nodül sayısı (Ad bitki<sup>-1</sup>), nodül ağırlığı (g kök<sup>-1</sup>) ve etkili nodül ağırlığı (mg nodül<sup>-1</sup>) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 değerlerine göre; sıfır haricindeki en düşük nodül sayısı Samandağ ilçesinde yerfıstığı 2a noktasında 5 adet kök<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, en yüksek nodül sayısı ise 596 adet kök<sup>-1</sup> olarak Serinyol bölgesinde yer alan MKÜ kampüs alanı içerisindeki yerfıstığı noktasında belirlenmiştir. Tüm bitkilere ait genel ortalama sonucu ise 85 adet kök<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Nodül ağırlığı değerleri ise benzer şekilde, sıfır haricinde, en düşük ve en yüksek olarak, Samandağ yerfıstığı 2a noktasında 0.001 g kök<sup>-1</sup> ve Amik Ovası bakla 22 noktasında 3.450 g kök<sup>-1</sup> bulunmuştur. Tek bir nodülün ortalama ağırlığından oluşan, etkili nodül ağırlığı değerleri, sıfır hariç en düşük, Samandağ yerfıstığı 2a noktasında 0.020 mg nodül<sup>-1</sup>, en yüksek ise Amik Ovası Bakla 18 noktasında 9.05 mg nodül<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Bakla örnekleme, Serinyol ve Altınözü'nde, Serinyol'da 5, Altınözü'nde 4 noktada yapılmıştır. Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenen nodül sayısı değerleri, 22-145 arasında değişimler gösterirken, Altınözü'nde 120-199 arasında değişimler göstermiştir. Bezelye örnekleme, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınözü ilçelerinde sırasıyla, 4, 4, 4, 4 ve 2 noktada yapılmıştır. Bu bölgelerde bezelye köklerinde



belirlenen nodül sayısı değerleri Serinyol için 39-97, Kırıkhan 71-169, Kumlu 32-82, Reyhanlı için 21-83 arasında değişimler göstermiş olup Altınözünde tespit edilen nodül sayısı değerleri 65 ve 123 olarak bulunmuştur. Yerfistiği örnekleme genel olarak Samandağ, Çevlik arasında kalan tarlalarda ve Reyhanlı'da yapılmış olup, nodül sayısı değerleri, Samandağ için sıfır hariç 5-196 arasında değişimler göstermiştir. Reyhanlı yerfistiği ekim alanlarında nodül bulunmamıştır. Mustafa Kemal Üniversitesi (MKÜ) Kampüs alanı içerisinde 2 noktadan alınan yerfistiği kök örneklerinde tespit edilen nodül sayısı ise 134 ve 596 olarak bulunmuştur. Anayazında örnekleme yapılan barbunya ve fasulyede tespit edilen nodül sayıları sırasıyla 0 ve 15 olarak belirlenirken, nohutta tespit

edilen nodül sayısı değerleri 71 ve 148 arasında değişimler göstermiştir. Karaali bölgesinde nohutta belirlenen nodül sayısı değerleri, 11 ile 24 arasında değişimler göstermiştir.

Rhizobial N<sub>2</sub>-fiksasyonunun önemli göstergelerinden biri olan nodül sayısı değerleri, tarımsal ve ekolojik kazanımlar açısından çok önemli olup, topraklarda rhizobium ve baklagil interaksiyonlarının tespitinde kullanılan en hızlı parametrelerden biridir (Coşkan ve Doğan, 2011; Doğan ve ark., 2011). Çukurova bölgesinde, yerfistiği ekim alanlarında yapılan benzer bir araştırma sonuçlarına göre, nodül sayısı değerleri ortalama olarak 80-328 adet bitki<sup>-1</sup>, olarak belirlenmiştir (Gök ve ark., 2008).

Çizelge 2. Hatay baklagil ekim alanlarının nodülasyon değerleri

Sıra No	Bölge Adı	Bitki no	Nodül Sayısı (Ad kök <sup>-1</sup> )	Nodül Ağırlığı (g kök <sup>-1</sup> )	Etkili nodül ağırlığı (mg nodül <sup>-1</sup> )
1	Serinyol	Bakla 1	145	0.840	5.793
2	Serinyol	Bakla 3	38	0.160	4.211
3	Serinyol	Bakla 6	22	0.040	1.818
4	Serinyol	Bakla 7	66	0.380	5.758
5	Serinyol	Bakla 9	39	0.160	4.103
6	Serinyol	Bezelye 2	69	0.230	3.333
7	Serinyol	Bezelye 3	39	0.300	7.692
8	Serinyol	Bezelye 4	71	0.300	4.225
9	Serinyol	Bezelye 5	97	0.500	5.155
10	Kırıkhan	Bezelye 8	71	0.350	4.930
11	Kırıkhan	Bezelye 9	118	0.120	1.017
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	86	0.090	1.047
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	169	0.220	1.302
14	Kumlu	Bezelye 14 C	59	0.060	1.017
15	Kumlu	Bezelye 16 A	32	0.050	1.563
16	Kumlu	Bezelye 19 A	82	0.160	1.951
17	Kumlu	Bezelye 20 B	58	0.400	6.897
18	Reyhanlı	Bezelye 22	68	0.070	1.029
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	83	0.400	4.819
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	53	0.300	5.660
21	Reyhanlı	Bezelye 28	21	0.040	1.905
22	Altınözü	Bezelye 30 A	123	0.700	5.691
23	Altınözü	Bezelye 31	65	0.110	1.692
24	Altınözü	Bakla 13	153	0.530	3.464
25	Altınözü	Bakla 14	199	0.480	2.412
26	Altınözü	Bakla 15	182	0.550	3.022
27	Altınözü	Bakla 16	120	0.480	4.000
28	Amik Ovası	Bakla 18	211	1.900	9.005

Çizelge 2. (devamı)

29	Amik Ovası	Bakla 19	108	0.110	1.019
30	Amik Ovası	Bakla 22	444	3.450	7.770
31	Amik Ovası	Bakla 23	180	0.350	1.944
32	Amik Ovası	Bakla 24	235	0.550	2.340
33	Samandağ	Yer Fıstığı 2a	5	0.0001	0.020
34	Samandağ	Yer Fıstığı 3b	0	0.000	0.000
35	Samandağ	Yer Fıstığı 4	0	0.000	0.000
36	Samandağ	Yer Fıstığı 5	79	0.35	4.430
37	Samandağ	Yer Fıstığı 6	22	0.0001	0.005
38	Samandağ	Yer Fıstığı 7a	144	0.82	5.694
39	Samandağ	Yer Fıstığı 8	15	0.0001	0.007
40	Samandağ	Yer Fıstığı 9	196	0.71	3.622
41	Samandağ	Yer Fıstığı 10	110	0.49	4.455
42	Reyhanlı	Yer Fıstığı 1	0	0.000	0.000
43	Reyhanlı	Yer Fıstığı 2	0	0.000	0.000
44	Reyhanlı	Yer Fıstığı 3	0	0.000	0.000
45	Reyhanlı	Yer Fıstığı 4	0	0.000	0.000
46	Reyhanlı	Yer Fıstığı 5	0	0.000	0.000
47	Reyhanlı	Yer Fıstığı 6	0	0.000	0.000
48	Reyhanlı	Yer Fıstığı 7a	0	0.000	0.000
49	Reyhanlı	Yer Fıstığı 8	0	0.000	0.000
50	Reyhanlı	Yer Fıstığı 9	0	0.000	0.000
51	Reyhanlı	Yer Fıstığı 10	0	0.000	0.000
52	Anayazı	Barbunya	15	0.020	1.333
53	Anayazı	Fasulye 6	0	0.000	0.000
54	Anayazı	Nohut 6	148	0.650	4.392
55	Anayazı	Nohut 7	71	0.260	3.662
56	Anayazı	Nohut 8	88	0.360	4.091
57	Karaali	Nohut 10	24	0.100	4.167
58	Karaali	Nohut 11	13	0.060	4.615
59	Karaali	Nohut 12	11	0.010	0.909
60	Karaali	Nohut 13	13	0.015	1.154
61	Serinyol	Fasulye 1	41	0.110	2.683
62	Serinyol	Fasulye 2	86	0.210	2.442
63	MKU Kampüs	Yer Fıstığı 1	596	1.530	2.567
64	MKU Kampüs	Yer Fıstığı 2	134	0.430	3.209
Ortalama			83	0.320	2.673
En düşük (sıfır hariç)			5	0.001	0.020
En yüksek			596	3.450	9.005

Araştırma genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarına ait nodül sayısı değerleri sırasıyla, 69, 111, 58, 56 ve 94 Adet kök<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre bezelye örnekleme alanlarında, en yüksek nodül sayısı Kırıkhan, en düşük ise Kumlu ve Reyhanlı'da tespit

edilmiştir. Bakla ekim alanlarında belirlenen nodül sayısı değerleri ise Serinyol 42, Altınözü 164 ve Amik Ovası 236 Adet kök<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Amik Ovasında bakla bitkileri genel olarak küçük ölçekli yerleşim yerlerinde belirlenmiş olup, ovanın geniş tarım alanlarında olmayışı, nodülasyon değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuş

olacağı düşünülmektedir. Araştırma bölgesinde bakla bitkilerinin daha az mineral gübre ve kimyasal maddeye maruz kalmış olma olasılığı, nodülasyon değerlerinin artmasına neden olmuştur. Bununla beraber Samandağ ve Reyhanlı yerfistiği ekim alanlarında nodül bulunmamasının en önemli nedeninin, bakteri aşılması yapılmamış olduğu düşünülmektedir. Nodül bulunmayan bu tür topraklara, baklagil ekimi yapılmadan önce bakteri aşılması, ürün verimini ve kalitesini arttırmakta, aynı zamanda mineral gübre ve kimyasal kullanımını azaltarak, toprak verimliliğinin de sürdürülebilirliğine katkıları sağlamaktadır. Yapılan bir çok araştırma sonuçlarına göre, başta azotlu gübreler olmak üzere, mineral gübre ve kimyasal kullanımı, toprak mikrobiyal aktivitesine ve verimliliğine zarar vermektedir (Zaldivar, 1976; Gök ve ark., 2001; Kremser ve Schnug, 2002; Doğan ve ark., 2016). Nodül ağırlığına ait genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarına ait nodül ağırlığı değerleri sırasıyla, 0.333, 0.195, 0.168, 0.203 ve 0.405 g kök<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül ağırlığı değerleri ise Serinyol 0.212, Altınözü 0.510 ve Amik Ovası 1.272 g kök<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Araştırmanın genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarına ait etkili nodül ağırlığı değerleri sırasıyla, 5.101, 2.074, 2.857, 3.353 ve 3.692 mg nodül<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen etkili nodül ağırlığı değerleri ise Serinyol 5.065, Altınözü 3.225 ve Amik Ovası 4.416 mg nodül<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

#### **Toprak Solunumu (CO<sub>2</sub> üretimi) Sonuçları**

Araştırma bölgesi, bakla ve bezelye ekim alanlarından alınan kök bölgesi topraklarına ait CO<sub>2</sub> üretimi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge değerlerine göre bakla ekim alanlarından Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası CO<sub>2</sub> genel ortalama sonuçları sırasıyla, 328, 183 ve 120 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bezelye ekim alanlarından, Serinyol 181, Kırıkhan 252, Kumlu 57, Reyhanlı 120 ve Altınözü 140 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Serinyol bakla kök bölgesi topraklarında belirlenen en düşük ve en yüksek CO<sub>2</sub> değerleri 232-406 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup>, bezelye değerleri ise 116-260 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye topraklarında tespit edilen en düşük ve en yüksek CO<sub>2</sub> değerleri sırasıyla, 54-416, 6-118, 112-134 ve 110-170'tir. Genel ortalama sonuçlarına göre, bakla ve bezelye CO<sub>2</sub> sonuçları, 210 ve 250 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak belirlenirken her iki bitkiye ait genel ortalama CO<sub>2</sub> sonucu 178 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek

CO<sub>2</sub> sonucu ise 6 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak Kumlu Bezelye toprakları ile 416 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak Kırıkhan bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Toprak içerisindeki birçok mekanizma, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak etkileşim halindedir. Araştırma alanı bitki kök bölgesi topraklarının, farklı özellikler göstermesi ve farklı rizosfer faaliyetleri, toprakların mikrobiyal aktivitelerini de etkilemektedir (Doğan ve ark., 2018; Doğan ve ark., 2013). Bununla beraber rhizobial faaliyetler de, diğer mikrobiyal aktiviteleri de etkileyebilmektedir. Rhizobial N<sub>2</sub>-fiksasyonu yalnızca baklagillere değil aynı zamanda diğer bitkilere ve mikroorganizmalara da faydalar sağlamaktadır (Barea ve ark., 2005; Buscot, 2005; Brockwell ve ark., 1995). Toprak CO<sub>2</sub> aktivitesi, toprak canlılarının birçok faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bir özellik olup, topraklarda meydana gelen her tür faaliyet tarafından etkilenebilmektedir.

#### **Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA) Sonuçları**

Bakla ve bezelye bitkisi kök bölgesi topraklarında tespit edilen DHA değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge değerlerine göre, Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası bakla ekim alanları DHA genel ortalama sonuçları sırasıyla, 14.765, 7.759 ve 22.622 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarında belirlenen DHA ortalama değerleri ise sırasıyla 27.368, 25.487, 4.633, 19.691 ve 7.759 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Serinyol bakla kök bölgesi topraklarında belirlenen en düşük ve en yüksek DHA değerleri 4.876 ve 35.268 bezelye topraklarına ait DHA değerleri ise 14.076 ve 57.369 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye topraklarında tespit edilen en düşük ve en yüksek DHA değerleri sırasıyla, 10.345-49.569, 2.740-7.268, 14.240-23.266 ve 7.238-8.280 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bakla ve bezelye bitkisi kök bölgesi topraklarına ait DHA Genel ortalama sonuçları sırasıyla 18.11 ve 16.99 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Her iki bitki için genel ortalama DHA değeri 17.84 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek DHA sonucu ise 2.740 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak Kumlu bezelye toprakları ile 57.369 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak Serinyol bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Toprak mikrobiyal aktivitelerinin önemli bir göstergesi olan dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA), organik üretim sistemlerinde, organik maddenin mineralizasyonunda ve canlı tarafından değerlendirilme aşamalarında ve besin döngülerinde çok önemli görevler üstlenir (Jarvan ve ark. 2014; Şahin ve Doğan 2016). DHA toprak mikroorganizmalarının neredeyse tamamında



bulunan endo enzim olup, mikroorganizmaların özellikle metabolik durumları hakkında bilgi verir (Watts ve ark., 2010; Doğan ve ark., 2016).

#### **pH Sonuçları**

Hatay bölgesi baklagil ekim alanlarında rhizobiyal potansiyeli belirlemek amacıyla alınan bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının pH değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge değerlerine göre en düşük pH değeri 8.16 olarak Amik Ovası bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer ise 8.67 olarak Kırıkhan bezelye topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen pH değerlerinin genel ortalama sonucu ise 8.58 olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında belirlenen pH değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 8.59 ve 8.56 olarak belirlenmiştir. Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası bakla ekim alanlarında tespit edilen pH genel ortalama sonuçları sırasıyla, 8.60, 8.58 ve 8.51'dir. Bezelye ekim alanlarından, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü topraklarının pH

genel ortalama sonuçları sırasıyla, 8.55, 8.63, 8.63, 8.56 ve 8.59 olarak bulunmuştur.

#### **EC Sonuçları**

Araştırma bitkilerinden bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge değerlerine göre en düşük EC değeri 200  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer 538  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak Amik Ovası Bakla topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen EC değerlerinin genel ortalama sonucu ise 443  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla ekim alanlarında tespit edilen EC değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 455 ve 436  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası bakla ekim alanlarında tespit edilen EC genel ortalama sonuçları sırasıyla, 357, 484 ve 468'dir. Bezelye ekim alanlarından, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü topraklarının EC genel ortalama sonuçları sırasıyla, 392, 434, 455, 502 ve 492  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

Çizelge 3. Hatay tarım alanları, bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının CO<sub>2</sub>, DHA, pH ve EC sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	$\mu\text{g CO}_2\text{-C g kt}^{-1} 24 \text{ sa}^{-1}$	DHA $\mu\text{g TPF gk}^{-1}$	pH (1:5)	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) (1:5)
1	Serinyol	Bakla 1	366	4.876	8.61	377
2	Serinyol	Bakla 3	406	12.216	8.63	386
3	Serinyol	Bakla 6	232	13.995	8.51	501
4	Serinyol	Bakla 7	270	7.473	8.61	320
5	Serinyol	Bakla 9	366	35.268	8.66	200
Serinyol Bakla ortalama			328	14.765	8.60	357
6	Serinyol	Bezelye 2	260	18.666	8.50	383
7	Serinyol	Bezelye 3	116	57.369	8.61	389
8	Serinyol	Bezelye 4	136	19.361	8.55	380
9	Serinyol	Bezelye 5	212	14.076	8.53	415
Serinyol Bezelye ortalama			181	27.368	8.55	392
10	Kırıkhan	Bezelye 8	138	10.345	8.61	479
11	Kırıkhan	Bezelye 9	54	14.424	8.67	412
12	Kırıkhan	Bezelye 12A	416	49.569	8.59	426
13	Kırıkhan	Bezelye 13A	398	27.611	8.63	420
Kırıkhan Bezelye ortalama			252	25.487	8.63	434
14	Kumlu	Bezelye 14C	76	2.965	8.64	430
15	Kumlu	Bezelye 16A	6	2.740	8.62	495
16	Kumlu	Bezelye 19A	118	5.561	8.63	501
17	Kumlu	Bezelye 20B	28	7.268	8.62	395
Kumlu bezelye ortalama			57	4.633	8.63	455
18	Reyhanlı	Bezelye 22	112	23.266	8.53	501
19	Reyhanlı	Bezelye 23B	134	14.240	8.51	509
20	Reyhanlı	Bezelye 27A	118	23.021	8.58	499
21	Reyhanlı	Bezelye 28	116	18.237	8.61	498
Reyhanlı bezelye ortalama			120	19.691	8.56	502
22	Altınözü	Bezelye 30A	170	8.280	8.55	493
23	Altınözü	Bezelye 31	110	7.238	8.62	490
Altınözü bezelye ortalama			140	7.759	8.59	492

Çizelge 3. (devamı)

24	Altınözü	Bakla 13	226	22.561	8.58	407
25	Altınözü	Bakla 14	226	25.965	8.55	504
26	Altınözü	Bakla 15	142	10.437	8.60	499
27	Altınözü	Bakla 16	136	8.791	8.57	524
Altınözü bakla ortalama	183	16.939	8.58	484		
28	Amik Ovası	Bakla 18	178	30.207	8.54	488
29	Amik Ovası	Bakla 19	170	24.278	8.16	538
30	Amik Ovası	Bakla 22	78	26.364	8.61	395
31	Amik Ovası	Bakla 23	66	16.203	8.63	504
32	Amik Ovası	Bakla 24	106	16.060	8.62	413
Amik Ovası bakla ortalama	120	22.622	8.51	468		
Bezelye Genel Ortalama	150	16.99	8.59	455		
Bakla Genel Ortalama	210	18.11	8.56	436		
Genel Baklagil Ortalama	178	17.84	8.58	443		
En düşük değer	6	2.74	8.16	200		
En yüksek değer	416	57.37	8.67	538		

Araştırma sonuçlarının genel etkisine göre, bakla ve bezelye bitkilerinin, kök bölgesi topraklarında yapılan CO<sub>2</sub> analizlerinin genel sonuçları sırasıyla, 210 ve 250 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Her iki bitkiye ait genel ortalama CO<sub>2</sub> sonucu 178 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek CO<sub>2</sub> sonucu ise 6 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak Kumlu Bezelye toprakları ile 416 µg CO<sub>2</sub>-C g kt<sup>-1</sup> 24 sa<sup>-1</sup> olarak Kırıkhan bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Bakla ve bezelye bitkisi kök bölgesi topraklarına ait DHA Genel ortalama sonuçları sırasıyla 18.11 ve 16.99 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Her iki bitki için genel ortalama DHA değeri 17.84 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek DHA sonucu ise 2.740 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak Kumlu bezelye toprakları ile 57.369 µg TPF g kt<sup>-1</sup> olarak Serinyol bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Bakla ve bezelye topraklarında belirlenen en düşük pH değeri 8.16 olarak Amik Ovası baklagil ekim alanlarında, en yüksek değer ise 8.67 olarak Kırıkhan bezelye topraklarındadır. Her iki bitki topraklarında belirlenen pH değerlerinin genel ortalama sonucu ise 8.58 olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında tespit edilen pH değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 8.59 ve 8.56 olarak belirlenmiştir. Araştırma bitkilerinden bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC sonuçlarına göre, en düşük EC değeri 200 µS cm<sup>-1</sup> olarak Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer 538 µS cm<sup>-1</sup> olarak Amik Ovası Bakla topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen EC değerlerinin genel ortalama sonucu 443 µS cm<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında tespit edilen EC değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 455 ve 436 µS cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Araştırma genel sonuçlarına göre, sıfır hariç, en düşük ve en yüksek nodül sayısı değerleri (ad bitki<sup>-1</sup>), 5 ile 596 olarak bulunmuştur. Tüm örnekler için ortalama nodül sayısı değeri, 83 olarak belirlenmiştir. En düşük nodülasyon sonuçları, yerfıstığı bitkisinde ve Reyhanlı tarım alanlarında belirlenirken, en yüksek değerler ise, Amik Ovası tarım alanlarında, bakla bitkisinde belirlenmiştir. Reyhanlı, yerfıstığı tarım alanlarında, nodül bulunmamıştır. Genel ortalama sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek CO<sub>2</sub> değerleri sırasıyla 57 (Kumlu-bezelye) ve 328 (Serinyol-bakla) µg CO<sub>2</sub>-C gkt<sup>-1</sup> 24sa<sup>-1</sup> olarak bulunurken, DHA değerleri ise 4.633 (Kumlu-bezelye) ve 27.368 (Serinyol-bezelye) µg TPF gkt<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. pH değerleri, 8.16 (Amik Ovası-bakla)-8.67 (Kırıkhan-bezelye), EC değerleri ise 200 (Serinyol-bakla) - 538 (Amik Ovası-bakla) µS cm<sup>-1</sup> değerleri arasında değişimler göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek nodül sayısı tespiti yapılan bazı baklagil ekim alanlarında kullanılan azotlu gübrelerin azaltılmasının ve düşük nodül sayısı değerlerine ulaşılan baklagil ekim alanlarında ise rhizobial aşılama yapılmasının ekolojik ve ekonomik kazançlar sağlayacağı belirlenmiştir.

## ÖZET

**Amaç:** Toprak verimliliğinin ve sürdürülebilirliğinin korunması, tarımsal uygulamalarda kimyasal madde ve mineral gübre kullanımının azaltılması ile mümkün olabilmektedir. Tarımsal alanların sahip olduğu doğal ve ekolojik potansiyellerinden biri olan, toprak mikrobiyal aktiviteleri, doğru şekilde kullanıldığında, mineral gübre ve kimyasal madde kullanımı önemli oranlarda azalır. Bu araştırma, Hatay baklagil ekim alanlarında, rhizobial potansiyelleri belirlemek amacıyla yapılmıştır.

**Yöntemler ve Bulgular:** Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınözü, Amik Ovası, Samandağ, Anayazı, Karaali bölgelerinde geniş bir sörvey çalışması yapılarak, bakla, bezelye, yerfıstığı, barbunya, fasulye ve nohut bitkilerinde nodülasyon durumları incelenmiştir. Bitki örneklemeleri, araştırma bölgelerindeki bitkilerin çiçeklenme dönemlerine göre, her bitki için farklı tarihlerde yapılmıştır. Bitki kök örneklemeleri ile birlikte kök bölgesi toprak örneklemeleri de yapılmıştır. Nodülasyon parametrelerinden, nodül sayısı, nodül ağırlığı ve etkili nodül ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Kök bölgesi topraklarında, mikrobiyal aktiviteleri belirlemek amacıyla, CO<sub>2</sub> üretimi ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C gkt}^{-1} 24\text{sa}^{-1}$ ), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA  $\mu\text{g TPF gkt}^{-1}$ ) analiz edilmiştir. Bununla beraber toprakların pH (1:5 sulandırma) ve EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) değerleri de tespit edilmiştir.

**Genel Yorum:** Araştırma sonuçlarına göre, sıfır hariç, en düşük ve en yüksek nodül sayısı değerleri (adet bitki<sup>-1</sup>), 5 ile 596 olarak bulunmuştur. Tüm örneklerle göre ortalama nodül sayısı değeri, 83 olarak belirlenmiştir. En düşük nodülasyon sonuçları, yerfıstığı bitkisinde ve Reyhanlı tarım alanlarında belirlenirken, en yüksek değerler ise, Amik Ovası tarım alanlarında, bakla bitkisinde belirlenmiştir. Reyhanlı, yerfıstığı tarım alanlarında, nodül bulunmamıştır. Genel ortalama sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek CO<sub>2</sub> değerleri sırasıyla 57 (Kumlu-bezelye) ve 328 (Serinyol-bakla)  $\mu\text{g CO}_2\text{-C gkt}^{-1} 24\text{sa}^{-1}$  olarak bulunurken, DHA değerleri ise 4.633 (Kumlu-bezelye) ve 27.368 (Serinyol-bezelye)  $\mu\text{g TPF gkt}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. pH değerleri, 8.16 (Amik Ovası-bakla)-8.67 (Kırıkhan-bezelye), EC değerleri ise 200 (Serinyol-bakla) - 538 (Amik Ovası-bakla)  $\mu\text{S cm}^{-1}$  değerleri arasında değişimler göstermiştir.

**Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Araştırma sonuçlarına göre, yüksek nodül sayısı tespiti yapılan bazı baklagil ekim alanlarında kullanılan azotlu gübrelerin azaltılmasının ve düşük nodül sayısı değerlerine ulaşılan baklagil ekim alanlarında ise rhizobial aşılama yapılmasının ekolojik ve ekonomik kazançlar sağlayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nodülasyon, rhizobial potansiyel, bakla, toprakta mikrobiyal aktivite.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı destekleyen, Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar ve Projeler (BAP) koordinatörlüğüne teşekkür ederiz. Proje no: HMKÜ BAP 18.YL.006.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2017) Hatay baklagil ekim alanları. Hatay Valiliği, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. TC. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2017 yılı faaliyet raporu. s. 17-18.
- Anonim (2019) <https://www.uyduharita.org/hatay-haritasi-resimleri/hatay-harita/>. (Erişim tarihi: 20.06.2019).
- Barea JM, MJ Pozo, R Azco'n, C Azco'n-Aguilar (2005) Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, Vol. 56, No. 417, pp. 1761–1778, July 2005.
- Brockwell J, PJ Bottomley, JE Thies (1995) Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: A critical assessment. Plant and Soil 174: 143-180, 1995.
- Buscot F (2005) What are soils? In: Buscot F, Varma S, eds. Microorganisms in soils: roles in genesis and functions. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 3–18.
- Coskan A and Dogan K (2011) Symbiotic Nitrogen Fixation in Soybean. Soybean Physiology and Biochemistry, Hany A. El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-534-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/symbiotic-nitrogen-fixation-in-soybean> (Erişim tarihi: 11.06.2019).
- Doğan K, Gök M, Coşkan A (2007). Bakteriye Aşılama ile Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yerfıstığı Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi.Ç.Ü.Z.F Dergisi, 22 (3): 43-52.
- Doğan K, Sarıoğlu A, Coşkan A (2016) Contribution Of Green Manure, Rhizobium And Humic +Fulvic Acid On Recovering Soil Biologic Activity Of Olive Mill Wastewater Contaminated Soil. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX, p. 63-68.
- Doğan K, Demirtok M, Coşkan A, Pamiralan H (2013) Amik Ovasına Ait Bazı Toprak Serilerinde Farklı Bitki Rizosfer Bölgelerindeki Bazı Mikrobiyal Aktivitelerin Belirlenmesi. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 03-07 Haziran Nevşehir. S.161-163.
- Doğan K, Celik I, Gök M, Coşkan A (2011) Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biyomas and nitrogen content of second crop soybean. African Journal of Microbiology Research 5(20):3186-3194.

- Doğan K, Karanlık S, Ağca N, Sarioğlu A, Yabar F (2018) Antakya Sebze Ekim Alanlarında Rizosfer Toprakları Mikrobiyal Aktivitelerinin Yersel Dağılımları. 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi. 26-28 September 2018. Antalya, Turkey. S. 537-550.
- Durrant MC (2001) Controlled Protonation of Iron-Molybdenum Cofactor by Nitrogenase: A structural and theoretical Analysis. Department of Biological Chemistry, John Innes Centre, Norwich Research Park, Colney, Norwich NR4 7UH, U.K.
- Gök M, Arıoğlu H, Doğan K (2008) Çukurova yerfıstığı ekim alanlarında rhizobiyal potansiyelin belirlenmesi ve bir model denemede bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının nodülasyon, bitki gelişimi ve verime etkisinin araştırılması. Sonuç Raporu. TÜBİTAK TOVAG 104 O 363 nolu Proje. S. 50-65.
- Gök M, Doğan K, Coşkan A, Arıoğlu H (2004) Bakteriyel aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının yerfıstığı bitkisinde nodülasyon ve biyomas oluşumuna etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi "Tarım Sanayi Çevre", 11-13 ekim 2004 Tokat. Bildiriler Kitabı, 2. cilt, S. 909-920. Gök, M., Martin, P., 1993. Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya, Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry 17, 753-761.
- Gök M, Martin P (1993) Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya, Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry 17, 753-761.
- Gök M, Sağlamtimur T, Coşkan A, İnal İ, Onaç I, Tansı V (2001) Organik ve Mineral Gübrelemenin Tarla Koşullarında Toprakta Azot Transformasyonuna ve Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi. Kesin Sonuç Raporu, Proje No:TARP-1785, TÜBİTAK.
- Isermeyer H (1952) Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Böden. Z. Pflanzenaehr. Bodenkd 5. 56-60.
- Järvan M, Edesi L, Adamson A, Vösa T (2014) Soil microbial communities and dehydrogenase activity depending on farming systems. Plant Soil Environ. Vol. 60, 2014, No. 10: 459-463
- Kılıç Ş, Doğan K, Keskin SG (2013) Yanlış Arazi Kullanımı ve Anız Yakma Sorununa Çözüm Önerileri. Tralleis Elektronik Dergisi. 1 (2013) 36-44.
- Kılıç Ş, Ağca N, Karanlık S, Şenol S, Aydın M, Yalçın M, Çelik I, Evrendilek F, Uygur V, Doğan K, Aslan S, Çullu MA (2008) Amik Ovasının Detaylı Toprak Etütleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Projesi, Proje no: DPT-2002K120480, Hatay, 2008.
- Kremser U ve Schnug E (2002) Impact of Fertilizers on Aquatic Ecosystems and Protection of Water Bodies From Mineral Nutrients. Landbauforschung Volkenrode. 52:81-90.
- Öhlinger R (1993) Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. In:Schinner. F.. Öhlinger. R.. Kandler. E.. Margesin. R. (eds.). Bodenbiologische Arbeits methoden. 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin. Heidelberg.
- Sarioğlu A, Doğan K, Kızıltuğ T, Coşkan A (2017), Organo-Mineral Fertilizer Applications For Sustainable Agriculture. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LX, ISSN 2285-5785, 161-166.
- Sarioğlu A (2017) Amik Ovası Yaygın Toprak Serilerinde, Soyada Bakteri Aşılması Ve Demir Uygulamasının Azot Fiksasyonuna Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. No: 976. Hatay. Türkiye. (yayınlanmamış).
- Şahin HC, Doğan K (2016) Amik Ovası Yaygın Toprak Serilerinin Mikrobiyal Aktiviteleri ve Bu Aktivitelerin Bazı Toprak Özellikleri ile interaksiyonları. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21(1):92-102.
- Şakar E (2019) Organik Ve Mineral Gübre Uygulamalarının Soya Bitkisinde Azot Fiksasyonuna Ve Zeytin Karasuyunun Toksik Etkilerinin Bertarafına Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. No: 1107. Hatay. Türkiye. (yayınlanmamış)
- Thalmann A (1967) Über die mikrobielle Aktivitaet und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeitsmerkmalen einiger Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivitaet (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG).
- U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA No: 6.
- Watts DB, Torbert HA, Feng Y, Prior SA (2010) Soil microbial community dynamics as influenced by composted dairy manure, soil properties, and landscape position. Soil Science, 175: 474-486.
- Zaldivar R (1976). Nitrate Fertilizer as Environmental Pollutants Possitive Correlation Between Nitrates used Unit are and Stomach Cancer Rates. Experienta 33/2, 264-265