



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HATAY BAKLAGİL EKİM ALANLARINDA *RHIZOBIAL*
POTANSİYELLERİN BELİRLENMESİ**

FATİH UYAR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
TEMMUZ-2019



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY BAKLAGİL EKİM ALANLARINDA *RHIZOBIAL*
POTANSİYELLERİN BELİRLENMESİ

FATİH UYAR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
TEMMUZ-2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY BAKLAGİL EKİM ALANLARINDA *RHIZOBIAL*
POTANSİYELLERİN BELİRLENMESİ

FATİH UYAR
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANSTEZİ

Doç. Dr. Kemal DOĞAN danışmanlığında hazırlanan bu tez 22/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile **KABUL** edilmiştir.

Doç. Dr. Kemal DOĞAN

Başkan

Prof. Dr. Necat AĞCA

Üye

Doç. Dr. Ahmet ALMACA

Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 18.YL.006

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

22.08.2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin, etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde, asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

FATİH UYAR

ÖZET

HATAY BAKLAGİL EKİM ALANLARINDA *RHIZOBIAL* POTANSİYELLERİN BELİRLENMESİ

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, minerallerin kullanımı önemli oranlarda azalır. Bu araştırma, Hatay baklagil ekim alanlarında, rhizobial potansiyelleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. 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, CO₂ 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 (dS m^{-1}) değerleri de tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, sıfır hariç, en düşük ve en yüksek nodül sayısı değerleri (adet/bitki), 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 CO₂ 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) dS m^{-1} değerleri arasında değişimler göstermiştir.

2019, 51 sayfa

Anahtar kelimeler: Nodülasyon, *rhizobial* potansiyel, baklagil, Hatay, toprakta mikrobiyal aktivite

ABSTRACT

DETERMINATION OF RHIZOBIAL POTENTIALS IN LEGUME CULTIVATION AREAS IN HATAY

Preservation of soil fertility and sustainability is possible by reducing the use of chemicals and mineral fertilizers in agricultural applications. Soil microbial activities, which are one of the natural and ecological potentials of agricultural areas, are minimized by the use of minerals and chemicals when used correctly. 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. 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, CO₂ 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 (dS m^{-1}) values were also determined.

According to the results of the study, the lowest and highest number of nodule values (nodüle number plant^{-1}), 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 Reyhanli peanut agricultural areas. According to the overall average results, the lowest and highest CO₂ 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) $\mu\text{g TPF gkt}^{-1}$. pH values were measured as 8.16 (Amik Plain-pods) - 8.67 (Kırıkhan-pea), and EC values were measured as 200 (Serinyol-bakla) - 538 (Amik Plain-bakla) dS m^{-1} .

2019, 51 pages

Key words: Nodulation, *rhizobial* potential, legume, microbial activity in soil

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana gösterdiği hoşgörü ve sabırdan dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Kemal DOĞAN hocama teşekkür ederim. Yüksek Lisans Tez çalışmalarım boyunca bana maddi manevi desteklerini veren aileme çok teşekkür ederim. 18.YL.006 nolu Yüksek Lisans Tez çalışmamı destekleyen H.M.K.Ü BAP koordinatörlüğüne teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Araştırma Alanlarının Coğrafik Konumları.....	19
3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	19
3.3. Araştırma Alanının Örnekleme Koordinatları ve bitki çeşitleri.....	20
3.4. Yöntem.....	22
3.4.1. Toprak ve Bitki Analizleri.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Nodülasyon Sonuçları.....	25
4.2. Nodül Sayısı (Adet kök ⁻¹).....	28
4.3. Nodül Ağırlığı.....	30
4.4. Etkili Nodül Ağırlığı (mg nodül ⁻¹).....	32
4.5. Toprak Sonuçları.....	34
4.6. Toprak Solunumu (CO ₂ üretimi).....	34
4.7. Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA) Sonuçları.....	36
4.8. pH (1:5) Sonuçları.....	38
4.9. EC Sonuçları (1:5).....	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma topraklarının alındığı bölgenin coğrafik lokasyonu.....	19
Şekil 3.2. Laboratuvar uygulamalarından bazı görünümeler.....	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.3: Araştırma Alanının Bitki Çeşitleri ve Örnekleme Koordinatları.....	20
Çizelge 4.1. Hatay baklagil ekim alanlarının nodülasyon değerleri	26
Çizelge 4.2. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül sayısı (Adet kök-1) sonuçları.....	29
Çizelge 4.3. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül ağırlığı sonuçları.....	31
Çizelge 4.4. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının etkili nodül ağırlığı sonuçları.....	33
Çizelge 4.6. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının CO ₂ (□ g CO ₂ -C g kt-1 24 sa-1) sonuçları.....	35
Çizelge 4.7. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının DHA (□ g TPF g kt-1) sonuçları.....	37
Çizelge 4.8. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının pH (1:5) sonuçları	39
Çizelge 4.9. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC (dS m-1) (1:5) sonuçları.....	41

1. GİRİŞ

Beslenmek ve hayatta kalmak için her yönüyle bağımlı olduğumuz topraklarımızı korumak için, daha ekolojik tarımsal uygulamalara daha fazla ağırlık vermeliyiz. Tarımsal uygulama yöntemlerinde, ekolojik yöntemlerin kullanılmasında temel amaçlarımızdan en önemlisi, verimli toprakların kendi potansiyellerinin kullanılması ve bu potansiyellerinin uzun süreli korunması yani 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, bitki köklerinde oluşturdukları nodüller aracılığı ile topraklara $10-30 \text{ kg da}^{-1}$ azot kazandırabilmektedir. 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, yerfıstığı 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 aktiviteleri daha önce Doğan ve ark., (2013) ile Doğan ve Şahin (2012) tarafından yapılmıştır. Amik Ovası yaygın seri topraklarında yapılan bazı araştırmalarda (Sarıoğlu, 2017; Şakar, 2019) soya bitkisinde çalışılmış ve bazı organik, mineral gübre uygulamaları ile demirin azot fiksasyonuna etkileri araştırılmıştır. Araştırma bölgesine ait rhizobial potansiyellerin belirlenmesi daha önce çalışılmamıştır. Toprak *rhizobiyal* 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. Bu çalışmada, rhizobial aktiviteler belirlenirken aynı zamanda yapılan rizosfer toprak örneklemeleri ile de toprakların CO_2 ve DHA aktiviteleri de belirlenmiştir. Bunlara ek olarak pH ve EC değerleri tespit edilmiş ve nodülasyon spnuçlarına etkileri değerlendirilmiştir.

Bölgeye ait baklagil ekim alanları yıllık ortalama $10.000-12.000 \text{ da}$ olup, Bölge çiftçisi açısından önemli bir gelir kaynağıdır (Anonim, 2012). Araştırma bölgesine ait

veriler ve elde edilen bulgular ışığında Hatay Bölgesi baklagil ekim alanlarında yapılan rhizobiyal çalışmalarla çok önemli ekonomik ve ekolojik kazançların elde edileceği ortadadır.

Bu araştırmanın amacı, Hatay topraklarına ait yaygın seri topraklarının rhizobiyal potansiyelleri tespit edilerek bu bölge topraklarına ait mikrobiyel avantajlar veya zayıflıkları belirlemektir. Tespit edilen rhizobiyal eksikliklerin giderilmesi için gerekli öneriler yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin bölge yararına kullanılması için yayınsal ve bilgilendirme çalışmaları devam edecektir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hatay bölgesinde yapılacak olan bu araştırma ile baklagil ekim alanlarında *rhizobial* potansiyeller belirlenecektir. Daha önce bu bölge için yapılmamış bir araştırma olan bu çalışma ile bölge ekonomisine ve ekolojisine önemli faydalar sağlanacaktır. Geniş ve verimli tarımsal arazilere sahip olan Amik Ovası topraklarının mikrobiyel aktiviteleri daha önce Doğan ve ark., (2013) ile Doğan ve Şahin (2012) tarafından yapılmış olup bölgeye ait azot fiksasyonu ve *rhizobiyal* aktiviteler gibi daha spesifik çalışmalar bulunmamaktadır. Toprak *rhizobiyal* 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. Bölgeye ait baklagil ekim alanları yıllık ortalama 10.000-12.000 da olup, Bölge çiftçisi açısından önemli bir gelir kaynağıdır (Anonim 2012). Yukarıda verilen bilgiler ışığında Hatay Bölgesi baklagil ekim alanlarında yapılacak rhizobiyal çalışmalarla çok önemli ekonomik ve ekolojik kazançların elde edileceği ortadadır.

Toprakların mikrobiyel aktiviteleri, tarımsal verimlilikle çok yakından ilgilidir. Toprağın canlı ve dinamik bir yapı kazanmasını sağlayan toprak organizmaları, gram topraktaki sayıları birkaç yüzden milyarlaraya kadar değişebilen ve toprak oluşumu ile verimliliği açısından son derece önemli olaylara katkıları olan canlılardır. Bitkilerin ihtiyacı olan birçok makro ve mikro elementler, mikroorganizmalar yardımıyla çeşitli sentez ve analizler sonucunda yararlı hale dönüştürülürler. Mikroorganizmalar bu faaliyetlerini kendileri için gerekli olan besin ve enerjileri temin ederken gerçekleştirirler. Toprak mikroorganizmaları ve bu organizmaların faaliyetlerinin tarımsal alanlarda ayrı bir önem kazanması, bu organizmaların toprak organik maddesini parçalanması, bitkilerce alınmış besin maddelerinin tekrar topraklara kazandırılması, havada bol bulunan azotun bitkilerce alınabilir formlara dönüştürülmesi, toprakta verimliliğin devamlılığı için çok gerekli olan humusun oluşması, azot ve kükürt gibi bazı elementlerin oksitlenerek bitkilerce alınabilir formlara sokulması ve

ham fosfatın yararışlılığının artırılması gibi olayları gerçekleştirmeleri yanında, onların toprakların oluşumundan itibaren topraklarda cereyan eden saf kimyasal olaylar dışındaki tüm olaylara katılmalarından kaynaklanmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1997; Doğan ve ark., 2007; Gök ve ark., 2006).

Simbiyotik yaşayan bakteriler “konukçu” denilen bir bitkinin kökleri üzerinde yaşarlar. Bakteri konukçu bitkiden kendi ihtiyacı olan karbonhidratları alarak yaşar ve bu sırada havadan aldığı azotu konukçu bitkiye verir. Karşılıklı bir işbirliği esasına dayalı bu yaşam şekline “simbiyotik yaşam” denir. Rhizobium bakterisi konukçu bitki üzerinde nodül denen yumrular oluşturur ve nodül içinde N₂-fiksasyonu yaparlar. Simbiyotik N₂-fiksasyonu nitrogenaz enzimi ile katalize edilir (Doğan ve ark., 2007; Coşkan ve Doğan, 2011).

Atmosferde % 78 oranıyla en fazla bulunan azot (N₂) gazı, bitkiler ve hayvanlar için yararışlı bir formda olmadığı için birçok canlı, çevresindeki tonlarca azota rağmen bu elementin noksanlığı nedeniyle ya hastalanmakta ya da ölmektedir. Bu kadar önemli elementten bitkilerin ve diğer canlıların yararlanabilmesi için, moleküler azotun (N₂) bitkilerce alınabilir formlara (NH₄⁺, NO₃⁻) dönüşmesi gerekmektedir. Doğada bu işlevin en önemli rolü bakterilere verilmiştir. Biyolojik azot fiksasyonu ile moleküler N₂, mikrobiyolojik olaylarla bakteriler aracılığıyla NH₃ daha sonra amino asit ve proteine dönüşmektedir (Lindemann and Glower, 2003; Doğan ve ark., 2007).

Baklagillerde bütün bu sözü edilen işlemler köklerde nodül denilen yumrucuklarda oluşmaktadır. Bitkide azot üretim birimi olarak görev yapan nodüllerin oluşmaları ve fiksasyonlarını yerine getirebilmeleri hem makro, hem de mikro symbiontların genetik yapısı yanı sıra, ortam koşulları ile de (pH, sıcaklık, ışık, su, toprağın biyolojik ve fiziksel özellikleri, besin maddeleri durumu) çok yakından ilgilidir. Biyolojik azot fiksasyonunun artırılması genetik manipulasyon (Ahmad ve ark.,1988) ve ıslah çalışmaları ile artırılması yanı sıra, uygun ortam koşullarının sağlanması ve ideal bitki tiplerinin ortaya çıkarılması ile mümkündür (Sprent, 2001; Goormachting ve ark., 2004; Adjei ve ark., 2002).

Biyolojik azot fiksasyonunda azotun NH₄⁺'a indirgenmesi normal atmosfer basıncında ve normal iklim koşullarında gerçekleşmekte ve enerji olarak da doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisinden faydalanılmaktadır. Canlılar alemi içinde sadece bazı *procaryotic* organizmalar, yani mikro organizmalar gaz halindeki moleküler azotu

indirgeyebilir. Bu organizmalar sahip oldukları genetik yapıları sayesinde azotun indirgenmesinde kullanılan nitrogenaz denilen enzim sentezleme yeteneğine sahiptirler (Rees ve Howard, 2000; Durrant, 2001).

Nodülasyon olayı bitki ve mikroorganizma arasındaki bazı salgılar aracılığıyla gerçekleşen sinyalleşmelerle başlar. Bitki tarafından salgılanan triptofan ve bakteri tarafından salgılanan indolasetik asitler aracılığıyla bitki ve mikroorganizma arasındaki uygunluk etkileşimi başlamış olur. Daha sonra gerçekleşen diğer spesifik süreçler sonunda bitki köklerinde nodüller oluşur. Nodülasyon süreçleri içerisinde yer alan triptofan salgılanmasının nedeni henüz tam olarak bilinmemektedir. Kılcal kökte yer alan pektik ve kitin materyalini parçalayacak enzim olmadığı için, mikroorganizma tarafından salgılanan poligalakturanaz enziminden yararlanır.

Baklagiller bitki kök bölgesinde nodülleri aracılığıyla tuttıkları azotu, köklerinin çürümesi ile de toprağa azot kazandırır. Azot, ölmüş nodül dokularının kökten ayrılıp toprağa karışması ile meydana gelebilir. Bu durum bitkinin toprak üstü aksamının kesilmesi ile hızlanır. Baklagil bitkilerinden azotun toprağa diğer bir geçiş şekli ise, suda eriyebilir organik azot bileşiklerinin nodüller tarafından toprağa salgılanması şeklinde olur. Bu durum bitkide azot bağlanması, karbonhidrat sentezinden daha hızlı olduğu nadir durumlarda gerçekleşir (Werner, 1987).

Baklagil bitkileri yalnızca kendi gelişmelerini sağlamakta, başka bitkilere gelişmeleri esnasında azot vermemektedir. Eğer kullanılan toprağın azotça zenginleşmesi isteniyorsa baklagil bitkisinin tamamının veya bazı kısımlarının toprağa gömülmesi gerekmektedir (Obaton, 1983).

Topraklardaki bitki besin elementlerinin bitki gelişimi için yeterli ve dengeli olması genelde büyük önem taşımaktadır. Ancak, bitkideki bazı fonksiyonlar için mutlak gerekli olan ya da bazı yapı birimlerinin yapısında yer alan bazı elementlerin toprakta yeteri kadar bulunması ya da bitki tarafından alınabilir olmasının ayrı bir önemi vardır. Demir (Fe) ve molibden (Mo), baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonunda görev yapan Nitrogenaz enziminin yapısında yer almaktadır. Dolayısıyla bu besin elementlerinin topraktaki miktarı ve bitki tarafından alınımı baklagillerde simbiyotik N₂-fiksasyonunu doğrudan etkilemektedir (Werner, 1987; Durrant, 2001).

Nitrogenaz enzimleri, moleküler azotu (N₂), bitkilerin kullanabileceği azot formlarına (NH₄⁺, NO₃⁻) indirgeyerek katalize eder. Nitrogenaz enziminin yapısı, demir-

sülfür, Fe, Mo ve bu iki elementlerin karışımları ile oluşmuş olan Fe ve MoFe proteinlerinden oluşmuştur. Nitrojenaz enziminin çalışması için mutlak olarak bu iki elemente (Fe, Mo) ihtiyaç vardır. Enzimin yapısında bulunan bu metal kümeleri, moleküler azotun redükte olmasında önemli rol oynarlar. Fe-proteinlerinden veya MoFe proteinlerinden gelen elektronlar, moleküler azotu indirgeyerek bitkiler için yararlı forma dönüştürürler. Bu sırada elektronların etkili transferleri için ATP hidrolizi gerekli değişimleri sağlar (Durrant, 2001; Corbett ve ark., 2004).

Demir ve Molibden, azot fiksasyonunda oynadıkları çok önemli rolden dolayı özellikle baklagil bitkileri için tavsiye edilmektedir. Bununla beraber son zamanlarda molibden, yerbuğdayı bitkisi için önerilmemektedir. Senegal’de yapılan bir çalışmada molibdenin yerbuğdayına olumsuz etkileri tesbit edilmiştir (Smart, 1993, Corbet ve ark., 2004; Zehr ve ark., 2003; Santos et. al., 2004).

Gök ve Martin (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamının soya, üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, bakteri aşılmasının soya ve üçgülden N_2 fiksasyonu ve bitki kuru madde ağırlığını önemli ölçüde artırdığı, fiğde ise aşılmanın suşların etkin olmaması nedeniyle önemli bir etkide bulunmadığı gözlenmiştir. Ayrıca denemeye alınan suşların gerek nodül oluşumu, gerekse azot fiksasyonu ve kuru madde oluşturma yönünden etkilerinin spesifik olduğu görülmüştür.

Kültüre alınmış alanlarda fikse edilen azotun en önemli kaynağı *Rhizobium*-baklagil ortaklaşmasına dayanmaktadır. Simbiyotik azot tespiti ile dünya azot kazancının, 75 milyon ton/yıl’ın üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Tarımsal sistemde ortalama azot fiksasyonu $10-30 \text{ kg N da}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olup, ancak iyi gelişme koşulları, konukçu bitkinin uygunluğu ve en iyi izolatların seçimi ile $40-60 \text{ kg N/da.yıl}$ değerine çıkabilmektedir (Drevon, 1983; Werner, 1987).

Rennine ve Dubetz (1987), Kuzey Kanada’da bazı baklagillerle fikse edilen azot miktarını saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada; bakla, bezelye, nohut ve mercimekte fikse edilen azot miktarını sırasıyla $21,6 \text{ kg N/da}$, $18,5 \text{ kg N/da}$, $17,6 \text{ kg N/da}$ ve $8,4 \text{ kg N/da}$ olarak bulmuşlardır. Buna ilave olarak fikse edilen azot miktarının, kullanılan toplam azot miktarına oranı ise baklada %85, nohutta %82, bezelyede %79 ve mercimekte % 67 şeklinde belirlenmiştir.

Tek yıllık baklagillerden danesi için yetiştirilen (bezelye, fasulye, yerbuğdayı gibi) baklagillerin toprağın azot içeriğini artırmadıkları ve kendilerinden sonra gelen ürüne önemli bir etki yapmadıkları çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir (Russel,1961; Yalı,1993; Arıoğlu, 2000; Gök ve ark., 2004).

Simbiyotik azot fiksasyonu ile birlikte simbiyotik olmayan yolla bağlanan azot miktarı ile bulgular çok değişik olmakla beraber, genellikle yılda 0.5-1.0 kg/da olarak tahmin edilen miktar, ortalama olarak kabul edilebilir. Baklagiller tarafından simbiyotik yolla tesbit edilen azot miktarı ise dekar başına, yaklaşık olarak 10-20 kg arasında bulunmaktadır. İyi şartlar altında soya *Bradyrhizobium japonicum* ikilisi simbiyotik yolla 300 kg/ha.yıl düzeyine yakın azot fikse edebilirler (Keyser ve Li, 1992). Bakteri aşılması ile, soya ve diğer baklagillerde tohum verimi önemli miktarda artmaktadır (Gök, 1995).

Havanın serbest azotunu baklagillerle simbiyotik yaşam kurarak bitki kök bölgesinde tutulan azotun kökün çürümesi ile toprağa kazandıran ve genel olarak *Rhizobium spp.* olarak bilinen mikroorganizmalar aşılama ile toprağa verilmediği durumda genellikle toprakta az sayıda bulunurlar ya da etkili olmazlar. Bu nedenledir ki aşısız koşullarda biyolojik yolla toprağa bağlanan azotun miktarı da düşük olur (Gök ve Onaç, 1995).

Her bitki kendine özel bakteri istemekte ve aşılama çoğu zaman gerekli olmaktadır (Gök, 2001). Baklagillerde bakteriyel aşılamanın vegetatif gelişme, kuru madde oluşumu, dane verimi, nodülasyon, vejetatif aksam, nodül ve danede azot içeriğini etkilediği birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Onaç ve Gök, 1995; Gök ve ark., 2004; Gök ve ark., 2005).

Gök ve ark. (2007), yerbuğdayı bitkisi ile ilgili yaptıkları bir sörvey çalışmasında, bakteri aşılmasının yapılmadığı veya uzun süreli ihmal edildiği yerlerde nodülasyon ve azot fiksasyonunun çok zayıf olduğunu rapor etmişlerdir.

Azot fiksasyonu genel olarak fide döneminde başlar ve vejetatif gelişme dönemi boyunca devam eder. Çiçeklenme döneminde azot fiksasyonu maksimuma ulaşır ve bakla dolumu da hızla düşer (Spent 1976; Anonymous, 1996; Adjei ve ark., 2002; Krouma ve Abdelly, 2003; Coşkan, 2004; Chau, 2006).

Doğanın önemli bir parçası olan mikroorganizmalar, çevresel şartlardan önemli derecede etkilenirler. Olumlu koşullarda hızla çoğalıp doğal işlevlerini gerçekleştiren bu

canlılar, olumsuz koşullarda da hayatta kalabilmek ve fonksiyonlarını sürdürebilmek için çok çetin mücadeleler verirler. Toprak mikroorganizmaları ve bu organizmaların faaliyetleri yöreden yöreye büyük oranda değişebilir. Bu organizmaların faaliyetleri toprak pH'sı, alınabilir P ve K miktarı, ağır metallerin mevcudiyeti, su rejimi vs. gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir.

Genellikle bitki besin elementlerinin alınabilirliğini arttırmak amacıyla topraklara uygulanan organik ve inorganik gübreler aynı zamanda toprak mikroorganizmalarını da etkilerler. Mikrobiyel aktivitelerin değişmesi topraktaki birçok biyokimyasal olayların değişmesine ve dengenin bozulmasına neden olur. Marschner ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, uzun süreli gübreleme çalışmaları sonunda topraklardaki mikrobiyel toplulukların yapı ve fonksiyonlarındaki değişimlere bakılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen bulguların tamamına yakınında uzun süreli uygulanan mineral gübrelerin mikrobiyel toplulukların oluşum ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediği ortaya konmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada ise (Crecchio ve ark., 2001), topraklara uygulanan NPK ve hayvan gübrelerinin enzim aktivitelerini artırdığı ortaya konmuştur.

Toprak mikroorganizmalarına ulaşan pestisitler, pestisidin cinsine ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişik etkide bulunabilirler. Bazı ilaçlar toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanabilmekte ve onlara karbon ve enerji kaynağı olabilmektedir. Klorlu alifatik asit etkili ilaçlar, nitrifikasyon yapan bakterilere toksik etki göstererek faaliyetlerini geçici olarak durdurabilmektedir. Atrazin ve simazin gibi bazı ilaçlar da nitrifikasyonu teşvik etmektedirler. Fumigant etkili ilaçlar ise nitrifikasyon yapan bakterilerin faaliyetlerini engelleyerek nitrifikasyon olayının aylarca durmasına sebep olmaktadır. DDT ve BHC gibi ilaçlar nodozide bakterilerinin nodül oluşturmaya engel olabilmektedir. Bazı fumigant cinsi pestisitler toprakta eriyebilir manganez veya diğer iz elementlerin bitkilere toksik etki gösterecek kadar artmasına sebep olmaktadır. Toprak ilaçlamasında kullanılan bazı bakırlı ilaçlar ise toprakta bakır birikmesine yol açarak hassas bitkilerin zarar görmesine neden olurlar (Kılıç, 1994).

Kullanılan pestisidin cinsi, kimyasal özellikleri, çözünebilirlik veya kalıcılık durumu, mikroorganizmaların türü ve biyolojik özellikleri pestisitlerin mikroorganizmalara toksisitesini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Özellikle

toprakta uzun süre kalıcılık özelliği gösteren klorlu hidrokarbon grubu pestisitler toprak mikroorganizmaları üzerinde büyük olumsuz etkiye sahiptir (Öztürk, 1990).

Sıcaklık mikroorganizmaları etkileyen temel faktörlerden biridir. Baklagil bitkilerinden bazılarında kök bölgesindeki sıcaklığın nodülasyon durumuna etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ortaya konan sonuçlara göre, düşük kök sıcaklığında yer altı üçgölünde infeksiyon 7 °C'de 19 °C'ye göre gecikmiştir. Fakat 7 °C'de infeksiyonla nodülasyon arasındaki süre kısalmıştır. Sıcaklık aynı zamanda nodülün değişik bölgelerindeki doku miktarını etkilemekte, örneğin 7 °C'de değişim bölgesi nodülün % 20'sini oluştururken 19 °C'de % 5'ni oluşturmaktadır (Sprent, 2001).

Yukarıdaki bilgilerden de anlaşılacağı üzere toprakta rhizobiyal ve mikrobiyel aktiviteler, çevrelerinde oluşan her faktör ile etkileşim halindedir. İklimsel ve çevresel faktörlerin etkisi altındaki mikrobiyel aktivitelerin potansiyellerini belirlemek ve bu potansiyelleri tarımsal açıdan kullanmak hem ekolojik hem de ekonomik açıdan bölgesel yararlar sağlamaktadır. Farklı ana materyallerin etkisi altında oluşmuş Hatay topraklarının yaygın serilerinde tesbit edilmesi planlanan rhizobiyal potansiyel sonuçları, gerek bölge çiftçisi gerekse bu bölgeye yönelik araştırmalarda önemli alt yapı verileri sağlayacaktır.

Hatay topraklarına ait yaygın seri topraklarının rhizobiyal potansiyelleri tesbit edilerek bu bölge topraklarına ait mikrobiyel avantajlar veya zayıflıklar ortaya konulacaktır. Belirlenen rhizobiyal eksikliklerin giderilmesi için gerekli öneriler yapılacak ve bu eksiklikleri bölge yararına dönüştüren uygun projeler önerilecektir. Araştırma alanlarına ait topraklarda belirlenen yüksek rhizobiyal aktivitelerin en verimli şekilde kullanılması için gereken öneriler yapılacaktır. Çalışma sonucunda elde edilecek olan verilerin kullanılması sağlanarak ekolojik ve ekonomik kazançların bölge yararına sunulması amaçlanmaktadır.

Dünya atmosferinde diğer gazlara göre %78 bulunma oranıyla en fazla olan azot (N₂) gazı canlılar için alınabilir ve yararlı formda olmadığından, etraflarındaki çok fazla azot gazına rağmen birçok canlı bu elementin noksanlığıyla hastalanıyor ya da ölüyor. Önemi bu kadar fazla olan elementten canlıların yararlanabilmesi için, atmosferdeki moleküler azotun bitkiler tarafından alınabilir formlara (NH₄⁺, NO₃⁻) dönüşmesi gereklidir. Doğada en önemli görevin işlevi bakterilere verilmiştir. Biyolojik azot (N₂) fiksasyonu ile moleküler yapıdaki azot (N₂) bakterilerin mikrobiyolojik

olaylara aracılık etmesiyle NH_3 ' e dönüştürülüp, daha sonraki adımda ise amino asit ve proteinlere dönüşmektedir (Lindermann and Glower, 2003; Doğan ve ark.2007).

Uzun periyotlar boyunca uygulanan ağır toprak işleme ve kimyasal yöntemler ile yapılan minarel uygulamaları toprak verimliliğine zarar vermiştir. Toprakta bulunan organik madde, toprağın canlılığını sağlayan mikrobiyal hareketlenmeler için en önemli enerji ve besin kaynağıdır. Toprağın içindeki organik maddesinin ağır devinimi sayesinde canlılar için önemli bir besin kaynağı olmasının yanında düzenleyici olarak etki etmesiyle toprakta önemli bir rol oynar. Toprakların toprak organik maddesine önemli derecede bağlı olan özellikleri; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleridir. Sıklaştırılmış tarımsal faaliyetleri topraklardaki organik maddeyi azaltmaktadır. Gün geçtikçe canlılık faaliyetleriyle birlikte verimlilik faktörlerini de kaybeden topraklarımız tekrardan canlılık faaliyetlerini kazandırmak ve verimlilik faktörlerindeki devamlılığı sağlayabilmek için toprakların organik materyallerle desteklenmesi gerekmektedir. Mineral gübre uygulamalarının organik materyal ile desteklenmesi tarımsal üretimde ekolojik ve ekonomik kazanç sağlayacaktır (Doğan ve ark. 2006; Doğan ve ark. 2011; Sarıoğlu ve ark., 2017).

Topraklarda azot (N_2) fiksasyonunda görev alan bakteri topluluklarının sahip oldukları en önemli aktivite baklagil-bakteri simbiyotlarının rhizobiyal aktiviteleri olup, baklagil ekim alanlarında en önemli verimlilik faktörüdür. Rhizobium başka diğer toprak canlıları da toprak verimliliği bakımından çok önemli bir faktör olup, organik maddenin mineralizasyonunda, doğadaki C, N, P,S vs. gibi birçok önemli element döngülerine kadar birden fazla mekanizmada önemli roller üstlenirler. Özellikle toprakta rizosfer tabakasında yaşayan organizmalarla bitki etkileşimi sayesinde önemli kazançlar sağlar. Baklagil ekim alanlarında elverişli bakteri suşu ile aşılama yapılması ile oluşan ortak yaşam (simbiyotik) ilişkiler sayesinde bakteriler, atmosferde yarayışsız formdaki azotu (N_2) yarayışlı azot formuna (NH_4^+ - NO_3^-) dönüştürerek toprağa ($10\text{-}20 \text{ kg da}^{-1}\text{N}$) kazandırır. Atmosferdeki tonlarca yarayışsız formdaki azot (N_2) atmosferik olaylarla, endüstriyel yollarla gübre fabrikalarında ve biyolojik yollarla toprağa kazandırılır (Haktanır ve ark., 1997; Coşkan ve Doğan, 2011). Normal sıcaklık ve basınç altında hiçbir çevresel veya maddi zarara neden olmadan, sahip oldukları nitrojenaz enzimleri sayesinde toprağa çok fazla azot kazandırma yeteneği doğada sadece bakterilere verilmiştir. Bu bakteriler ortak yaşam (simbiyotik) ilişkileri ile

toprağa bakladıkları azot oranı çok yüksektir ve bu bakteriler toprağa azotu serbest olarak da bağlayabilirler. Rhizobium denilen bu bakterilerin eksik olduğu baklagil ekim alanlarında gereğinden fazla uygulanan kimyevi gübre ve tarım ilaçları hem toprak mikroorganizmalarına hem de ekonomiye önemli zarar vermektedir. Toprak mikroorganizmaları ve bu organizma aktivitelerini göz ardı edilerek yapılan tarımsal aktiviteler sonucunda toprak canlıları önemli derece zarar görmekte ve bu zarar toprağın verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Arioğlu, 2000; Doğan ve ark., 2018). Amik ovasındaki toprakların bir bölümü ofyolit ve serpantin kayaçlarının etkisi ile oluşmuştur. Bu ana materyallerin içerdiği fazla miktardaki bazı ağır metaller toprakların verimliliğini azalmaktadır (Şahin ve Doğan, 2016).

Toprakların canlılık faaliyetleri, tarımsal verimlilikle yakından ilgilidir. Toprak organizmaları; toprağın canlı ve dinamik bir yapı kazanmasını sağlayan ve 1 gram toprakta sayılarının birkaç yüzden milyarlara kadar değişen ve toprak oluşmasıyla verimliliği açısından son derece önemli roller oynayan canlılardır. Mikroorganizmaların analizleri ve sentezlerinin sonucunda bitkilerin ihtiyaç duydukları makro ve mikro elementleri yararlı hale dönüştürürler. Mikroorganizmalar bu aktiviteleri kandileri için gerekli olan enerji ve besini sağlarken gerçekleirirler (Doğan ve ark., 2018).

Toprak mikroorganizmaları ve bu organizmaların aktivitelerinin tarımsal bölgelerde ayrı bir önemi kazanması, havada bol bulunan azotun bitkilerce alınabilir formlara dönüştürülmesi, azot ve kükürt gibi bazı elementlerin oksitlenerek bitkilerce alınabilir formlara sokulması ve ham fosfatın yararlılığının artırılması, bitkilerce alınmış besin maddelerinin tekrar topraklara kazandırılması ve toprak organik maddesinin parçalanması gibi olayları gerçekleştirmelerinin yanı sıra toprakların oluşumundan itibaren topraklarda süregelen saf kimyasal olaylar dışındaki bütün olaylara katılımlarından kaynaklanmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1997; Gök ve ark., 2006; Doğan ve ark, 2007).

Doğal ekosistemin sürekliliği için mutlak gerekli olan mikro ve makro besinlerde toprak fuanası unsurları arasında bulunmaktadır. Rizosfer tabakasında mikroorganizma topraktaki mikroorganizmaların en yoğun bulunduğu katman olan rizosfer tabakası bitki-mikroorganizma etkileşiminin bitki gelişimi açısından son derece önemli bir unsurdur (Doğan ve ark. 2010).

Simbiyotik ilişkilerde mikorizal ve rhizobial faaliyetlerin sonunda, rizosfer tabakasında mikroorganizma-bitki simbiyotik ilişkisinden faydalanır. Benzer ilişkilerde bitkiyi hastalıklara karşı koruma direncini yükseltmek, büyüme ve gelişmesi için mikoriza bitkiye özellikle P elementi olmak üzere besin elementleri ve su sağlar. Rizosfer tabakasında yaşamsal faaliyetlerini devam ettiren mikoriza ve rhizobium gibi bitki ile simbiyotik ilişkileri olan canlılar, bitkinin kök bölgesinde salgıladığı organik bileşiklerden yarar sağlarken, bitkinin ihtiyaç duyduğu yaşamsal aktivitelerini de gerçekleştirir. Rizosfer tabakasında mikrobiyolojik aktiviteler, kök bölgesinde salgılanan organik bileşiklerin yapısında ve miktarındaki bir farklılık etkileyecektir. Simbiyotik yaşayan bakteriler “konukçu” denilen bitkinin kök bölgesinde yaşarlar. Bakteri atmosferde serbest olarak bulunan azotu konukçu bitkiye verirken, bu sırada kendi ihtiyacı olan karbohidratları alarak yaşamını sürdürür. Karşılıklı iş birliği esasına dayalı yaşam şekline “simbiyotik yaşam” denir. Rhizobium bakterisi konukçu bitkinin kök bölgesinde nodül adı verilen yumrular oluşturur ve nodül içinde N₂- fiksasyonu yaparlar. Simbiyotik N₂- fiksasyonu nitrogenaz enzimi ile katalize edilir (Haktanır ve Arcaç, 1997; Doğan ve ark. 2007; Gök ve ark. 2007; Coşkan ve Doğan, 2011).

Toprakta bulunan bitki besin elementleri bitkilerin gelişmesi için dengeli ve yeterli olması genel olarak büyük önem taşır. Fakat bitkilerin bazı işlevleri için kesin gerekli olan ya da bazı birimlerinin yapısında bulunan bazı elementlerin toprakta yeterli düzeyde bulunması ve bitkinin alabileceği formda olması ayrı bir önem taşır. Molibden (Mo) ve Demir (Fe), baklagiller ile simbiyotik azot fiksasyonunda görev alan nitrogenaz enziminin yapısında bulunmaktadır. Bu nedenle sözü edilen besin elementlerinin bitki tarafından alınımı ve topraktaki miktarı baklagillerin simbiyotik azot fiksasyonuna doğrudan tesir etmektedir (Werner 1987; Durrant 2001; Doğan ve ark., 2007; Coşkan ve Doğan, 2011).

Topraklarda yararlı olarak bulunan molibden ve demir elementinin miktarı, nitrogenaz enzimi yapısında bulunmasının nedeni, mikrobiyel azot fiksasyonunu ve nodülasyonuna doğrudan tesir etmektedir. Yapılan deneme sonuçlarının doğrultusunda, özellikle bazik pH' ya sahip ekim alanlarında baklagil yetiştiriciliğinde toprakta bulunan özellikle yararlı olarak bulunan demir elementi miktarının dikkate alınması, bunun için de tarla koşullarında en uygun demir dozunun kullanılması gerekmektedir. Bu alanda yapılacak denemelerde, fazladan molibden uygulaması yapılarak topraktaki yararlı

molibden miktarının ve uygun bakteri suşları aşılması yaparak topraklarda bulunan *Rhizobium* sp. bakterilerinin yeteri derecede bulunup bulunmadığının denenmesi, en fazla azot fiksasyonu ve verimin artırılması açısından önemlidir. Molibden ve demir azot fiksasyonunda önemli rol oynadıklarından dolayı baklagil bitkilerinde önerilmektedir (Smart, 1993, Corbet ve ark. 2004; Zehr ve ark. 2003; Santos ve ark. 2004; Doğan ve ark., 2007).

Aşı yapılmamış ortamlarda biyolojik olarak toprağa kazandırılmış azot toprağa etkili olmaz ya da yetersiz gelebilir. Atmosferde serbest bulunan azotu baklagillerle simbiyotik yaşam ilişkisi oluşturarak toprağa kazandırılan ve *rhizobium* olarak bilinen mikroorganizmalar aşı yoluyla toprağa verilerek toprakta etkili hale gelir ve yeterli sayıda bulunurlar. Bundan kaynaklanarak aşısız koşullarda biyolojik yollarla toprağa kazandırılan azotun miktarı, aşılı koşullarda toprağa verilen azottan daha düşük durumdadır (Gök ve Onaç. 1995).

Bitkiler kendilerine özgü bakteriye ihtiyaç duyduklarından çoğu zaman aşılama yapılması gerekmektedir. Baklagillerde bakteriye aşılamanın; kuru madde oluşumu, dane verimi, vejetatif aksam, nodül ve danede azot içeriği vejetatif gelişme, dane verimini etkilediğininbirden fazla araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Onaç ve Gök, 1995; Gök ve ark. 2004; Gök ve ark, 2005).

Bitkilerin azot gereksinimleri genelde mineral gübreleme yoluyla karşılanmaktadır ve azot, bitkilerde ürün verimini etkileyen en önemli elementlerden biridir. Bundan dolayı dünyadaki azotlu gübrelerin üretimi, bitki besin elementlerini içeren gübrelere göre artmaktadır. Günümüzde azotlu gübrelerin üretimi toprakta üretilen ürünlerin tüketimini karşılayamamaktadır. Sanayide insanlar tarafından yapılan üretim için çok büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ortaya çıkan sorun ihtiyaç duyulan yüksek enerjinin yanı sıra, kullanılan mineral azot gübrelerinin bir kısmının denitrifikasyon ile, bir kısmının ise yıkanma ile topraktan uzaklaştığından kullanılan azotlu gübrelerden bitkilerin uygun değerlilikte yararlanması mümkün olmamasıdır.

Azotlu gübre kullanımının verim oranındaki yüksek artışla beraber azotlu artıkların içme suyuna ve taban suyuna karışması ve daha fazla azotlu gübre kullanımının sonucunda meydana gelen sorunlar bilim insanları tarafından çevre kirliliği olarak gündeme gelmekle, birlikte günümüze kadar bu sorunun çözümü ile

ilgili yeterince çalışma yapılmamaktadır. Hızla azalan verimli ekim alanları şuan ki durumuyla organik çalışmalarla hızla artan nüfusu doyurmaya yetmemektedir. Bilinçli ve dengeli mineral ve biyolojik gübreleme ile kalitesi yüksek ürünlerin yetiştirilmesiyle, yetiştirilen ürünlerle beslenen insanların sağlık yönünden de büyük önem taşımaktadır. Bilinçsiz olarak uygulanan organik uygulamalar doğada olumsuz gelişmelere neden olurken, bilinçli olarak uygulanan kimyasal uygulamalar ve mineral gübreler doğada olumsuz gelişmelere neden olmaz (Doğan ve ark, 2016; Sarıoğlu ve ark, 2017).

Simbiyotik azot fiksasyonunda baklagil ve bakteri ilişkisi çok önemlidir. Baklagiller Leguminosae (Baklagil) familyasından olup, önemli bir besin kaynağıdır (Spren, 2001). Leguminosae familyası geniş bir familya olup içinde 18000 tür barındırmaktadır. Bu türlerin yaklaşık 13.000 tanesi toprak mikroorganizmalarıyla simbiyotik ilişki içerisinde yaşayarak azot fiksasyonu yaparlar (Spren, 2001; Goormachting ve ark., 2004).

Biyolojik azot fiksasyonu iki şekilde meydana gelir. Bunların birincisi simbiyotik olmayan azot fiksasyonu ikincisi ise simbiyotik azot fiksasyonudur. Simbiyotik yaşayan bakteriler konukçu bitkinin kök bölgesinde yaşarlar. Bakteri konukçu bitkiden kendi ihtiyacı olan besin maddesini alarak yaşamını sürdürürken, atmosferden aldığı azotu konukçu bitkiye verir. Karşılıklı işbirliğine dayalı bu yaşam şekline “ simbiyotik yaşam” denir. Rhizobium bakterisi konukçu bitkinin kök bölgesinde nodül adı verilen yumrular meydana getirir ve meydana gelen nodül içerisinde azot fiksasyonu yapar. Simbiyotik azot fiksasyonu nitrogenaz enzimi ile katalize edilir (Haktanır ve Arcak 1997).

Toprak bakterileri hayatlarını sürdürmek için yaşam koşullarına en uygun ortamlar da bulunurlar. Yaşadıkları ortamlarda bulunan diğer mikroorganizmalarla besin elementi temin etmek için sürekli bir rekabet içindediler. Özellikle Rhizobium bakterileri demir elementine olan ihtiyaçlarından dolayı bu element için çok fazla rekabete girerler. Battistoni ve ark.,(2001) yılında yaptıkları çalışmada topraklarda demir elementi eksikliğinde bakteriler arasındaki rekabeti incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda, demir elementi eksikliğinde rhizobium bakterilerinin daha etkili rekabete girdikleri belirlenmiştir. Bitki gelişimi için topraklardaki bitki besin elementlerinin dengeli ve yeterli olması genel anlamda büyük önem taşımaktadır. Fakat, bitkideki bazı yapı birimlerinin yapısında yer alan, ya da bazı fonksiyonlar için mutlak

gerekli olan bazı elementlerin toprakta yeteri kadar bulunması, ya da bitkilerce alınabilir olması ayrı bir önem taşır. Molibden (Mo) ve demir (Fe) simbiyotik azot fiksasyonu yapan baklagillerde Nitrogenaz enziminin yapısında bulunur. Bu nedenle bu besin elementlerinin bitki tarafından alınımı ve topraktaki miktarı simbiyotik azot fiksasyonunu doğrudan etkilemektedir (Vincent, 1982; Werner, 1987; Durrant, 2001).

Atmosfer azotunu baklagiller ile simbiyotik yaşam kurarak toprağa kazandıran ve genel olarak rhizobium diye bilinen mikroorganizmalar, aşılama ile toprağa aktarılmadığı durumda çoğunlukla toprakta az sayıda bulunur veya etkili olmaz. Bu nedenle aşısız koşullarda biyolojik yöntemle toprağa bağlanan azot miktarında düşüş olur (Gök ve ark.1995; Lindermann ve Glower,2003). Baklagillerde simbiyotik yaşam sonucunda kazanılan azot miktarı 150-200 kg/ha.yıl düzeyindedir (Burnus ve Hardy, 1975; Almaca, 1996. Uygun şartlar altında soya- farklı bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) ikilisi simbiyotik yöntemle 300 kg/ha.yıl düzeyine kadar azot fiske edebilir (Keyser ve Li, 1992). Simbiyotik azot fiksasyonunu baklagillerle simbiyotik yaşayan rhizobium'lar yapmaktadır. Rhizobium'lar hafif bazik, bazik hafif asidik veya iyi havalandırılan toprakları severler (Goormachting ve ark. 2004; Postgate, 1982; Anonymous, 2003).

Gök ve Martin (1993) 'nin yaptıkları bir çalışmada çeşitli rhizobium bakterileri ile aşılamanın fiğ, soya ve üçgülde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisini araştırmıştır. Çalışmada fiğde aşılama suşlarının etkin olmamasından dolayı önemli etkide bulunmadığı, üçgül ve soyada ise bitki kuru madde ağırlığını ve azot fiksasyonunu önemli ölçüde arttırdığı gözlemlenmiştir. Denemeye alınan suşların gerek kuru madde oluşturma, gerekse azot fiksasyonu ve nodül oluşumu yönünden etkilerinin spesifik olduğunu izlenmiştir. Gök ve ark. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada bazı baklagil bitkilerinin kontrol toprağına oranla toprağı kazandırdıkları azot miktarının uygulama şekli ve bitkiye göre 7.5 ile 13 kg N/da arasında değişiklik gösterdiği izlenmiştir.

Simbiyotik olmayan azot fiksasyonu toprakta mavi yeşil algler ve bakteriler ile serbest yaşayan ve molkül azotu bağlama yeteneğine sahip olan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997). Sözü edilen bu mikroorganizmalar *Achromobacter*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Beijerinckia* ve *Azotobacter* cinsi ile mavi alglerden *Nostoc* ve *Anabaena* cinsi olarak sayılabilir. Algler toprakta olduğu kadar sucul (akvatik) ortamlarda da azot fiksasyonu yapabilirler.

Simbiyotik olmayan azot fiksasyonu toprağın oksijen içeriği ve pH tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Örnek olarak; Azotomonas ve Azotobacter mutlak aerobiktir ve ancak nötr pH düzeyinde optimum aktivite gösterirler. Clostridium bakterileri anaerobik olmaları ve asidik ortamlarda yaşayabilmelerinden dolayı Azotobacter bakterilerinden daha yaygındır. Tropik bölgelerde pH 4' te bile azotu fikse edebilirler (Bordeleau, 1994; Anonymous, 2003).

Toprağa uygulanan organik, inorganik ve mineral gübreleme toprağın mineral faaliyetlerinin değişmesine sebep olabilir. Bu değişim toprağın dengesinin bozulmasına neden olur. Marschner ve ark. (2003)' tarafından yapılan bir çalışmada, uzun periyotlu gübreleme çalışmaları sonucunda topraklardaki mikrobiyel fonksiyonunun ve aktivitesindeki değişimler incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda elde edilen bulguların bir çoğunda uzun periyotta uygulanan mineral gübrelemenin mikrobiyel fonksiyonunu ve aktivitelerini olumsuz etkilediği izlenmiştir. Bunların yanı sıra uzun süreli nitrat gübrelemesi azot fiksasyonunu ve nodülasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir (Daimon ve Yoshioka, 2001).

Avustralya kıtasında yapılmış bir araştırmada, nodülasyon oluşmasındaki spesifik mekanizmaların olabilecek nedenleri araştırılmıştır. 1980'li yılların başında başlayan mutagenetik çalışmalardan birisi olan bu çalışmada bakteri ve bitki arasındaki nodülasyon öncesi sinyaller ve iletişim üzerinde yoğunlaşmış ve bu sinyallere neden olan brassinosteroid ve gibberellin mutandları kullanılarak bezelye bitkisi üzerinde çalışılmıştır (Breet ve ark., 2005). Araştırma sonuçlarına göre brassinosteroidlerin ve gibberellin nodülasyon reaksiyonlarında çok önemli roller oynadığı sonucuna varılmıştır.

Rhizobium bakterilerinin toprak asitliğine, hastalıklara, zararlılara ve su stresine oldukça duyarlı olduğunu bildiren birden fazla çalışma mevcuttur (Gök, 1993; Adjei ve ark., 2002; Coşkan, 2004; Gök ve ark., 2005). Azot fiksasyonunda bitki besin elementleri büyük rol oynar. Topraktaki yüksek karbon içeriği ve mineral azot düzeyi optimum azot fiksasyonunu azaltmaktadır (Özbek ve ark., 1993; Haktanır ve Arcak, 1997).

Simbiyotik azot fiksasyonunda demir elementi hem bitki için hem de rhizobium bakterileri için çok önemli rol oynayan bir elementtir (Gök ve ark., 2005; Doğan ve ark., 2007). Demir elementi ferrodoksinin ve nitrogenazın yapısında bulunur ve bakteri azot

bağlaması durumunda çok fazla miktarda demir elementi bulunur. Farklı bakterilerin demir elementi ihtiyaçları farklıdır. Bitkileri de demir elementi noksanlığı simptomları fark edilince, şelat formunda yapraklardan uygulanabilir. Bor elementi olmadan da nodüller fonksiyonlarını yapamazlar. Bor elementi bitki ve nodülün merismatik aktivitesi için gereklidir. Bakır, klor, çinko ve magnezyum bitkinin büyümesinde önemli rol oynarlar. Ama bu elementler nodülasyonu etkilemezler. Bakır elementi noksanlığında inefektif bakterilerdeki gibi birden fazla sayıda küçük nodül oluşmasında rol oynar (Anonymous, 1984).

Fosfor elementi protein sentezinde önemli rol oynayan bir besin elementidir. Diğer bitkilere göre protein içeriği daha fazla olan baklagillerin fosfor elementine olan ihtiyaçları daha fazladır. Bunun yanı sıra kükürt ve potasyum elementinin noksanlığı durumunda ortamda çok fazla yarıyışlı azotun olması baklagil bitkilerinde protein sentezi gerçekleşmez. Fosfor ve kükürt elementleri nodül büyüklüğü ve nodül sayısında, potasyum elementi ise nodül sayısında etkili olmaktadır. Kalsiyum elementi toprak reaksiyonuna etki ederek rhizobium bakterilerinin sayısının artmasına ve yaşamlarını sürdürmesine, baklagil bitkilerinin ise gelişmesine yardım etmektedir (Kızıloğlu, 1995; Sprent, 2001; Anonymous, 2003; Goormachting ve ark., 2004).

Bazık ve asidik koşullar genel anlamda mikroorganizmalar için stres faktörüdür (Chau, 2006). Toprak asitliği hakkında farklı bakış açıları doğrultusunda simbiyotik yaşam üzerinde durulmuştur. Bu simbiyotik yaşamla ilgili olarak baklagil- rhizobium ortak yaşamının her safhasında farklı etkileşimler meydana gelebileceği belirtilmiştir (Sprent, 2001; Krouma ve Abdelly, 2003; Fung ve Wang, 2004). Bunlar, bitki gelişimi, gelişebilmiş nodül, nodülün fiksasyonu ve rizosferde gelişen ve toprakta yaşayan rhizobal organizmalar üzerine infeksiyon etkisi göz önünde bulundurulmuştur. Toprak asitliğine dayanma gücüne göre birbirine benzerlik gösteren birden fazla rhizobium bakteri türleri bilinmektedir. Yavaş gelişen rhizobium türleri genellikle hızlı gelişen rhizobium türlerinden özellikle *R. Meliloti*' den fazla aside dayanma gücü göstermişlerdir (Adjei ve ark., 2002).

Rhizobium bakterilerinin gelişmesi için en uygun pH değeri 6.8 olarak belirlenmiştir. Genel olarak rhizobium bakterilerinin gelişmeleri için pH değerinin 4.0 - 8.5 aralığında belirlenmiştir. pH aralığının geniş olması rhizobium bakterilerinin farklı ortamlarda kullanılabilir hale getirmektedir (Kızıloğlu, 1995; Chau, 2006). Nodülün

İnfeksiyon aşamasında veya nodüllerin gelişimi Rhizobium bakterilerinin gelişimi ve konukçu bitki üzerinde yaşayan bakterilerin gelişebilmesi asitli topraklarda zor olmasında dolayı nodülasyon bu tip topraklarda azalmaktadır. (Alva ve ark., 1987). Yapılan benzer araştırmalarında sonuç olarak nodülasyonun pH değerinin 6.02 a düşmesi halinde azaldığı belirlenmiştir (Chau, 2006). Asitli topraklarda genellikle Mo, P ,Ca elementlerini düşük, Mn ve Al elementlerini yüksek seviyelerde bulundurması nedeniyle toksik etki oluşmaktadır. Bunun sonucunda toprak asitliğinin; azot fiksasyonu, nodülasyon ve bitki gelişimi üzerinde çok yüksek düzeyde olumsuz etki meydana getirmiştir. Yüksek bazik topraklarda bikarbonat, bor ve sodyum klorür yüksek derecede tuzla birleştiği zaman azot fiksasyonunda azalma gözlenmiştir (Chau, 2006).

Sıcaklık bitki metabolizmasını etkilediği gibi, azot fiksasyonu ve nodül oluşumu üzerinde de önemli rol oynar. Baklagil- rhizobium simbiyotik sisteminde en uygun kök sıcaklığı 28 °C' dir. Yüksek ve düşük sıcaklıklarda bu sistem zarar görmektedir. Rhizobium bakterileri 40°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda etkilerini kaybederler (Kızıloğlu, 1995).

Azot fiksasyonunu etkileyen bir diğer temel faktör ise nemdir. Düşük su potansiyeli nodül oluşumunu azaltmakta, azot fiksasyonunu direkt olarak etkilememekte ve azotun nodüllerden dışarı traspirasyonunu azaltmaktadır. Dolaylı olarak asimilat üreten fotosentez merkezlerinin bozulması nedeniyle etkilenmektedir (Spent, 1976; Sprent, 2001; Adjei ve ark., 2002; Goormachting ve ark., 2004).

Azot fiksasyonun üzerine olumsuz etki yapan faktörlerden biride aşırı sudur. Nodülün yüzeyinde suyun ince bir tabaka halinde bulunması, oksijenin difüzyonunu düşürmekte ve büyük olasılıkla buna bağlı olarak N₂ fiksasyonunda önemli şekilde azalmaktadır. Kök bölgesinden suyun uzaklaşmasının olduğu şartlarda karbondioksit oluşumu artar ve bu nedenle oluşan yüksek CO₂ konsantrasyonlarında nodül oluşumu engellenmiş olur (Bordeleau ve Prevast, 1994; Sprent, 2001; Gök ve ark., 2006).

ortalama 2.2 gündür. 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).

3.3. Araştırma Alanının Örnekleme Koordinatları ve bitki çeşitleri

Araştırma bölgesinden alınan bitkiler ve örnekleme koordinatları aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Araştırmada, bakla, bezelye, barbunya, nohut, fasulye ve yerfıstığı olmak üzere 6 baklagil çeşidi örneklenmiştir.

Çizelge 3.3: Araştırma Alanının Bitki Çeşitleri ve Örnekleme Koordinatları

Sıra No	Bölge Adı	Örnek No	Bitki Adı	Örnek Koordinatı
1	Serinyol	Bakla 1	Bakla 1	248 929 D - 402 5744 K
2	Serinyol	Bakla 2	Bakla 2	248 929 D - 402 5744 K
3	Serinyol	Bezelye 3	Bezelye 1	248 929 D - 4025744 K
4	Serinyol	Bakla 4	Bakla 3	249 90491 D - 402 6236 K
5	Serinyol	Bakla 5	Bakla 4	249 5051 D - 402 6896 K
6	Serinyol	Bakla 6	Bakla 5	249 6721 D - 402 7013 K
7	Serinyol	Bezelye 7	Bezelye 2	249 6721 D - 402 7013 K
8	Serinyol	Bezelye 8	Bezelye 3	249 6721 D - 402 7013 K
9	Serinyol	Bezelye 9	Bezelye 4	249 096 D - 402 8367 K
10	Serinyol	Bezelye 10	Bezelye 5	249 096 D - 402 8367 K
11	Serinyol	Bakla 11	Bakla 6	249 043 D - 402 8298 K
12	Serinyol	Bakla 12	Bakla 7	249 083 D - 402 7247 K
13	Serinyol	Bakla 13	Bakla 8	249 083 D - 402 7247 K
14	Serinyol	Bezelye 14	Bezelye 6	249 083 D - 402 7247 K
15	Serinyol	Bezelye 15	Bezelye 7	249 083 D - 402 7247 K
16	Serinyol	Bakla 16	Bakla 9	248 749 D - 402 6247 K
17	Serinyol	Bakla 17	Bakla 10	248 749 D - 402 6247 K
18	Kırıkhan	Bezelye 18	Bezelye 8	265 310 D - 403 8780 K
19	Kırıkhan	Bezelye 19	Bezelye 9	265 310 D - 403 8780 K
20	Kırıkhan	Bezelye 20	Bezelye 10	265 310 D - 403 8780 K
21	Kırıkhan	Bezelye 21	Bezelye 11	265 310 D - 403 8780 K
22	Kırıkhan	Bezelye 22	Bezelye 12	265 474 D - 403 8355 K
23	Kırıkhan	Bezelye 23	Bezelye 13	265 474 D - 403 8355 K

Çizelge 3.3(Devam). Araştırma Alanının Bitki Çeşitleri ve Örnekleme Koordinatları

Sıra No	Bölge Adı	Örnek No	Bitki Adı	Örnek Koordinatı
24	Kumlu	Bezelye 24	Bezelye 14	277 310 D - 4028055 K
25	Kumlu	Bezelye 25	Bezelye 15	277 305 D - 4028111 K
26	Kumlu	Bezelye 26	Bezelye 16	277 305 D - 4028055 K
27	Kumlu	Bezelye 27	Bezelye 17	277 3160 D - 4028020 K
28	Kumlu	Bezelye 28	Bezelye 18	277 3160 D - 4027994 K
29	Kumlu	Bezelye 29	Bezelye 19	277 3160 D - 4027994 K
30	Kumlu	Bezelye 30	Bezelye 20	277 3160 D - 4027994 K
31	Kumlu	Bezelye 31	Bezelye 21	277 3160 D - 4027994 K
32	Reyhanlı	Bezelye 32	Bezelye 22	283 529 D - 401 3314 K
33	Reyhanlı	Bezelye 33	Bezelye 23	283 529 D - 401 3314 K
34	Reyhanlı	Bezelye 34	Bezelye 24	283 529 D - 401 3314 K
35	Reyhanlı	Bezelye 35	Bezelye 25	283 529 D - 401 3314 K
36	Reyhanlı	Bezelye 36	Bezelye 26	283 341 D - 4013306 K
37	Reyhanlı	Bezelye 37	Bezelye 27	283 341 D - 4013306 K
38	Reyhanlı	Bezelye 38	Bezelye 28	283 341 D - 4013306 K
39	Altınözü	Bezelye 39	Bezelye 29	254 541 D - 399 6439 K
40	Altınözü	Bakla 40	Bakla 11	254 864 D - 399 5898 K
41	Altınözü	Bakla 41	Bakla 12	254 864 D - 399 5898 K
42	Altınözü	Bakla 42	Bakla 13	254 864 D - 3995898 K
43	Altınözü	Bakla 43	Bakla 14	254 864 D - 3995898 K
44	Altınözü	Bakla 44	Bakla 15	254 541 D - 3996439 K
45	Altınözü	Bakla 45	Bakla 16	254 541 D - 3996439 K
46	Altınözü	Bezelye 46	Bezelye 30	254 541 D - 3996439 K
47	Altınözü	Bezelye 47	Bezelye 31	254 541 D - 3996439 K
48	Amik Ovası	Bakla 48	Bakla 17	254 036 D - 4010894 K
49	Amik Ovası	Bakla 49	Bakla 18	254 036 D - 4010894 K
50	Amik Ovası	Bakla 50	Bakla 19	254 036 D - 4010894 K
51	Amik Ovası	Bakla 51	Bakla 20	263 341 D - 402 3409 K
52	Amik Ovası	Bakla 52	Bakla 21	263 341 D - 402 3409 K
53		Bakla 53	Bakla 22	263 341 D - 402 3409 K
54		Bakla 54	Bakla 23	263 341 D - 402 3409 K
55		Bakla 55	Bakla 24	263 341 D - 402 3409 K
56	Çevlik	Yer Fıstığı 2	Yer Fıstığı 2	764 330 D - 400 0693 K
57	Çevlik	Yer Fıstığı 3	Yer Fıstığı 3	764 340 D - 400 0635 K
58	Çevlik	Yer Fıstığı 4	Yer Fıstığı 4	764 316 D - 400 0604 K
59	Çevlik	Yer Fıstığı 5	Yer Fıstığı 5	763 896 D - 400 0748 K
60	Çevlik	Yer Fıstığı 6	Yer Fıstığı 6	763 896 D - 400 0748 K
61	Çevlik	Yer Fıstığı 7	Yer Fıstığı 7	763 900 D - 400 0697 K

Çizelge 3.3(Devam). Araştırma Alanının Bitki Çeşitleri ve Örnekleme Koordinatları

Sıra No	Bölge Adı	Örnek No	Bitki Adı	Örnek Koordinatı
62	Çevlik	Yer Fıstığı 8	Yer Fıstığı 8	763 900 D - 400 0697 K
63	Çevlik	Yer Fıstığı 9	Yer Fıstığı 9	763 858 D - 400 0667 K
64	Çevlik	Yer Fıstığı 10	Yer Fıstığı 10	763 858 D - 400 0667 K
65	Reyhanlı	Yer Fıstığı 1	Yer Fıstığı 1	282 536 D - 402 3113 K
66	Reyhanlı	Yer Fıstığı 2	Yer Fıstığı 2	282 567 D - 402 3100 K
67	Reyhanlı	Yer Fıstığı 3	Yer Fıstığı 3	282 567 D - 402 2492 K
68	Reyhanlı	Yer Fıstığı 4	Yer Fıstığı 4	282 576 D - 402 2483 K
69	Reyhanlı	Yer Fıstığı 5	Yer Fıstığı 5	282 601 D - 402 1985 K
70	Reyhanlı	Yer Fıstığı 6	Yer Fıstığı 6	282 559 D - 402 1992 K
71	Reyhanlı	Yer Fıstığı 7	Yer Fıstığı 7	282 981 D - 402 0904 K
72	Reyhanlı	Yer Fıstığı 8	Yer Fıstığı 8	282 981 D - 402 0904 K
73	Reyhanlı	Yer Fıstığı 9	Yer Fıstığı 9	282 881 D - 402 0509 K
74	Reyhanlı	Yer Fıstığı 10	10	284 881 D - 402 0509 K
75	Anayazı	Barbunya	Barbunya	248 314 D - 402 3432 K
76	Anayazı	Fasulye 6	Fasulye 6	248 198 D - 402 3283 K
77	Anayazı	Nohut 6	Nohut 6	247 909 D - 402 2398 K
78	Anayazı	Nohut 7	Nohut 7	248 909 D - 402 2398 K
79	Anayazı	Nohut 8	Nohut 8	249 909 D - 402 2398 K
80	Karaali	Nohut 10	Nohut 10	247 909 D - 402 2398 K
81	Karaali	Nohut 11	Nohut 11	248 909 D - 402 2398 K
82	Karaali	Nohut 12	Nohut 12	249 909 D - 402 2398 K
83	Karaali	Nohut 13	Nohut 13	250 909 D - 402 2398 K
84	Yıldırım Deresi	Fasulye 1	Fasulye 1	249 287 D - 402 8281 K
85	Yıldırım Deresi	Fasulye 2	Fasulye 2	249 101 D - 402 8410 K

3.4. Yöntem

Bu araştırma, Hatay baklagil ekim alanlarında, rhizobial potansiyelleri belirlemek amacıyla 2018 yılında yapılmıştır. Hatay baklagil ekim alanlarında, Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınözü, Amik Ovası, Samandağ, Anayazı, Karaali Bölgelerinde (Şekil 3.1) geniş bir sorvey çalışması yapılarak, bakla, bezelye, yerfıstığı, barbunya, fasulye ve nohut bitkilerinde nodülasyon durumları incelenmiştir.

Araştırma bölgelerinden örneklenen baklagil bitkilerinin çiçeklenme dönemleri farklı zamanlara geldiği için, her bitki için farklı zamanlarda, kök örnekleme yapılmıştır. Toplamda 85 ayrı noktadan, bitki ve toprak örnekleme yapılmış ve sonrasında birbirine yakın olan bölgeler elendikten sonra bu sayı 64'e düşürülmüştür.

Bununla beraber en fazla üretimi yapılan bezelye ile bakla bitkilerinden oluşan 32 nokta için toprak ve nodülasyon parametreleri birlikte değerlendirilmiştir. Araziden alınan kök örnekleri ve kök bölgesi toprakları aynı gün laboratuvarlara getirilmiştir. Kök örnekleri yıkanıp saf sudan geçirildikten sonra, kurutma kağıtları üzerine serilerek nemi alınmıştır. Aynı gün nodül sayımları yapılmış ve kökler kurutma dolaplarına alınmıştır. Örnekler 65°C de 5 gün boyunca kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmıştır. Nodül örnekleri ise petri kaplarında kurutulmuş ve kuru ağırlıkları alınmıştır. 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. Şekil 3.2'de analiz aşamalarından bazı görüntüler yer almaktadır.



Şekil 3.2. Laboratuvar uygulamalarından bazı görüntüler

Sörvey ile alınan bitkilerde biyomas ağırlıkları, azot içerikleri ve nodülasyon parametreleri (nodül sayısı, nodül ağırlığı, etkili nodül ağırlığı) belirlenmiştir. Kök bölgesi topraklarında ise karbondioksit üretimi (CO₂), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA), mikrobiyal biyomas karbon içerikleri (MBC) gibi bazı mikrobiyal aktivitelerle birlikte, 1:5 sulandırma ile pH ve tuz belirlenmiştir.

3.4.1. Toprak ve Bitki Analizleri

Deneme sonrasında alınan toprak ve bitki örneklerinde yapılmış olan analizler aşağıda verilmiştir.

Total Tuz: Örnekler, 1:5 sulandırma ile analiz edilmiştir (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Toprak Reaksiyonu (pH): Örnekler, 1:5 sulandırma ile analiz edilmiştir (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Toprak Solunumu (CO₂): Toprak solunum analizi (CO₂ üretimi) Isermayer (1952) yöntemine göre yapılmıştır.

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA): Dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) analizi Thalman (1967)'e göre yapılmıştır.

Nodülasyon: Nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı ile etkili nodül kuru ağırlığı değerleri, hassas terazi ölçümleri ile belirlenmiştir.

Biyomas Ağırlıkları: Bitki ağırlıkları, kök ve kök üstü aksamlarının kuru ağırlıkları alınmış ve g/bitki olarak verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hatay baklagil ekim alanlarında, rhizobiyal potansiyeli belirlemek amacıyla yapılan bu araştırmaya ait bitki ve toprak sonuçları aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Nodülasyon Sonuçlar

Araştırma bölgelerinde belirlenen nodül sayısı (adet bitki⁻¹), nodül ağırlığı (g kök⁻¹) ve etkili nodül ağırlığı (mg nodül⁻¹) değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de yer alan değerler, araştırma boyunca belirlenen toplam 64 noktadan elde edilmiş tüm bitki sonuçlarıdır. Bakla ve bezelye bitkileri, diğer bitkilere göre daha yaygın alanlarda tespit edildiği için, sonuçlar genel olarak rhizobiyal potansiyeli yansıtmamıştır. Hatay toprakları için, bezelye ve bakla ekim alanlarının rhizobiyal potansiyelleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Elde edilen değerlere göre sıfır haricindeki en düşük nodül sayısı Samandağ ilçesinde yerfıstığı 2a noktasında 5 adet kök⁻¹ olarak belirlenirken en yüksek nodülsayısı ise 596 adet kök⁻¹ olarak Serinyol bölgesinde yer alan MKU kampüs içerisindeki yerfıstığı noktasında belirlenmiştir. Tüm bitkilere ait genel ortalama sonucu ise 82 adet kök⁻¹ olarak belirlenmiştir. Nodül ağırlığı değerleri ise benzer şekilde, sıfır haricinde, en düşük ve en yüksek olarak, Samandağ yerfıstığı 2a noktasında 0.001 g kök⁻¹ ve Amik Ovası bakla 22 noktasında 3.450 g kök⁻¹ bulunmuştur. Tek bir nodülün ortalama ağırlığından oluşan, etkili nodül ağırlığı değerleri, sıfır hariç en düşük, Samandağ yerfıstığı 2a noktasında 0.020 mg nodül⁻¹, en yüksek ise Amik Ovası Bakla 18 noktasında 9.05 mg nodül⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bakla örneklemeleri, Serinyol ve Altınözü ilçelerinde, 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 örneklemeleri, 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 Altınözü'nde tespit edilen nodül sayısı değerleri 65 ve 123 olarak bulunmuştur.

Yerfistığı örnekleme genel olarak Samandağ, Çevlik arasında kalan tarlalarda ve Reyhanlı'da yapılmış olup, nodül sayısı değerleri, Samandağ için sıfır hariç 5-196 arasında değişimler göstermiş ve Reyhanlı yerfistığı ekim alanlarında nodül bulunmamıştır. Mustafa Kemal Üniversitesi (MKU) Kampüs alanı içerisinde 2 noktadan alınan yerfistığı kök örneklerinde tespit edilen nodül sayısı ise 134 ve 596 olarak bulunmuştur.

Anayazı'nda 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 sayıları, 11 ile 24 arasında değişimler göstermiştir.

Çizelge 4.1. Hatay baklagil ekim alanlarının nodülasyon değerleri

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Sayısı (Ad kök ⁻¹)	Nodül Ağırlığı (g kök ⁻¹)	Etkili nodül ağırlığı (mg nodül ⁻¹)
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

Çizelge 4.1(Devamı). Hatay baklagil ekim alanlarının nodülasyon değerleri

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Sayısı (Ad kök ⁻¹)	Nodül Ağırlığı (g kök ⁻¹)	Etkili nodül ağırlığı (mg nodül ⁻¹)
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
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

Çizelge 4.1(Devamı). Hatay baklagil ekim alanlarının nodülasyon değerleri

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Sayısı (Ad kök ⁻¹)	Nodül Ağırlığı (g kök ⁻¹)	Etkili nodül ağırlığı (mg nodül ⁻¹)
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 küçük (sıfır hariç)			5	0,001	0,020
En büyük			596	3,450	9,005

4.2 Nodül Sayısı (adet kök⁻¹)

Araştırma bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen bakla ve bezelye bitkilerine ait nodül sayısı sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Her iki bitki için genel ortalama değeri 103 bulunurken, bakla ortalama değeri 147 ve bezelye ortalama değeri ise 78 adet kök⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki bitki için en düşük ve en yüksek nodül sayısı değerleri sırasıyla 21-444 adet kök⁻¹olarak belirlenmiştir.

Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenen nodül sayısı değerleri 22-66 adet kök⁻¹, Altınözü 120-199 ve Amik Ovası 108-444 adet kök⁻¹ arasında değişimler göstermiştir. Benzer şekilde Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarında belirlenen en düşük ve en yüksek nodül sayıları ise sırasıyla, 39-97, 71-169, 32-82, 21-83 ve 65-123 olarak belirlenmiştir.

Genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül sayısı 42 bulunurken, bezelye ekim alanlarında 69 olarak belirlenmiştir. Altınözü bakla ekim alanlarında ortalama nodül sayısı değeri 164, bezelyede ise 194 adet kök⁻¹ olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2 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⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül sayısı değerleri ise Serinyol 42, Altınözü 164 ve Amik Ovası 236 adet kök⁻¹ 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.

Çizelge 4.2. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül sayısı (Adet kök⁻¹) sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Sayısı (Ad kök ⁻¹)
1	Serinyol	Bakla 1	45
2	Serinyol	Bakla 3	38
3	Serinyol	Bakla 6	22
4	Serinyol	Bakla 7	66
5	Serinyol	Bakla 9	39
Serinyol Bakla ortalama			42
6	Serinyol	Bezelye 2	69
7	Serinyol	Bezelye 3	39
8	Serinyol	Bezelye 4	71
9	Serinyol	Bezelye 5	97
Serinyol Bezelye ortalama			69
10	Kırıkhan	Bezelye 8	71
11	Kırıkhan	Bezelye 9	118
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	86
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	169
Kırıkhan Bezelye ortalama			111
14	Kumlu	Bezelye 14 C	59
15	Kumlu	Bezelye 16 A	32
16	Kumlu	Bezelye 19 A	82
17	Kumlu	Bezelye 20 B	58
Kumlu bezelye ortalama			58
18	Reyhanlı	Bezelye 22	68
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	83
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	53
21	Reyhanlı	Bezelye 28	21
Reyhanlı bezelye ortalama			56
22	Altınözü	Bezelye 30 A	123
23	Altınözü	Bezelye 31	65
Altınözü bezelye ortalama			94
24	Altınözü	Bakla 13	153
25	Altınözü	Bakla 14	199
26	Altınözü	Bakla 15	182
27	Altınözü	Bakla 16	120
Altınözü bakla ortalama			164
28	Amik Ovası	Bakla 18	211
29	Amik Ovası	Bakla 19	108

Çizelge 4.2(Devamı). Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül sayısı (Adet kök⁻¹) sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Sayısı (Ad kök ⁻¹)
30	Amik Ovası	Bakla 22	444
31	Amik Ovası	Bakla 23	180
32	Amik Ovası	Bakla 24	235
Amik Ovası bakla ortalama			236
Bezelye Genel Ortalama			78
Bakla Genel Ortalama			147
Genel Baklagil Ortalama			103
En küçük nodül sayısı			21
En büyük nodül sayısı			444

Rhizobial N₂-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, yerfıstığı ekim alanlarında yapılan benzer bir araştırma sonuçlarına göre, nodül sayısı değerleri ortalama olarak 80-328 adet bitki⁻¹, olarak belirlenmiştir (Gök ve ark., 2008).

4.3. Nodül Ağırlığı

Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarında belirlenen nodül ağırlığı değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Nodül ağırlığına ait, bakla ve bezelye genel ortalama sonucu 0.407 g kök⁻¹ bulunurken, bakla ortalama değeri 0.665 ve bezelye ortalama değeri ise 0.261 g kök⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki bitki için en düşük ve en yüksek nodül ağırlığı değerleri sırasıyla 0.040-3.450 g kök⁻¹olarak belirlenmiştir.

Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenen nodül ağırlığı değerleri 0.140-0.380 g kök⁻¹, Altınözü 0.480-0.550 ve Amik Ovası 0.110-3.450 g kök⁻¹ arasında değişimler göstermiştir. Benzer şekilde Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarında belirlenen en düşük ve en yüksek nodül sayıları ise sırasıyla; 0.230-0.500, 0.090-0.350, 0.050-0.400, 0.070-0.400 ve 0.110-0.700 olarak belirlenmiştir.

Genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül ağırlığı 0.2012 birim bulunurken, bezelye ekim alanlarında 0.333 birim olarak

belirlenmiştir. Altınözü bakla ekim alanlarında ortalama nodül ağırlığı değeri 0.510, bezelyede ise 0.405 g kök⁻¹ olarak bulunmuştur.

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⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül ağırlığı değerleri ise Serinyol 0.212, Altınözü 0.510 ve Amik Ovası 1.272 g kök⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül ağırlığı sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Ağırlığı (g kök ⁻¹)
1	Serinyol	Bakla 1	0,220
2	Serinyol	Bakla 3	0,160
3	Serinyol	Bakla 6	0,140
4	Serinyol	Bakla 7	0,380
5	Serinyol	Bakla 9	0,160
Serinyol Bakla ortalama			0,212
6	Serinyol	Bezelye 2	0,230
7	Serinyol	Bezelye 3	0,300
8	Serinyol	Bezelye 4	0,300
9	Serinyol	Bezelye 5	0,500
Serinyol Bezelye ortalama			0,333
10	Kırıkhan	Bezelye 8	0,350
11	Kırıkhan	Bezelye 9	0,120
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	0,090
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	0,220
Kırıkhan Bezelye ortalama			0,195
14	Kumlu	Bezelye 14 C	0,060
15	Kumlu	Bezelye 16 A	0,050
16	Kumlu	Bezelye 19 A	0,160
17	Kumlu	Bezelye 20 B	0,400
Kumlu bezelye ortalama			0,168
18	Reyhanlı	Bezelye 22	0,070
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	0,400
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	0,300
21	Reyhanlı	Bezelye 28	0,040
Reyhanlı bezelye ortalama			0,203
22	Altınözü	Bezelye 30 A	0,700
23	Altınözü	Bezelye 31	0,110
Altınözü bezelye ortalama			0,405

Çizelge 4.3 (Devamı). Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının nodül ağırlığı sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	Nodül Ağırlığı (g kök ⁻¹)
24	Altınözü	Bakla 13	0,530
25	Altınözü	Bakla 14	0,480
26	Altınözü	Bakla 15	0,550
27	Altınözü	Bakla 16	0,480
	Altınözü bakla ortalama		0,510
28	Amik Ovası	Bakla 18	1,900
29	Amik Ovası	Bakla 19	0,110
30	Amik Ovası	Bakla 22	3,450
31	Amik Ovası	Bakla 23	0,350
32	Amik Ovası	Bakla 24	0,550
	Amik Ovası bakla ortalama		1,272
	Bezelye Genel Ortalama		0,261
	Bakla Genel Ortalama		0,665
	Genel Baklagil Ortalama		0,407
	En küçük nodül ağırlığı		0,040
	En büyük nodül ağırlığı		3,450

4.4. Etkili Nodül Ağırlığı (mg nodül⁻¹)

Araştırma alanında tespit edilen bakla ve bezelye bitkilerine ait etkili nodül ağırlığı sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Her iki bitki için genel ortalama değeri 3.759 mg nodül⁻¹ bulunurken, bakla ortalama değeri 4.235 ve bezelye ortalama değeri ise 3.415 mg nodül⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her iki bitki için en düşük ve en yüksek etkili nodül ağırlığı değerleri sırasıyla 1.017-9.005 g kök⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenen etkili nodül ağırlığı değerleri 4.103-6.364 mg nodül⁻¹, Altınözü 2.412-4.00 ve Amik Ovası 1.019- 7.770 mg nodül⁻¹ arasında değişimler göstermiştir.

Serinyol, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü bezelye ekim alanlarında belirlenen en düşük ve en yüksek nodül sayıları ise sırasıyla, 3.333-7.692, 1.017-4.930, 1.017-6.987, 1.029-5.660 ve 1.692-5.691 olarak belirlenmiştir.

Genel ortalama sonuçlarına göre, Serinyol bakla ekim alanlarında tespit edilen etkili nodül ağırlığı değeri 5.065 bulunurken bezelye ekim alanlarında 5.101 olarak belirlenmiştir. Altınözü bakla ekim alanlarında ortalama etkili nodül ağırlığı değeri 3.225, bezelyede ise 3.692 mg nodül⁻¹ olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3 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⁻¹ 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⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının etkili nodül ağırlığı sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	etkili nodül ağırlığı (mg nodül ⁻¹)
1	Serinyol	Bakla 1	4,889
2	Serinyol	Bakla 3	4,211
3	Serinyol	Bakla 6	6,364
4	Serinyol	Bakla 7	5,758
5	Serinyol	Bakla 9	4,103
	Serinyol Bakla ortalama		5,065
6	Serinyol	Bezelye 2	3,333
7	Serinyol	Bezelye 3	7,692
8	Serinyol	Bezelye 4	4,225
9	Serinyol	Bezelye 5	5,155
	Serinyol Bezelye ortalama		5,101
10	Kırıkhan	Bezelye 8	4,930
11	Kırıkhan	Bezelye 9	1,017
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	1,047
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	1,302
	Kırıkhan Bezelye ortalama		2,074
14	Kumlu	Bezelye 14 C	1,017
15	Kumlu	Bezelye 16 A	1,563
16	Kumlu	Bezelye 19 A	1,951
17	Kumlu	Bezelye 20 B	6,897
	Kumlu bezelye ortalama		2,857
18	Reyhanlı	Bezelye 22	1,029
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	4,819
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	5,660
21	Reyhanlı	Bezelye 28	1,905
	Reyhanlı bezelye ortalama		3,353
22	Altınözü	Bezelye 30 A	5,691
23	Altınözü	Bezelye 31	1,692
	Altınözü bezelye ortalama		3,692
24	Altınözü	Bakla 13	3,464
25	Altınözü	Bakla 14	2,412
26	Altınözü	Bakla 15	3,022
27	Altınözü	Bakla 16	4,000
	Altınözü bakla ortalama		3,225

Çizelge 4.4 (Devamı). Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarının etkili nodül ağırlığı sonuçları

Sıra No	Bölge Adı	Bitki ve Örnek no	etkili nodül ağırlığı (mg nodül ⁻¹)
28	Amik Ovası	Bakla 18	9,005
29	Amik Ovası	Bakla 19	1,019
30	Amik Ovası	Bakla 22	7,770
31	Amik Ovası	Bakla 23	1,944
32	Amik Ovası	Bakla 24	2,340
Amik Ovası bakla ortalama			4,416
Bezelye Genel Ortalama			3,415
Bakla Genel Ortalama			4,235
Genel Baklagil Ortalama			3,759
En küçük nodül sayısı			1,017
En büyük nodül sayısı			9,005

4.5. Toprakların Bazı Analiz Sonuçları

Hatay bakla ve bezelye ekim alanlarından, alınan kök bölgesi toprak örneklerine ait CO₂ (µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹), DHA (µg TPF g kt⁻¹) gibi mikrobiyal analizler ile pH ve EC (dS m⁻¹) değerleri aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir.

4.6. Toprak Solunumu (CO₂ üretimi)

Araştırma bölgesi, bakla ve bezelye ekim alanlarından alınan kök bölgesi topraklarına ait CO₂ üretimi sonuçları Çizelge 4.6'te verilmiştir. Çizelge değerlerine göre bakla ekim alanlarından Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası CO₂ genel ortalama sonuçları sırasıyla, 328, 183 ve 120 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bezelye ekim alanlarından, Serinyol' da 181, Kırıkhan' da 252, Kumlu' da 57, Reyhanlı' da 120 ve Altınözü' nde 140 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Serinyol bakla kök bölgesi topraklarında belirlenen en düşük ve en yüksek CO₂ değerleri 232-406 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹, bezelye kök bölgesi değerleri ise 116-26µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹olarak tespit edilmiştir. Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı ve Altınözü' ndeki bezelye topraklarında tespit edilen en düşük ve en yüksek CO₂değerleri sırasıyla, 54-416, 6-118, 112-134 ve 110-170'tir.

Genel ortalama sonuçlarına göre, bakla ve bezelye CO₂ sonuçları, 210 ve 250 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak belirlenirken, her iki bitkiye ait genel ortalama CO₂ sonucu 178 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek CO₂ sonucu ise 6 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak Kumlu Bezelye toprakları ile 416 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak Kırıkhan bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının CO₂ (µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	µg CO ₂ -C g kt ⁻¹ 24 sa ⁻¹
1	Serinyol	Bakla 1	366
2	Serinyol	Bakla 3	406
3	Serinyol	Bakla 6	232
4	Serinyol	Bakla 7	270
5	Serinyol	Bakla 9	366
Serinyol Bakla ortalama			328
6	Serinyol	Bezelye 2	260
7	Serinyol	Bezelye 3	116
8	Serinyol	Bezelye 4	136
9	Serinyol	Bezelye 5	212
Serinyol Bezelye ortalama			181
10	Kırıkhan	Bezelye 8	138
11	Kırıkhan	Bezelye 9	54
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	416
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	398
Kırıkhan Bezelye ortalama			252
14	Kumlu	Bezelye 14 C	76
15	Kumlu	Bezelye 16 A	6
16	Kumlu	Bezelye 19 A	118
17	Kumlu	Bezelye 20 B	28
Kumlu bezelye ortalama			57
18	Reyhanlı	Bezelye 22	112
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	134
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	118
21	Reyhanlı	Bezelye 28	116
Reyhanlı bezelye ortalama			120
22	Altınözü	Bezelye 30 A	170
23	Altınözü	Bezelye 31	110
Altınözü bezelye ortalama			140

Çizelge 4.6(Devamı). Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının CO₂ (µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	µg CO ₂ -C g kt ⁻¹ 24 sa ⁻¹
24	Altınözü	Bakla 13	226
25	Altınözü	Bakla 14	226
26	Altınözü	Bakla 15	142
27	Altınözü	Bakla 16	136
	Altınözü bakla ortalama		183
28	Amik Ovası	Bakla 18	178
29	Amik Ovası	Bakla 19	170
30	Amik Ovası	Bakla 22	78
31	Amik Ovası	Bakla 23	66
32	Amik Ovası	Bakla 24	106
	Amik Ovası bakla ortalama		120
	Bezelye Genel Ortalama		150
	Bakla Genel Ortalama		210
	Genel Baklagil Ortalama		178
	En düşük CO₂ değeri		6
	En yüksek CO₂ değeri		416

Toprak içerisindeki birçok mekanizma, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak etkileşim halindedir. Araştırma alanındaki 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 etkileyebilmektedir. Rhizobial N₂-fiksasyonu yalnızca baklagillere değil aynı zamanda diğer bitkilere ve mikroorganizmalara da faydalar sağlar (Barea ve ark., 2005; Buscot, 2005; Brockwell ve ark., 1995). Toprak CO₂ aktivitesi, toprak canlılarının birçok faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bir özellik olup, topraklarda meydana gelen her tür faaliyet tarafından etkilenebilmektedir.

4.7. Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA) Sonuçları

Bakla ve bezelye bitkisi kök bölgesi topraklarında tespit edilen DHA değerleri Çizelge 4.7’te verilmiştir. Çizelge 4.7 değerlerine göre; Serinyol, Altınözü ve Amik Ovası bakla ekim alanları DHA genel ortalama sonuçları sırasıyla, 14.765, 7.759 ve

22.622 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ 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 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ 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 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ 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 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Bakla ve bezelye bitkisi kök bölgesi topraklarına ait DHA genel ortalama sonuçları sırasıyla 18.11 ve 16.99 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Her iki bitki için genel ortalama DHA değeri 17.84 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek DHA sonucu ise 2.740 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak Kumlu bezelye toprakları ile 57.369 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak Serinyol bezelye topraklarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının DHA ($\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	DHA $\mu\text{g TPF gk}^{-1}$
1	Serinyol	Bakla 1	4,876
2	Serinyol	Bakla 3	12,216
3	Serinyol	Bakla 6	13,995
4	Serinyol	Bakla 7	7,473
5	Serinyol	Bakla 9	35,268
	Serinyol Bakla ortalama		14,765
6	Serinyol	Bezelye 2	18,666
7	Serinyol	Bezelye 3	57,369
8	Serinyol	Bezelye 4	19,361
9	Serinyol	Bezelye 5	14,076
	Serinyol Bezelye ortalama		27,368
10	Kırıkhan	Bezelye 8	10,345
11	Kırıkhan	Bezelye 9	14,424
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	49,569
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	27,611
	Kırıkhan Bezelye ortalama		25,487
14	Kumlu	Bezelye 14 C	2,965
15	Kumlu	Bezelye 16 A	2,740
16	Kumlu	Bezelye 19 A	5,561
17	Kumlu	Bezelye 20 B	7,268
	Kumlu bezelye ortalama		4,633

Çizelge 4.7(Devamı). Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının DHA ($\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	DHA $\mu\text{g TPF gk}^{-1}$
18	Reyhanlı	Bezelye 22	23,266
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	14,240
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	23,021
21	Reyhanlı	Bezelye 28	18,237
Reyhanlı bezelye ortalama			19,691
22	Altınözü	Bezelye 30 A	8,280
23	Altınözü	Bezelye 31	7,238
Altınözü bezelye ortalama			7,759
24	Altınözü	Bakla 13	22,561
25	Altınözü	Bakla 14	25,965
26	Altınözü	Bakla 15	10,437
27	Altınözü	Bakla 16	8,791
Altınözü bakla ortalama			16,939
28	Amik Ovası	Bakla 18	30,207
29	Amik Ovası	Bakla 19	24,278
30	Amik Ovası	Bakla 22	26,364
31	Amik Ovası	Bakla 23	16,203
32	Amik Ovası	Bakla 24	16,060
Amik Ovası bakla ortalama			22,622
Bezelye Genel Ortalama			16,99
Bakla Genel Ortalama			18,11
Genel Baklagil Ortalama			17,84
En küçük DHA değeri			2,74
En büyük DHA değeri			57,37

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 et al., 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).

4.8. pH (1:5) Sonuçları

Hatay bölgesi baklagil ekim alanlarında rhizobiyal potansiyeli belirlemek amacıyla alınan bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının pH değerleri Çizelge 4.8'da 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 tespit edilen 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.

Çizelge 4.8. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının pH (1:5) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	pH (1:5) sulandırma)
1	Serinyol	Bakla 1	8,61
2	Serinyol	Bakla 3	8,63
3	Serinyol	Bakla 6	8,51
4	Serinyol	Bakla 7	8,61
5	Serinyol	Bakla 9	8,66
	Serinyol Bakla ortalama		8,60
6	Serinyol	Bezelye 2	8,50
7	Serinyol	Bezelye 3	8,61
8	Serinyol	Bezelye 4	8,55
9	Serinyol	Bezelye 5	8,53
	Serinyol Bezelye ortalama		8,55
10	Kırıkhan	Bezelye 8	8,61
11	Kırıkhan	Bezelye 9	8,67
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	8,59
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	8,63
	Kırıkhan Bezelye ortalama		8,63
14	Kumlu	Bezelye 14 C	8,64
15	Kumlu	Bezelye 16 A	8,62
16	Kumlu	Bezelye 19 A	8,63
17	Kumlu	Bezelye 20 B	8,62
	Kumlu bezelye ortalama		8,63

Çizelge 4.8(Devamı). Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının pH (1:5) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	pH (1:5) sulandırma)
18	Reyhanlı	Bezelye 22	8,53
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	8,51
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	8,58
21	Reyhanlı	Bezelye 28	8,61
	Reyhanlı bezelye ortalama		8,56
22	Altınözü	Bezelye 30 A	8,55
23	Altınözü	Bezelye 31	8,62
	Altınözü bezelye ortalama		8,59
24	Altınözü	Bakla 13	8,58
25	Altınözü	Bakla 14	8,55
26	Altınözü	Bakla 15	8,60
27	Altınözü	Bakla 16	8,57
	Altınözü bakla ortalama		8,58
28	Amik Ovası	Bakla 18	8,54
29	Amik Ovası	Bakla 19	8,16
30	Amik Ovası	Bakla 22	8,61
31	Amik Ovası	Bakla 23	8,63
32	Amik Ovası	Bakla 24	8,62
	Amik Ovası bakla ortalama		8,51
	Bezelye Genel Ortalama		8,59
	Bakla Genel Ortalama		8,56
	Genel Baklagil Ortalama		8,58
	En düşük pH değeri		8,16
	En yüksek pH değeri		8,67

4.9. EC Sonuçları (1:5)

Araştırma bitkilerinden bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC sonuçları Çizelge 4.9'de verilmiştir. Çizelge değerlerine göre en düşük EC değeri 200 dS m⁻¹ olarak Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer 538 dS m⁻¹ olarak Amik Ovası Bakla topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen EC değerlerinin genel ortalama sonucu 443 dS m⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında tespit edilen EC değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 455 ve 436 dS m⁻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 dS m⁻¹olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC (dS m⁻¹) (1:5) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	EC (dS cm ⁻¹) (1:5)
1	Serinyol	Bakla 1	377
2	Serinyol	Bakla 3	386
3	Serinyol	Bakla 6	501
4	Serinyol	Bakla 7	320
5	Serinyol	Bakla 9	200
	Serinyol Bakla ortalama		357
6	Serinyol	Bezelye 2	383
7	Serinyol	Bezelye 3	389
8	Serinyol	Bezelye 4	380
9	Serinyol	Bezelye 5	415
	Serinyol Bezelye ortalama		392
10	Kırıkhan	Bezelye 8	479
11	Kırıkhan	Bezelye 9	412
12	Kırıkhan	Bezelye 12 A	426
13	Kırıkhan	Bezelye 13 A	420
	Kırıkhan Bezelye ortalama		434
14	Kumlu	Bezelye 14 C	430
15	Kumlu	Bezelye 16 A	495
16	Kumlu	Bezelye 19 A	501
17	Kumlu	Bezelye 20 B	395
	Kumlu bezelye ortalama		455
18	Reyhanlı	Bezelye 22	501
19	Reyhanlı	Bezelye 23 B	509
20	Reyhanlı	Bezelye 27 A	499
21	Reyhanlı	Bezelye 28	498
	Reyhanlı bezelye ortalama		502
22	Altınözü	Bezelye 30 A	493
23	Altınözü	Bezelye 31	490
	Altınözü bezelye ortalama		492
24	Altınözü	Bakla 13	407
25	Altınözü	Bakla 14	504
26	Altınözü	Bakla 15	499
27	Altınözü	Bakla 16	524
	Altınözü bakla ortalama		484

Çizelge 4.9(Devamı). Hatay bakla ve bezelye kök bölgesi topraklarının EC (dS m⁻¹) (1:5) sonuçları

Sıra No	Bölge adı	Bitki ve Örnek no	EC (dS cm ⁻¹) (1:5)
28	Amik Ovası	Bakla 18	488
29	Amik Ovası	Bakla 19	538
30	Amik Ovası	Bakla 22	395
31	Amik Ovası	Bakla 23	504
32	Amik Ovası	Bakla 24	413
Amik Ovası bakla ortalama			468
Bezelye Genel Ortalama			455
Bakla Genel Ortalama			436
Genel Baklagil Ortalama			443
En düşük EC değeri			200
En yüksek EC değeri			538

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hatay baklagil ekim alanlarında rhizobiyal potansiyeli belirlemek amacıyla yapılan bu araştırma için 64 bitki ve 64 toprak örneği alınmıştır. Araştırma dönemlerinde, bölgede ekimi yapılan tüm baklagiller örneklenmiş, fakat bazı baklagil bitkileri çok az sayıda bulunduğu için, en yaygın ekimi yapılan bakla ve bezelye bitkilerinden oluşan 32 örnekleme noktası kullanılmıştır. Bakla ve bezelye bitkilerinde yapılan kök örneklemelelerinde, nodülasyon parametrelerinden, nodül sayısı, nodül ağırlığı ve etkili nodül ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Kök bölgesi topraklarda CO₂ ve DHA gibi mikrobiyal analizlerle birlikte pH ve EC analizleri yapılmıştır.

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⁻¹ 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 tespit edilen nodül sayısı değerleri ise Serinyol 42, Altınözü 164 ve Amik Ovası 236 adet kök⁻¹ 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.

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⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen nodül ağırlığı değerleri ise Serinyol'da 0.212, Altınözü'nde 0.510 ve Amik Ovası'nda 1.272 g kök⁻¹ 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⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bakla ekim alanlarında tespit edilen etkili nodül ağırlığı değerleri ise Serinyol'da 5.065, Altınözü'nde 3.225 ve Amik Ovası'nda 4.416 mg nodül⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bakla ve bezelye bitkilerinin kök bölgesi topraklarında yapılan CO₂ analizlerinin genel ortalama sonuçlarına göre, bakla ve bezelye CO₂ sonuçları, 210 ve 250 μ g CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak belirlenirken her iki bitkiye ait genel ortalama CO₂ sonucu 178 μ g

CO₂-C g kt⁻¹24 sa⁻¹olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek CO₂ sonucuse 6 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹olarak Kumlu Bezelye toprakları ile 416µg CO₂-C g kt⁻¹24 sa⁻¹ 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⁻¹ olarak bulunmuştur. Her iki bitki için genel ortalama DHA değeri 17.84 µg TPF g kt⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek DHA sonucu ise 2.740µg TPF g kt⁻¹ olarak Kumlu bezelye toprakları ile 57.369 µg TPF g kt⁻¹ 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 sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge değerlerine göre en düşük EC değeri 200 dS m⁻¹ olarak Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer 538 dS m⁻¹ olarak Amik Ovası Bakla topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen EC değerlerinin genel ortalama sonucu 443 dS m⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında tespit edilen EC değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 455 ve 436 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bakla ve bezelye bitkilerinin, kök bölgesi topraklarında yapılan CO₂ analizlerinin genel ortalama sonuçlarına göre, CO₂ sonuçları sırasıyla, 210 ve 250 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak belirlenmiş olup, her iki bitkiye ait genel ortalama CO₂ sonucu 178 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak tespit edilmiştir. En düşük ve en yüksek CO₂ sonucu ise 6 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ olarak Kumlu Bezelye toprakları ile 416 µg CO₂-C g kt⁻¹ 24 sa⁻¹ 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⁻¹ olarak bulunmuştur. Her iki bitki için genel ortalama DHA değeri 17.84 µg TPF g kt⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek DHA sonucu ise 2.740 µg TPF g kt⁻¹ olarak Kumlu bezelye toprakları ile 57.369 µg TPF g kt⁻¹ 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. Çizelge değerlerine göre en düşük EC değeri 200 dS m⁻¹ olarak Serinyol bakla ekim alanlarında belirlenirken, en yüksek değer 538 dS m⁻¹ olarak Amik Ovası Bakla topraklarında belirlenmiştir. Her iki bitki topraklarında belirlenen EC değerlerinin genel ortalama sonucu 443 dS m⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bezelye ve bakla topraklarında tespit edilen EC değerlerinin genel ortalamaları sırasıyla, 455 ve 436 dS m⁻¹olarak belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Adjei, M.B., Quesenberry, K.H. And Chambliss, C.G., 2002. Nitrogen Fixation and Inoculation of Forage Legumes. **University of Florida**. Ifas Extension. USA.
- Ahmad, S., Rafey, A., Singh, R.K., Verma, U.K., 1988. Respose of groundnut varieties to different spacing. **Field Crop Abst.**, Vol:41 No:3.
- Almacá, A., Değişik *Bradyrhizobium Japonicum* izolatları ile aşılamanın, farklı soya çeşitlerinde, GAP Bölgesi'nde (Harran Ovası) nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve verime etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı. **Doktora Tezi**. Adana, Mayıs, 1996. S. 91-98.
- Alva, A.K., Edwards, D.G., Asher, C.J., Suthipradit, S., 1987. Effects of Acid Soil Infertility Factors on Growth and Nodulation of Soybean. **Published in Agron. J.** 79: 302-306.
- Anonymous, 1984. Legume Inoculations and Their Use **FAO**, Rome.
- Anonymous, 1996. Epa. Ecological Effects Test Guidelines. Oppts 850.4600 Rhizobium-Legume Toxicity. **EPA 712-C-96-158**.
- Anonymous, 2003; International Legume Database & Information Service), KKEW, <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/b/broom-70.html>.9 p.
- Arioğlu, H., 2000. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 220. **Ders Kitapları** Yayın No: A-70. ADANA.
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA, Metzger JD (2002). The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. **Bioresource Technol.**, 81: 103-108.
- Barea, J.M, Pozo, M.J., Azco'n, R., Azco'n-Aguilar, C., 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 56, No. 417, pp. 1761–1778, July 2005.
- Battistoni F., Platero R., Noya F., Arias A., Fabiano E., 2001. Intracellular Fe Content Influences Nodulation Competitiveness of Sinorhizobium meliloti Strains as
- Bordeleau, LM., D. Prevost, 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. **Plant and Soil** 161: 115-12.
- Breet, J.F., Ross, J.J., Reid, JB., 2005. Nodulation Phenotypes of Gibberellin and Mutants of Pea. **Plant Physiology**, August, 2005. Vol. 138, 2396-2405.
- Brockwell, J., Bottomley, P J., Thies J E., 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.
- Chau, N.T.T., 2006. Identification and Characterization of Microorganisms with Tolerance to Aluminum and Heavy Metals Isolated from Tea Soil. Faculty of Agriculture, **Kyushu Uni.**, Fukuoka, JAPAN, 2006.
- Corbet, M.C., Hu, Y., Nadari, F., Ribbe, M.W., Hedman, B. And Hudgson, K., 2004. **J. Biol. Chem.**, Vol. 279, Issue 27, 28276-28282, July 2.
- Coskan, A., Doğan, K., 2011. Symbiotic Nitrogen Fixation in Soybean. **Soybean Physiology and Biochemistry**, Edited by Hany A. El-Shemy p. cm. www.intechopen.com ISBN 978-953-307-534-1. Chp. 9.p.167-182.
- Coşkan, A., 2004. Anız Yakımı ve Tütün Atığı Uygulamalarının Soya Vejetasyonu altında Toprakta Azot Mineralizasyonuna, Denitrifikasyona ve Dane Verimine

Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı. **Doktora Tezi.**
ADANA .

- Daimon, H. ve Yoshioka, M., 2001. Responses of Root Nodule Formation and Nitrogen Fixation Activity to Nitrate in a Split-Root System in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). **J. Agronomy & Crop Science** 187, 89-95.
- Doğan, K., Celik, I., Gök M., Coskan, A., 2011. Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biomass and nitrogen content of second crop soybean. **African Journal of Microbiology Research** 5(20):3186-3194.
- 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., Gök, M. ve Coşkan, A., 2007. Bakteriyel Aşılama ile Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yerfistiği Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi. Ç.Ü.Z.F Dergisi, 22 (3): 43-52.
- Doğan, K., Gök, M., Coşkan, A., 2006. Denitrification Rated Soil Respiration with Respect to Organic Substrate Applications in Çukurova Region. Proceedings of the **Workshop for the Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP)**. March 9-10, 2006. Kyoto, JAPAN. P. 42-45.
- Doğan, K., Gök, M., Coşkan, A., Güvercin, E., 2007. Bakteriyel Aşılama ile Demir Uygulamalarının 1. Ürün Yerfistiği Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 2(1):35-46.
- Doğan, K., Sarıoğlu, A., Ağca, N., 2016. Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi. **Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi**. 31(3): 7-12.
- 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., Karanlık, S., Ağca, N., Sarıoğlu, 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.
- Doğan, K., Sarıoğlu, A., Şakar, E., Karanlık, S., 2018. Zeytin Karasuyu, Isıl İşlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı 151-159.
- Durrant, M.C., 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.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M. ve Ayaslı, Y., 1999. Konya Ovasında Şeker Pancarı Bitkisinde Beslenme Sorunlarının Toprak ve Bitki Analizleri ile

- Belirlenmesi. Konya Pancar Ekicileri Koop. **Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları** 28-32, Konya.
- Gök, M., Anlarsal, E., Onaç, I., Ülger, A.C., Yücel, C., Coskan A., Özer, S., KARİP, B., 1996. Soil organic matter and biological N₂-fixationin sustainable agriculture. **International Conference on Land Degradation**, June 10-14 Adana - Turkey
- 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., 2006. Effects of Divers Organic Substrate Application on Denitrification and Soil Respiration under Different Plant Vegetation in Çukurova Region. **International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture**. April 4-8, 2006, Adana-Turkey.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., 2006. Effects of Divers Organic Substrat Application on Denitrification and Soil Respiration under Different Plant Vegetation in Çukurova Region. **International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture**. April 4-8, 2006, Adana Turkey
- 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., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H., 2005. Yerfıstığı Bitkisinde Bakteriyel Aşılama ile Demir ve Molibden Uygulamalarının Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. **IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı**, 21-23 Eylül, Şanlıurfa. S. 844-852.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H., 2007. Çukurova Bölgesi Yerfıstığı Ekim Alanlarında Rhizobiyal Potansiyelin Belirlenmesi ve Bir Model Denemede Bakteriyel Aşılama ile Demir Uygulamalarının Nodülasyon, Bitki Gelişimi ve Verime Etkisinin Araştırılması. **TÜBİTAK-TOVAG-104 O 363 nolu prj. Sonuç raporu**.
- 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., Onaç, I., 1995. Hilvan ve baziki ovalarında yer alan yaygın toprak serilerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri. **İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu** Cilt II, C 158-167.
- Haktanır, K., Arcak, S., 1997. Toprak Biyoşojisi. Toprak Ekosistemine Giriş. **Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Toprak Böl.** Yayın No: 1486. **Ders Kitabı**: 447. ANKARA
- 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.

- Keyser, H.H., F. Lı, 1992. Potential for Increasing Biological Nitrogen Fixation in Soybean. *Plant and Soil*. 141: 119-135.
- Kılıç, B., 1994. Pestisit-Çevre Điskileri. **Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü**, Ankara. 22 S.
- Kılıç, Ş., N. Ağca, S. Karanlık, S. Şenol, M. Aydın, M. Yalçın, İ. Çelik, F. Evrendilek, V. Uygur, K. Doğan, S. Aslan, M. A. Çullu, “Amik Ovasının Detaylı Toprak Etütleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması” Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Projesi, Proje no: DPT-2002K120480, Hatay, 2008.
- Kızıloğlu, F.T., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. **Atatürk Üniversitesi, Zir. Fak. Yay.** No: 180. Erzurum.
- Koçman, A., 1993. Türkiye İklimi, İzmir: **Ege Üniversitesi**, Edebiyat Fakültesi, 72.
- Kremser, U. and Schnug, E., 2002. Impact of Fertilizers on Aquatic Ecosystems and Protection of Water Bodies From Mineral Nutrients. *Landbauforschung Volkenrode*. 52:81-90.
- Krouma, A. And Abdelly, C., 2003. Importance of Iron Use-Efficiency of Nodules in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for Iron Deficiency Chlorosis Resistance. **J. Plant Nutr. Soil Sci.** 2003, 166, 525-528.
- Lindemann, W.C., Glover, C.R., 2003. Nitrogen Fixation by Legumes. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. **New Mexico State Uni. Electronic distribution** May 2003.
- Marschner, P., Kandeler, E. And Marschner, B., 2003. Structure and Function of The Soil Microbial Community in a Long Term Fertilizer Experiment. **Soil Biology & Biochemistry** 35 (2003) 453-461.
- Obaton, M., 1983. Legumes and Nitrogen Cycle. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. **Legume/Rhizobium FAO**. Rome I Biol. 1, No:1/3.
- Özbek, H., Z. Kaya, M. Gök, H. Kaptan, 1993. Toprak Bilimi. P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brummer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann (Çeviri). **Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitapları** Yay. No:16.
- Postgate. J. R., (1982). The Fundamentals of Nitrogen Fixation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rees, D.C. And Howard, J.B., 2000. Nitrogenase: Standing at the Crossroads. **Current Opinion in Chemical Biology**, 4: 559-566.
- Rennie, R.J., and Dubetz, S., 1987. Effect of Fungicides and Herbicides on Nodulation and N₂ Fixation in Soybean Field Lacking Indigenous *Rhizobium japonicum*. **Agronomy J.**, Vol. 76: 451-454. CANADA.
- Russel, E.W., 1961. Soil Conditions and Plant Growth. **Logmans, Green and Co.** London, New York, 315-327.
- Santos, P.C.; Dean, D.R.; Hu, Y.; Ribbe, M.W., 2004. Formation and insertion of the nitrogenase iron-molybdenum cofactor. **Chem. Rev** 104, 1159–1173.
- Sarıoğlu 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.
- Singleton, P.W., El Swaiyf, S.A., bohloal, B.B., 1982. Effect of Salinity on *Rhizobium* Growth and Survival. **Appl. and Environm. Microbiol.** Vol 44, no 4, p 884-890.
- Smart, J., 1993. The Groundnut Crop. A Scientific basis for improvement. Department of Biology Southampton University, UK. **Chapman and Hall London-Glasgow-Weinheim-Newyork.**

- Spent, J. I., 1976 The Effect of Water Stress on Nitrogen Fixing Root Nodules and Effects on Whole Plants of *Vicia faba* and *Glycine max*. **New Phytologist** 71: 603-661.
- Sprent, J. I. 2001. Nodulation in legumes. **Royal Botanic Gardens**, Kew, UK.
- Şahin, H.C., Doğan, K., 2016. Amik Ovası Yaygın Toprak Serilerinin Mikrobiyal Aktiviteleri ve Bu Aktivitelerin Bazı Toprak Özellikleri ile interaksyonları. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**. 21(1):92-102.
- Şeker, C., Ersoy, İ., 2005. Değişik organik gübreler ve leonarditin toprak özellikleri ve mısır bitkisinin (zea mays l.) gelişimi üzerine etkileri. **S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi** 19 (35): (2005) 46-50.
- Tamer N, Karaca A (2011). Organik toprak düzenleyicilerin toprağın enzim aktiviteleri ile buğday verim ve kalitesi üzerine etkileri. A.Ü. Fen Bil. Enst. **Doktora tezi**, Ankara.
- Thalman, 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**.
- Vincent JM, 1982. **Nitrogen fixation in Legumes**. Academic Press, Sydney.
- Watts D.B., Torbert H.A., Feng Y., Prior S.A. (2010): Soil microbial community dynamics as influenced by composted dairy manure, soil properties, and landscape position. **Soil Science**, 175: 474–486.
- Werner, D., 1987. Pflanzliche und Mikrobielle Symbiosen. **Georg Thieme VerlagStuttgart**. New York.
- Zaldivar, R., 1976. Nitrate Fertilizer as Environmental Pollutants Possitive Correlation Between Nitrates used Unit are and Stomach Cancer Rates. *Experienta* 33/2, 264-265
- Zehr, J. P., Jenkins, B. D., Short, S. M., And Steward, G. F., 2003. Nitrogenase gene diversity and microbial community structure: a cross-system comparison, *Environmental Microbiology*, 5,539–554.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Gaziantep'te doğmuş olup, ilk, orta ve lise eğitimini Adana ilde tamamlamıştır. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne girmiş ve 2015 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun olmuştur. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır.

