



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORGANİK VE MİNERAL GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA
BİTKİSİNDE AZOT FİKSASYONUNA ve ZEYTİN KARASUYUNUN
TOKSİK ETKİLERİNİN BERTARAFINA ETKİLERİ**

EKİN ŞAKAR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2019



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK VE MİNERAL GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA
BİTKİSİNDE AZOT FİKSASYONUNA ve ZEYTİN KARASUYUNUN
TOKSİK ETKİLERİNİN BERTARAFINA ETKİLERİ

EKİN ŞAKAR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK VE MİNERAL GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA
BİTKİSİNDE AZOT FİKSASYONUNA VE ZEYTİN KARASUYUNUN
TOKSİK ETKİLERİNİN BERTARAFINA ETKİLERİ

EKİN ŞAKAR
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Kemal DOĞAN danışmanlığında hazırlanan bu tez **25/04/2019** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile **KABUL** edilmiştir.

Doç. Dr. Kemal DOĞAN
Başkan

Prof. Dr. Necat AĞCA
Üye

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 17.YL.007

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.

25.04.2019

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.

EKİN ŞAKAR

ÖZET

ORGANİK VE MİNERAL GÜBRE UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNDE AZOT FİKSASYONUNA ve ZEYTİN KARASUYUNUN TOKSİK ETKİLERİNİN BERTARAFINA ETKİLERİ

Bu projenin amacı, Antakya koşullarında, bazı organik ve mineral gübre uygulamalarının, soya bitkisinde azot fiksasyonu, biyomas ağırlığı ile toprakta bazı mikrobiyal ve kimyasal özelliklere etkilerini belirlemektir. Bununla beraber zeytin yetiştiricileri ve zeytinyağı üreticileri için büyük bir sorun olan ve zeytinyağı üretimi aşamasında oluşan, zeytin karasuyunun (ZK) toksik etkilerini bertaraf etmek, araştırmanın önemli bir diğer amacını oluşturmaktadır.

Bu araştırma, Antakya Amik Ovası, yaygın toprak serilerinden Topboğazı serisinden alınan topraklar kullanılarak iklim odası koşullarında, saksı denemeleri olarak yürütülmüştür. Deneme varyantları; gıyda (G), solucan gübresi (SG), ahır gübresi (Ah), leonardit (L), mineral gübre (Min) ve zeytin karasuyu (ZK) olup herbir varyant 3 farklı dozdan oluşmuştur. Bununla beraber G+Min, SG+Min, Ah+Min, ZK+Ah gibi farklı gübre karışımları ve dozlarıyla birlikte toplamda 30 gübre varyantı oluşturulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, organik bazı materyal uygulamaları nodülasyon parametrelerini olumlu yönde etkilerken, mineral gübre varyantları, kontrol toprakların sonuçlarıyla benzerlikler göstermiştir. Karışım gübre uygulamalarından, G1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 varyantları nodülasyon ve N₂-Fiksasyonu parametrelerini olumlu yönde etkilerken, SG1+Min, Ah1+Min karışımları, kontrol toprakları ile benzer sonuçlar vermiştir. Bitki biyomas ağırlıklarını (g/bitki) arttıran varyantlar, G, SG, L, ZK, G1+Min, ZK1+Ah, ZK1+Ah1+SG1 olup, azaltan varyantlar ise Ah, Min, SG1+Min, Ah1+Min olarak belirlenmiştir. Toprakların önemli mikrobiyal aktivitelerinden CO₂ sonuçları ZK2+Ah varyantından olumsuz yönde etkilenirken, diğer varyantlar arttırmıştır. DHA sonuçları, G, SG, G1+Min, SG1+Min, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiş olup, L, Min ve Ah1+Min uygulamalarından olumsuz yönde etkilenmiş ve Ah, ZK ve ZK1+Ah uygulamaları ise kontrol toprakları ile benzer sonuçlar vermiştir. MBC sonuçları, ZK1+Ah1+SG1 dışındaki tüm varyantlardan olumsuz yönde etkilenmiş ve kontrol topraklarına ait değerlerin altında kalmıştır. Bununla beraber SG1+Min uygulamaları kontrol toprakları ile benzer sonuçlar vermiştir. SG ve ZK1+Ah1+SG1 varyantları, pH değerlerinin düşmesine neden olurken, diğer uygulamalar kontrol varyantı ile benzer sonuçlar vermiştir. EC değerleri, G, Ah, L, Min, ZK, ZK1+Ah ve ZK2+Ah uygulamaları ile düşüşler gösterirken, SG, SG1+Min ve ZK1+Ah1+SG1 uygulamaları ile artmıştır. Bu sonuçlara göre, organik ve organo mineral uygulamalar, azot fiksasyonu parametrelerini ve toprak mikrobiyal aktivitelerini olumlu yönlerde etkilerken, zeytin karasuyunun uygun dozlarda kullanımı ile toksik etkilerinin bertaraf edildiği belirlenmiştir.

2019, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyolojik N₂-fiksasyonu, Rhizobiyum, bakteri aşılması, soya, toprak mikrobiyal aktivitesi

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZER APPLICATIONS ON THE NITROGEN FIXATION OF SOYBEAN AND DISPOSAL OF THE TOXIC EFFECTS OF OLIVE OIL WASTE WATER (OOWW)

The aim of this project is to determine the effects of some organic and mineral fertilizer applications on nitrogen fixation in soybean, biomass weight, some of microbial and chemical properties of soil. However, it is another important purpose of the research to eliminate the toxic effects of olive oil waste water (OOWW), which is a major problem for the olive growers and olive oil producers and which is formed during the olive oil production stage. In this research, established as a pot experiment, has been used soil obtained from the Topboğazı series, which is one of the common soil series of Antakya Amik Plain. Trial variants have been formed, gyttja (G), vermicompost (SG), barnyard manure (Ah), leonardite (L), mineral fertilizer (Min) and olive oil waste water (ZK) and each variant consists of 3 different doses. In addition, total of 30 variants were formed with the control consisting of four mixture fertilizers as G+Min, SG+Min, Ah+Min, ZK+Ah and their different doses.

According to the results of the research, some organic material applications positively affected the nodulation parameters while mineral fertilizer variants showed similarities with the results of the control soils. While G1 + Min, ZK1 + Ah, ZK2 + Ah and ZK1 + Ah1 + SG1 variants affected the nodulation and N₂-Fixation parameters positively, the SG1 + Min, Ah1+Min mixtures gave similar results with the control soils. Variants that increase the weight of plant biomass are G, SG, L, ZK, G1 + Min, ZK1 + Ah, ZK1 + Ah1 + SG1 and the decreasing variants are Ah, Min, SG1 + Min, Ah1 + Min. CO₂ results from the important microbial activities of soils were adversely affected by the ZK2 + Ah variant and other variants increased the CO₂ values. The results of DHA were negatively influenced by G, SG, G1 + Min, SG1 + Min, ZK2 + Ah and ZK1 + Ah1 + SG1 applications, and were negatively affected by L, Min and Ah1 + Min applications and Ah, ZK and ZK1 + Ah yielded similar results with control. The MBC results were adversely affected by all variants except ZK1 + Ah 1 + SG1 and remained below the control. However, SG1 + Min applications gave similar results with control soils. The SG and ZK1 + Ah 1 + SG1 variants resulted in lower pH values, while the other applications gave similar results to the control variant. EC values were decreased with G, Ah, L, Min, ZK, ZK1 + Ah and ZK2 + Ah applications and increased with SG, SG1 + Min and ZK1 + Ah1 + SG1 applications. According to these results, while organic and organo-mineral applications in the study have affected the nitrogen fixation parameters and soil microbial activities positively, it has been determined that the toxic effects are eliminated by using the appropriate amounts of olive oil waste water.

2019, 86 pages

Key Words: Biological N₂-fixation, Rhizobium, bacterial inoculation, soybean, soil microbial activity

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana gösterdiği hoşgörü ve sabırdan dolayı tez danışmanım kıymetli hocam Doç. Dr. Kemal DOĞAN hocama teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Tez çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Ziraat Mühendisi Fesih YABAR'a, beni bugünlere getiren her zaman arkamda duran ve beni destekleyen bütün aileme çok teşekkür ederim. 17YL007 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.....	21
3.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu.....	21
3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	22
3.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri.....	22
3.4. Araştırmada Kullanılan Bitki ve Organik Materyallerin Özellikleri.....	23
3.5. Yöntem.....	24
3.4.1. Toprak ve Bitki Analizleri.....	26
3.4.2. Toprak Analizleri.....	27
3.4.3. Bitki Analizleri.....	27
3.4.4. İstatistiki Değerlendirme.....	28
3.4.5. Bakteri Üretimi ve Aşılama.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. Bitkisel Sonuçlar.....	30
4.1.1. Nodül Sayısı.....	30
4.1.2. Nodül Ağırlığı.....	34
4.1.3. Etkili Nodül Ağırlığı (mg/nodül).....	37
4.1.4. Kök Üstü Biyomas Ağırlıkları.....	40
4.1.5. Kök Biyomas Ağırlıkları (g/bitki).....	44
4.1.6. Kök+Kök Üstü Biyomas ağırlıkları (g/bitki).....	48
4.1.7. Kök Üstü Azot İçerikleri.....	52
4.2. Toprak Sonuçlar.....	56
4.2.1. Toprak Solunumu (CO ₂ üretimi).....	56
4.2.2. Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA).....	60
4.2.3. Mikrobiyal Biyomas karbon (MBC).....	64
4.2.4. pH Sonuçları.....	68
4.2.5. EC Sonuçları.....	70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma topraklarının alındığı bölgenin coğrafik lokasyonu	21
Şekil 3.2. Toprak hazırlığı ve uygulamaların, yapıma aşamalarından görünümler.	25
Şekil 3.3. Analiz aşamalarından bir görünüm	27
Şekil 3.4. Bakteri üretim aşamasından görünümler	29
Şekil 4.1. Çalışmaya ait bir kök ve Nodül görünümü.	31
Şekil 4.2. Deneme bitkilerinin hasat aşamalarından görünümler	41
Şekil 4.3. Araştırma bitkilerinden, bir kök görünümü	45



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma deneme varyantları	25
Çizelge 4.1. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda nodül sayısına etkisi (Ad./kök)	32
Çizelge 4.2. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda nodül ağırlığına etkisi (g/kök)	35
Çizelge 4.3. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda etkili nodül ağırlığına etkisi (mg/nodül)	39
Çizelge 4.4. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök üstü biyomas ağırlığına etkisi (g/bitki)	43
Çizelge 4.5. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök biyomas ağırlığına etkisi (g/bitki)	47
Çizelge 4.6. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda Kök+Kök Üstü Biyomas ağırlıkları (g/bitki)	51
Çizelge 4.7. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök üstü %N üzerine etkisi	54
Çizelge 4.8. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök bölgesi topraklarda CO ₂ üretimine ($\mu\text{g CO}_2\text{-C.gkt.gün}^{-1}$) etkisi	58
Çizelge 4.9. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, dehidrogenaz enzim aktivitesine (DHA) ($\mu\text{g TPF/gkt}$) etkisi	63
Çizelge 4.10. Soya bitkisinde, organik ve mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içeriğine ($\mu\text{g MBC/gkt}$) etkisi.	66
Çizelge 4.11. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, pH'ya etkisi	69
Çizelge 4.12. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, tuzluluk değerlerine ($\mu\text{S/cm}$) etkisi	72
Çizelge 4.13. Araştırma uygulamalarının, incelenen parametreler üzerindeki etkilerin, kontrol varyantı ile karşılaştırılması.	73

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artıyor olması, gıda açığını kapatmak adına tarımsal üretimin de hızla artmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda, birim alandan daha fazla ürün alabilmek için, yoğun kimyasal ilaç ve gübre kullanımı kaçınılmaz olmuştur. Tarımsal ürün verimini artırmanın en önemli faktörlerinden biri olan mineral gübre uygulamalarının, toprak üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, verimli topraklar azalmakta ve ürün kalitesi düşmektedir. Mineral gübre ve diğer kimyasal materyal uygulamalarının, toprak kalitesine verdiği zararları azaltmak ve tarımsal toprakların sürdürülebilirliğini artırmak için kimyasal uygulamaların, organik materyallerle desteklenmesi, sorunu önemli oranlarda çözebilir. Artan insan nüfusunu beslemenin tek yolu olarak gösterilen, yoğunlaştırılmış tarımsal uygulama yöntemlerinin, artan dozları topraklarımıza ve ekolojik değerlerimize zararlar vermektedir. Yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamalar nedeniyle verimli topraklarımız azalmakta ve zamanla yok olmaktadır. Önemli bazı aminoasitleri içeren ve protein değeri yüksek olan soya, bir baklagil bitkisi olup, uygun *rhizobium* bakterisi ile aşılandığı zaman, toprağa 20-30 kg/da N bağlayabilmektedir. Baklagil ve bakterinin doğal ve ekolojik bu yetenekleri sayesinde, mineral gübre kullanımı azaltılabilir ve bu sayede hem ekonomik hem de ekolojik kazançlar sağlanabilir.

Tarımsal faaliyetlerin genel amacı artan nüfusun beslenme gibi temel taleplerini kaliteli ve sürdürülebilir şekilde karşılamaktır. Hızla artan nüfusun temel ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalan geleneksel ve organik tarımsal uygulamalar, birim alandan daha fazla verim alma yöntemlerinin oluşmasına neden olmuştur. 1940'larda başlayan ve Yeşil Devrim olarak bilinen yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamalarla yıllarca topraklara gereğinden fazla müdahale yapılmıştır. Bu müdahaleler kimyasal ilaç, mineral gübreler ve ağırlaştırılmış toprak işlemler şeklinde olmuş ve toprakların yorulmasına, üretkenliklerinin azalmasına neden olmuştur. Yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamalarla birim alandan daha fazla ürün alınmış fakat bu ürünlerin kalitesi düşmüştür. Kalitesi düşük ürünlerle beslenen insanlar ve diğer canlılar, gizli açlık sorunları ile karşılaşmışlardır. Birim alandan daha fazla verim alma çabasıyla yapılan her türlü tarımsal faaliyetler sonucunda verimli toprakların miktarı azalmaya başlamıştır bununla beraber nüfus artışı hızla devam etmiştir. Verimi arttıran yoğunlaştırılmış

uygulamalar maalesef ürün kalitesinin düşmesine neden olmuştur. Kalitesi düşük ve birçok kimyasallara maruz kalmış ürünlerle beslenen insanlar ve diğer canlıların sağlıkları olumsuz yönde etkilenmiştir.

Yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamaların, tarım topraklarına verdiği en önemli zararlardan biri, toprağın organik madde seviyesini azaltmasıdır. Yapılan bu çalışma ile toprakların mineral gübre ile birlikte çevremizde bulunan ve ulaşılması çok zor olmayan, ahır gübresi, gıda, leonardit ve solucan gübresi gibi organik materyallerin birlikte uygulanması sağlanmış ve bu sayede toprakların organik madde içeriğine katkılar sağlanması hedeflenmiştir. Bununla beraber bölgemizin önemli tarımsal ürünlerinden olan, zeytin bitkisinden elde edilen zeytinyağının üretimi aşamasında oluşan, karasu materyalinin, toksik etkilerinin bertaraf edilmesi sağlanmıştır. Solucan gübresinin toprak ve bitki üzerindeki etkilerini belirlemek de bu araştırmanın önemli bir amacını oluşturmuştur. Çok yönlü ekolojik faydalar sağlayan amaçlara sahip bu araştırma ile bölgesel ve ülkesel açıdan ekonomik ve ekolojik kazançların sağlanması hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda, azotlu gübrelerin zararları hakkında birçok sorunla karşılaşmaktadır. Azotlu gübrelerin gübre kullanımının verim üzerine etkisinin göz ile görülmesi ve desteklemenin teşviki gibi nedenlerle ülkemiz gübre tüketimi hızla artmıştır. Gereğinden fazla miktarlarda kullanılan azotlu gübreler toprağa, suya, atmosfere ve diğer canlılara zarar vermektedir. Bu çalışmada, organik ve mineral gübre uygulamaları ile mineral gübre kullanımını azaltılması hedeflenirken, toprak verimlilik unsurlarının korunması ile bölgesel ve ülkesel ekonomik kazançların sağlanması hedeflenmiştir. Hatay bahçe tarımında çok geniş bir paya sahip olan zeytincilik ve zeytinyağı üretimindeki en önemli sorunlardan biri olan zeytin karasuyu oluşumu ve bertaraf edilmesidir. Bu çalışmada zeytin karasuyunun bertaraf edilmesi için farklı organik materyallerle belirli oranlarda karıştırılması ve yeni bir organik gübreye dönüştürülmesi planlanmıştır. Projede kullanılan solucan gübresi gibi bazı organik materyallerin farklı dozlarının mineral gübre ve diğer organik gübrelerle karşılaştırılması yapılacak. Bununla beraber solucan gübresinin Antakya koşullarında ve soya bitkisinde azot fiksasyonuna etkileri de araştırılarak. Solucan gübreleri ile yapılmış azot fiksasyonu çalışmalarının çok yetersiz sayıda olması açısından çalışmanın özgün değerine pozitif etkileri olacaktır. Araştırmada kullanılan organik materyallerin çoğu bölgesel nitelikte olup, kullanılabilirliği ve ulaşılabilirliği kolaydır. Çalışmanın en önemli amaçlarından biri, toprağa organik materyal kazandırmak ve mineral gübrelerin sebep olduğu maddi ve manevi kayıpların azaltılması ile birlikte çevremizdeki değerlendirilebilecek her türlü organik materyali toprağa kazandırmaktır. Bu araştırma sonucunda mineral gübrelerin ve özellikle azotlu gübrelerin kullanımı azaltılırken toprakların organik maddece zenginleştirilmesi, ürün verimi ve kalitesinin artırılması dolayısıyla ekolojik ve ekonomik kazançların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Uzun yıllar boyunca kimyasallarla ve ağır makinalarla yapılan mineral uygulamalar, toprakların verimlilik unsurlarına zarar vermektedir. Toprak organik madde içeriği, toprağa canlılık veren mikrobiyal aktiviteler için önemli bir besin ve enerji kaynağıdır. Toprak organik maddesi, yavaş salınımlı önemli bir besin rezervi olmasının yanında, toprakta düzenleyici etkisi sayesinde çok önemli roller üstlenir. Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, önemli derecede, toprak organik

maddesine bağlıdır. Yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamalar, topraklarda organik madde düzeyinin azalmasına neden olmaktadır. Hergeçen gün canlılık aktiviteleri ile birlikte verimlilik unsurlarını da kaybeden topraklarımızı tekrar canlandırmak ve verimlilik unsurlarındaki sürdürülebilirliği sağlamak için, toprakların organik materyallerle desteklenmesi gerekmektedir. Mineral gübre uygulamalarına eklenecek, organik materyal desteklemeleri ile tarımsal üretim sistemlerinde ekolojik ve ekonomik kazançlar elde edilecektir (Doğan ve ark., 2006; Doğan ve ark., 2011; Sarıoğlu ve ark., 2017).

Toprakta azot fiksasyonunda rol alan bakteri gruplarından en önemli aktivitelere sahip olan baklagil-bakteri simbiyotlarından 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 kazançlar sağlanabilmektedir. Baklagil ekim alanlarında uygun bakteri suşu ile aşılama yapma durumlarında oluşan simbiyotik ilişkiler sayesinde bakteriler, yarayışsız formdaki atmosfer azotunu (N_2) yarayışlı azot formlarına (NH_4^+ - NO_3^-) dönüştürerek toprağa ($10-20 \text{ kg.da}^{-1} \text{ N}$) kazandırabilmektedir. Atmosferdeki tonlarca yarayışsız formdaki azot (N_2), atmosferik olaylar sonucunda yüksek enerjili yıldırımlar ve şimşekler sayesinde, endüstriyel yollarla gübre fabrikalarında yüksek girdi ve masraflar sonucunda ve biyolojik yollarla topraklara kazandırılmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1997; Coşkan ve Doğan, 2011). Normal sıcaklık ve basınç altında ve herhangi bir maddi ya da çevreyle ilgili zarara neden olmadan, sahip oldukları nitrojenaz enzimleri sayesinde toprağa yüksek miktarda azot kazandırma yeteneği, doğada sadece bakterilere verilmiştir. Bu bakterilerin simbiyotik ilişkileri ile toprağa bağladıkları azot oranı oldukça yüksek olabilmektedir ve bu bakteriler serbest olarak toprağa azot bağlayabilmektedir. Rhizobium adı verilen bu bakterilerden yoksun baklagil ekimlerinde gereğinden fazla atılan kimyasal gübre ve ilaçlar hem toprak mikroorganizmalarına hemde ekonomimize önemli kayıplar verebilmektedir. Toprak mikroorganizmaları ve bu organizma faaliyetlerini görmezden gelerek yapılan tarımsal faaliyetler sonucunda, toprak organizmaları önemli derecede zarar görmekte ve bu zarar

toprağın verimlilik düzeyini olumsuz yönde etkilemektedir (Arioğlu, 2000; Doğan ve ark., 2018). Amik ovası topraklarının bir kısmı ofyolit ve serpantin kayaların etkisi altında oluşmuştur. Bu ana materyallerin içerdiği yüksek miktardaki bazı ağır metaller toprakların verimlilik düzeyini azaltmaktadır (Şahin ve Doğan, 2016).

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. Mikroorganizmaların sentezleri ve analizleri sonucunda bitkilerin ihtiyacı olan mikro ve makro elementler yararlı hale dönüştürülürler. Mikroorganizmalar bu faaliyetlerini kendileri için gerekli olan besin ve enerjileri temin ederken gerçekleştirirler (Doğan ve ark., 2018).

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

Doğal ekosistemin devamlılığı için makro ve mikro organizmalar topraktaki fuananın temel unsurları arasında aynı zamanda mutlak gerekli olan makro ve mikro besinlerde toprak fuananın temel unsurları arasında bulunmaktadır. Rizosfer bölgesindeki mikroorganizma topraktaki mikroorganizmaların 10 katından daha fazlasını barındırmaktadır. Aynı zamanda mikroorganizmaların en yoğun bulunduğu katman olan rizosfer bölgesi bitki-mikroorganizma etkileşiminin bitki gelişimi açısından son derece önemli bir faktördür. (Doğan ve ark. 2010).

Simbiyotik ilişkide *Rhizobial* ve *mikorizal* aktivitelerin rizosfer bölgesindeki bitki ve organizmanın karşılıklı olarak zorunlu faydalanma prensibiyle meydana gelen etkileşimleri ile oluşur. Atmosfer azotunun toprağa bağlanması için *Rhizobial*

aktiviteler sonucunda, rizosfer bölgesindeki bitki-mikroorganizma simbiyotik ilişkisinden faydalanır. Aynı tarz ilişkilerde bitkinin büyüme, gelişme ve hastalıklardan karşı koruma direncini artırmak için mikoriza bitkiye besin elementi(özellikle P) ve su sağlar. Rizosfer bölgesinde yaşayan *Rhizobium* ve *mikoriza* gibi bitki ile simbiyotik ilişkileri olan canlıların bitkinin ihtiyacı olan yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirirken, bitki köklerinin salgıladığı organik bileşiklerden de faydalanırlar. Rizosfer bölgesindeki mikrobiyolojik aktiviteleri; köklerin salgıladığı organik bileşiklerin miktarında ve yapısındaki herhangi bir değişiklik etkileyecektir. 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 nitrojenaz enzimi ile katalize edilir (Haktanır ve Arcaç, 1997; ; Doğan ve ark. 2007; Gök ve ark. 2007; Coşkan ve Doğan, 2011).

Atmosferde % 78 oranıyla en fazla bulunan azot (N₂) gazı, bitkiler ve hayvanlar için yararlı bir formda olmadığı için birçok canlı, çevresindeki tonlarca azota rağmen bu elementin noksanlığı nedeniyle ya hastalanıyor ya da ölüyor. 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 ve ıslah çalışmaları ile artırılması yanı sıra, uygun ortam koşullarının sağlanması ve ideal bitki tiplerinin ortaya çıkarılması ile mümkündür (Sprent, 2001; Adjei ve ark., 2002; Goormachting ve ark. 2004).

Biyolojik azot fiksasyonunda azotun NH_4^+ 'a indirgenmesi normal atmosfer basıncında ve normal iklim koşullarında gerçekleşmekte ve enerji olarak da doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisinden faydalanılmaktadır. Canlılar âlemi 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 and 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 yararlanılır (Durrant, 2001).

Baklagiller toprağa sadece nodülleri aracılığıyla azot bağlamazlar, köklerinin çürümesi ve ölmüş nodül dokuların kökten ayrılıp toprağa karışması ile de toprağa azot kazandırır. Bu durum bitkinin toprak üstü aksamının kesilmesi ile hızlanır. Baklagil bitkilerinden azotun toprağa diğer bir geçiş şekli ise, nadir durumlarda olan karbonhidrat sentezinin bitkideki azot tespitinden daha az olduğu zamanlar gerçekleşir suda eriyebilir organik azot bileşiklerinin nodüller tarafından toprağa salgılanması şeklinde olur (Werner, 1987).

Toprağı azotça zenginleştirmek istiyorsak eğer baklagil bitkisinin tamamını veya bazı kısımlarının toprağa gömülmesi gerekmektedir. Baklagil bitkileri yalnızca gelişimi sırasında kendine azot sağlamaktadır. Başka bitkilere gelişmeleri esnasında azot vermemektedir (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).

Topraklardaki yarayışı demir ve molibden miktarı, nitrogenaz enzimi yapısında yer almaları nedeniyle, nodülasyonu ve mikrobiyel N₂-fiksasyonunu doğrudan etkilemektedir. Deneme sonuçlarından hareketle, özellikle bazik pH'ya sahip topraklarda baklagil yetiştiriciliğinde topraklardaki özellikle yarayışı demir miktarının dikkate alınmasında, bunun için de tarla koşullarında en uygun demir dozu kullanımında yarar vardır. Bu yönde yapılacak denemelerde, artı Mo uygulaması yapmak suretiyle topraklardaki yarayışı molibden miktarının ve uygun bakteri suşları aşılama suretiyle topraklardaki mevcut Rhizobium sp. Bakterilerinin yeterli olup olmadığının test edilmesi de, maksimum N₂-fiksasyonu ve yüksek verim sağlanması bakımından önem taşımaktadır Demir ve Molibden, azot fiksasyonunda oynadıkları çok önemli rolden dolayı özellikle baklagil bitkileri için tavsiye edilmektedir (Smart, 1993, Corbet ve ark. 2004; Zehr ve ark. 2003; Santos ve ark., 2004).

Aşısız koşullarda biyolojik yolla toprağa bağlanan azot toprağa ya yetersiz gelir ya da etkili olmaz. Havanın serbest azotunu baklagillerle simbiyotik yaşam kurarak toprağa bağlayan ve genel olarak Rhizobium spp. Olarak bilinen mikroorganizmalar aşılama ile toprağa verilir ve bu durumda toprakta yeteri sayıda bulunurlar ya da etkili olurlar. Bu nedenle aşılı koşullarda toprağa verilen azotun, aşısız koşullarda biyolojik yollarla toprağa bağlanan azotun miktarından daha yüksek olur (Gök ve Onaç, 1995).

Her bitki kendine özel bakteri istemekte ve aşılama çoğu zaman gerekli olmaktadır. 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).

Atmosferde molleküler haldeki azotun amonyum formlarına indirgenerek yarayışı azot formuna geçmesi 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).

Azot, ürün verimini belirleyen en elementlerden birini oluşturmaktadır ve bitkilerin azot gereksinimleri genel olarak mineral gübreleme ile karşılanmaya

çalışılmaktadır. Bu nedenle azotlu gübrelerin dünyadaki üretimi diğer bitki besin elementlerini içeren gübrelere oranla daha fazla artmaktadır. Bugün azotlu gübrelerin bütün dünyadaki üretimi çiftlik ürünleri tarafından kaldırılan azot miktarını karşılamaya yeterli değildir. Ayrıca sanayi yoluyla yapılan bu üretim için büyük enerji girdisine gerek duyulmaktadır. Sorun, sadece yüksek enerji girdileri ile kalmamakta, kullanılan mineral azot gübrelerinin bir kısmı yıkanma yoluyla, bir kısmı denitrifikasyon yoluyla topraktan uzaklaştığı için kullanılan azotlu gübrelerden bitkilerin optimum şekilde yararlanması da mümkün olmamaktadır. Azotlu gübre kullanımı sonucu verimdeki yüksek oranda artışla birlikte fazla azotlu gübrelerin ve azotlu artıkların taban suyuna ve içme suyuna karışması neticesi ortaya çıkan sorunlar bilim adamları tarafından çevre kirliliği açısından gündeme getirilmekle beraber bu güne kadar sorunun çözümü üzerinde yeterli çalışma mevcut değildir. Zira hızla artan nüfusun yanında hızla azalan verimli topraklarımız mevcut durumuyla sadece organik çalışmalarla insanlarımızı doyurmaya yetmez. Dengeli ve bilinçli bir biyolojik ve mineral gübreleme, kaliteli ürün elde edilmesi yanında bu ürünle beslenen insanların sağlığı yönünden de önem taşımaktadır. Bilinçli kullanılması koşuluyla mineral gübreler ve diğer kimyasal uygulamalar doğada olumsuz gelişmelere neden olmazken, bilinçsiz kullanılan organik uygulamalar bile doğada olumsuz gelişmelere neden olabilir (Doğan ve ark, 2016; Sarioğlu ve ark., 2017).

Baklagil bitkileri ile simbiyotik birliktelik sürdüren bakteriler sayesinde havadaki serbest yayrayışsız azotu bitkilerin faydalanabilmesi ve noksanlık belirtilerini göstermemek için kullanabilir azot formuna dönüştürebilirler. Yanı sıra Atmosferde ki %78 oranındaki azot (N_2) en fazla bulunan elementtir. Atmosferde bulunan moleküler azotu (N_2) organik hale Mikroorganizmalar dönüştürür ve tutarlar. Mikroorganizmalar yardımıyla mineralizyona uğrayarak inorganik forma yani bitkilerin yararlanabileceği biçime (NH_4^+ , NO_3^-) dönüşüp fikse edilen azot önce konukçu bitki tarafından kullanılmaktadır (Lindemann and Glower, 2003).

Toprakların mevcut azot potansiyelinin artırılıp bitkisel üretimi artırmak, aynı zamanda kimyasal ve mineral gübrelerin kullanımının azaltılması, topraklarımızın kirlenmesini ve bu yollarda çevre kirlenmesinin azaltılması gerekmektedir. Bu koşullar altında toprakta serbest halde yaşayan ve toprağa azot bağlayan mikroorganizmalar ile birlikte baklagillerle simbiyotik yaşayan bakteriler çok önemli hale gelmektedir. Ekim

nöbeti uygulamasında toprağa azot bağlayan baklagillerin kullanılmaması ve toprak için gerekli azot kaynağının mineral gübrelerin kullanılması, topraklarımızı yavaş yavaş kirletmekle kalmayıp bazı bileşikler infiltrasyonla derine sızıp yer altı sularına karışmakta ve çevre-su kirliliğinede sebep olmaktadır. Bununla birlikte azotlu gübre denitrifikasyon yoluyla kaybolmakta ve bitki bundan yeterince faydalanamamaktadır. Ortaya çıkan azot gazı ise hava kirliliğine sebep olmaktadır (Coşkan, 2004; Doğan ve ark., 2006; Gök ve ark., 2006).

Simbiyotik N₂-fiksasyonunun en önemli tarafı, bakteri ve baklagil ilişkisidir. Baklagiller önemli bir besin kaynağı olup Leguminosae familyasındandır (Sprent, 2001). Bu geniş bir aile olup 18000 türü içermektedir. Bunlardan yaklaşık 13.000'i toprak mikroorganizmaları ile simbiyotik yaşayarak azot fiksasyonu yaparlar (Sprent, 2001; Goormachting ve ark., 2004).

Yaklaşık yerkürede 4×10^{15} (karasal ve denizsel), atmosferde ise 2×10^{15} ton azot bulunur. Her yıl toprağa 200-300 milyon/ton azot kazandırılır. Bunun %70'i biyolojik azot fiksasyonu ile, %15'i yapay gübrelerle, %15'i doğal gübrelerle, %10'u da çevre kirleticileriyle olmaktadır. Dünyada biyolojik yolla toprağa sağlanan toplam azot 175×10^6 ton/yıl'dır (Burns ve Hardy, 1975; Fritsche, 1985). Bunun 75×10^6 ton'u baklagil üretim alanlarından, 7×10^6 ton'u çeltik alanlarından, 57×10^6 ton'u orman, çayır vb. alanlardan, 28×10^6 ton'u ise okyanus ve denizlerden sağlanmaktadır (Gök ve ark., 1996).

Biyolojik N₂ fiksasyonu başlıca iki şekilde gerçekleşir. Bunlardan birincisi simbiyotik N₂-fiksasyonu ikincisi ise simbiyotik olmayan N₂-fiksasyonudur. Simbiyotik yaşayan bakteriler konukçu 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 sekline "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 (Haktanır ve Arcak, 1997).

Toprak bakterileri yaşam koşulları için en uygun ortamlarda hayatlarını sürdürürler. Yaşam alanlarında örneğin rizosfer bölgesinde bulunan diğer mikroorganizmalarla besin elementleri temini nedeniyle her zaman bir rekabet halindedirler. Özellikle Rhizobium bakterileri demire olan gereksinimleri nedeniyle bu

elemenin rekabetine çok fazla girmektedir. Battistoni ve ark., 2001'de yaptıkları bir çalışmada toprakta demir eksikliğinde bakteriler arasındaki rekabeti incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, demir eksikliği şartlarındaki *Rhizobium*ların çok daha etkili rekabet ettiklerini belirtmişlerdir. 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 (Vincent, 1982; 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. Nitrogenaz 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; Corbet ve ark., 2004).

Bakteri ve baklagil ilişkisindeki temel prensip olan *Rhizobium* bakterilerinin azotu indirgeyip bitkinin yararlanabileceği formlara dönüştürmesi, birçok işlemlerden sonra gerçekleşebilmektedir. Bitki tarafından gereksinim duyulan azot bakteri tarafından sağlanırken bakterinin gereksinim duyduğu enerji ve besin maddeleri de bitki tarafından sağlanmaktadır (Bergersen, 1982; Sprent, 2001; Anonymous, 2003). Baklagillerde bütün bu sözü edilen işlemler köklerde nodül denilen yumrulara 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 (Carool ve ark., 1985; Sprent, 2001; Adjei ve ark., 2002; Anonymous, 2003; Goormachting ve ark., 2004).

Atmosfer azotunu (N_2) baklagiller aracılığıyla mutualistik yaşam kurarak toprağa bağlayan ve genel olarak *Rhizobium spp.* olarak bilinen mikroorganizmalar aşılama ile toprağa verilmediği durumda genellikle toprakta az sayıda bulunurlar veya etkili olmazlar ve bu nedenle de aşısız koşullarda biyolojik yolla toprağa bağlanan azot miktarı da düşük olur (Gök ve ark., 1995; Lindemann ve Glower, 2003). Baklagillerde simbiyotik sistem sonucu kazanılan azot miktarı 150-200 kg/ha.yıl düzeyindedir (Burnus ve Hardy, 1975; Almaca, 1996). İyi şartlar altında soya-*Bradyrhizobium japonicum* ikilisi simbiyotik yolla 300 kg/ha.yıl düzeyine yakın azot fikse edilebilir (Keyser ve Li, 1992). Simbiyotik azot fiksasyonunu özellikle baklagillerle ortak yaşayan *Rhizobium*'lar yapmaktadır. *Rhizobium*'lar iyi havalandırılan, hafif asidik veya hafif bazik toprakları severler (Goormachting ve ark., 2004).

Baklagiller aracılığı ile fikse edilen azot miktarının 70-100 kg/ha. Yıl (bezelye ve fasulye) ile 300 kg/ha yıl (üçgül ve yonca) arasında olduğu bazı araştırmacılarca belirlenmiştir (Postgate, 1982; Anonymous, 2003).

Gök ve ark. (1995)'nin yaptıkları bir çalışmada bazı baklagil yeşil gübre bitkilerinin kontrol toprağına oranla toprağı kazandırdıkları azot miktarının bitki ve uygulama şekline göre 7,5 ile 13,0 kg N/da arasında değiştiği saptanmıştır.

Gök ve Martin (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın soya, üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, bakteri aşılamanın soya ve üçgülden N_2 -fiksasyonu ve bitki kuru madde ağırlığını önemli ölçüde artırdığı, fiğde ise aşılama suşlarının 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.

Tarımsal sistemde ortalama azot fiksasyonu 10-30 kg N/da.yıl olup, ancak iyi gelişme koşulları, konukçu bitkinin uygunluğu ve en iyi izolatların seçimi ile 40-60 kg N/da.yıl değerine çıkabilmektedir (Drevon, 1983; Werner, 1987).

Simbiyotik olmayan N_2 -fiksasyonu toprakta bazı serbest yaşayan ve molekül azotu bağlama yeteneğinde olan mikroorganizmalar, bakteriler ve mavi-yeşil algler

tarafından gerçekleştirilmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997). Bu mikroorganizmalar *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Clostridium*, *Achromobacter* ve *Pseudomonas* cinsi ile mavi alglerden *Anabaena* ve *Nostoc* cinsi olarak sayılabilir. Algler toprakta olduğu kadar akvatik ortamlarda da azot fiksasyonu yapabilirler. Simbiyotik olmayan azot fiksasyonu, pH ve toprağın oksijen içeriği tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Örneğin, *Azotobacter* ve *Azotomonas* mutlak aerobiktir ve ancak nötr pH düzeyinde optimum aktivite gösterirler. *Clostridium* bakterileri anaerobiktir, asidik ortam diliminde yaşayabildiklerinden *Azotobacter*'lerden daha yaygındırlar. Tropik bölgelerde pH 4' te bile N₂ fikse edebilirler (Bordeleau, 1994; Anonymous, 2003).

Simbiyotik olmayan yolla tespit edilen azot miktarı ile bulgular çok değişik olmakla birlikte, genellikle yılda 2,5-3 kg N/ha olarak tahmin edilen miktar ortalama olarak kabul edilebilir. Baklagiller tarafından simbiyotik yolla tespit edilen azot miktarı ise dekar başına, yaklaşık olarak 10-20 kg arasında bulunmaktadır (Altuntas ve Cebel, 1992; Keyser ve Li, 1992; Gök ve ark., 1995).

Toprağa uygulanan mineral, organik ve inorganik gibi gübreler toprağın mikrobiyel aktivitesinin değişimine sebep olabilir. Bu değişimde toprağın dengesinin bozulmasına sebep olur. Marschner ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada, uzun periyot gübreleme çalışmaları sonunda topraklardaki mikrobiyel aktivitenin ve fonksiyonundaki değişimleri incelemiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulguların çoğunda uzun periyotta uygulanan mineral gübrelerin mikrobiyel aktivitenin ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediği ortaya konmuştur. Bununla beraber uzun süreli nitrat gübrelemesi nodülasyonu ve azot fiksasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir (Daimon ve Yoshioka, 2001).

Kılıç (1994) tarafından belirlenmiş bazı sonuçlara göre, toprağa uygulanan ve 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 etken maddeli 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 bitkilerin faaliyetlerini engelleyerek nitrifikasyon olayının aylarca durmasına sebep olmaktadır. DDT ve BHC gibi ilaçlar nodozide bakterilerinin nodozide

oluşturmasına engel olabilmektedir. Bazı fumigant cinsi pestisitler toprakta eriyebilir manganez veya diğer iz elementlerinin bitkilere toksik etki gösterecek kadar artmasına sebep olmaktadır. Toprak ilaçlamasında kullanılan bazı bakırlı ilaçlar ise toprakta bakır birikmesine yol açarak hassas bitkilerin ve mikroorganizmaların zarar görmesine neden olurlar.

Shad ve Chaudher (1986), 0.50-0.75 kg trifluralin/ha herbisit uygulamasının nohutta nodülasyonu %3 azalttığını saptamıştır. Bakteri aşılmasının azot fiksasyonunu etkileyen etmenler arasında önemi büyüktür. Tohum, etkili bakteri suşları ile aşılanarak ekilirse bitki köklerinde gelişmenin erken dönemlerinde nodüller oluşur ve bitki topraktaki N eksikliğinden etkilenmeden gelişimini tamamlayabilir. Nodüller aracılığıyla bitkiye sağlanan azot, organik bileşikler halinde bitki metabolizmasına girmekte ve bitki bu bileşiklerden kolaylıkla faydalanabilmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997).

Avustralyada yapılan bir çalışmada nodülasyon oluşumundaki spesifik mekanizmaların olası nedenleri araştırılmıştır. 1980'lerin başından itibaren başlayan mutagenetik çalışmalardan biri olan bu çalışmada bitki ve bakteri arasındaki nodülasyon öncesi iletişim ve sinyaller üzerine yoğunlaşmış olup bu sinyallere neden olan gibberellin ve brassinosteroid mutandları kullanılarak bezelye bitkisinde çalışılmıştır (Breet ve ark., 2005). Araştırma sonuçlarına göre gibberellin ve brassinosteroidlerin nodülasyon reaksiyonlarında önemli roller üstlendiği sonucuna varılmıştır.

Rhizobium bakterilerinin su stresi, toprak asitliği, hastalık ve zararlılara oldukça duyarlı olduğunu, her bitkinin kendine özel bakteri istediğini ve aşılanmanın çoğu zaman gerekli olduğunu bildiren bir çok çalışma mevcuttur (Gök, 1993; Adjei ve ark., 2002; Coşkan, 2004; Gök ve ark., 2005). Azot fiksasyonunda bitki besin elementlerinin etkisi büyüktür. Toprakta düşük mineral azot düzeyi ve yüksek karbon içeriği optimum N₂ fiksasyonunu azaltmaktadır (Özbek ve ark., 1993; Haktanır ve Arcak, 1997).

Baklagil bitkileri tarafından aktif olarak azot tespit edilmesi, bitkinin sağlıklı olarak gelişmesi ve bitki besin maddelerinin elverişli miktarda temin edilmesi halinde mümkün olabilir. Bitki besin maddelerinden fosfor, protein sentezinde rol oynayan önemli bir elementtir. Fosfor, *Rhizobium* bakterisinin aktivitesini ve kök gelişimini artırarak nodül oluşumunun erken, nodüllerin daha büyük ve fazla sayıda olmasına yardım eder (Kızıloğlu, 1995). Çok sayıda araştırmacı bir çok baklagil bitkisiyle birlikte

yerfistığında yaptıkları araştırmalarda potasyumun fosfor ile birlikte bulunması halinde azot tespitine olumlu etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir (Adjei ve ark., 2002; Anonymous, 2003; Corbet ve ark., 2004).

Simbiyotik azot fiksasyonunda Fe, hem *Rhizobium* bakterileri için hem de bitki için çok önemli bir elementtir (Gök ve ark., 2005; Doğan ve ark., 2007). Demir, nitrojenaz ve ferrodoksinin yapısında bulunur ve bakteri azot bağladığı zaman fazla miktarda Fe kullanılır. Değişik bakteri türlerinin Fe ihtiyaçları farklıdır. Bitkide Fe noksanlığı simptomları görülünce, şelat formunda yapraklardan uygulanabilir. Yine bor olmadan nodüller fonksiyonlarını yapamaz. Bor, nodül ve bitkinin merismatik aktivitesi için gereklidir. Zn, Mn, Cl ve Cu bitkinin büyümesi için gereklidir. Fakat nodülasyonu etkilemez. Cu eksikliği inefektif bakterilerde olduğu gibi fazla sayıda küçük nodülün oluşmasına neden olur (Anonymous, 1984).

Fosfor, protein sentezinde rol oynayan önemli bir besin maddesidir. Protein içeriği bakımından diğer bitkilere göre zengin olan baklagillerde fosfor gereksinimi daha fazladır. Bunun yanında toprakta K ve S'n bulunmaması durumunda, fazla miktarda yarayışlı azot olsa bile baklagil bitkilerinde protein sentezi gerçekleşmez. K, nodül sayısında, S ve P ise nodül sayısı ve nodül büyüklüğünde etkili olmaktadır. Ca, toprak reaksiyonuna etki ederek baklagil bitkilerinin gelişimine, *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterilerinin sayısının artmasına ve yaşamlarını sürdürmelerine yardım etmektedir (Kızıloğlu, 1995; Sprent, 2001; Anonymous, 2003; Goormachting ve ark., 2004).

Asidik ve bazik koşullar genellikle mikroorganizmalar için stres faktörüdür (Chau, 2006). Toprak asitliği ile ilgili olarak farklı bakış açıları doğrultusunda simbiyotik yaşam üzerinde durulmuştur. Bununla ilgili olarak *Rhizobium/Bradyrhizobium*-baklagil ortak yaşamının her fazında farklı etkileşimler olabileceği belirtilmiştir (Sprent, 2001; Krouma ve Abdelly, 2003; Fung ve Wang, 2004). Bunlar, rizosferde gelişen ve toprakta yaşayan rhizobal organizmalar üzerine infeksiyon ve gelişebilmiş nodül üzerine, nodülün fiksasyon üzerine, bitkinin gelişimi üzerine etkisi olarak göz önünde bulundurulmuştur. Toprak asitliğine tleransına göre birbirine benzemeyen birçok *Rhizobium/Bradyrhizobium* türleri bilinmektedir. Yavaş gelişen *Bradyrhizobium* türleri genellikle hızlı gelişen türlerinden özellikle *R. meliloti*'den fazla olarak aside tolerans göstermişlerdir (Adjei ve ark., 2002).

Yapılan bir araştırmaya göre, pH 4,5'ta çay bitkisinde insan sağlığına zarar verecek düzeyde Al birikimi meydana gelmiştir (Fung ve Wang, 2004). Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıklar, Al toksisitesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Nayak, 2002). Bununla beraber, bitki rizosferindeki yüksek Al düzeyi hem bitki hem de yararlı mikroorganizmalar için zararlı olabilmektedir (Chau, 2006).

Rhizobium/Bradyrhizobium'ların gelişmesi için en uygun pH 6.8 olarak belirlenmiştir. *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterilerinin gelişmeleri için pH 4.0 8.5 arasında değişiklik göstermektedir. pH aralığının geniş olması bunların farklı ortamlarda kullanımını olası hale getirmektedir (Kızıloğlu, 1995; Chau, 2006).

Nodüllerin gelişimi veya nodülün başlangıç aşamasında (enfeksiyon aşamasında) *Rhizobium*'ların gelişimi ve yaşayabilen bakterilerin konukçu bitki üzerinde gelişebilmesi asit topraklarda zor olduğundan bu tip topraklarda nodülasyon azalmaktadır (Alva ve ark., 1987). Yapılan bazı benzer araştırma sonucunda nodülasyonun, pH'nın 6.0'ya düşmesi durumunda azaldığı belirlenmiştir (Chau, 2006).

Asit topraklarda çoğunlukla düşük P, Ca, Mo düzeyleri ve yüksek düzeyde Al ve Mn içermesi nedeniyle toksik etki oluşturmaktadır. Bu nedenle toprak asitliğinin; nodülasyon bitki gelişimi ve azot fiksasyonu üzerine daha yüksek düzeyde olumsuz etkisi ortaya çıkmıştır. Yüksek alkalın topraklarda, sodyum klorür, bikarbonat ve bor yüksek derecede tuzlulukla birleştiği zaman azot fiksasyonunda azalma eğilimi görülmektedir (Chau, 2006).

Singleton ve ark., (1982) tarafından besi ortamına çeşitli miktarda tuz ilavesi ile yapılan bir çalışmada, ortamın tuz içeriği arttıkça ortamdaki Rhizobial yoğunluğunun düştüğünü, bakteri etkinliğinin azaldığını, buna bağlı olarak kuru madde oluşumu, nodül ağırlığı ve nodül aktivitesinde azaldığını ortaya koymuştur. Sıcaklık azot fiksasyonunu 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 enfeksiyon 7 °C'de 19 °C'ye göre gecikmiştir. Fakat 7 °C'de enfeksiyonla nodülasyon arasındaki süre kısalmıştır. Sıcaklık aynı zamanda nodülün değişik bölgelerinde ki doku miktarını etkilemekte, örneğin 7 °C'de değişim bölgesi nodülün %20'sini oluştururken 19 °C'de %5'ni oluşturmaktadır (Spren,2001).

Sıcaklık genel bitki metabolizmasını etkilediği gibi, nodül oluşumu ve N₂-fiksasyonu üzerinde de önemli düzeyde etkisi bulunmaktadır. *Rhizobium/Bradyrhizobium* baklagil simbiyotik sisteminde optimum kök sıcaklığı 28 °C'dir. Düşük ve yüksek sıcaklıklarda bu sistem zarar görmektedir. *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterileri 40 °C'nin üzerinde ki sıcaklıklarda etkilerini kaybetmektedirler (Kızıloğlu, 1995).

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

Aşırı su da, azot fiksasyonu üzerine olumsuz etki yapmaktadır. 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 artacak ve bu nedenle oluşan yüksek CO₂ konsantrasyonlarında nodül oluşumu engellenmiş olur (Bordeleau ve Prevast, 1994; Sprent, 2001; Gök ve ark., 2006).

Azot, ürün verimini belirleyen en önemli öğelerden birini oluşturmaktadır ve bitkilerin azot gereksinimleri genel olarak mineral gübreleme ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle azotlu gübrelerin dünyadaki üretimi diğer bitki besin elementlerini içeren gübrelere oranla daha fazla artmaktadır. Bugün azotlu gübrelerin bütün dünyadaki üretimi çiftlik ürünleri tarafından kaldırılan azot miktarını karşılamaya yeterli değildir. Ayrıca sanayi yoluyla yapılan bu üretim için büyük enerji girdisine gerek duyulmaktadır. Sorun, sadece yüksek enerji girdileri ile kalmamakta, kullanılan mineral azot gübrelerinin bir kısmı yıkanma yoluyla, bir kısmı denitrifikasyon yoluyla topraktan uzaklaştığı için kullanılan azotlu gübrelere bitkilerin optimum şekilde yararlanması da mümkün olmamaktadır. Azotlu gübre kullanımı sonucu verimdeki yüksek oranda artışla birlikte fazla azotlu gübrelerin ve azotlu artıkların taban suyuna ve içme suyuna karışması neticesi ortaya çıkan sorunlar bilim adamları tarafından çevre kirliliği açısından gündeme getirilmekte beraber bu güne kadar sorunun çözümü üzerinde yeterli çalışma mevcut değildir.

Türkiye’de, TÜİK verilerine göre 2010 yılında 6.563.279 ton azotlu gübre olmak üzere toplam 10.424.828 ton mineral gübre kullanılmıştır. Türkiye’de kullanılan bu miktar azotlu gübre saf azot olarak hesaplandığında yaklaşık 1.400.000 tona karşılık gelmektedir. Hatay’da 2012 yılı verilerine göre kullanılan azotlu gübre miktarı 24832 ton/yıl, kullanılan fosforlu gübre miktarı 5137 ton/yıl ve potasyumlu gübre miktarı ise 1470 ton/yıldır (Anonim, 2013).

Bu araştırmada, toprak düzenleyici olarak kullanılan organik materyallerden, leonardit ve gıdya, toprakların havalanmasını, su geçirgenliği, su tutma kapasitesi, agregat stabilitesi gibi fiziksel özellikleri, organik madde miktarı, toprakta mevcut olan bitki besin elementlerinin yarayışlı forma dönüşmesi, katyon değişim kapasitesi, pH dengesinin sağlanması gibi kimyasal özellikleri ve bitki verimi, kök gelişimi vb. diğer toprak ve bitki özellikleri üzerine olumlu etkilere sahiptir (Tamer ve Karaca, 2011; Namlı ve ark., 2017).

Çıtak ve ark., (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, vermikompost (VC) ve ahır gübresi (AG) uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametrelerine AG2 daha etkili olurken, VC’li uygulamalar da kontrole oranla önemli artışlar göstermiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC2 uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprağın pH, EC ve organik madde değerleri tüm uygulamalarda kontrole oranla farklı derecelerde artışlar göstermiş; toprağın N, P, K ve Mg içeriklerine AG’li uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, AG2 uygulamasının diğer uygulamalara oranla bitki gelişimi, besin elementi kapsamı ve toprak verimliliği bakımından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Solucan gübresi (vermicompost), solucanların dışkısı ile çeşitli organik materyallerinkarışımlarından oluşmuş bir komposttur (Doğan ve ark., 2018). Vermikompostlama, solucanlar ve mikroorganizmalar arasındaki interaksiyon vasıtasıyla organik materyallerin non-thermofilik biyodegradasyonu ve stabilizasyonudur ve böylece ince dokulu, peat benzeri, yüksek gözenekli, havalanma, drenaj, su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktiviteye sahip bir materyal oluşmaktadır (Çıtak ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2018). Yapılan birçok benzer araştırma sonuçlarına göre, vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin

maddelerini elverişli bir biçimde sağladığı ve bu besinlerin bitki tarafından alınımı ve bazı toprak kalite unsurlarını artırdığını, göstermektedir (Peyvast vd., 2007; Doğan ve ark., 2018).

Organik materyal uygulamaları ile toprakların önemli kalite unsurlarından olan, biyolojik ve fiziksel özelliklerin düzenlenmesi ve sürdürülebilirliği sağlanır. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkilerine yönelik yapılan bir araştırmada, organik materyal olarak işlenmiş tavuk gübresi ve çöp kompostu 1250, 2500 ve 5000 kg ha⁻¹, işlenmiş leonardit ise 100, 200 ve 400 kg ha⁻¹ olarak üç farklı dozlarda toprağa uygulanmıştır. Yedi aylık bir inkübasyon süresi sonunda, değişik kökene sahip organik materyallerin toprağın, organik madde miktarı (O.M), kation değişim kapasitesi (KDK), reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenliği (EC), toplam azot içeriği (N), hacim ağırlığı ve agregat stabilitesi gibi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, değişik kökene sahip organik materyallerin düzenli ve etkin bir biçimde kullanılması ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilebileceğinin mümkün olduğu görülmüştür (Alagöz ve ark., 2006). Özbek ve ark (1993), yüzey toprağında yeteri kadar fazla ayrılmış organik madde atıklarının bulunması durumunda bunun mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Şeker ve Ersoy (2005) tarafından yapılan bir araştırmada, sera şartlarında çöp kompostu (ÇK), sığır gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve leonardit (L) uygulamasının toprak özellikleri ve mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Araştırma saksı denemesi olarak yapılmış ve her bir saksıya fırın kuru ağırlık esasına göre 3 kg kumlu killi tın toprak doldurulmuş, bu saksılara ÇK, TG ve L 0-500-1000 kg da⁻¹ (% 0.0-0.2-0.4) ve SG 0-1000-2000 kg da⁻¹ (% 0.0- 0.4-0.8) hesabıyla ilave edilmiştir. Araştırma sonuçları kullanılan organik gübrenin çeşidi ve dozlarının toprak özellikleri ile mısırın gelişimini etkilediğini göstermiştir. En yüksek agregat stabilitesi ve tarla kapasitesi değerleri L'in ikinci dozunda, en yüksek dispersiyon oranı değeri TG'sinin birinci dozunda sırasıyla; % 17.00, % 17.28 ve % 84.15 olmuştur. Toprak özelliklerini iyileştirmede L'nin ikinci dozu diğer uygulamalardan daha etkili olmuştur. En yüksek taze yaprak ve kök ağırlıkları sırasıyla 56.00 g saksı - 1 ve 8.96 g saksı -1, en yüksek kuru yaprak ve kök ağırlıkları sırasıyla

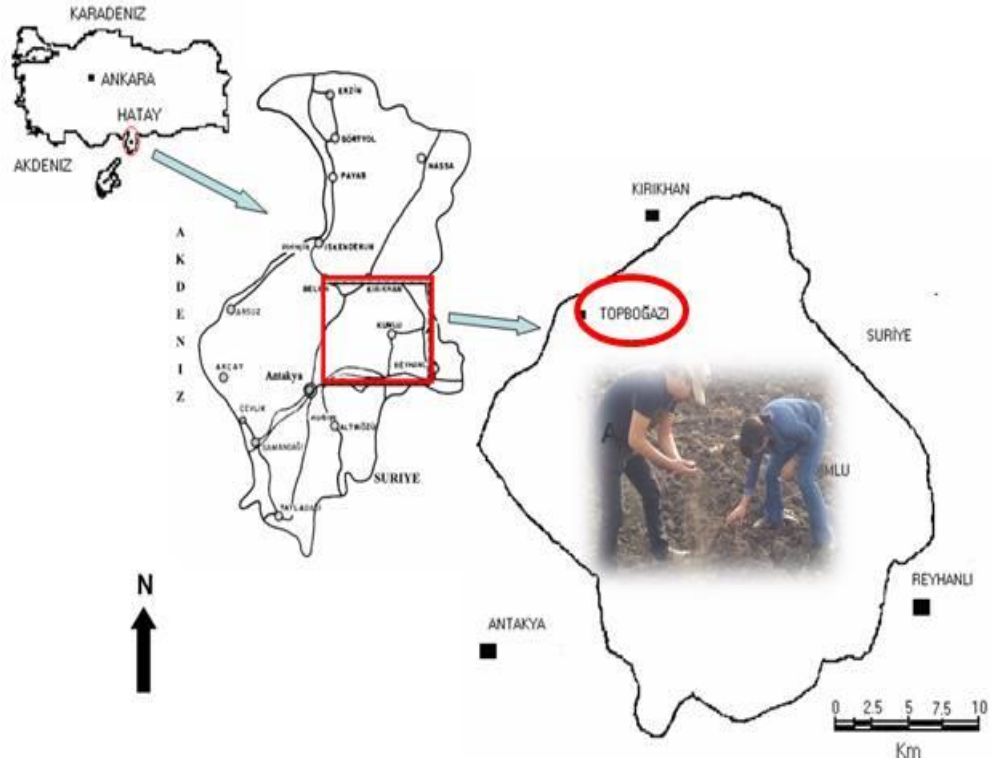
8.61 g saksı -1 ve 2.62 g saksı -1 bulunmuştur. En yüksek bitki uzunluğu (64.36 cm) TG'nin birinci dozunda ölçülmüştür. Mısır bitkisinin verim unsurları ile boy uzunluğu üzerine en fazla etkiyi TG'nin birinci ve ikinci dozları yapmıştır.

Topraklarda düzenleyici etkileri olan organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği yapılan birçok araştırma ile belirlenmiştir (Shirani ve ark., 2002; Şeker ve Ersoy, 2005; Doğan ve ark., 2016; Sarıoğlu ve ark., 2017). Türkiye topraklarının organik madde içeriği genellikle düşüktür (Eyüpoğlu, 1998; Gezgin ve ark., 1999; Şeker ve Ersoy, 2005). Toprağa organik materyal uygulaması toprağın mevcut organik madde miktarını artırmakta, buna bağlı olarak da toprağın agregat stabilitesini, hava-su dengesini, erozyona karşı direncini ve topraktaki bitki besin elementlerinin alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu

Amik Ovası Akdeniz Bölgesinin doğusunda, Antakya-Kahramanmaraş grabeninin en güneyinde yer almaktadır. Hatay ili toprakları içerisinde bulunan Amik Ovasının kuzeyinde Kırıkhan ilçesi, doğusunda kuzeydoğu-güneybatı hizasında uzanan Kurt Dağları ve Suriye Platosu (825 m), batısında Amanos Dağları (2250 m), güneyde Kuseyr Platosu ve Antakya-Samandağ grabeni (0-80 m) bulunmaktadır (Korkmaz, 2008). Yaklaşık 80.000 ha'lık alan kaplayan Amik Ovası $36^{\circ} 10' 27''$ ve $36^{\circ} 34' 54''$ doğu boylamları ile $36^{\circ} 22' 15''$ ve $36^{\circ} 30' 34''$ kuzey enlemleri arasında, olup, ortalama yükseltisi 82 m dir (Şekil 3.1). Kılıç ve ark. (2008) tarafından Amik Ovasında değişik ana materyallerin etkisi sonucu oluşmuş 51 farklı toprak serileri belirlenmiştir. Araştırma toprakları bu serilerden biri olan ve Amik Ovası'nda geniş bir yer kaplayan Topboğazı Seri topraklarından alınmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma topraklarının alındığı bölgenin coğrafik lokasyonu

3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Amik Ovası yazları kurak ve sıcak, kışları ise nemli ve yağışlı iklim özelliğine sahip Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Bu iklim kuşağında yağışlı kış ve kurak yaz dönemlerinin yaşanmasında genel atmosfer sirkülasyonu ve hava kütlelerinin önemi büyüktür. Bölgenin fazla yağış almasının sebebi kışın ülkemizde etkili olan denizel ve karasal hava kütleleri, güneyden gelen hava kütleleriyle karşılaşması sonucu yağışa neden olmaktadır (Koçman, 1993). Amik Ovasında yaz kuraklığının yaşanmasında orografik özelliklerde etkilidir. Ovanın batısında adeta bir set gibi uzanan Amanos Dağları denizel hava kütlelerinin Amik Ovasına direkt ulaşmasını engeller. Bu hava kütlesi bünyesindeki nemin bir kısmını Amanos Dağlarının batı yamacına bırakarak gelir ve ovada kurak bir yaz geçmesine neden olur (Erinç, 1996).

Ovada yıllık yağış miktarı ortalama 1124 mm olup, yağışlar çoğu zaman ilkbahar ve kış mevsimlerinde yağmur olarak düşmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık göstergesi 18.1 °C olup, aynı alanda en yüksek sıcaklık 31 °C, en düşük sıcaklık 4.5 °C dir. Yılın en sıcak günü ortalama olarak Ağustos ayında, en soğuk günü Ocak ayında yaşanır. Donlu gün sayısı çok olmamakla birlikte yılda 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 Toprak Özellikleri

Topboğazı Serisi (Tb) Serisi; araştırma alanında 19849 dekar alan kaplayan, eski göl tabanında, aluviyal+lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiş, AC horizonlu çok derin topraklardır. Üst horizonları kil, C horizonu ise siltli kil bünyeli olan Topboğazı serisi topraklarının kil içerikleri % 50.2-67.8 arasında değişmektedir. Hafif ve kuvvetli bazik reaksiyonlu olan seri topraklarının pH'ları 7.74-8.27 arasındadır. Tuzsuz topraklar sınıfına giren serinin toplam tuz içeriği % 0.067-0.114 değerleri arasında değişmekte ve profil boyunca yüzeyden alt katmanlara doğru düzenli olarak artmaktadır. Toprakların KDK'ları 28.17-38.74 me/100 g arasında değişmekte ve profil içinde düzensiz bir

dağılım göstermektedir. Değişebilir katyonlardan Ca+Mg baskın olup, bunu sırasıyla Na ve K izlemektedir. Üst horizonları fazla, alt horizonları ise çok fazla kireçli olan seri topraklarında; kireç miktarı % 21.10-27.90, ESP ise 1.36-2.47 arasında değişmektedir. Profil yüzeyinde organik madde içeriği yüksek, alt katmanlarda ise çok az olan serinin, organik madde miktarı % 0.48-4.63 arasında düzensiz bir dağılım göstermektedir (Kılıç ve ark., 2008). Ağca ve Karanlık (2012) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre, Topboğazı serisinin 0-30 cm derinlik topraklarının, toplam N, P₂O₅ ve K içerikleri sırasıyla, % 0.180, 5.20 kg/da ve 0.64 me/100g olarak bildirilmiştir. Mikro elementlerden, Cu, Fe, Mn ve Zn içerikleri (mg/kg) ise, 1.44, 4.40, 2.49 ve 0.16 olarak bildirilmiştir.

3.4. Araştırmada Kullanılan Bitki ve Organik Materyallerin Özellikleri

Bitki materyali olarak kullanılan soya bitkisi Hatay Bölgesine uygun bir soya çeşidi olan **bravo** çeşittir. Bravo çeşit soya, geniş adaptasyon yeteneğine sahip, ikinci ürün ve geç birinci ürün ekilişlerine uygun bir çeşit olup, 3.3 olum grubundadır. Zayıf drenajlı, ağır bünyeli topraklara da uygun olan çeşidin hasat stabilitesi yüksektir. Yatma, dökme ve hastalıklara toleransı iyidir. Denemede kullanılan organik materyallerden, gıdya (G), solucan gübresi (SG), Leonardit (L), ahır gübresi (Ah) ve zeytin karasuyu (ZK)'na ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir.

Gıdya: Yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir organik materyaldir. Linyit havzalarının üst katmanlarında bulunur ve tarımsal değeri yüksek doğal bir materyaldir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, yüksek oranda karbon ve hümik asitler içermesi, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir organik madde olması, bitki besin elementleri içermesi, toksik element içeriğinin düşük olması, hümik ve fulvik asit içeriğinin yüksek olması nedenleriyle, gidyanın gübre olarak kullanım potansiyeli yüksektir. Gidyanın humik asit oranı, % 25-30 ve pH değeri 6.5-8.0 arasındadır.

Leonardit: alkali ortamlarda kolayca çözünebilen, siyah veya koyu kahverengi renkte, parlak ve camsı görünümlü yumuşak bir madendir. Linyit kömürünün doğada milyonlarca yıl süren çok yavaş oksidasyonu ve kimyasal değişimi sonucu oluşur. Humik asit oranı % 40-90 arasında değişmekte olup pH değeri 3-5 arasındadır.

Solucan gübresi: Solucanların dışkıları ve çeşitli organik materyallerini karışımından oluşan kompost gübrelere dir. Araştırmada kullanılan solucan gübresinin organik madde içeriği % 45, N, P, K içerikleri sırasıyla % 2.1-0.17-0.22'dir. pH değeri ise 7.8 olarak belirlenmiştir.

Ahır gübresi: Araştırmada kullanılan ahır gübresi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat fakültesi işletmelerinden elde edilmiş olup, herhangi ekstrem içeriğe sahip olmayan normal sınırlar içerisinde değerlere sahip bir organik materyaldir. Organik madde içeriği, % 55, N, P, K içerikleri sırasıyla % 1.8-0.15-0.67'dir. pH değeri ise 8.1 olarak belirlenmiştir.

Zeytin karasyu: Zeytinyağı üretimi aşamasında açığa çıkan sıvı atıktır. Asidik pH ve yüksek organik madde içeriğine sahiptir; ayrıca büyük oranda askıda katı madde pektinler, şeker ve fenol bileşikler içermektedir. Diğer taraftan karasu; içerdiği aromatik bileşikler, basit ve kompleks şekerlerden dolayı yüksek enerji kaynağı potansiyeline sahiptir. Araştırmada kullanılan karasuyun pH değeri, 5.8 olup, genel olarak normal karasu özelliklerine sahiptir.

3.5. Yöntem

Topboğazı serisinden alınan toprak örnekleri çalışma alanlarına getirilerek, kapalı bir ortamda, 4 mm'lik eleklerden geçirildikten sonra, saksı başına fırın kuru ağırlığı üzerinden, 3 kg toprak olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Yapılan bu deneme ile farklı organik materyallerin bakterisiz ve bakterili olarak, soya bitkisinde azot fiksasyonuna etkileri incelenmiştir. Araştırma, 30 organik ve mineral gübre uygulaması X 2 bakteri (baktersiz: B0 ve bakterili: B1) X 3 tekerrür = 180 saksıdan oluşmaktadır. Denemeler, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ne ait iklim odası koşullarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan organik materyallerle birlikte organik ve mineral uygulamaların toprağa uygulama dozları ve deneme deseni varyantları kısaltmaları ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede verilen varyantlar bakterisiz ve bakterili olarak, denemeler 3 tekerrürlü hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Toprak hazırlığı ve uygulamaların, yapıma aşamalarından görünümler.

Çiçeklenme dönemlerinde hasat edilen bitkilerde biyomas ağırlıkları, azot içerikleri ve nodülasyon parametreleri (nodül sayısı, nodül ağırlığı, etkili nodül ağırlığı) belirlenmiştir. Saksı topraklarında ise karbondioksit üretimi (CO₂), dehidrojenaz enzim aktivitesi (DHA), mikrobiyal biyomas karbon içerikleri (MBC) gibi bazı mikrobiyal aktivitelerle birlikte, 1:5 sulandırma ile pH ve tuz belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma deneme varyantları

Örnek no	Organik ve mineral gübre uygulamaları	Uygulama Dozu (kg/da)	Uyg. doz/saksı
1	Kontrol	0	0
2	G1: Gıdya 1. doz	1%	30gr/saksı
3	G2: Gıdya 2. doz	2%	60gr/saksı
4	G3: Gıdya 3. doz	3%	90gr/saksı
5	SG1: Solucan Gübresi 1. doz	500	4gr/saksı

Çizelge 3.2 (Devam). Araştırma deneme varyantları

6	SG2: Solucan Gübresi 2. doz	1000	8gr/saksı
7	SG3: Solucan Gübresi 3. doz	1500	12gr/saksı
8	Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	1000	8gr/saksı
9	Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	2000	16gr/saksı
10	Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	4000	32gr/saksı
11	L1: Leonardit 1. doz	200	1,6gr/saksı
12	L2: Leonardit 2. doz	400	3,2gr/saksı
13	L3: Leonardit 3. doz	600	4,8gr/saksı
14	Min1: Mineral gübre 1. doz N	10	160gr/saksı
15	Min2: Mineral gübre 2. doz N	20	320gr/saksı
16	Min3: Mineral gübre 3. doz N	30	480gr/saksı
17	ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	10 lt/m ²	80ml/saksı
18	ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	20 lt/m ²	160ml/saksı
19	ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	30 lt/m ²	240ml/saksı
20	G1 + Min1	% 1+10	30gr+160gr/saksı
21	G1 + Min2	% 1+20	30gr+320gr/saksı
22	SG1 + Min1	500+10	4gr+160gr/saksı
23	SG1 + Min2	500+20	4gr+160gr/saksı
24	Ah1 + Min1	1000+10	8gr+160gr/saksı
25	Ah1 + Min2	1000+20	8gr+320gr/saksı
26	ZK1+Ah1	10LT/M2+1000	80ml+8gr/saksı
27	ZK1+Ah2	10LT/M2+2000	80ml+16gr/saksı
28	ZK2+Ah1	20LT/M2+1000	160ml+8gr/saksı
29	ZK2+Ah2	20LT/M2+2000	160ml+16gr/saksı
30	ZK1+Ah1+SG1	10LT/M2+1000+500	80ml+8gr+4gr/saksı

3.4.1. Toprak ve Bitki Analizleri

Deneme öncesi ve sonrasında alınan toprak örneklerinde ve çiçeklenme dönemlerinde alınan bitki örneklerinde yapılan analizler aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Toprakta DHA ile bitkide azot analiz aşamalarından bir görünüm

3.4.2. Toprak Analizleri

Deneme sonrasında alınan toprak 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.

Mikrobiyal Biyomas karbon İçeriği (MBC): Mikrobiyal biyomas karbon (MBC) analizi, Öhlinger (1993)'e göre yapılmıştır.

3.4.3. Bitki Analizleri

Çiçeklenme döneminde alınan bitki örneklerinde, yapılan analizler aşağıda belirtilmiştir.

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

Total Azot Tayini: Çiçeklenme ve hasat zamanı alınan bitki örneklerinde nodül, kök, kök üstü ve danede N içerikleri (Bremner, 1965)'e göre kjeldahl aleti ile analiz edilmiştir. Elde edilen azot içerikleri (%), biyomas ağırlıkları ile çarpılarak azot miktarları hesaplanmıştır.

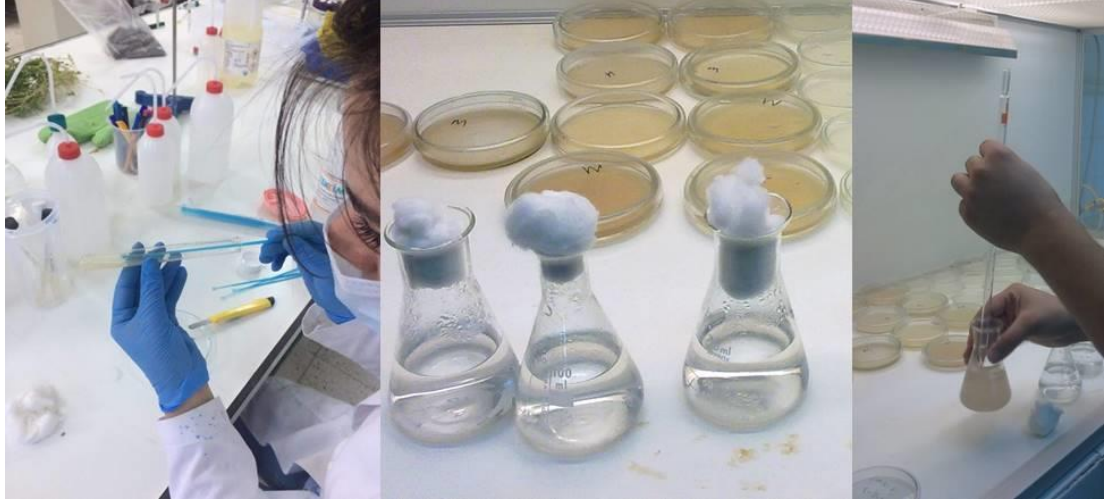
Biyomas Ağırlıkları: Bitki ağırlıkları, kök ve kök üstü aksamalarının kuru ağırlıkları alınmış ve g/bitki olarak verilmiştir.

3.4.4. İstatistiki Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur. Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Varyans analizleri bölünmüş parseller deneme deseni modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

3.4.5. Bakteri Üretimi ve Aşılama

Denemede, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve bitki Besleme Bölümünden temin edilmiş olan 110 nolu bakteri suşu kullanılmıştır. *Rhizobium* bakteri suşları yenilenmek amacıyla, önce petri kutularına hazırlanmış olan Yeast Mannitol Agar (YMA) besi ortamına birkaç defa aşılansak üremeye bırakılmıştır. Bunlardan alınan koloniler daha sonra tekrar eğik besiyerine aşılansak buzdolabında (+4°C'de) saklanmıştır. Daha sonra eğik besiyerlerinden alınan rhizobium suşları, erlenlere hazırlanmış sıvı besiyerlerine alınmış ve inkübe edilmiştir. İnkübasyon aşamasından sonra sıvı besiyerinde boşaltılarak çalkalayıcılar içinde inkübe edilmiştir. Uygun olgunluğa gelmiş ve çoğalmış rhizobium çözeltilisinde, dilüsyon yöntemi ile yapılan sayımlara göre 10^9 ad./ml olduğu belirlendikten sonra tohum başına 3 ml olacak şekilde aşılama yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bakteri üretim aşamasından görünümeler

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Amik Ovası yaygın toprak serilerinden biri olan Topboğazı serisi topraklarıyla yapılan bu araştırma ile topraklara uygulanan, farklı organik ve mineral gübre dozlarının, karasu varlığında, soya bitkisinde, bitki biyomas ve nodülasyon parametreleri ile toprakta bazı mikrobiyal ve kimyasal özelliklere etkileri belirlenmiştir. Bununla beraber, zeytin karasuyunun toksik etkilerinin, organik ve mineral uygulamalarla bertaraf edilmesi amaçlanmıştır. Çiçeklenme döneminde alınan bitkilerde azot fiksasyonunu belirlemeye yönelik yapılan analiz sonuçları ile deneme sonu topraklarda yapılan bazı biyolojik ve kimyasal analiz sonuçları aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Bitkisel Sonuçlar

Bitkisel analiz sonuçları, bitki biyomas ağırlıkları (g/bitki) ve azot içerikleri (%) ile azot fiksasyonuna yönelik yapılan analizlerden, nodül sayısı (Ad./bitki) ve nodül ağırlıklarından (g/bitki) oluşmaktadır.

4.1.1. Nodül Sayısı

Araştırma uygulamalarının nodül sayısına etkileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Sonuçlara göre, bakteri uygulaması yapılmamış topraklarda nodül oluşumu gerçekleşmemiştir. Çizelge 4.1 değerlerine göre, genel ortalama sonuçları, 3.8 (SG) ile 45.5 (ZK) arasında değişimler göstermiş olup, mineral gübre varyantlarından (Min1, Min2, Min3), SG1+Min ile Ah1+Min uygulamaları dışındaki tüm uygulamalarda, nodül sayısı sonuçları, kontrol toprakları bitkilerine göre daha yüksek bulunmuş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tüm uygulama dozlarının neden olduğu en düşük ve en yüksek nodül sayısı (Ad./bitki) değerleri, sıfırlar hariç sırasıyla, SG3'te 5.5 ad./bitki ve ZK3'te 53.0 ile G3'te 52 ad./bitki olarak belirlenmiştir. Gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeyti karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu nodül sayısı ortalama değerleri sırasıyla 29.3, 4.3, 6.8, 7.7, 0.0, 45.5 ad./bitki olarak belirlenmiştir. Mineral gübre uygulamaları

sonucunda nodül oluşumu görülmezken, en yüksek nodülasyon sonuçları zeytin karasuyu uygulanmış topraklarda belirlenmiştir.

Birlikte yapılan karışım uygulamalardan, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama nodül sayısı değerleri sırasıyla, 3.8, 0.0, 0.0, 19.0, 12.3, 6 ad./bitki olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, mineral gübre uygulamalarında olduğu gibi, çiftlik ve solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre dozları da nodül oluşumunu olumsuz yönlerde etkilemiştir. Bunun olası nedenleri arasında, mineral gübrenin, solucan ve çiftlik gübresi içerisinde var olan diğer organizmaların rekabeti ve özellikle solucan gübresi içerisinde var olan bazı enzim ve antibiyotiklerin olumsuz etkileri sayılabilir. Solucan gübresi, solucanların ve mikroorganizmaların interaksiyonları sonucu oluşan ve içerisinde birçok faydalı besin elementi bulunduran bir üründür (Atiyeh et al., 2002; Darzi et al., 2012). Solucan gübreleri, geniş yüzey alanlarına sahip olduğundan, mikroorganizma faaliyetleri açısından çok uygun ortamlar sağlarlar. Bu nedenle, bakteri, mantar ve aktinomisetler gibi mikrobiyal sayısı ve çeşitliliği fazla olup topraklarda, birçok özelliği etkileyebilmektedir (Arancon et al., 2005; Darzi et al., 2012; Doğan et al., 2018). Şekil 4.1'de deneme bitkilerinden bakteri aşılması yapılmış kök ve nodül görünümü yer almaktadır.



Şekil 4.1. Araştırmaya ait bakteri aşılması yapılmış kök ve nodül görünümü.

Çizelge 4.1. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda nodül sayısına etkisi (Ad./kök)

Örnek no	Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz	Bakterili	Genel ortalama
1	Kontrol	0	5	2.5
2	G1: Gıdya 1. doz	0	13	6.5
3	G2: Gıdya 2. doz	0	60	30.0
4	G3: Gıdya 3. doz	0	103	51.5
Gıdya ortalama		0	59	29.3
5	SG1: Solucan Gübresi 1. doz	0	0	0.0
6	SG2: Solucan Gübresi 2. doz	0	15	7.5
7	SG3: Solucan Gübresi 3. doz	0	11	5.5
Solucan Gübresi ortalama		0	9	4.3
8	Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	0	24	12.0
9	Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	0	17	8.5
10	Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	0	0	0.0
Çiftlik Gübresi ortalama		0	14	6.8
11	L1: Leonardit 1. doz	0	12	6.0
12	L2: Leonardit 2. doz	0	16	8.0
13	L3: Leonardit 3. doz	0	18	9.0
Leonardit ortalama		0	15	7.7
14	Min1: Mineral gübre 1. doz N	0	0	0.0
15	Min2: Mineral gübre 2. doz N	0	0	0.0
16	Min3: Mineral gübre 3. doz N	0	0	0.0
Mineral Gübre ortalama		0	0	0.0
17	ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	0	80	40.0
18	ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	0	87	43.5
19	ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	0	106	53.0
Zeytin Karasuyu ortalama		0	91	45.5
20	G1 + Min1	0	15	7.5
21	G1 + Min2	0	0	0.0
G1+Min ortalama		0	8	3.8
22	SG1 + Min1	0	0	0.0
23	SG1 + Min2	0	0	0.0
SG1+Min Ortalama		0	0	0.0
24	Ah1 + Min1	0	0	0.0
25	Ah1 + Min2	0	0	0.0
Ah1+Min ortalama		0	0	0.0
26	ZK1+Ah1	0	61	30.5
27	ZK1+Ah2	0	15	7.5
ZK1+Ah ortalama		0	38	19.0
28	ZK2+Ah1	0	16	8.0
29	ZK2+Ah2	0	33	16.5
ZK2+Ah ortalama		0	25	12.3
30	ZK1+Ah1+SG1	0	12	6.0
Genel Ortalama		0	24	

Gıyda uygulamalarının 3. dozu (G3: %3: 90 g/saksı), diğer dozlardan daha yüksek nodül sayısı değeri (103) vermiştir. G1 ve G2 değerleri ise sırasıyla, 13 ve 60 ad./bitki olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin birinci dozunda (SG1) nodül oluşumu görölmezken, SG2 ile SG3 dozlarında nodül sayısı değerleri, sırasıyla 15 ve 11 ad./bitki olarak belirlenmiştir. Çiftlik gübresi uygulamalarının 3. dozunda (Ah3: 4000 kg/da) nodül oluşmamıştır. Ah1 ve Ah2 uygulamalarında tespit edilen nodül sayısı değerleri sırasıyla 24 ve 17 ad./bitki'dir. Leonardit uygulama dozlarında en yüksek nodül sayısı değeri L3 dozunda (600 kg/da) 18 ad./bitki olarak belirlenirken, L1 ve L2 dozlarında tespit edilen nodül sayısı değerleri sırasıyla, 12 ve 16 ad./bitki'dir. Mineral gübre dozlarının tamamında nodül oluşumu görölmemiştir. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, nodül sayısı sonuçları, ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 80, 87, 106 ad./bitki'dir. Bu sonuçlara göre mineral gübre uygulamasına ait tüm dozlar, SG1 ve Ah3 toprakları dışındaki tüm uygulamalar, kontrol varyantlarına göre daha yüksek nodül sayısı sonuçları vermiştir.

Nodül oluşumunda görev alan *rhizobium* bakterileri, topraklarda bulunan bazı organik ve mineral materyallerden, toprak özelliklerinden veya çevresel koşullardan olumsuz etkilenebilir ve nodül oluşturamazlar (Coşkan ve Doğan, 2011). Rhizobiyal N₂-fiksasyonu biyolojik bir süreç olup mutualizm gereği zorunlu faydalanma ilkesine dayanmaktadır. Toprakta ve ortak yaşanacak bitkide oluşan birçok faaliyet bu aktiviteyi etkileyebilmektedir. Toprak canlıları azot temin etmek için yaptıkları bu faaliyetleri ortamda yeterince azot bulamadıkları zaman gerçekleştirirler. Bu nedenle kolay elde ettikleri alınabilir azot varlığında rhizobial aktiviteler düşebilmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997; Gök ve ark., 2006; Doğan ve ark., 2007; Salon ve ark., 2009). Karasu uygulamalarının nodülasyon parametrelerine etkilerine dair çok fazla sonuç olmamakla beraber, bu araştırma sonuçlarına göre, yüksek nodül sayısı değerlerine neden olmuştur. Bertaraf edilmesi, önemli bir sorun olan zeytin karasuyunun, bu araştırma koşullarında, rhizobiyal azot fiksasyonunu, olumlu yönde etkilemiş olması, ekolojik ve ekonomik açıdan önemli ve pozitif bir bulgudur.

Biren, (2002) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Güzelyurt Bölgesinde değişik *Bradyrhizobium japonicum* suşları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde, tarla koşullarında nodülasyon, N₂-fiksasyonu ve dane verimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada altı farklı *Bradyrhizobium japonicum*

suşu (So11, 110, 1755, 1756, 1809, 30131) ve iki farklı soya çeşidi (Sa88 ve Asgrow) kullanılmıştır. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) koşullarında bakteri aşılmasının etkisine yönelik ilk çalışma olması nedeniyle, sözü edilen bakteri suşları bireysel olarak aşılacak yerine, en azından bakteri aşılması- nodül oluşumu ilişkisinin bu koşullarda görülmesi amacıyla karışım halinde (B1, B2, B3 karışımları) aşılanmıştır. Deneme sonuçları, KKTC koşullarında soya bitkisinin bir kültür bitkisi olarak ekilebileceğini, bakteri aşılması yapılmamış normal çiftçi koşullarında 330 kg/da gibi önemli sayılabilecek bir dane verimi elde edildiğini, soyanın bir baklagil bitkisi olması göz önüne alınarak uygun bakterilerle aşılama yapılması durumunda bu verim değerinin 579 kg/da'a kadar çıkabileceğini göstermiştir. Deneme sonuçlarından ayrıca, bakteriyel N₂ fiksasyonu için önemli bir parametre olan nodül oluşumu bakımından bakteri aşılmasının son derece önemli olduğunu, bakteri aşılanmayan kontrol varyantında bitkilerde hiç nodül oluşumu görülmezken, bakteri ile aşılanan bitkilerde 20 nodül/bitkiye ulaşan sayıda nodül oluştuğu görülmüştür. Bu bulgu, çalışma alanlarında Asi Serisi dışındaki topraklarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Asi topraklarında ise bakteri aşılması yapılmasına rağmen nodül oluşumunun görülmemesinin nedeni spesifik bazı çalışmaları gerektirmektedir.

Benzer araştırma sonuçları, Sarioğlu ve Doğan (2018) tarafından yapılan bir çalışmada bulunmuş olup, Daha önce bakteri aşılması yapılmayan Amik ovası bazı toprak serilerine, bakteri aşılması yapılarak nodül oluşumu sağlanmıştır. Bununla beraber, bakteri aşılması yapılmayan topraklarda ise nodül oluşumu olmamıştır. Almaca (1996) tarafından hazırlanan doktora tez çalışmasında, değişik Bradyrhizobium Japonicum izolatları ile aşılanmanın, farklı soya çeşitlerinde, GAP Bölgesi'nde (Harran Ovası) nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve verime etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, II. ürün olarak yetiştirilen soya bitkisinde, yüksek sıcaklık ve yetersiz nem koşulları nedeniyle nodül oluşumu gerçekleşmemiştir.

4.1.2. Nodül Ağırlığı

Araştırma uygulamalarının nodül ağırlığına etkileri, Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bakteri uygulaması yapılmamış topraklarda nodül oluşumu gerçekleşmediğinden, bakterisiz topraklara ait nodül ağırlığı değerleri bulunmamaktadır. Çizelge 4.2 genel

ortalama sonuçlarına göre, sıfır değerleri diğer değerler, 0.010 ile 0.175 arasında değişimler göstermiş olup, mineral gübre dozları (Min1,Min2, Min3), SG1+Min ile Ah1+Min uygulamaları dışındaki tüm uygulamalarda, nodül ağırlığı değerleri, kontrol topraklarına göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Tüm uygulamaların, neden olduğu en düşük ve en yüksek nodül ağırlığı (g/kök) değerleri, sıfır çıkan değerler hariç (Min1-2-3, SG1+Min1-2, Ah1+Min1-2) sırasıyla, ZK1+Ah1'de 0.0005 g/kök ve ZK3'de 0.203 g/kök olarak belirlenmiştir. Gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu nodül ağırlığı ortalama değerleri sırasıyla 0.099, 0.010, 0.017, 0.018, 0.00, 0.175g/kök olarak belirlenmiştir. Mineral gübre uygulamaları sonucunda, nodül oluşumu olmadığı için ağırlıkları hesaplanamamıştır., En yüksek nodül ağırlığı sonuçları zeytin karasuyu uygulanmış topraklarda belirlenmiş olup, ZK ortalama değeri 0.175 g/kök olarak bulunmuştur. Birlikte yapılan karışım gübre uygulamalarından, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama nodül ağırlığı değerleri sırasıyla, 0.010, 0.00, 0.00, 0.060, 0.037 g./kök olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, mineral gübre uygulamalarında olduğu gibi, çiftlik ve solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre dozlarında da, nodül oluşumu olmadığından, ağırlıkları belirlenememiştir.

Gıdya uygulamalarının 3. dozuna (G3: %3: 90g/saksı) ait nodül ağırlığı değeri (0,325), diğer dozlardan daha yüksek bulunmuştur. G1 ve G2 değerleri ise sırasıyla, 0.046 ve 0.111 g./kök olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin birinci dozunda (SG1) nodül oluşumu görülmediği için ağırlıklar hesaplanamamıştır. SG2 ile SG3 dozlarında nodül ağırlıkların değerleri, sırasıyla 0.029 ve 0.031 g/kök olarak belirlenmiştir. Çiftlik gübresi uygulamalarının 3. dozunda (Ah3: 4000 kg/da), nodül oluşumu gözlenmediği için ağırlıkları hesaplanmamıştır.

Ah1 ve Ah2 uygulamalarında tespit edilen nodül ağırlığı değerleri sırasıyla 0.049 ve 0.055 g/kök'tür. Leonardit uygulama dozlarında en yüksek nodül ağırlığı değeri L3 dozunda (600 kg/da), 0.050 g/kök olarak belirlenirken, L1 ve L2 dozlarında tespit edilen nodül ağırlığı değerleri sırasıyla, 0.040 ve 0.021 g/kök olarak belirlenmiştir. Mineral gübre dozlarının tamamında nodül oluşumu görülmemiştir. Bununla beraber G1+Min1 organo mineral gübre uygulamalarında nodül ağırlığı 0.040 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda nodül ağırlığına etkisi (g/kök)

örn no	Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz	Bakterili	Genel ortalama
1	Kontrol	0,000	0,066	0,033
2	G1: Gıdya 1. doz	0,000	0,046	0,023
3	G2: Gıdya 2. doz	0,000	0,221	0,111
4	G3: Gıdya 3. doz	0,000	0,325	0,163
Gıdya ortalama		0,000	0,165	0,099
5	SG1: Solucan Gübresi 1. doz	0,000	0,000	0,000
6	SG2: Solucan Gübresi 2. doz	0,000	0,029	0,015
7	SG3: Solucan Gübresi 3. doz	0,000	0,031	0,016
Solucan Gübresi ortalama		0,000	0,020	0,010
8	Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	0,000	0,049	0,025
9	Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	0,000	0,055	0,028
10	Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	0,000	0,000	0,000
Çiftlik Gübresi ortalama		0,000	0,035	0,017
11	L1: Leonardit 1. doz	0,000	0,040	0,020
12	L2: Leonardit 2. doz	0,000	0,021	0,010
13	L3: Leonardit 3. doz	0,000	0,050	0,025
Leonardit ortalama		0,000	0,037	0,018
14	Min1: Mineral gübre 1. doz N	0,000	0,000	0,000
15	Min2: Mineral gübre 2. doz N	0,000	0,000	0,000
16	Min3: Mineral gübre 3. doz N	0,000	0,000	0,000
Mineral Gübre ortalama		0,000	0,000	0,000
17	ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	0,000	0,340	0,170
18	ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	0,000	0,304	0,152
19	ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	0,000	0,406	0,203
Zeytin Karasuyu ortalama		0,000	0,350	0,175
20	G1 + Min1	0,000	0,040	0,020
21	G1 + Min2	0,000	0,000	0,000
Zeytin Karasuyu ortalama		0,000	0,020	0,010
22	SG1 + Min1	0,000	0,000	0,000
23	SG1 + Min2	0,000	0,000	0,000
SG1+Min Ortalama		0,000	0,000	0,000
24	Ah1 + Min1	0,000	0,000	0,000
25	Ah1 + Min2	0,000	0,000	0,000
Ah1+Min ortalama		0,000	0,000	0,000
26	ZK1+Ah1	0,000	0,186	0,093
27	ZK1+Ah2	0,000	0,055	0,028
ZK1+Ah ortalama		0,000	0,121	0,060
28	ZK2+Ah1	0,000	0,010	0,005
29	ZK2+Ah2	0,000	0,139	0,070
ZK2+Ah ortalama		0,000	0,075	0,037
30	ZK1+Ah1+SG1	0,000	0,032	0,016
Genel Ortalama		0,000	0,080	

Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, nodül ağırlığı sonuçları, ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 0.0340, 0.0304, 0.0406 g/kök'dür. Bu sonuçlara göre mineral gübre uygulamasına ait tüm dozlar, SG1 ve Ah3 toprakları dışındaki tüm uygulamalar, kontrol varyantlarına göre daha yüksek nodül ağırlığı sonuçları vermiştir.

4.1.3. Etkili Nodül Ağırlığı (mg/nodül)

Araştırma uygulamalarının etkili nodül sayısına etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bakteri uygulaması yapılmamış topraklarda nodül oluşumu olmadığı için etkili nodül sayısı değerleri tespit edilememiştir. Çizelge 4.3'de değerlerine göre, genel ortalama sonuçları en yüksek ve en düşük değerler, bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki sıfır değerler (Min1-2-3,SG+Min1-2 ve Ah1+Min1-2) hariç, 0.667 ve 2.026 mg/nodül arasında değişimler göstermiş olup, mineral gübre varyantları (Min1,Min2, Min3), SG1+Min ile Ah1+Min uygulamaları dışındaki tüm uygulamalarda, nodül sayısı sonuçları, kontrol topraklarına göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek etkili nodül ağırlığı (mg/nodül), yukarıda belirtilmiş gibi değerleri sıfır olan sonuçlar hariç ZK2+Ah1 'de 0.651 ve ZK1+Ah2'de 4.317 mg/nodül olarak belirlenmiştir. Gıda, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu etkili nodül ağırlığı genel ortalama değerleri sırasıyla, 1.932, 0.829, 0.848, 1.254, 0.000 ve 2.026 mg/nodül olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda nodül oluşumu görülmediği için, etkili nodül ağırlığı tespit edilememiştir. Mineral gübre uygulamaları sonucunda nodül oluşumu görülmediğinde, etkili nodül ağırlığı belirlenememiştir. Birlikte yapılan organo mineral gübre uygulamalarından, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait etkili nodül ağırlığı genel ortalama değerleri sırasıyla, 0.667, 0.000, 0.000, 1.441, 1.242 ve 1.334 mg/nodül olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, mineral gübre uygulamalarında olduğu gibi, çiftlik ve solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre dozları da, etkili nodül ağırlığı değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Gıda uygulamalarının 2. dozu (G2: %2: 60g/saksı), bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda diğer dozlardan daha yüksek etkili nodül ağırlığı değeri (0.059) vermiştir. G1 ve G3 değerleri ise sırasıyla, 3.538 ve 3.993 mg/nodül olarak

belirlenmiştir. Solucan gübresinin bakterili topraklarda birinci dozunda (SG1) nodül oluşumu gerçekleşmediğinden, etkili nodül ağırlığı belirlenememiştir. SG2 ile SG3 dozlarında etkili nodül ağırlığı değerleri, sırasıyla 2.158 ve 2.818 mg/nodül olarak belirlenmiştir. Ah1 ve Ah2 uygulamalarında tespit edilen etkili nodül ağırlıkları değerleri sırasıyla 1.854 ve 3.235 mg/nodül 'dir. Leonardit uygulama dozlarında en yüksek nodül sayısı değeri bakterili topraklarda L1 dozunda (200 kg/da) 3.333 mg/nodül olarak belirlenirken, L2 ve L3 dozlarında tespit edilen etkili nodül ağırlığı değerleri sırasıyla, 1.410 ve 2.778 mg/nodül'dür. Zeytin kara suyu uygulanmış (ZK1, ZK2, ZK3) ve bakteri aşılması yapılmış topraklardaki etkili nodül ağırlığı değerleri sırasıyla 4.279, 3.957 ve 3.918 mg/nodül olarak belirlenmiştir. Zeytin kara suyunun 1. Dozunun bakterili olan topraklarda çiflik gübresi dozları ile yaptığı karışım uygulamalarında, etkin nodül ağırlığı değerleri sırasıyla; 2.449 ve 3.314 mg/nodül olarak belirlenmiştir.

Zeytin kara suyunun 2. dozunun (20lt/da; 80 ml/saksı) çiflik gübresininin dozları ile yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında, bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ortalama değerler sırasıyla, 0.651 ve 4.317 mg/nodül olarak belirlenmiştir. ZK1+Ah1+SG1 karışım organik gübre uygulamasında, bakteri aşılması yapılmış topraklarda etkili nodül ağırlığı değeri 2.667 mg/nodül olarak tespit edilmiş ve bu sonuçlar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre N_2 -fixasyonunu belirlemeye yönelik parametrelerden nodül sayısı, nodül ağırlığı ve etkili nodül ağırlığı değerleri, bakteri aşılması ve organik materyal uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiştir. Yapılan birçok benzer araştırma sonuçlarına göre, mineral gübre uygulamalarının, rhizobial aktiviteleri olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Organik materyaller, mikroorganizmalar için önemli bir besin ve enerji kaynaklarıdır. Solucan gübresinin diğer organik materyallerden farkı ise, solucanın sindirim sisteminden karışan bazı çok değerli antibiyotik ve enzimlerdir. Dolayısıyla ahır gübresinin olumlu etkilerinden farklı sonuçlara neden olabilecek bazı özelliklere sahiptir. Solucan gübresinin içeriğinde yer alan enzim ve antibiyotikler, solucan tarafından üretilmekte olup, canlıyı zararlı birçok enfeksiyona karşı korumaktadır. Mikroorganizmalar üzerindeki bu etki, olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir.

Çizelge 4.3. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda etkili nodül ağırlığına etkisi (mg/nodül)

örn no	Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz	Bakterili	Genel Ortalama
1	Kontrol	0,000	12,625	6,313
2	G1: Gıdya 1. doz	0,000	3,538	1,769
3	G2: Gıdya 2. doz	0,000	4,059	2,030
4	G3: Gıdya 3. doz	0,000	3,993	1,997
Gıdya ortalama		0,000	6,054	1,932
5	SG1: Solucan Gübresi 1. doz	0,000	0,000	0,000
6	SG2: Solucan Gübresi 2. doz	0,000	2,158	1,079
7	SG3: Solucan Gübresi 3. doz	0,000	2,818	1,409
Solucan Gübresi ortalama		0,000	1,659	0,829
8	Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	0,000	1,854	0,927
9	Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	0,000	3,235	1,618
10	Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	0,000	0,000	0,000
Çiftlik Gübresi ortalama		0,000	1,696	0,848
11	L1: Leonardit 1. doz	0,000	3,333	1,667
12	L2: Leonardit 2. doz	0,000	1,410	0,705
13	L3: Leonardit 3. doz	0,000	2,778	1,389
Leonardit ortalama		0,000	2,507	1,254
14	Min1: Mineral gübre 1. doz N	0,000	0,000	0,000
15	Min2: Mineral gübre 2. doz N	0,000	0,000	0,000
16	Min3: Mineral gübre 3. doz N	0,000	0,000	0,000
Mineral Gübre ortalama		0,000	0,000	0,000
17	ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	0,000	4,279	2,140
18	ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	0,000	3,957	1,979
19	ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	0,000	3,918	1,959
Zeytin Karasuyu ortalama		0,000	4,051	2,026
20	G1 + Min1	0,000	2,667	1,334
21	G1 + Min2	0,000	0,000	0,000
Zeytin Karasuyu ortalama		0,000	1,334	0,667
22	SG1 + Min1	0,000	0,000	0,000
23	SG1 + Min2	0,000	0,000	0,000
SG1+Min Ortalama		0,000	0,000	0,000
24	Ah1 + Min1	0,000	0,000	0,000
25	Ah1 + Min2	0,000	0,000	0,000
Ah1+Min ortalama		0,000	0,000	0,000
26	ZK1+Ah1	0,000	2,449	1,225
27	ZK1+Ah2	0,000	3,314	1,657
ZK1+Ah ortalama		0,000	2,882	1,441
28	ZK2+Ah1	0,000	0,651	0,326
29	ZK2+Ah2	0,000	4,317	2,159
ZK2+Ah ortalama		0,000	2,484	1,242
30	ZK1+Ah1+SG1	0,000	2,667	1,334
Genel Ortalama		0,000	2,261	

4.1.4. Kök Üstü Biyomas Ağırlıkları

Araştırma uygulamalarının kök üstü biyomas ağırlıklarına etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bakteri uygulaması yapılmamış topraklarda belirlenen kök üstü biyomas ağırlık değerleri, bakteri uygulanmış topraklardaki kök üstü biyomas ağırlık değerleri ortalamalarından daha düşük sonuçlar vermiştir. Bakteri uygulaması yapılmayan topraklara ait genel ortalama değeri 7.93 g/bitki, bakteri uygulanmış topraklarda ise bu değer 7.99 g/bitki olarak tespit edilmiş olup bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmamıştır. Tüm uygulama dozlarının neden olduğu en düşük ve en yüksek kök üstü biyomas ağırlığı (g/bitki) değerleri, sırasıyla, Ah2'de 4,24 g/bitki ve L2'de 10.52 g/bitki olarak belirlenmiştir ve bu sonuçlara ait farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kontrol, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu kök üstü biyomas ağırlığı genel ortalama değerleri sırasıyla 9.21, 8.24, 9.27, 7.48, 8.24, 6.13, 9.17 g./bitki olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre bakteri aşılması ve solucan gübresi uygulaması, kök üstü biyomas ağırlığı değerlerini olumlu yönde arttırmıştır. Birlikte yapılan organik ve mineral gübre karışım uygulamalardan, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama kök üstü biyomas ağırlığı değerleri sırasıyla, 8.52, 6.79, 7.25, 8.26, 7.80, 8.53 g./bitki olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Gıdya uygulamalarının bakterili 1. dozu (G2: %2: 30g/saksı), diğer dozlardan daha yüksek kök üstü biyomas ağırlığı değeri (9.02) vermiştir. G1 ve G3 değerleri ise sırasıyla, 7.07 ve 8.77 g./bitki 'dir. Gıdyanın, bakteriz topraklarda, kök üstü biyomas ağırlığı, en yüksek Gıdya 3. dozu (G3: %3: 90gr/saksı) 9.74 g/bitkidir olarak tespit edilmiştir. Diğer dozları ise G1 ve G2 sırasıyla 9.61 ve 5.26 olarak belirlenmiştir.

Solucan gübresi uygulamalarının yapıldığı, bakterisiz ve bakterili toprakların SG1, SG2 ve SG3 değerleri sırasıyla, 8.07-7.49. 9.31-9.93 ve 9.81-11.02 olarak bulunmuştur. SG uygulamalarının bakterisiz ve bakterili genel ortalama sonuçları ise aynı sıra ile, 7.78, 9.62 ve 10.41 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek kök üstü biyomas ağırlığı değerlerinin, bakterisiz ve bakterili varyantlar için SG3 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Solucan gübresi uygulamaları genel olarak, bakteri uygulamasından olumlu yönde etkilenmiş ve değerleri artmıştır. Bununla

beraber, kök üstü bitki biyomas ağırlığına ait en yüksek değerler solucan gübresi uygulamaları ile elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Deneme bitkilerinin hasat aşamalarından görünüm

Çiftlik gübresi, bakterisiz uygulamalarının 2. dozunda (Ah2: 2000 kg/da) kök üstü biyomas ağırlığı 4.24 olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış, çiftlik gübresi uygulamalarında, Ah1 ve Ah3 varyantlarının, kök üstü biyomas ağırlığı sonuçları sırasıyla, 6.60 ve 8.37 g/bitki'dir. Bakteri aşılması yapılmış çiftlik gübresi varyantlarının kök üstü biyomas ağırlıkları, Ah1, Ah2 ve Ah3 için sırası ile 9.17, 7.71 ve 8.80 dir. Bu sonuçlara göre, çiftlik gübresi uygulamaları, bakteri aşılmasından olumlu yönde etkilenmiştir. Leonardit uygulamaları ile belirlenen kök üstü biyomas ağırlıkları L1, L2, L3 için bakterisiz ve bakterili varyantlarda sırasıyla, 7.06-6.93, 10.52-8.18, 9.12-7.63 olarak belirlenirken, tüm dozların bakterisiz ve bakterili genel ortalama sonuçları sırasıyla, 8.90-7.58 olarak belirlenmiştir. Bu parametreye ait, leonardit uygulamalarında bakterisiz sonuçlar daha yüksek bulunmuştur. L1 ve L3, bakterisiz uygulamalarda, kök üstü biyomas ağırlığı sırasıyla 7.06 ve 9.12 g/bitki olarak belirlenmiştir. L2 ve L3 bakterili varyantlarda tespit edilen kök üstü biyomas ağırlığı ise sırasıyla 8.18 ve 7.63 g/bitki 'dir. Mineral gübre, bakterili topraklarda, Min1 Min2 ve Min3, kök üstü biyomas ağırlıkları sırasıyla, 5.82, 4.42 ve 5.69 g/bitki olarak belirlenmiştir. Bakterisiz mineral gübre uygulamasında en yüksek kök üstü biyomas ağırlığı Min1 varyantında, 7.62 g/bitki'dir. Min2 ve Min3 uygulamalarının değerleri ise sırasıyla, 6.52 ve 6.74 g/bitki'dir. Zeytin karasuyu uygulamalarında, bakterisiz ve bakterili topraklardaki ZK1 ZK2 ve ZK3 değerleri sırasıyla 9.61-9.25, 8.15-8.89, ve

9.45-8.69 g/bitki'dir. Bakterisiz ve bakterili toprakların genel ortalama sonuçları ise aynı sıra ile, 9.43,8.52 ve 9.57 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, zeytin karasuyunun 3. dozu, kök üstü biyomas ağırlığı değerlerini önemli derecede ($p<0.05$) arttırmıştır. Gıdya ve mineral gübre karışımlarından oluşan, G1+Min organo mineral gübre uygulamalarında, bakterisiz ve bakterili topraklarda kök üstü biyomas ağırlığı ortalama değerleri sırasıyla 8.69 ve 8.65 g/bitki'dir. G1+Min karışım gübre uygulamalarında en yüksek ve en düşük biyomas ağırlığı değerleri, G1+Min uygulamalarının bakteri aşılammış topraklarında belirlenmiştir (G1+Min1 9.86 ve G1+Min 2 7.15 g/bitki). Bu sonuçlara göre, G+Min uygulamaları, bakteri aşılannasından genel olarak, önemli derecede etkilenmezken, diğer uygulamalar arasındaki farklılıkları önemli bulunmuştur. Bakterisiz ve bakterili genel ortalama sonuçlarına göre, G1+Min1 ve G1+Min2 varyantlarına ait değerler sırasıyla, 9.10 ve 7.29 g/bitki olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre gıdya ile birlikte uygulanan mineral gübrenin birinci dozu, ikinci dozundan daha yüksek biyomas sonuçlarına neden olmuştur.

Solucan gübresi ve mineral gübre varyantlarının birlikte uygulamalarında, en düşük kök üstü biyomas ağırlığı ile en yüksek kök üstü biyomas ağırlığı, SG1+Min2'nin bakteri aşılması uygulanmamış topraklarında 4.71 g/bitki ve SG1+Min1'nin bakteri aşılması yapılmış uygulamalarında ise 6.82 g/bitki olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklarda SG1+Min2 uygulamalarının kök üstü biyomas sonuçları 5.86 g/bitki'dir. Bu sonuçlara göre, mineral gübre uygulamalarının biyomas ağırlığı değerlerini azalttığı belirlenirken aynı zamanda da bakteri uygulamasının, solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübrenin, bitki kök üstü biyomas ağırlığı sonuçları üzerindeki olumsuz etkileri azalttığı belirlenmiştir. Bakterisiz topraklardaki solucan gübresi ve mineral gübre uygulamalarından, SG1+Min1 sonuçları 6.31 g/bitki'dir.

Çiftlik gübresi ve mineral gübre kullanılarak yapılan organo mineral karışım gübre uygulamalarından, Ah1+Min1 ve Ah1+Min2 için bakterisiz ve bakterili topraklarda, kök üstü biyomas ağırlıkları sırası ile, 7.12-7.23 ve 7.30-8.27 g/bitki olarak belirlenmiştir. Aynı uygulamalarının bakterisiz ve bakterili genel ortalama sonuçları ise, 7.17 ve 7.78 g/bitki olarak belirlenmiştir. Bakterisiz ve bakterili ortalama sonuçları ise, 6.99 ve 7.50 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök üstü biyomas ağırlığına etkisi (g/bitki)

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel ortalama	
Kontrol	8.48	b-m	9.95	a-d	9.21	A-E
G1: Gıyda 1. Doz	9.61	b-g	7.07	i-q	8.34	B-G
G2: Gıyda 2. Doz	9.26	a-i	9.02	a-k	9.14	A-E
G3: Gıyda 3. doz	9.74	a-f	8.77	b-l	9.26	A-E
Gıyda ortalama	9.53		8.29		8.91	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	8.07	d-n	7.49	f-a	7.78	E-H
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	9.31	a-i	9.93	a-d	9.62	AB
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	9.81	a-e	11.02	a	10.41	A
Solucan Gübresi ortalama	9.06		9.48		9.27	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	6.60	l-r	9.17	a-j	7.88	D-H
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	8.24	c-m	7.71	d-t	7.97	D-H
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	8.37	c-m	8.80	a-l	8.58	B-F
Çiftlik Gübresi ortalama	7.40		8.56		7.48	
L1: Leonardit 1. doz	7.06	i-q	6.93	j-q	6.99	G-I
L2: Leonardit 2. doz	10.52	a-c	8.18	d-m	9.35	A-D
L3: Leonardit 3. doz	9.12	a-j	7.63	e-p	8.37	B-G
Leonardit ortalama	8.90		7.58		8.24	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	7.62	e-p	5.82	o-t	6.72	H-J
Min2: Mineral gübre 2. doz N	6.52	l-s	4.42	st	5.47	J
Min3: Mineral gübre 3. doz N	6.74	k-r	5.69	p-t	6.21	İ-J
Mineral Gübre ortalama	6.96		5.31		6.13	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	9.61	a-g	9.25	a-i	9.43	A-C
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	8.15	d-m	8.89	a-k	8.52	B-G
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	9.45	a-h	9.69	a-g	9.57	AB
Zeytin Karasuyu ortalama	9.07		9.27		9.17	
G1 + Min1	9.86	a-d	8.34	c-m	9.10	A-E
G1 + Min2	7.15	i-q	7.43	g-q	7.29	F-İ
G1+Min ortalama	8.69		8.35		8.52	
SG1 + Min1	6.31	m-t	6.82	k-r	6.56	H-J
SG1 + Min2	4.71	r-t	5.86	n-t	5.28	J
SG1+Min Ortalama	6.57		7.01		6.79	
Ah1 + Min1	7.12	i-q	7.23	h-q	7.17	F-İ
Ah1 + Min2	7.30	h-q	8.27	c-m	7.78	E-H
Ah1+Min ortalama	6.99		7.50		7.25	
ZK1+Ah1	8.41	c-m	10.70	ab	9.55	AB
ZK1+Ah2	8.01	d-o	8.96	a-d	8.49	B-H
ZK1+Ah ortalama	7.80		9.83		8.81	
ZK2+Ah1	8.13	d-m	6.24	m-t	7.18	F-İ
ZK2+Ah2	8.77	b-l	7.17	i-q	7.97	C-H
ZK2+Ah ortalama	8.23		7.38		7.80	
ZK1+Ah1+SG1	8.37	c-m	8.69	b-l	8.53	B-G
Genel ortalama	7.93	A	7.99	A		

Bu sonuçlara göre, Ah+Min uygulamaları, bakteri aşılması ile kök üstü biyomas ağırlığı değerlerinin artmasına neden olmuştur. Çiflik gübresi ile birlikte uygulanan, mineral gübre dozunun artması, kök üstü biyomas ağırlı değerlerini arttırmıştır. Bertaraf edilmesi zor toksik materyalleri içeren zeytin karasuyu ile çiflik gübresinin birlikte uygulandığı ZK+Ah varyantı ile 2 farklı organik materyal karıştırılarak, farklı özelliklere sahip, daha yararlı ve zeytin karasuyunun toksik etkilerinin azaldığı ve/veya yok edildiği, organik bir kompost gübre elde edilmeye çalışılmıştır. Bakterisiz ve bakterili, ZK1+Ah1, ZK1+Ah2 varyantlarına ait kök üstü biyomas ağırlığı değerleri sırasıyla. 8.41-10.70,8.01-7.96 olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu 1. doz uygulaması ile çiflik gübresi uygulama dozlarından ile kök üstü biyomas ağırlığı değerleri arasında en yüksek ve en düşük sonuçlar bakterili topraklarda sırası ile 10.70 ve 7.96 g/bitki. Bakterisiz topraklardaki zeytin karasuyu 1. doz uygulaması ile çiflik gübresi uygulama dozlarının değerleri sırasıyla 8.41 ve 8.01 g/bitki'dir. Zeytin karasuyu 2. doz uygulamasının çiflik gübresi varyanları ile yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında bakterili ve bakterisiz topraklardaki kök üstü biyomas ağırlıkları sırasıyla (ZK2+Ah1ve ZK2+Ah2) bakterli topraklarda 6.24 ve 7.17 g/bitki bakterisiz topraklarda 8.13 ve 8.77 g/bitki olarak belirlenmiştir. 3'lü organik gübre uygulamasında bakterili ve bakterisiz topraklardaki kök üstü biyomas ağırlığı değerleri sırası ile 8.69 ve 8.37 g/bitki 'dir. 3 farklı özelliklere sahip organik gübrelerin karışım varyantı olan, ZK1+Ah1+SG1 topraklarına ait bakterisiz ve bakterili kök üstü biyomas ağırlığı değerleri sırasıyla, 8.37 ile 7.38 olarak belirlenmiştir. ZK1+Ah1+SG1 uygulaması bakteri aşılmasından olumsuz yönde etkilenmiştir.

4.1.5. Kök Biyomas Ağırlıkları (g/bitki)

Araştırma uygulamalarının kök ağırlığına etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre bakterisiz ve bakterili kök ağırlığı değerleri sırasıyla 1.42 ve 1.35 g/bitki olarak bulunmuştur. Kontrol toprakları ile, gıdya, solucan gübresi, çiflik gübresi, leonardit ve zeytin karasuyu uygulamalarına ait genel ortalama sonuçları sırasıyla, 1.30, 1.59, 1.71, 1.26, 1.46, 0.86 ve 1.60 g/bitki olarak belirlenmiştir. Organik ve mineral karışım gübre uygulamalarından G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 varyantlarına ait genel ortalama kök ağırlığı değerleri

sırasıyla, 1.52, 1.07, 1.27, 1.54, 1.36 ve 1.64 g/bitki olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında bakterili topraklarda ve bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki ortalamalara göre en yüksek ve en düşük sonuç sırasıyla, solucan gübresinin bakteri aşılması yapılmış olan topraklarında, kök biyomas ağırlığı genel ortalama değeri 1.90 g/bitki'dir. Mineral gübre uygulamalarının bakteri aşılması yapılmış topraklarında kök biyomas ağırlığı ise 0.83 g/bitki olarak belirlenmiştir. Şekil 4.3'te araştırma bitkilerinden birine ait kök örneği görülmektedir.



Şekil 4.3. Araştırma bitkilerinden, bir kök görünümü

Gıda uylamasının bakterili topraklardaki kök biyomas değerleri G1 G2 ve G3 sırasıyla 1.34, 1.84 ve 1.48 g/bitki 'dir. Gıdyanın uylamasının bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki 3. dozu (G3:%3:90g/saksı), diğer dozlardan yüksek kök biyomas değeri (2.58 g/bitki) vermiştir. G1 ve G2 uygulamalarının bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki değerleri ise sırasıyla 1.61 ve 0.70 g/bitki'dir. Solucan gübresinde bakterili topraklarda SG2 varyantına ait kök biyomas değeri (2.21 g/bitki) diğer değerlerden daha yüksek bulunmuştur. SG1 ve SG3 ise sırasıyla 1.52 ve 1.97 g/bitki'dir. Solucan gübresinin (SG1 SG2 ve SG3) bakteri aşılması yapılmayan topraklara ait sonuçları sırasıyla, 1.27, 1.37 ve 1.97 g/bitki'dir. Çiflik gübresi

uygulamasının bakterili topraklarda ki kök biyomas değerleri Ah1 Ah2 ve Ah3 sırasıyla 1.34, 1.40 ve 1.35 g/bitki'dir. Çiflik gübresinin bakteri aşılması yapılmayan topraklardaki kök biyomas değeri en düşük olan Ah2 uygulaması (0.62 g/bitki) olup Ah1 ve Ah3 değerleri, 1.36 ve 1.51 g/bitki olarak bulunmuştur.

Leonardit uygulamasının bakterili topraklarda en yüksek değeri (1.69 g/bitki) leonardit uygulamasının 2. dozu (L2) 'dur. L1 ve L3 değerleri ise sırasıyla 0.98 ve 1.43 g/bitki olarak belirlenmiş olup bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda leonardit uygulamasının değerleri sırasıyla (L1 L2 ve L3) 1.25, 1.51 ve 1.89 g/bitki olarak tespit edilmiş olup aynı değerler bakterili ortamlarda sırasıyla, 0.98, 1.69 ve 1.43 olarak belirlenmiştir.

Mineral gübre uygulamalarında (Min1 Min2 ve Min3) bakterisiz ve bakterili topraklarda kök biyomas değerleri sırasıyla, 1.13-0.86, 0.73-0.64 ve 0.82-0.99 g/bitki olarak belirlenmiştir. Mineral gübre uygulamaları ile elde edilen en düşük ve en yüksek kök biyomas ağırlığı değerleri sırasıyla 0.64 ve 1.13 g/bitki olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu uygulamalarında (ZK1 ZK2 ve ZK3) bakterisiz ve bakterili kök ağırlığı değerleri sırasıyla, 1.73-1.32, 1.34-1.71 ve 1.97-1.55 g/bitki olarak belirlenmiştir. Karışım gübre uygulamalarında G1+Min1 ve G1+Min2 bakterili topraklarda kök biyomas değerleri sırasıyla 1.50 ve 1.09 g/bitki'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan toprakta da ise kök biyomas değerleri sırasıyla 1.62 ve 1.70 g/bitki olarak belirtilmiştir. Solucan gübresi ve mineral gübre varyantlarının oluşturduğu karışım gübre uygulamalarının bakteri aşılması yapılmış topraklarda kök biyomas değerleri sırasıyla 0.94 ve 0.72 g/bitki'dir. Bakterisiz topraklarda belirlenen, kök biyomas değerleri ise 1.07 ve 0.64 g/bitki'dir. Mineral gübre varyantlarının çiflik gübresi ile oluşturduğu karışım gübre uygulamalarının bakterili koşullarda kök biyomas değerleri, en düşük Ah1+Min2 de (1.25) tespit edilmiştir. Ah1+Min1 uygulamasının değeri ise 1.31 g/bitki olarak bulunmuştur. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda bulunan kök biyomas değerleri (Ah1+Min1 ve Ah1+Min2) sırasıyla 1.58 ve 1.38 g/bitki'dir. Zeytin karasuyunun ile birlikte uygulanan çiflik gübresi karışım varyantlarına ait ZK1+Ah1 ile ZK1+Ah2 topraklarının bakterisiz ve bakterili kök biyomas ağırlı değerleri sırasıyla, 1.76-2.08 ile 1.53-1.34 olarak belirlenmiştir. Her iki varyantın genel ortalama sonucu 1.92 ile 1.43 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök biyomas ağırlığına etkisi (g/bitki)

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
Kontrol	1.42	c-p	1.18	f-q	1.30	D-H
G1: Gıdya 1. doz	1.61	b-l	1.34	c-q	1.47	B-G
G2: Gıdya 2. doz	1.70	b-k	1.84	a-i	1.77	D-H
G3: Gıdya 3. doz	2.58	a	1.48	b-o	2.03	A
Gıdya ortalama	1.96		1.55		1.75	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	1.27	d-q	1.52	b-n	1.39	C-H
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	1.37	c-q	2.21	ab	1.79	A-D
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	1.92	a-g	1.97	a-f	1.94	AB
Solucan Gübresi ortalama	1.52		1.90		1.71	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	1.36	c-q	1.34	c-q	1.35	D-H
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	1.62	b-k	1.40	c-q	1.51	B-I
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	1.51	b-n	1.35	c-q	1.43	B-H
Çiftlik Gübresi ortalama	1.49		1.36		1.48	
L1: Leonardit 1. doz	1.25	e-q	0.98	j-q	1.11	E-İ
L2: Leonardit 2. doz	1.51	b-n	1.69	b-k	1.60	A-F
L3: Leonardit 3. doz	1.89	a-h	1.43	b-p	1.66	A-E
Leonardit ortalama	1.55		1.36		1.46	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	1.13	g-q	0.86	l-q	0.99	G-I
Min2: Mineral gübre 2. doz N	0.73	p-q	0.64	pq	0.68	I
Min3: Mineral gübre 3. doz N	0.82	l-q	0.99	j-q	0.90	Hİ
Mineral Gübre ortalama	0.89		0.83		0.86	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	1.73	b-k	1.32	c-q	1.53	A-G
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	1.34	c-q	1.71	b-k	1.52	A-G
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	1.97	a-f	1.55	b-l	1.76	A-D
Zeytin Karasuyu ortalama	1.68		1.53		1.60	
G1 + Min1	1.62	b-l	1.50	b-n	1.56	A-F
G1 + Min2	1.70	b-k	1.09	h-q	1.39	C-H
G1+Min ortalama	1.66		1.37		1.52	
SG1 + Min1	1.07	i-q	0.94	k-q	1.01	G-I
SG1 + Min2	0.64	pq	0.72	n-q	0.68	İ
SG1+Min Ortalama	1.12		1.01		1.07	
Ah1 + Min1	1.58	b-l	1.31	c-q	1.44	B-H
Ah1 + Min2	1.38	c-q	1.25	e-q	1.31	D-H
Ah1+Min ortalama	1.36		1.19		1.27	
ZK1+Ah1	1.76	b-j	2.08	a-c	1.92	A-C
ZK1+Ah2	1.53	b-m	1.34	c-q	1.43	B-H
ZK1+Ah ortalama	1.55		1.53		1.54	
ZK2+Ah1	1.31	c-q	0.83	l-q	1.07	F-İ
ZK2+Ah2	2.07	a-d	0.88	l-q	1.47	B-G
ZK2+Ah ortalama	1.64		1.08		1.36	
ZK1+Ah1+SG1	1.24	e-q	2.04	a-e	1.64	A-E
Genel Ortalama	1.42	A	1.35	A		

Zeytin karasuyunun 2. doz uygulaması ile çiftlik gübresinin oluşturduğu ZK2+Ah1 ve ZK2+Ah2 varyantlarının, bakterisiz ve bakterili kök ağırlığı değerleri sırasıyla, 1.31-0.83 ve 2.07-0.88 olarak belirlenmiştir. Bu varyantların genel ortalama değerleri ise sırasıyla, 1.07 ve 1.47 olarak bulunmuştur. Bakterisiz topraklarda, kök biyomas değerleri en yüksek ZK2+Ah2 (2.07 g/bitki), en düşük ise ZK2+Ah1 (1.31 g/bitki)'de belirlenmiştir. Üçlü karışım organik gübre uygulamasında ZK1+Ah1+SG1 bakterili topraklarda (2.04 g/bitki) çıkan sonucun bakteri aşılması yapılmamış olan topraklara (1.42 g/bitki) göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir.

4.1.6. Kök+Kök Üstü Biyomas ağırlıkları (g/bitki)

Araştırma uygulamalarının, kök+kök üstü biyomas etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6 değerlerine göre, genel ortalama sonuçları, 6.99 ve 10.28 g/bitki arasında değişim göstermiş olup ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tüm uygulama dozlarının neden olduğu en düşük ve en yüksek kök + kök üstü biyomas (g/bitki) değerleri sırasıyla, Mineral gübre varyantlarının ortalamasın da 6.99 g/bitki ve solucana gübresi varyanlarının ortalamasın da 10.98 g/bitki olarak belirlenmiştir. Kontrol toprakları ile gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeyti karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu kök+köküstü biyomas ortalama değerleri sırasıyla 10.51, 9.83, 10.98, 8.74, 9.69, 6.99 ve 10.77 g/bitki olarak belirlenmiştir. En yüksek kök+kök üstü biyomas sonuçları solucan gübresi uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Birlikte yapılan karışım uygulamalardan, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla, 10.04, 7.85, 8.52, 9.80, 9.16 ve 10.17 g/bitki olarak belirlenmiştir. Araştırma uygulamalarının, bakteri aşılması yapılmış topraklardaki en yüksek ve en düşük bitki biyomas ağırlığı ortalama değerleri sırasıyla, solucan gübresi (11.38 g/bitki) ve mineral gübre (6.14 g/bitki) olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda aynı değer aralığı ise en düşük, çiftlik gübresi (7.57 g/bitki) en yüksekte zeytin kara suyu (10,75 g/bitki) olarak belirlenmiştir.

Gıdya uygulamalarının bakteri aşılması yapılmış topraklarda 2. dozu (G2: % 2: 60g/saksı), diğer dozlardan daha yüksek kök+kök üstü biyomas değerine sahiptir. G1 ve G3 değerleri ise sırasıyla 8.14 ve 10.25 g/bitki olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması

yapılmamış ve gıdya 3. dozu (G3:%3: 90 g/saksı) uygulamasına ait toplam biyomas ağırlığı değeri, 11.73 g/bitki olarak belirlenmiştir. Diğer dozlar ise sırasıyla 11.21 ve 5.96 g/bitki olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin, bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ortalama değer olarakta diğer uygulamalara göre daha yüksek değerler vermiştir.

Solucan gübresi uygulamalarının (SG1, SG2 ve SG3), bakterisiz ve bakterili ortamdaki değerleri sırasıyla 9.34-9.00, 10.68-12.14 ve 11.73-12.99 g/bitki'dir. Bu sonuçlara göre, en yüksek değer solucan gübresinin 3. Dozunda (SG3 1500 kg/da:12 gr/saksı) 11.73 g/bitki olarak belirlenmiştir. Çiftlik gübresi uygulamalarının, bakterisiz ve bakterili topraklarda kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla (Ah1 Ah2 ve Ah3) 7.96-10.50, 4.86-9.11 ve 9.88-10.15 g/bitki'dir. Aynı sıralamaya göre genel ortalama sonuçları ise, 9.23, 6.98 ve 10.01 g/bitki olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, çiftlik gübresi ile birlikte uygulanan bakterilerin, araştırma koşullarında bitki toplam biyomas ağırlıklarını arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek biyomas değerleri Ah3 uygulamasında belirlenmiştir.

Leonardit uygulama dozlarında en yüksek kök+kök üstü biyomas değeri bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda L2 dozunda (400 kg/da) 12.03 g/bitki olarak belirlenirken, L1 ve L3 dozlarında tespit edilen kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla 8.31 ve 11.01 g/bitki'dir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ise leonardit uygulamasının kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla (L1, L2 ve L3) 7.91, 9.87 ve 9.05 g/bitki'dir. Mineral gübre dozlarının (Min1, Min2 ve Min3) diğer uygulamalara göre kök+kök üstü biyomas değerleri daha düşük sonuçlar vermiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklardaki mineral gübre uygulaması ile bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki (6.67, 5.06 ve 6.68 g/bitki) mineral gübre uygulamalarını karşılaştırıldığında bakteri aşılması yapılan topraklarda (8.74, 7.25 ve 7.56 g/bitki) daha düşük sonuçlar tespit edilmiştir. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, kök+kök üstü biyomas değerleri sonuçları, bakterili ortamda ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 10.57, 10.60 ve 11.23 g/bitki'dir. Bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının kök+kök üstü biyomas değerleri sonuçları sırasıyla 11.23, 9.49 ve 11.42 g/bitki'dir.

Karışım gübre uygulamaların da gıdya ve mineral gübre (G1+Min) varyantların bakterili topraklarında en yüksek kök+kök üstü biyomas değeri G1+Min1

uygulamasında (9.84 g/bitki) belirlenmiş; G1+Min2 uygulaması ise 8.52 g/bitki olarak bulunmuştur. Solucan gübresinin mineral gübre varyantları ile (SG1+Min1) yapmış olduğu organo mineral karışım gübre uygulamalarında, bakterisiz ve bakterili topraklarda (SG1+Min ve SG1+Min2) kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla 7.38-7.76 ve 5.35-6.57 g/bitki olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre SG+Min uygulamaları ile birlikte uygulanan bakterilerin toplam biyomas değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Bakterisiz topraklarda, solucan gübresinin 1. dozu ile mineral gübre varyantlarının değerleri sırasıyla 7.38 ve 5.35 g/bitki olarak belirlenmiştir. Çiflik gübresinin 1. Dozunun mineral gübre varyanlarının bakterili ve bakterisiz topraklardaki kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla 8.53, 9.52 ve 8.69 8.67 g/bitki olarak tespi edilmiş olup bu sonuçlar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Zeytin kara suyunun bakteri aşılması yapılan topraklarda çiflik gübresi varyantları ile yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında en yüksek değer ZK1+Ah1'de 12.78 g/bitki ve en düşük değer ise 9,30 g/bitki (ZK1+Ah2) olduğu belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda (ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2) ise kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla; 10.16 ve 9.54 g/bitki olarak ölçülmüştür. Zeytin karasuyunun çiflik gübresinin 1. dozu (ZK1+Ah1ve ZK1+Ah2) ile bakteri aşılması yapılmış topraklarda kök+kök üstü biyomas değerleri sırasıyla 7.07 ve 8.05 g/bitki, bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise değer aralığı 9.44 ve 10.84 g/bitki olarak görülmektedir. Üçlü karışım gübre uygulamalarında bakterisiz ortamdaki kök+kök üstü biyomas değeri (9.35 g/bitki), bakterili topraklardaki kök+kök üstü biyomas değerinden (9.34 g/bitki) daha yüksek olarak bulunmuştur.

Uygulamaların toplam (kök+kök üstü) biyomas ağırlıklarına genel etkileri incelendiğinde, bakteri aşılmasının biyomas değerlerini etkilemediği ve benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir. En yüksek biyomas ağırlığı değerleri solucan gübresi uygulamaları ile belirlenirken en düşük değerler, mineral gübre uygulamaları ile belirlenmiştir. Yapılan benzer araştırma sonuçlarına göre, solucan gübresi, içeriğindeki faydalı birçok besin elementi ve mikroorganizma faaliyetleri sayesinde, bitki gelişimini önemli derecelerde etkilemektedir (Edwards, 1998; Atiyeh, 2002; Darzi ve ark., 2012; Sarıoğlu ve ark., 2017; Doğan ve ark., 2018).

Çizelge 4.6. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda Kök+Kök Üstü Biyomas ağırlıkları (g/bitki)

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
Kontrol	9.90	c-r	11.13	a-k	10.51	A-F
G1: Gıdya 1. doz	11.21	a-j	8.41	j-v	9.81	B-İ
G2: Gıdya 2. doz	9.96	a-h	10.85	a-l	9.41	B-H
G3: Gıdya 3. doz	12.32	a-c	10.25	a-p	11.28	A-D
Gıdya ortalama	11.83		9.84		10.83	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	9.34	d-v	9.00	f-v	9.17	E-J
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	10.68	a-n	12.14	ad	11.41	AB
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	11.73	a-f	12.99	a	12.36	A
Solucan Gübresi ortalama	10.58		11.38		10.98	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	7.96	m-w	10.50	a-o	9.23	E-J
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	8.86	g-v	9.11	f-v	8.98	E-J
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	9.88	c-r	10.15	b-q	10.01	B-H
Çiftlik Gübresi ortalama	8.57		9.92		8.74	
L1: Leonardit 1. doz	8.31	k-v	7.91	n-w	8.11	İ-K
L2: Leonardit 2. doz	12.03	a-e	9.87	c-s	10.95	A-E
L3: Leonardit 3. doz	11.01	a-k	9.05	f-v	10.03	B-H
Leonardit ortalama	10.45		8.94		9.69	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	8.74	g-v	6.67	t-y	7.71	J-L
Min2: Mineral gübre 2. doz N	7.25	r-y	5.06	xy	6.15	L
Min3: Mineral gübre 3. doz N	7.56	p-x	6.68	t-y	7.12	KL
Mineral Gübre ortalama	7.85		6.14		6.99	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	11.34	a-h	10.57	a-o	10.95	A-E
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	10.49	a-n	10.60	a-n	10.54	B-H
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	11.42	a-g	11.23	a-i	11.32	A-C
Zeytin Karasuyu ortalama	10.75		10.80		10.77	
G1 + Min1	11.48	a-g	9.84	c-s	10.66	A-E
G1 + Min2	8.84	g-v	8.52	i-v	8.68	F-K
G1+Min ortalama	10.35		9.72		10.04	
SG1 + Min1	7.38	q-y	7.76	o-w	7.57	J-L
SG1 + Min2	5.35	w-y	6.57	v-y	5.96	L
SG1+Min Ortalama	7.69		8.02		7.85	
Ah1 + Min1	8.69	g-v	8.53	h-vv	8.61	G-K
Ah1 + Min2	8.67	g-v	9.52	d-s	9.09	E-J
Ah1+Min ortalama	8.35		8.69		8.52	
ZK1+Ah1	10.16	b-q	12.78	ab	11.47	AB
ZK1+Ah2	9.54	c-s	9.30	e-v	9.42	D-J
ZK1+Ah ortalama	9.35		10.25		9.80	
ZK2+Ah1	9.44	d-t	7.07	s-y	8.25	H-K
ZK2+Ah2	10.84	a-l	8.05	l-v	9.44	C-J
ZK2+Ah ortalama	9.87		8.46		9.16	
ZK1+Ah1+SG1	9.61	c-s	10.73	a-m	10.17	B-G
Genel Ortalama	9.35	A	9.34	A		

4.1.7. Kök Üstü Azot İçerikleri

Araştırma uygulamalarının kök üstü azot içeriklerine etkileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7’de yer alan genel ortalama sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek kök üstü azot içerikleri (% N) değerleri, sırasıyla, ZK uygulamalarında % 2.30 ve Ah1+Min uygulamalarında % 3.18 olarak belirlenmiştir. Bakteri uygulamalarının etkisi önemli artışlara neden olmuş ve bakterisiz genel ortalama sonucu % 2.63, bakterili ise % 2.76 olarak tespit edilmiştir. Kontrol, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu kök üstü azot içeriği (%) ortalama değerleri sırasıyla, 2.42, 2.70, 2.38, 2.78, 2.54, 3.14, 2.30 olarak belirlenmiştir. Organik ve mineral karışımlardan oluşan varyantlardan; G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1’e ait ortalama kök üstü azot içeriği (%) sırasıyla, 2.54, 3.10, 3.18, 2.75, 2.52, 2.15 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, mineral gübre uygulamalarında olduğu gibi, çiftlik ve solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre dozlarında da, kök üstü azot içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılan topraklarda en yüksek ve en düşük ortalamalar, sırasıyla gıdya uygulamasında 3.19 ve solucan gübresi uygulamasında 2.11 olarak bulunmuştur. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise kök üstü azot içeriği, en düşük, zeytin karasuyu uygulamasında (% 1.8), en yüksek değer ise mineral gübre uygulamasında (% 3.32) belirlenmiştir.

Bakterili gıdya uygulamalarının, 2. dozu (G2: %2: 60g/saksı), diğer dozlardan daha yüksek kök üstü azot içeriği sonuçlarına (% 3.99) neden olmuştur. G1 ve G3 değerleri ise sırasıyla, % 2.48 ve % 3.09 olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda gıdya uygulama dozlarının, en yüksek değeri G2 (% 3.07) dozunda belirlenirken, diğer gıdya dozlarında (G1 ve G3) belirlenen % N değerleri sırasıyla, 1.86 ve 1.75 olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin, bakteri aşılması yapılmamış SG2 dozunun kök üstü azot içeriği % 3.07 olup diğer dozlardan daha yüksek bulunmuştur. Diğer dozlar ise sırasıyla (SG1 ve SG3) 2.74 ve 2.16 olarak belirlenmiştir. Bakterili topraklarda, solucan gübresinin kök üstü azot değerleri sırasıyla (SG1, SG2 ve SG3) 2.52, 2.11 ve 1.69 olarak bulunmuştur. Çiftlik gübresi uygulamalarının (Ah1, Ah2 ve Ah3), bakteri aşılması yapılmış topraklarda, azot içeriği (%) değerleri sırasıyla, 2.06, 2.47 ve 2.77 olarak belirlenmiştir. Bakterisiz topraklarda,

çiflik gübresinin en yüksek değeri Ah2 (3.63) en düşük değeri ise Ah3 (2.75) varyantlarında tespit edilmiştir. Bakterisiz ve bakterili leonardit uygulama dozlarının (L1, L2 ve L3) azot içeriği (%) değerleri sırasıyla, 2.67-2.76, 2.29-2.51, 2.09-2.95 olarak tespit edilmiştir. Bakterisiz ve bakterili leonardit uygulama dozlarının ortalama sonuçları sırasıyla, 2.71, 2.40, 2.52 olarak bulunmuştur. Bakterisiz ve bakterili leonardit uygulamalarının ortalaması ise sırasıyla 2.35 ve 2.74'tür. Bu sonuçlara göre leonardit leonardit uygulamaları ile birlikte yapılan rhizobiyal aşılama bitki azot içeriklerini önemli derecelerde arttırırken en yüksek azot içeriği (%) sonucu L1 uygulamasında tespit edilmiştir. Bakterisiz ve bakterili Mineral gübre dozlarının (Min1, Min2, Min3) azot içeriği (%) sonuçları sırasıyla 3.34-3.10, 3.35-3.39 ve 3.27-2.40 olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında, bakterisiz ve bakterili topraklarda belirlenmiş kök üstü azot sonuçları, ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla, 1.43-2.80, 2.09-3.02 ve 1.87-2.60'tır. Şekil 4.4'te, yaşlı yapraklarda sararma şeklinde belirti gösteren, azot noksanlığına örnek, bir deneme bitkisi görünümü verilmiştir.



Şekil 4.4. Azot noksanlık belirtileri gösteren deneme bitkilerinden bir görünüm.

Organik ve mineral gübre karışım uygulamalarından, gıdya (G) ve mineral gübre varyantlarından G1+Min1 ile G1+Min2 karışımlarının bakterisiz ve bakterili bitkilerde azot içeriği değerleri (%) sırasıyla 2.09-2.14 ve 3.21-3.19 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7.Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök üstü %N üzerine etkisi

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
Kontrol	2.58	h-q	2.27	m-v	2.42	E-H
G1: Gıyda 1. doz	1.86	r-w	2.48	k-r	2.17	G-I
G2: Gıyda 2. doz	3.07	b-c	3.99	a	3.53	A
G3: Gıyda 3. doz	2.75	f-h	3.09	b-l	2.72	DE
Gıyda ortalama	2.22		3.19		2.70	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	2.74	e-q	2.52	i-r	2.63	D-F
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	3.07	b-l	2.11	o-v	2.59	E-G
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	2.16	n-v	1.69	t-w	1.92	İ
Solucan Gübresi ortalama	2.66		2.11		2.38	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	3.03	b-l	2.06	q-w	2.54	E-H
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	3.63	ab	2.47	k-r	3.05	B-D
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	2.75	e-p	2.77	d-p	2.76	DE
Çiftlik Gübresi ortalama	3.13		2.43		2.78	
L1: Leonardit 1. doz	2.67	f-q	2.76	d-p	2.71	DE
L2: Leonardit 2. doz	2.29	m-t	2.51	j-r	2.40	E-H
L3: Leonardit 3. doz	2.09	p-v	2.95	b-m	2.52	E-H
Leonardit ortalama	2.35		2.74		2.54	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	3.34	b-f	3.10	b-k	3.22	A-C
Min2: Mineral gübre 2. doz N	3.35	b-f	3.39	a-e	3.37	AB
Min3: Mineral gübre 3. doz N	3.27	b-g	2.40	l-s	2.84	C-E
Mineral Gübre ortalama	3.32		2.96		3.14	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	1.43	w	2.80	c-n	2.12	H-İ
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	2.09	o-v	3.02	b-l	2.55	E-H
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	1.87	r-w	2.60	g-q	2.24	F-İ
Zeytin Karasuyu ortalama	1.80		2.81		2.30	
G1 + Min1	2.09	o-w	2.14	n-v	2.11	Hİ
G1 + Min2	3.21	b-i	3.19	b-j	3.20	A-C
G1+Min ortalama	2.37		2.71		2.54	
SG1 + Min1	3.48	a-c	3.47	a-c	3.47	AB
SG1 + Min2	3.33	b-f	3.28	b-g	3.30	AB
SG1+Min Ortalama	3.06		3.15		3.10	
Ah1 + Min1	3.22	b-h	3.24	b-h	3.23	A-C
Ah1 + Min2	3.44	a-d	2.94	b-m	3.19	A-C
Ah1+Min ortalama	3.24		3.11		3.18	
ZK1+Ah1	1.61	v-w	3.21	b-i	2.41	E-H
ZK1+Ah2	2.86	c-m	2.47	k-r	2.67	D-F
ZK1+Ah ortalama	2.57		2.93		2.75	
ZK2+Ah1	2.76	d-p	2.56	h-q	2.66	D-F
ZK2+Ah2	1.52	vw	2.78	d-o	2.15	G-I
ZK2+Ah ortalama	2.28		2.76		2.52	
ZK1+Ah1+SG1	2.17	n-v	2.13	n-v	2.15	G-I
Genel Ortalama	2.63	B	2.76	A		

Solucan gübresinin 1. Dozunun, mineral gübrenin 1. ve 2. dozları ile yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında, bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda kök üstü yüzde azot içerikleri sırasıyla; 3.47 ve 3.28 %N'dur. Bakterisiz olan topraklarda ise SG1+Min1 azot içeriği %3.48, SG1+Min2'de % 3.33'tür. Çiflik gübresinin 1. Dozunun, mineral gübrelerin 1. ve 2. dozları ile oluşturduğu karışım, gübre uygulamalarının bakterili topraklarda kök üstü azot değeri sırasıyla 3.24 ve 2.94'tür. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda, Ah1+Min1 uygulamasının kök üstü azot değeri % 3.22 ve Ah1+Min2 azot içeriği % 3.44 olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyunun toksik etkilerinin bertaraf edilmesi amacı ile oluşturulan karışımlardan olan, ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2 uygulamalarına ait kök üstü azot içeriği (%) sonuçları, bakterisiz ve bakterili olarak sırasıyla, 1.61-3.21 ve 2.86-2.47 olarak belirlenmiştir. ZK2+Ah1 ve ZK2+Ah2 bakterili topraklarda kök üstü azot içeriği % 2.56 ve % 2.78 olarak bulunmuştur. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise aynı değerler, 2.76 ve 1.52 olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu, çiftlik gübresi ve solucan gübrelerinin birinci dozları ile yapılan organik gübre karışımlarına ait kök üstü azot içeriği (%) değerleri, bakterisiz ve bakterili olarak sırasıyla, 2.17 ve 2.13 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7'de yer alan genel sonuçlara göre, bakteri uygulamaları kök üstü azot içeriği değerlerini (%) önemli derecede ($p<0.05$) arttırmıştır. Organik gübre uygulamalarından, gıda, çiftlik gübresi ve leonardit azot içeriğini arttırırken, karasu uygulamalarının, bitki azot içeriğine etkileri olumsuz yönde gelişmiştir. Karışım gübre uygulamalarından, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah ve ZK2+Ah uygulamaları bitki azot içeriği değerlerini arttırmıştır. Zeytin karasuyunun tek başına uygulamaları sonucunda azalan bitki azot içeriği değerleri, çiftlik gübresi karışımları şeklinde yapılan uygulamalarla artışlar göstermiş ve etkiler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Yapılan benzer araştırma sonuçlarına göre, zeytin karasuyu, toksik etkili bazı materyaller içerdiğinden, bitki ve toprak kalitesi üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bununla beraber uygun organik materyallerle uygun dozlarda yapılan karışımlarla, faydalı bir organik gübreye dönüştürülebilmektedir (Doğan ve ark., 2016; Doğan ve ark., 2018; Oruç, 2012; Alburquerque ve ark. 2003).

4.2. Toprak Sonuçları

Araştırma uygulamalarının, toprakta bazı mikrobiyal aktivitelere etkilerinin belirlenmesi için, toprak solunumu (CO₂ üretimi), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) ve mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içerikleri belirlenmiştir. Bununla beraber deneme topraklarının pH ve EC gibi kimyasal analizleri de yapılmış olup, tüm sonuçlar ilgili başlıklar altında aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Toprak Solunumu (CO₂ üretimi)

Uygulamaların toprak solunumuna (CO₂ üretimi) etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre, kontrol dahil olmak üzere, gıyda, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulamalarının toprak solunumu (CO₂ üretimi: µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) etkileri sırasıyla, 225, 300, 243, 268, 244, 237 ve 331 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Organik ve mineral gübre karışımlarından olan, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 uygulamaların CO₂ sonuçları sırasıyla, 259, 342, 247, 325 ve 352 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Çizelgeye ait genel ortalama sonuçlarına göre en düşük CO₂ değeri, ZK2+Ah uygulamalarında 167 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹, en yüksek değer ise SG1+Min uygulamasında, 342 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bakteri uygulaması yapılmış toprakların CO₂ değerine yönelik genel ortalama sonucu en yüksek 425 µg CO₂-C.gkt.day⁻¹, bakterisiz toprakların ise en yüksek 325 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre bakteri uygulaması, toprak CO₂ üretimini önemli derecede (p<0.05) arttırmıştır. Uygulamaların, bakterisiz varyantlarına ait CO₂ değerleri incelendiğinde, mineral gübre 3. Doz ile SG1+Min1 uygulaması haricindeki diğer tüm uygulamaların bu parametreye ait değerleri, kontrol topraklarına göre, istatistiksel olarak önemli derecelerde (p<0.05) artırdığı tespit edilmiştir. Genel ortalama değerleri dışındaki diğer ortalama sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek CO₂ değerleri (µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) sırasıyla, mineral gübre varyantlarında 237 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ ve zeytin karasuyu varyanlarında 331 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Gıyda uygulamalarının (G1, G2, G3), bakterisiz ve bakterili CO₂ değerleri sırasıyla, 220-330, 217-333 ve 214-483 olarak belirlenmiştir. Bakterisiz ve bakterili ortalama sonuçlar sırasıyla, 217 ve 382 olarak belirlenmiş olup G1, G2, G3 dozlarının bakterisiz ve bakterili ortalama sonuçları sırasıyla, 275, 275 ve 349 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre gıyda uygulamaları ile birlikte yapılan bakteri aşılamları CO₂ üretimini arttırmış olup bu etkiler istatistiksel olarak da (p<0.05) önemli bulunmuştur.

Solucan gübresinin (SG1 SG2 ve SG3) bakterisiz ve bakterili ortamda ki değerleri sırasıyla, 250-105, 265-276 ve 164-398 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹'dür. Bakterisiz ve bakterili ortalama sonuçları, 226 ve 260 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olup, bakteri uygulaması CO₂ değerlerinin artmasına neden olmuştur. Çiftlik gübresi uygulamalarının (Ah1 Ah2 ve Ah3) bakteri aşılması yapılmış topraklarda CO₂ değerleri sırasıyla, 278, 187 ve 166 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise en düşük değer Ah3. dozunda (4000kg/da: 32gr/saksı) 253 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹'dür. Diğer dozların değerleri ise sırasıyla (Ah1 ve Ah2) 276 ve 444 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ 'dür.

Leonardit uygulamalarının (L1, L2, L3), bakterisiz ve bakterili ortamlarda CO₂ değerleri sırasıyla, 171-267, 186-342 ve 260-239 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹olarak belirlenmiştir. Bakterisiz ve bakterili ortalama sonuçları ise, 206 ve 282 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, bakterisiz ortamlarda tespit edilen CO₂ değerleri, kontrol topraklarından daha düşük sonuçlar vermiştir. Leonarditle birlikte yapılan Bakteri aşılamları, CO₂ değerlerini önemli (p<0.05) oranlarda arttırmıştır. Mineral gübre dozlarının (Min1,Min2 ve Min3) diğer uygulamalara göre CO₂ değerleri bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklardaki mineral gübre uygulaması ile bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki (261, 156 ve 64 µg CO₂-C/gkt.24h) mineral gübre uygulamalarını karşılaştırıldığında bakteri aşılması yapılmamış topraklarda (173, 413 ve 355 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) CO₂ değerleri daha düşük çıkmıştır.

Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, CO₂ değerleri sonuçları, bakterili ortamlar ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 429, 383 ve 288 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olup, bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının CO₂ sonuçları sırasıyla, 474 163 ve 249 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili ortamlarda kök bölgesi topraklarda CO₂ üretimine ($\mu\text{g CO}_2\text{-C.gkt.gün}^{-1}$) etkisi

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
Kontrol	168	s-v	283	i-p	225	G-I
G1: Gıdya 1. Doz	220	n-t	330	g-k	275	EF
G2: Gıdya 2. doz	217	o-t	333	g-j	275	EF
G3: Gıdya 3. doz	214	p-t	483	ab	349	CD
Gıdya ortalama	217		382		300	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	250	m-q	105	vw	178	J
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	265	j-p	276	i-p	271	E-G
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	264	j-p	398	t-f	331	C-G
Solucan Gübresi ortalama	260		260		260	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	276	i-p	278	i-p	277	EF
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	244	m-q	287	h-o	267	E-G
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	253	l-q	266	s-v	210	H-J
Çiftlik Gübresi ortalama	256		277		267	
L1: Leonardit 1. doz	171	r-v	267	j-p	219	H-J
L2: Leonardit 2. doz	186	q-u	342	f-i	264	FG
L3: Leonardit 3. doz	260	k-p	239	m-r	249	F-H
Leonardit ortalama	206		282		244	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	261	k-p	273	j-p	265	E-G
Min2: Mineral gübre 2. doz N	256	m-q	413	c-e	335	C-G
Min3: Mineral gübre 3. doz N	264	j-p	355	e-h	305	C-H
Mineral Gübre ortalama	260		347		237	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	474	a-c	429	b-d	451	B
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	263	k-p	383	d-g	320	C-G
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	249	m-q	288	h-o	268	E-G
Zeytin Karasuyu ortalama	295		367		331	
G1 + Min1	270	d-p	217	o-t	243	F-H
G1 + Min2	230	n-s	321	g-l	276	EF
G1+Min Ortalama	250		269		259	
SG1 + Min1	367	d-g	309	h-m	335	C-G
SG1 + Min2	517	a	476	a-c	497	A
SG1+Min Ortalama	292		393		342	
Ah1 + Min1	106	vw	309	h-m	208	H-J
Ah1 + Min2	283	i-p	290	h-n	286	EF
Ah1+Min ortalama	195		299		247	
ZK1+Ah1	224	n-t	519	a	371	C
ZK1+Ah2	226	n-t	331	g-k	278	EF
ZK1+Ah ortalama	225		425		325	
ZK2+Ah1	164	s-v	252	l-q	208	H-J
ZK2+Ah2	126	n-w	127	u-w	127	K
ZK2+Ah ortalama	145		190		167	
ZK1+Ah1+SG1	267	j-p	436	b-d	352	CD
Genel Ortalama	231	B	310	A		

Karışım gübre uygulamalarından, gıdya ve mineral gübre (G1+Min) varyantların bakterili topraklarında en yüksek CO₂ değeri G1+Min1 uygulamasında (217 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) belirlenmiştir. G1+Min2 uygulaması ise 321 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirtilmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda ise en yüksek (G1+Min1) CO₂ değeri 270 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ ve G1+Min2 uygulamasına ait değer ise 230 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin mineral gübre varyantları ile (SG1+Min1) yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında, bakteri aşılması yapılan topraklarda (SG1+Min ve SG1+Min2) CO₂ değerleri sırasıyla 309 ve 476 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak ölçülmüştür. Bakterisiz topraklarda solucan gübresinin 1. dozu ile mineral gübre varyantlarının değerleri sırasıyla; 67 ve 517 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹'dir. Çiflik gübresinin 1. Dozunun, mineral gübre varyantlarının, bakterili ve bakterisiz topraklardaki CO₂ değerleri sırasıyla; 309, 290 ve 106, 283 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Zeytin kara suyunun, bakteri aşılması yapılan topraklarda, çiflik gübresi varyantları ile yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında bakterili topraklarda en yüksek değer ZK1+Ah1'de 519 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ iken, en düşük değer ise 331 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ (ZK1+Ah2) olduğu belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2 uygulamalarına ait CO₂ değerleri sırasıyla; 224 ve 226 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyunun, çiflik gübresinin 1. dozu (ZK2+Ah1 ve ZK2+Ah2) ile bakterili topraklarda, CO₂ değerleri sırasıyla 252 ve 127 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹, bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise aynı varyantların değerleri 164 ve 126 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Üçlü organik karışım gübre uygulamalarında, bakterisiz ortamdaki CO₂ değeri (267 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) bakterili topraklardaki CO₂ değerinden (436 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) daha düşük bulunmuştur.

Araştırma uygulamalarının, toprak solunumuna etkilerinin yer aldığı Çizelge 4.8' ait genel sonuçlara göre, bakteri uygulaması, CO₂ üretimine ait değerlerin istatistiksel olarak önemli derecede artışlarına neden olmuştur. Tüm uygulamalar, kontrol topraklarından daha yüksek sonuçlar vermiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek CO₂ değerleri, ZK1+Ah1+SG1 organik karışım gübrelerinde (352 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) belirlenmiş ve bunu, solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre karışımları (SG1+Min: 342 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹) ile zeytin karasuyu uygulamaları (331

$\mu\text{g CO}_2\text{-C.gkt.gün}^{-1}$) izlemiştir. Toprak mikrobiyal aktivitelerinin en önemli göstergelerinden biri olan CO_2 üretimi, topraklardan çıkan mikrobiyal kökenli CO_2 gazlarının ölçümü ile elde edilir. Toprak organik maddesinin mikrobiyal yollarla mineralize edilmesi sonucunda, son ürün olarak CO_2 , H_2O ve besin elementleri oluşur (Haktanır ve Arcak, 1997). CO_2 üretimi toprak organik madde içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Mikrobiyal aktivitenin oluşması ve mineralizasyonun devam etmesi için toprakta yeterli miktarlarda organik maddenin olması gerekmektedir. Toprak mikroorganizmaları, organik maddeyi besin ve enerji kaynağı olarak kullanır ve organik madde mineralize olarak, CO_2 oluşur (Gök ve ark., 2006; Chen, 2006). Organik materyal uygulamaları, toprak mikrobiyal aktivitelerini ve canlı sayısı önemli derecede artırır (Das and Dakora, 2010; Chauhan, 2011). Bu araştırmanın uygulamaları organik ve organo mineral karışımlardan oluştuğu için, uygulamalar beklendiği gibi CO_2 değerlerini önemli derecede ($p<0.05$) arttırmıştır.

4.2.2 Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA)

Araştırma uygulamalarının DHA değerlerinin etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9 değerlerine göre, genel ortalama sonuçları, 21 ve 12.4 $\mu\text{g TPF/gkt}$ arasında değişim göstermiş olup ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tüm uygulama dozlarının neden olduğu en yüksek ve en düşük DHA değerleri ($\mu\text{g TPF/gkt}$) sırasıyla, Gıdya uygulamasının varyantları ortalamasının da 21 $\mu\text{g TPF/gkt}$ ve Leonardit varyantlarının ortalamasının da 12.4 $\mu\text{g TPF/gkt}$ olarak belirlenmiştir. Kontrol, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeyti karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu DHA analizinin ortalama değerleri sırasıyla 14.9, 21.0, 16.3, 14.6, 12.4, 12.8 ve 14.1 $\mu\text{g TPF/gkt}$ olarak belirlenmiştir. En yüksek DHA sonuçları Gıdya uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Birlikte yapılan karışım uygulamalardan, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama DHA değerleri sırasıyla, 15.3, 16.5, 12.7, 14.6, 16.4 ve 17.8 $\mu\text{g TPF/gkt}$ olarak belirlenmiştir. Araştırmadaki uygulamaların bakteri aşılması yapılmış topraklardaki en yüksek ve en düşük ortalama değerleri sırasıyla, gıdya (27 $\mu\text{g TPF/gkt}$), leonardit ve Ah1+Mini uygulamalarında (12.7 $\mu\text{g TPF/gkt}$) belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda belirlenen en düşük DHA değeri, mineral

gübresi (11.2 µg TPF/gkt), en yüksek ise ZK1+Ah1+SG1 karışım gübre (18.9 µg TPF/gkt) uygulamalarında belirlenmiştir.

Gıdya uygulamaları (G1, G2, G3) ile, bakterisiz ve bakterili otamlarda tespit edilen DHA ortalama değerleri sırasıyla, 12.1-41.2, 18.0-18.1 ve 15.1-21.7 µg TPF/gkt olup, bakteri aşılama ile daha yüksek DHA sonuçları belirlenmiştir. Solucan gübresi uygulanmış (SG1, SG2, ve SG3), bakterili topraklarda, belirlenen DHA değerleri sırasıyla 14, 13.1, ve 17.5 µg TPF/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda ise en yüksek DHA değeri, solucan gübresinin 2. dozunda (SG2 1000 kg/da:8 gr/saksı) 20.5 µg TPF/gkt olarak belirlenmiştir. Diğer dozlarla (SG1 ve SG3) elde edilen değerler sırasıyla, 14.7 ve 18.2 µg TPF/gkt'dir. Çiftlik gübresi uygulamalarının (Ah1, Ah2, ve Ah3) bakteri aşılması yapılmış topraklarda DHA değerleri sırasıyla, 19.2, 11.7 ve 11.3 µg TPF/gkt'dir. Bakterisiz topraklarda ise belirlenen en düşük DHA değeri Ah2 uygulamasında (2000kg/da: 16gr/saksı) 13.3 µg TPF/gkt 'dir. Diğer dozların (Ah1 ve Ah3) değerleri ise sırasıyla, 15 ve 16.8 µg TPF/gkt'dir.

Leonardit uygulama dozlarında en yüksek DHA değeri bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda L1 dozunda (200 kg/da) 14.1 µg TPF/gkt olarak belirlenirken, L2 ve L3 dozlarında tespit edilen DHA değerleri sırasıyla; 11.2 ve 10.8 µg TPF/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ise leonardit uygulamasının DHA değerleri sırasıyla (L1 L2 ve L3) 18.4, 15.8 ve 4 µg TPF/gkt'dir. Mineral gübre dozlarının (Min1,Min2 ve Min3), diğer uygulamalara göre DHA değerleri bakteri, aşılması yapılmamış olan topraklarda daha düşük sonuçlar vermiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklardaki mineral gübre uygulaması ile bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki (9.1, 13.6 ve 10.8 ug TPF/gkt) mineral gübre uygulamalarını karşılaştırıldığında, bakteri aşılması yapılmış topraklarda (7.3, 18.1 ve 18.1 µg TPF/gkt) DHA değerleri daha yüksek bulunmuştur. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, DHA sonuçları, bakterili ortamlar ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 19.6, 13.8 ve 16.4 µg TPF/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının DHA sonuçları sırasıyla, 14.1, 9.7 ve 11.0 µg TPF.gkt⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Karışım gübre uygulamaların da gıdya ve mineral gübre (G1+Min) varyantların bakterili topraklarında en yüksek DHA değeri, G1+Min2 uygulamasında (19.8 µg

TPF/gkt) bulunmuş olup G1+Min1 uygulamasında ise 14.7 µg TPF.gkt⁻¹ olarak belirlenmiştir. G1+Min1 varyantına ait bakterisiz topraklarda, en yüksek DHA değeri 16.7 µg TPF/gkt, G1+Min2'de ise 12.1 µg TPF/gkt olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin mineral gübre varyantları ile (SG1+Min1-2) yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında, bakterili topraklarda (SG1+Min1 ve SG1+Min2) DHA değerleri sırasıyla 17.9 ve 19.6 µg TPF/gkt olarak ölçülmüştür. Bakterisiz topraklarda solucan gübresinin 1. dozu ile mineral gübre varyantlarının değerleri sırasıyla; 14.1 ve 14.4 µg TPF/gkt'dir. Çiflik gübresinin 1. dozunun mineral gübre varyantlarının bakterili ve bakterisiz topraklardaki DHA değerleri sırasıyla; 14, 11.4 ve 14.6, 11 µg TPF/gkt olarak tespit edilmiştir.

Zeytin karasuyu ve çiflik gübresi karışım gübre uygulamalarında, bakterili topraklarda belirlenen en yüksek DHA değeri, ZK1+Ah1'de 16.6 µg TPF/gkt iken en düşük değer ise 11.6 µg TPF/gkt olarak ZK1+Ah2 uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda, ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2'a ait DHA değerleri sırasıyla; 17.8 ve 12.5 µg TPF/gkt olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyunun 2. dozu ile çiflik gübresinin 1. dozu olan ZK2+Ah1 ve ZK2+Ah2 ile bakterili topraklarda, DHA değerleri sırasıyla 19.8 ve 15 µg TPF/gkt, bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise 14.1 ve 16.8 µg TPF/gkt olarak belirlenmiştir. Üçlü karışım olarak oluşturulan ZK1+Ah1+SG1 organik gübre uygulamalarında, bakterisiz ortamdaki, DHA değeri 18.9 µg TPF/gkt, bakterili topraklardaki DHA değeri ise 16.6 µg TPF/gkt olarak bulunmuştur.

Uygulamaların bitki kök bölgesi topraklarında DHA'ye etkilerinin genel sonuçlarına göre, uygulamalarla birlikte yapılan bakteri aşılama, sonuçları olumlu yönde arttırmıştır. En yüksek DHA değerleri, gıda uygulamaları ile belirlenirken, en düşük değerler, leonardit, mineral gübre ve Ah1+Min uygulamalarında belirlenmiştir. Solucan gübresi uygulamaları DHA değerlerini arttırmış, karasu uygulamaları ise kontrol toprakları ile benzer sonuçlar vermiştir. Dehidrogenaz enzim aktivitesi, toprak mikrobiyal aktivitelerinin ve toprak kalite unsurlarının önemli bir göstergesi olup, özellikle, organik üretim sistemlerinde besin döngüsünde, önemli görevler üstlenir (Karaca et al., 2011; Jarvan et al., 2014; Şahin ve Doğan, 2016).

Çizelge 4.9. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, dehidrogenaz enzim aktivitesine (DHA) ($\mu\text{g TPF/gkt}$) etkisi

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
	Kontrol	15.2 b-d	14.5 b-d	14.9 B-D	14.9	B-D
G1: Gıdya 1. doz	12.1	b-d	14.2	b-d	13.6	D
G2: Gıdya 2. doz	18.0	bc	18.1	bc	18.0	A
G3: Gıdya 3. doz	15.1	b-d	21.7	a	18.4	A
Gıdya ortalama	15.1		17.0		21.0	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	14.7	b-d	14.0	b-d	14.3	B-D
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	20.5	a	13.1	b-d	16.8	BC
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	18.2	bc	17.5	bc	17.8	B
Solucan Gübresi ortalama	17.8		14.9		16.3	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	15.0	b-d	19.2	bc	17.1	BC
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	13.3	b-d	11.7	b-d	12.5	B-D
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	16.8	b-d	11.3	b-d	14.0	B-D
Çiftlik Gübresi ortalama	15.0		14.1		14.6	
L1: Leonardit 1. doz	14.1	b-d	18.4	bc	16.2	B-D
L2: Leonardit 2. doz	11.2	b-d	15.8	b-d	13.5	D
L3: Leonardit 3. doz	10.8	b-d	14.0	d	12.4	B-D
Leonardit ortalama	12.0		16.7		14.4	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	9.1	b-d	7.3	cd	8.2	B-D
Min2: Mineral gübre 2. doz N	13.6	b-d	18.1	bc	15.9	B-D
Min3: Mineral gübre 3. doz N	10.8	b-d	18.1	bc	14.4	BC
Mineral Gübre ortalama	11.2		14.5		12.8	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	14.1	b-d	19.6	bc	16.9	B-D
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	9.7	b-d	13.8	b-d	11.7	B-D
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	11.0	b-d	16.4	b-d	13.7	B-D
Zeytin Karasuyu ortalama	11.6		16.6		14.1	
G1 + Min1	16.7	b-d	14.7	b-d	15.7	B-D
G1 + Min2	12.1	b-d	19.8	bc	16.0	B-D
G1+Min ortalama	13.5		17.0		15.3	
SG1 + Min1	14.1	b-d	17.9	bc	16.0	B-D
SG1 + Min2	14.4	b-d	19.6	bc	17.0	BC
SG1+Min Ortalama	14.3		18.8		16.5	
Ah1 + Min1	14.6	b-d	14.0	b-d	14.3	B-D
Ah1 + Min2	11.0	b-d	11.4	b-d	11.2	B-D
Ah1+Min ortalama	12.8		12.7		12.7	
ZK1+Ah1	17.8	bc	16.6	b-d	17.2	BC
ZK1+Ah2	12.5	b-d	11.6	b-d	12.0	B-D
ZK1+Ah ortalama	15.1		14.1		14.6	
ZK2+Ah1	14.1	b-d	19.8	bc	16.9	BC
ZK2+Ah2	16.8	b-d	15.0	b-d	15.9	B-D
ZK2+Ah ortalama	15.5		17.4		16.4	
ZK1+Ah1+SG1	18.9	bc	16.6	b-d	17.8	A
Genel Ortalama	14.2	B	16.4	A		

Dehidrogenaz enzim aktivitesi, CO₂ üretimi sonuçlarına göre daha spesifik bir mikrobiyal aktivite sonucudur. DHA, toprak organizmaların neredeyse tamamında bulunan bir enzim olup, mikroorganizmaların metabolik aktivite durumları hakkında bilgi verir (Watts ve ark., 2010). Farklı organik materyal uygulamalarının, DHA üzerindeki etkileri aynı çıkmayabilir (Bowles ve ark., 2014). Yapılan bu araştırmada, 5 organik, 1 mineral ve 6 organik ve mineral karışım olmak üzere toplamda 12 farklı gübre varyantı ve farklı dozları kullanılmıştır. Her uygulama farklı sonuçlar vermiş olup Bowles et al. (2014)'ün sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

4.2.3. Mikrobiyal Biyomas karbon (MBC)

Araştırma uygulamalarının MBC değerlerinin etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 değerlerine göre, genel ortalama sonuçları, 334 ve 146 µg MBC/gkt arasında değişim göstermiş olup ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Kontrol toprakları, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulama dozlarının neden olduğu MBC sonuçları sırasıyla, 301, 281, 253, 224, 150, 146 ve 182 µg MBC/ gkt olarak belirlenmiştir. En yüksek MBC sonuçları gıdya uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Birlikte yapılan organik ve mineral karışım uygulamalardan, G1+Min, SG1+Min1-2, Ah1+Min1-2, ZK1+Ah1-2, ZK2+Ah1-2, ZK1+Ah1+SG1'e ait ortalama MBC değerleri sırasıyla, 223, 304, 205, 206, 232 ve 334 µg MBC/gkt olarak belirlenmiştir. Araştırmadaki uygulamaların bakteri aşılması yapılmış topraklardaki en yüksek ve en düşük ortalama değerleri sırasıyla, gıdya (308 µg MBC/gkt) ve Leonardit uygulaması (157 µg MBC/gkt) olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise uygulamaların değer aralığı, zeytin karasuyu (109 µg MBC/gkt), en yüksek ise solucan gübresi (276 µg MBC/gkt) olarak belirlenmiştir.

Gıdya uygulamalarının (G1, G2, G3) bakterisiz ve bakterili MBC sonuçları sırasıyla, 123-245, 417-333 ve 225-346 µg MBC/gkt olarak belirlenmiş olup, bakterisiz ortalama sonuç 255, bakterili sonuç ise 308 µg MBC/gkt olarak bulunmuştur. Benzer ifadelerle bakterisiz ve bakterili ortamlardaki solucan gübresi uygulamalarına (SG1 SG2 ve SG3) ait MBC sonuçları sırasıyla, 158-201, 357-142 ve 313-344 olarak belirlenmiştir. Bakterisiz ortamlarda solucan gübresinin artan dozları ile artışlar

gösteren MBC değerleri, bakterili ortamlarda benzer sonuçları vermemiş ve değerlerde dalgalanmalar oluşmuştur. Çiftlik gübresi uygulamalarının bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda MBC değerleri sırasıyla (Ah1 Ah2 ve Ah3) 349, 117 ve 145 µg MBC/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise en düşük değer Ah2. Dozunda, 184 µg MBC/gkt'dir. Diğer dozların (Ah1 ve Ah3) değerleri ise sırasıyla, 197 ve 350 µg MBC/gkt'dir. Bu sonuçlara göre, çiftlik gübresinin MBC üzerindeki etkileri ile solucan gübresi uygulamalarının etkileri benzerlikler göstermiştir. Leonardit uygulama dozlarında, en yüksek MBC değeri, bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda L1 dozunda, 230 µg MBC/gkt olarak belirlenirken, L2 ve L3 dozlarında tespit edilen MBC değerleri sırasıyla; 102 ve 97 µg MBC/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ise leonardit uygulamalarının (L1 L2 ve L3) MBC değerleri sırasıyla, 246; 146 ve 78 µg MBC/gkt'dir. Leonardit uygulamaları ile birlikte yapılan bakteri aşılama MBC değerlerini arttırmıştır. Bununla beraber en iyi MBC sonuçları L1 dozundan alınırken en düşük sonuçlar L3 dozundan alınmıştır. Mineral gübre dozlarının (Min1, Min2 ve Min3), diğer uygulamalara göre, MBC değerleri, bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklardaki mineral gübre uygulamaları (Min1, Min2, Min3) ile elde edilen MBC değerleri; 82, 229 ve 78 µg MBC/gkt, bakteri aşılması yapılmış topraklarda ise 69, 278 ve 143 µg MBC/gkt, olarak belirlenmiş ve bakterili sonuçlar daha yüksek bulunmuştur. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında (ZK1, ZK2, ZK3) belirlenmiş, MBC değerleri, bakterili ortamlar için sırasıyla 375, 166 ve 226 µg MBC/gkt'dir. Bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının MBC değerleri aynı sıra ile 204, 39 ve 84 µg MBC/gkt'dir.

Karışım gübre uygulamalarından birincisi olan gıda ve mineral gübre birlikte uygulamalarına (G1+Min1 ve G1+Min2) ait bakterisiz ve bakterili MBC sonuç değerleri sırasıyla, 312-215 ve 210-235 µg MBC/gkt olarak belirlenmiş olup en yüksek değer bakterisiz G1+Min1 uygulamasında tespit edilmiştir. Solucan gübresi ve mineral gübre uygulamalarının birlikte etkilerinden oluşan SG1+Min1 ile SG1+Min2 varyantlarına ait bakterisiz ve bakterili MBC sonuçları sırasıyla, 318-361 ve 168-366 olarak belirlenmiştir. Çiftlik gübresinin 1. Dozunun mineral gübre varyantlarının bakterili ve bakterisiz topraklardaki MBC değerleri sırasıyla; 207, 221 ve 196, 198 µg MBC/gkt olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Soya bitkisinde, organik ve mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içeriğine ($\mu\text{g MBC/gkt}$) etkisi.

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
Kontrol	294	c-i	308	c-g	301	C-E
G1: Gıdya 1. doz	123	m-s	245	c-f	184	F-K
G2: Gıdya 2. doz	217	f-m	333	b-e	275	C-G
G3: Gıdya 3. doz	225	f-m	346	b-e	285	C-F
Gıdya ortalama	188		308		255	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	158	k-q	201	l-s	180	L-N
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	357	b-d	242	f-m	295	C-G
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	313	d-i	344	b-e	329	B-D
Solucan Gübresi ortalama	276		261		253	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	197	k-p	149	l-r	173	D-H
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	184	j-p	117	n-s	150	K-N
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	350	f-n	145	l-r	247	J-N
Çiftlik Gübresi ortalama	244		135		184	
L1: Leonardit 1. doz	230	i-o	246	d-j	238	G-J
L2: Leonardit 2. doz	102	o-t	146	j-p	124	M-N
L3: Leonardit 3. doz	97	t	78	p-t	87	O
Leonardit ortalama	143		157		150	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	82	r-t	69	q-t	75	O
Min2: Mineral gübre 2. doz N	88	r-t	78	r-t	84	I-J
Min3: Mineral gübre 3. doz N	78	r-t	88	r-t	82	I-J
Mineral Gübre ortalama	82		75		78	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	204	h-n	375	b-d	290	J-E
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	139	l-r	166	f-n	153	N
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	184	j-p	226	f-l	201	K-N
Zeytin Karasuyu ortalama	175		256		215	
G1 + Min1	312	f-n	215	f-n	264	G-L
G1 + Min2	210	g-n	235	d-i	222	D-İ
G1+Min ortalama	210		235		223	
SG1 + Min1	318	b-d	361	bc	340	AB
SG1 + Min2	168	l-s	366	b-d	267	D-I
SG1+Min Ortalama	243		364		304	
Ah1 + Min1	196	g-n	207	h-n	202	G-M
Ah1 + Min2	198	j-p	221	f-m	209	H-M
Ah1+Min ortalama	197		214		205	
ZK1+Ah1	240	a	182	j-p	211	A
ZK1+Ah2	206	h-n	196	i-o	201	H-M
ZK1+Ah ortalama	223		189		206	
ZK2+Ah1	180	j-p	372	b-d	276	C-G
ZK2+Ah2	217	f-n	160	k-q	188	I-N
ZK2+Ah ortalama	198		266		232	
ZK1+Ah1+SG1	368	b-d	299	c-h	334	A-C
Genel Ortalama	210	B	236	A		

Solucan gübresi ve çiftlik gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre varyantlarının her ikisinde de, MBC değerleri yalnız uygulanan mineral gübre topraklarından daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bununla beraber bak teri aşlamaları MBC değerlerinde artışlara neden olmuştur.

Zeytin kara suyunun birinci dozu ve çiftlik gübresinin birlikte uygulandığı ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2 topraklarının bakterisiz ve bakterili MBC değerleri sırasıyla, 240-182 ve 206-196 µg MBC/gkt olarak belirlenmiştir. ZK2+Ah1 ve ZK2+Ah2 uygulamaları için elde edilen MBC değerleri ise aynı sıralamaya göre, 180-372 ve 217-160 µg MBC/gkt olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan çiftlik gübresi dozlarının MBC değerlerini arttırdığı ve ZK uygulamalarının toksik etkilerinin azaltıldığı tespit edilmiştir. Zeytin karasuyu, çiftlik gübresi ve solucan gübresinin birinci dozları ile yapılan organik karışım gübresinin MBC değerlerine genel etkisi, bakterisiz ve bakterili topraklarda sırasıyla, 368 ve 299 µg MBC/gkt olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, diğer tüm uygulamalardan daha yüksek sonuçlar olarak belirlenmiştir. Bununla beraber, bakteri uygulamaları da MBC değerlerini artırmıştır.

Araştırma uygulamalarının MBC üzerindeki genel etkilerine göre, bakteri aşlaması, MBC değerlerini arttırmış olup, en düşük değerler, mineral gübre uygulamalarında, en yüksek değerler ise, ZK1+Ah1+SG1 üçlü organik karışım gübre varyantlarında tespit edilmiştir. Çiftlik gübresi uygulamalarının, toprak mikrobiyal aktivitelerini ve özellikle MBC değerlerini artırdığı birçok çalışmada belirlenmiştir (Chauhan et al., 2011; Doğan ve ark., 2018). Zeytin karasuyu, bertaraf edilmesi zor bir atık olup, bu çalışmada bazı organik materyal uygulamaları karıştırılarak kullanılmış ve MBC değerlerinin artmasında, pozitif katkılar sağlamıştır. Kaur et al. (2005) tarafından yapılan ve 7 yıl süren bir çalışmada, kimyasal ve organik gübreler kullanılmış ve MBC'ye etkileri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, organik uygulamaların, organik C, total N ve K değerleri ile MBC içeriklerinin artışı belirlenmiştir. Aynı araştırma sonuçlarına göre, dengeli bir organo mineral gübre uygulaması ile özellikle organik madde düzeyi düşük topraklarda, toprak organik maddesinin, toprakta kalıcılığının arttığı rapor edilmiştir.

4.2.4. pH Sonuçları

Araştırma uygulamalarının pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge 4.11 değerlerine göre, genel ortalama sonuçları, 8.72 ve 8.48 (1:5) arasında değişim göstermiş olup ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Araştırmadaki uygulamaların, bakteri aşılması yapılmış topraklardaki en yüksek ve en düşük ortalama pH değerleri sırasıyla gıdya (8.65) ve solucan gübresi uygulaması (8.49) olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise uygulamaların değer aralığı, en düşük zeytin karasuyu ve G1+Min2 (8.63) en yüksek ise gıdya uygulaması (8.80) olarak bulunmuştur. Çiftlik gübresi uygulamalarında tespit edilen pH değerleri sırasıyla (Ah1 Ah2 ve Ah3) 8.65, 8.65 ve 8.72'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise en yüksek pH değeri Ah2 dozunda 8.78'dir. Diğer dozların değerleri ise sırasıyla (Ah1 ve Ah3) 8.64 ve 8.68'dir. Leonardit uygulama dozlarında tespit edilen en yüksek pH değeri, bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda L1 dozunda (200 kg/da) 8.76 olarak belirlenirken, L2 ve L3 dozlarında tespit edilen pH değerleri sırasıyla; 8.69 ve 8.71'dir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ise leonardit uygulamasının pH değerleri sırasıyla (L1 L2 ve L3) 8.54, 8.59 ve 8.78 'dir. Mineral gübre dozlarının (Min1,Min2 ve Min3) diğer uygulamalara göre değerleri, bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda daha düşük sonuçlar vermiştir. Bakteri aşılması yapılmış topraklardaki mineral gübre uygulaması ile bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki mineral gübre uygulamaların ait pH değerleri sırasıyla, 8.76-8.64, 8.85-8.51 ve 8.74-8.68 olaak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, pH değerleri, bakterili ortamlarda, ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 8.63, 8.63 ve 8.73 PH'dir. Bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının pH değerleri sırasıyla 8.85, 8.37 ve 8.66 'dir.

Karışım gübre uygulamalarında gıdya1 dozu ile mineral gübre (G1+Min) varyantlarının bakterili topraklarda en yüksek pH değeri, G1+Min2 uygulamasında (8.57) ölçülmüş, G1+Min1 uygulaması ise 8.48 olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda G1+Min1 pH değeri 8.69, G1+Min2 ise 8.58 olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin 1. dozunun mineral gübre varyantları ile (SG1+Min1-2) yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında bakteri aşılması yapılan topraklarda (SG1+Min1 ve SG1+Min2) pH değerleri sırasıyla 8.38 ve 8.48 olarak ölçülmüştür.

Bakterisiz topraklarda solucan gübresinin 1. dozu ile mineral gübre varyantlarının 1. ve 2. değerleri; 8.74 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Soya bitkisinde, organik ve Mineral gübre uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, pH'ya etkisi

Organik ve mineral uyg.	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
	8.73	a-j	8.49	m-r	8.61	B-H
Kontrol						
G1: Gıdy 1. doz	8.70	a-l	8.67	a-n	8.68	A-F
G2: Gıdy 2. doz	8.84	a-d	8.62	e-o	8.73	A-C
G3: Gıdy 3. doz	8.86	ab	8.66	b-n	8.76	A
Gıdy ortalama	8.80		8.65		8.72	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	8.65	c-o	8.32	r	8.48	H
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	8.80	a-e	8.60	e-p	8.70	A-F
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	8.53	j-q	8.55	h-q	8.54	GH
Solucan Gübresi ortalama	8.66		8.49		8.57	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	8.64	d-o	8.65	c-o	8.64	A-G
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	8.78	a-f	8.65	c-o	8.71	A-D
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	8.64	d-o	8.72	a-k	8.68	A-F
Çiftlik Gübresi ortalama	8.68		8.67		8.68	
L1: Leonardit 1. doz	8.76	a-g	8.54	i-q	8.65	A-G
L2: Leonardit 2. doz	8.69	a-m	8.59	f-p	8.64	A-G
L3: Leonardit 3. doz	8.71	a-l	8.78	a-f	8.74	A-C
Leonardit ortalama	8.72		8.64		8.68	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	8.76	a-g	8.64	d-o	8.70	A-F
Min2: Mineral gübre 2. doz N	8.85	a-c	8.51	l-r	8.68	A-F
Min3: Mineral gübre 3. doz N	8.74	a-i	8.68	a-n	8.71	A-E
Mineral Gübre ortalama	8.78		8.61		8.69	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	8.85	a-c	8.63	e-o	8.74	A-C
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	8.37	qr	8.63	e-o	8.50	H
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	8.66	b-n	8.73	a-j	8.69	A-F
Zeytin Karasuyu ortalama	8.63		8.66		8.64	
G1 + Min1	8.69	a-m	8.48	n-r	8.59	D-H
G1 + Min2	8.58	f-p	8.57	g-q	8.57	E-H
G1+Min ortalama	8.63		8.57		8.60	
SG1 + Min1	8.74	a-i	8.38	qr	8.56	F-H
SG1 + Min2	8.74	a-i	8.48	n-r	8.61	C-H
SG1+Min Ortalama	8.70		8.47		8.59	
Ah1 + Min1	8.69	a-m	8.60	e-p	8.64	A-G
Ah1 + Min2	8.70	a-l	8.45	o-r	8.58	D-H
Ah1+Min ortalama	8.70		8.51		8.60	
ZK1+Ah1	8.86	a	8.64	d-o	8.75	AB
ZK1+Ah2	8.75	a-h	8.56	g-q	8.66	A-G
ZK1+Ah ortalama	8.77		8.57		8.67	
ZK2+Ah1	8.52	k-q	8.55	h-q	8.53	GH
ZK2+Ah2	8.84	a-d	8.52	k-q	8.68	A-F
ZK2+Ah ortalama	8.71		8.55		8.63	
ZK1+Ah1+SG1	8.41	p-r	8.56	g-q	8.48	H
Genel Ortalama.	8.70	A	8.58	B		

Çiftlik gübresinin 1. dozu ile mineral gübre karışımlarının, bakterisiz ve bakterili topraklardaki pH değerleri sırasıyla; 8.69-8.60 ve 8.70-8.45 olarak bulunmuştur. Zeytin kara suyunun birinci dozu ile çiftlik gübresi uygulamalarının birinci ve ikinci dozundan oluşan karışım gübrelerinin (ZK1+Ah1-Ah2), bakterisiz ve bakterili pH değerleri, 8.86-8.64 ve 8.75-8.56 olarak belirlenmiştir. Karasu uygulamasının ikinci dozu ile çiftlik gübresi uygulamalarının birinci ve ikinci dozundan (ZK2+Ah1-Ah2) oluşan karışım gübrelerinin, bakterisiz ve bakterili topraklarda belirlenen pH değerleri, 8.52-8.55 ile 8.84-8.52'dir. Zeytin karasuyunun toksik etkilerinin bertaraf ederek yararlı bir gübreye dönüştürmek için kullanılan çiftlik ve solucan gübre karışımlarından oluşan ZK1+Ah1+SG1 varyantı ile belirlenen pH değeri, bakterisiz topraklarda 8.41 ve bakterili topraklarda 8.56'dır.

Uygulamaların genel etkisine göre, bakteri aşılama, pH değerlerini düşürmüştür. Tüm uygulamalar içerisinde en düşük pH değerleri, solucan gübresi uygulamalarıyla elde edilmiştir. Bununla beraber karışım gübrelerinden SG1+Min uygulamaları ile ZK1+Ah1+SG1 üçlü organik karışım gübre uygulamaları da pH değerlerini düşürmüştür. En yüksek pH değerleri ise gıda uygulamaları ile elde edilmiştir.

4.2.5. EC Sonuçları

Araştırma uygulamalarının toprakta tuzluluk (EC) değerlerine etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelge 4.12 genel ortalama sonuçları, 577 ve 446 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1:5) arasında değişim göstermiş olup ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Kontrol dahil, gıda, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre ve zeytin karasuyu uygulamalarının, EC değerleri sırasıyla, 544, 459, 577, 473, 446, 482 ve 486 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1:5) olarak belirlenmiştir. Organik ve mineral karışım gübre uygulamalarından, G1+Min, SG1+Min, Ah1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 EC değerleri sırasıyla, 542, 561, 545, 490, 486 ve 521 olarak bulunmuştur. Bakterisiz ve bakterili genel ortalama sonuçları, 483 ve 523 olarak belirlenmiştir. Gıda uygulaması yapılmış, bakterili topraklarda EC değerleri sırasıyla (G1, G2 ve G3) 464, 484, 476 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda EC değerleri ise sırasıyla şu şekildedir 534, 388 ve 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak

belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda solucan gübresinin EC değerine etkisi şu şekildedir. En yüksek değer SG1 (792 $\mu\text{S}/\text{cm}$) SG2 ve SG3 değerleri ise 633 ve 516 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir.

Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise en düşük değer 479 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olan SG2 aittir. SG1 ve SG3 değeri ise sırasıyla 534 ve 512 şeklindedir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda (Ah1 Ah2 ve Ah3) 391, 580 ve 486'dir. Bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda ise en yüksek EC değeri Ah3'te, 505 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Diğer dozların (Ah1 ve Ah2) değerleri ise sırasıyla 468 ve 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir.

Leonardit uygulama dozlarında en yüksek EC değeri bakteri aşılması yapılmamış olan topraklarda L3 dozunda 504 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenirken, L1 ve L2 dozlarında tespit edilen EC değerleri sırasıyla; 424 ve 444 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda ise leonardit uygulamasının EC değerleri sırasıyla (L1 L2 ve L3) 445, 411 ve 448 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Mineral gübre dozlarının (Min1,Min2 ve Min3) bakteri aşılması yapılmış olan topraklarda(524, 583, 411 $\mu\text{S}/\text{cm}$) daha düşük, Bakteri aşılması yapılmamış topraklardaki (457, 391, 528 $\mu\text{S}/\text{cm}$) mineral gübre uygulaması daha yüksek çıkmıştır. Zeytin karasuyu uygulama dozlarında belirlenmiş, EC değerleri sonuçları, bakterili ortamlar ZK1, ZK2, ZK3 için sırasıyla 455, 492 ve 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Bakteri aşılması yapılmamış ortamda ise zeytin karasuyu uygulamasının Ph değerleri sonuçları sırasıyla 366, 572 ve 592 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir.

Karışım gübre uygulamalarında gıdya1 ile Mineral gübre (G1+Min) varyantlarının bakterili topraklarda en yüksek EC değeri, G1+Min2 uygulamasında (676 $\mu\text{S}/\text{cm}$) belirlenmiştir. G1+Min1 uygulaması ise 337 EC olarak belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda ise en yüksek (G1+Min2) 733 $\mu\text{S}/\text{cm}$, G1+Min1 ise 533 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Solucan gübresinin 1. Dozunun, Mineral gübre varyantları ile (SG1+Min1-2) yapmış olduğu karışım gübre uygulamalarında, bakteri aşılması yapılan topraklarda (SG1+Min1 ve SG1+Min2) EC değerleri sırasıyla 709 ve 608 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Bakterisiz topraklarda, Solucan gübresinin 1. dozu ile mineral gübre varyantlarının 1. ve 2. dozlarında belirlenen EC değerleri sırasıyla, 487 ve 477 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Çiflik gübresinin 1. dozunun Mineral gübre varyanlarının bakterili ve bakterisiz topraklardaki EC değerleri sırasıyla; 592, 611 ve 464 ve 485 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve bu sonuçlar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Soya bitkisinde, organik ve Mineral uygulamaların, bakterisiz ve bakterili topraklarda, tuzluluk değerlerine ($\mu\text{S}/\text{cm}$) etkisi

Organik ve mineral uygulamalar	Bakterisiz		Bakterili		Genel Ortalama	
	490	i-q	598	d-h	544	B-E
Kontrol						
G1: Gıyda 1. doz	534	f-m	464	m-r	499	D-G
G2: Gıyda 2. doz	388	r-t	484	j-q	436	G-I
G3: Gıyda 3. doz	409	o-t	476	k-q	442	G-I
Gıyda ortalama	444		474		459	
SG1: Solucan Gübresi 1. doz	534	f-m	792	a	663	A
SG2: Solucan Gübresi 2. doz	479	j-q	633	c-p	556	B-D
SG3: Solucan Gübresi 3. doz	512	g-p	516	g-o	514	C-F
Solucan Gübresi ortalama	508		647		577	
Ah1: Çiftlik Gübresi 1. doz	468	l-r	391	q-t	429	G-I
Ah2: Çiftlik Gübresi 2. doz	409	p-t	580	d-k	494	D-G
Ah3: Çiftlik Gübresi 3. doz	505	h-p	486	j-q	495	D-G
Çiftlik Gübresi ortalama	460		485		473	
L1: Leonardit 1. doz	424	n-t	445	m-r	434	G-I
L2: Leonardit 2. doz	444	m-r	411	o-t	427	G-I
L3: Leonardit 3. doz	504	h-p	448	m-r	476	E-H
Leonardit ortalama	457		435		446	
Min1: Mineral gübre 1. doz N	457	m-r	524	g-n	490	D-G
Min2: Mineral gübre 2. doz N	391	q-t	583	d-j	487	D-G
Min3: Mineral gübre 3. doz N	528	d-n	411	o-t	469	F-H
Mineral Gübre ortalama	458		506		482	
ZK1: Zeytin Karasuyu 1. doz	366	r-t	455	m-r	410	Hİ
ZK2: Zeytin Karasuyu 2. doz	572	g-l	492	i-q	532	BF
ZK3: Zeytin Karasuyu 3. doz	592	d-i	440	m-s	516	C-F
Zeytin Karasuyu ortalama	510		462		486	
G1 + Min1	533	f-m	337	t	435	G-I
G1 + Min2	733	ab	676	b-d	704	A
G1+Min ortalama	592		492		542	
SG1 + Min1	487	i-q	709	a-c	598	B
SG1 + Min2	477	k-q	608	d-h	542	B-E
SG1+Min Ortalama	519		603		561	
Ah1 + Min1	464	m-r	592	d-i	528	C-F
Ah1 + Min2	485	j-q	611	d-i	548	B-E
Ah1+Min ortalama	489		602		545	
ZK1+Ah1	449	m-r	417	o-t	433	G-I
ZK1+Ah2	448	m-r	537	f-m	493	D-G
ZK1+Ah ortalama	462		519		490	
ZK2+Ah1	490	iq	664	b-g	577	BC
ZK2+Ah2	340	jt	440	n-s	390	İ
ZK2+Ah ortalama	430		541		486	
ZK1+Ah1+SG1	571	g-l	471	l-r	521	C-F
Genel Ortalama	483	B	523	A		

Zeytin kara suyunun bakterisi aşılması yapılan topraklarda Çiftlik gübresi varyantları ile yapmış olduğu kombine gübre uygulamalarında bakterili topraklarda en düşük değerin ZK1+Ah1'de 417 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken en yüksek değer ise 537 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ZK1+Ah2) olduğu belirlenmiştir. Bakteri aşılması yapılmamış topraklarda (ZK1+Ah1 ve ZK1+Ah2) ise EC değerleri sırasıyla; 449 ve 448 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirtilmiştir. Zeytin karasuyunun 2. dozunun çiftlik gübresinin 1. ve 2. dozu (ZK2+Ah1ve ZK2+Ah2) ile bakterisi aşılması yapılmış topraklarda EC değerleri sırasıyla 664 ve 440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bakterisi aşılması yapılmamış olan topraklarda ise değer aralığı 490 ve 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak görülmektedir. Üçlü kombine gübre uygulamalarında bakterisiz ortamdaki EC değeri (571 $\mu\text{S}/\text{cm}$) bakterili topraklardaki EC değerinden (471 $\mu\text{S}/\text{cm}$) yüksektir ve bu sonuçlar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Uygulamaların EC sonuçlarına genel etkisine göre, bakterisi aşılması, değerlerin artmasına neden olmuştur. Solucan gübresi ile SG1+Min karışım gübre uygulaması dışındaki diğer organik ve mineral uygulamaların tamamı EC değerlerini, düşürmüştür.

Araştırmada yer alan tüm uygulamaların, kontrole göre karşılaştırıldığı, incelenen parametreler üzerindeki etkiler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge simgelerinden "0" kontrol, "+" kontrole göre daha iyi ve pozitif yönde artış ya da azalışı gösterirken, "--" ise kontrol değerlerine göre negatif yönde gelişen, artış ya da azalışları göstermektedir.

Çizelge 4.13. Araştırma uygulamalarının, incelenen parametreler üzerindeki etkilerin, kontrol varyantı ile karşılaştırılması.

Organik ve mineral uygulamalar	Nodül sayısı Ad./bitki	nodül ağırlığı g/bitki	Etkili Nodül ağırlığı mg/nodül	kök ağırlık g/bitki	kök üstü ağırlık g/bitki	kök+kökü stü ağırlık g/bitki	kök üstü azot %	$\mu\text{g CO}_2\text{-C. gkt.day}^{-1}$	DHA ($\mu\text{g TPF.gkt}^{-1}$)	MBC: $\mu\text{g.gkt}^{-1}$	pH 1:5	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakteri Aşılması	+	+	+	0	0	0	+	+	+	+	+	-
Gıda ortalama	++	++	+++	++	-	0	+	++	++	-	+	--
Solucan Gübresi ortalama	+	+	+	+++	+	+	0	+	+	-	-	++
Çiftlik Gübresi ortalama	+	+	+	0	-	-	+	+	0	-	+	--
Leonardit ortalama	+	+	+	+	-	0	+	+	-	--	+	--
Mineral Gübre ortalama	0	0	0	-	--	--	++	+	-	--	+	--
Zeytin Karasuyu ortalama	+++	+++	++	+++	0	+	-	++	0	-	+	--
G1 + Min Ortalama	+	+	+	+	-	0	+	+	+	-	0	0
SG1+Min Ortalama	0	0	0	-	--	-	++	++	+	0	0	+
Ah1+Min ortalama	0	0	0	-	-	-	++	+	-	-	0	0
ZK1+Ah ortalama	+	+	+	+	-	-	+	++	0	-	+	-
ZK2+Ah ortalama	++	++	++	-	-	-	+	-	+	-	+	-
ZK1+Ah1+SG1 ortalama	+	+	+	++	-	0	0	+++	+	+	-	+

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Soya bitkisi kullanılarak yapılan bu araştırmada, bazı organik gübre materyallerinin, bakterisiz ve bakterili ortamlarda, azot fiksasyonu, bitki biyomas ağırlıkları ile toprakta mikrobiyal aktivitelere etkileri belirlenmiştir. Organik materyal olarak, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit ve zeytin karasuyu kullanılmıştır. Organik materyal uygulamalarının karşılaştırılması amacıyla mineral gübre uygulamaları ve her gübrenin 3 farklı dozu kullanılmıştır. Bununla beraber organik uygulamaların birinci dozu ile mineral gübrelerin birinci ve ikinci dozları birlikte uygulanarak organo mineral denemeler de yapılmıştır. Çalışmanın önemli amaçlarından biri olan, zeytin karasuyunun bertaraf edilmesi ve faydalı bir organik gübreye dönüştürülmesi için, karasu ve çiftlik gübresi uygulamaları farklı dozlarda karıştırılarak yeni varyantlar oluşturulmuştur. Bu araştırma, genel anlamda ekolojik bir çalışma olup, mineral gübre kullanımını azaltmayı hedeflemiştir. Bu sayede bitki ve toprak verimliliği sağlanarak, toprak kalitesinde ve sürdürülebilirliğinde kazanımlar da hedeflenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, bakteri uygulaması yapılmayan saksı topraklarında, nodül oluşumu görülmediğinden, bu parametre ile ilişkili olan diğeri nodülasyon parametreleri de belirlenememiştir. Bakteri uygulaması yapılan topraklarda, en fazla sayıda nodül oluşumu (Ad./bitki), zeytin karasuyu uygulanmış topraklarda 45.5 olarak tespit edilirken, bunu gıdya uygulamalarının yapıldığı topraklarda belirlenen nodül sayısı (29.3) izlemiştir. Mineral gübre uygulamaları ile solucan gübresi ve çiftlik gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübreli topraklarda bakteri uygulaması yapılmasına rağmen nodül oluşmamıştır. Bu sonuçlara göre, araştırma koşullarındaki topraklarda yetiştirilen soya bitkisi için gıdya ve karasu uygulamaları nodül sayısını arttırırken, mineral gübre uygulamaları nodül oluşumunu engellemiştir. Karasuyun olası toksik etkilerine karşın, bazı organik materyallerle karıştırılarak topraklara uygulanması sonucunda, ZK1+Ah varyantlarında 19 ad./bitki, ZK2+Ah varyantlarında 12 ad./bitki nodül sayısı belirlenmiştir. Karasuyun birinci dozu ile birlikte uygulanan ahır gübresi nodül sayısını olumlu yönde etkilemiştir. Nodül sayısı ile bağlantılı olan, nodül ağırlığı (g/bitki) ile etkili nodül ağırlığı (mg/nodül) değerleri de benzer sonuçlar vermiştir.

Araştırma uygulamalarının bitki biyomas ağırlıklarına etkileri incelendiğinde, kök+köküstü (g/bitki) değerlerine ait en yüksek sonuçların, solucan gübresi uygulamalarında 10.98 g/bitki olduğu tespit edilmiştir. En düşük ortalama değerler ise mineral gübre uygulamalarında 6.99 g/bitki olarak belirlenmiştir. Zeytin karasuyu, çiftlik gübresi ve solucan gübresinin birlikte uygulanması ile elde edilen bitki+kök biyomas ağırlığı 10.17 g/bitki olarak belirlenmiştir. Araştırma koşullarında, solucan gübresi uygulamaları, mineral gübrelere göre bitki kök+kök üstü biyomas ağırlıklarını daha fazla arttırmış olup bu farklılıklar istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Kara suyun yalnız etkisi olumlu sonuçlar vermesine rağmen toprak ve bitkide oluşturması muhtemel bazı toksik etkileri bertaraf etmek amacıyla, çiftlik gübresi ile oluşturulan varyantlarda da benzer sonuçlar bulunmuş ve bitki biyomas ağırlıkları önemli derecede ($p<0.05$) artışlar göstermiştir. Benzer sonuçlar kök ve kök üstü ayrı ayrı değerlerde de belirlenmiştir.

Bitki azot içerikleri, araştırmada yer alan organik ve mineral uygulamalardan önemli derecede ($p<0.05$) etkilenmiş ve farklılıklara neden olmuştur. En yüksek bitki azot içeriği (%), çiftlik gübresi ve mineral gübre karışımının yapıldığı topraklarda % 3.18 olarak belirlenmiş ve bunu mineral gübre uygulamaları yapılan topraklarda tespit edilen % 3.14 değeri takip etmiştir. Nodülasyon ve bitki biyomas değerlerinin daha az bulunduğu mineral gübre varyantlarında bitki azot içerikleri daha yüksek değerler vermiştir. Bunun olası nedeni, bitkilerin çiçeklenme dönemlerinde örneklenmiş olmasıdır. Hasat dönemi örnekleme yapılmış olsaydı, bu değerlerin çok daha fazla sonuçları tespit edilebilirdi. Çiçeklenme dönemlerinde, bitki köklerinde nodül oluşumu devam ederken, hasat döneminde, nodül içerisindeki azot bileşikleri, bitkinin üst aksamına taşınır. Bu sayede biyolojik yolla bağlanmış atmosfer azotları, bitkiye kazandırılmış olur. Mineral gübre uygulanmış bitkilerin azot içeriklerinin, organik gübre uygulanmış bitkilerden daha yüksek çıkmasının sebebi, verilen azotlu gübrenin bitki tarafından kullanılmış olmasıdır. Doğal yollarla kazandırılan azot ise çiçeklenme döneminde, nodüllerin içerisinde bulunur ve çiçeklenme döneminden sonra yavaş yavaş üst aksamına taşınır. Zeytin karasuyu uygulamalarının bitki azot içeriğine etkileri bakterili (% 2.81) ve bakterisiz (%1.80) ortamlarda farklı sonuçlar vermiştir. Bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bakterisiz ortamda en yüksek N içeriği, mineral gübre varyantında % 3.32 olarak bulunurken, bakterili

ortamda en yüksek N içeriği % 3.19 olarak gıyda varyantlarında belirlenmiştir. Bu varyantların dışında bitki azot içeriğini önemli derecede arttıran diğery varyantlar, bakterisiz ortamlarda; çiftlik gübresi ve mineral gübre karışımı (% 3.24), çiftlik gübresi (% 3.13), solucan gübresi ve mineral gübre karışımı (%3.06) varyantları olup, bakterili ortamlarda ise; gıyda (% 3.19), solucan gübresi ve mineral gübre karışımı (% 3.15), ahır gübresi ve mineral gübre karışımı (% 3.11) varyantları olmuştur.

Bakterili ve bakterisiz ortamlarda, soya bitkisi vejetasyonu altında, farklı organik ve mineral gübre dozları ile organik ve mineral gübre karışımlarının, kök bölgesi toprak mikrobiyal aktivitesine etkilerini belirlemek amacıyla, toprak solunumu diğery bir ifadeyle CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi ve mikrobiyal biyomas karbon içeriği değerleri belirlenmiştir. Topraklarda mikrobiyal aktivitenin önemli bir göstergesi olan CO₂ değerleri incelendiğinde, bakterili ve bakterisiz genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek değerlerin, 352-342-331-325-300 µg CO₂-C.gkt.gün⁻¹ olarak sırasıyla zeytin karasuyu1, çiftlik gübresi1 ve solucan gübresi1 karışık varyant, solucan gübresi ve mineral gübresi, zeytin karasuyu, zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan çiftlik gübresi, gıyda varyantlarında belirlenmiştir. Bitki biyomas ve nodülasyon parametrelerde belirlenen, karasu uygulamalarının olumlu etkileri, toprak mikrobiyal aktivitelerinin önemli göstergelerinden bir olan CO₂ üretiminde de benzer sonuçlar vermiştir. Karasuyun bu parametre üzerindeki olumlu etkileri bakterisiz ve bakterili ortamlarda da devam etmiş ve ortalama sonuçlar, bakterisiz ortamlar için 2.95 µg CO₂-C.gkt.day⁻¹, bakterili ortamlar için 367 µg CO₂-C.gkt.gün¹ olarak belirlenmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre bakteri uygulaması CO₂ değerlerini olarak belirlenmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre bakteri uygulaması CO₂ değerlerinde önemli (p<0.05) artışlara neden olmuştur. Benzer sonucalar DHA değerlerinde de belirlenmiş olup, bakterili ve bakterisiz genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek DHA değerleri, gıyda uygulamasında 21 µg TPF.gkt⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değeri 16.5 µg TPF.gkt⁻¹ ile solucan gübresi ve çiftlik gübresi karışımı varyant ve 16.3 µg TPF.gkt⁻¹ ile solucan gübresi varyantı izlemiştir. En düşük DHA değerleri ise leonardit, mineral gübre, çiftlik gübresi ve mineral gübre karışımı varyantlarında sırasıyla 12.4-12.8-12.7 µg TPF.gkt⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre DHA'nın mineral gübre uygulamalarından olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Mineral gübrelere eklenen organik materyaller ve bakteri uygulamaları DHA değerlerini önemli (p<0.05) derecede arttırmıştır. Zeytin

karasuyunun organik materyal eklenmiş ve eklenmemiş varyantları, bakteri uygulaması ile DHA değerlerini arttırmıştır. Mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içerikleri, bakterili ve bakterisiz genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek değerler, 334-304-281-253 $\mu\text{g.gkt}^{-1}$ olarak sırasıyla, zeytin karasuyu1, çiftlik gübresi1 ve solucan gübresi1 karışım uygulama varyantı, solucan gübresi ile mineral gübre karışımı, gıdya ve solucan gübresi varyantlarında belirlenmiştir. En düşük değerler ise, 146-150 $\mu\text{g.gkt}^{-1}$ olarak, mineral gübre ve leonardit varyantlarında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, toprak mikrobiyal aktivitelerinin ve toprak kalitesinin önemli göstergelerinden olan CO₂, DHA ve MBC değerleri, mineral gübre uygulamalarından olumsuz yönde etkilenirken, karasu dahil diğer organik materyallerden olumlu yönde etkilenmektedir.

Uygulamaların pH'a etkileri incelendiğinde, genel olarak değerlerin arttığı belirlenmiştir. Bununla beraber, zeytin karasuyu1, çiftlik gübresi1 ve solucan gübresi1 karışım varyantı, solucan gübresi uygulamaları, karasu uygulamalarının ikinci dozu, solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre varyantlarında ve genel olarak bakteri uygulamalarında pH değerlerinin, kontrol topraklara göre, daha düşük sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Araştırmada yer alan uygulamaların toprak tuzluluk değerlerine etkileri genel olarak azaltıcı yönde olmuştur. Bununla beraber, genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek EC değerleri 577 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak solucan gübresi uygulamalarında, 561 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ olarak solucan gübresi ile birlikte uygulanan mineral gübre varyantlarında belirlenmiştir.

Araştırmada yer alan uygulamaların, bakterili ve bakterisiz ortamlarda tüm parametreler için, genel ortalama sonuçlarına göre, gıdya uygulamaları, nodül sayısı (ad.bitki⁻¹), nodül ağırlığı (g.bitki⁻¹) ve etkili nodül ağırlığı (g.nodül⁻¹) gibi nodülasyon parametrelerini, kök ağırlığı (g.bitki⁻¹), kök üstü azot içeriği (%), CO₂ ($\mu\text{g CO}_2\text{-C.gkt.gün}^{-1}$), DHA ($\mu\text{g TPF.gkt}^{-1}$) ve pH değerlerini arttırırken, kök üstü bitki biyomas ağırlığı (g/bitki), MBC ($\mu\text{g gkt}^{-1}$) ve EC ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) değerlerini düşürmüştür. Benzer şekilde, solucan gübresi, çiftlik gübresi, leonardit, zeytin karasuyu, G1+Min, ZK1+Ah, ZK2+Ah ve ZK1+Ah1+SG1 uygulamaları nodülasyon parametrelerine yönelik değerleri önemli derecede (p<0.05) arttırmıştır. Bununla beraber mineral gübre, SG1+Min, Ah1+Min uygulamalarının nodülasyon parametreleri üzerindeki etkileri, kontrol bitkileri ile benzer sonuçları vermiştir. Bitki biyomas ağırlıkları ile ilgili en yüksek değerler, solucan gübresi uygulanan bitkilerde belirlenirken, en düşük biyomas

ağırlığı değerleri, mineral gübre varyantlarında tespit edilmiştir. Bitki azot içerikleri (%) tüm uygulamalardan olumlu yönde etkilenirken, zeytin karasuyu varyantlarından olumsuz yönde etkilenmiş ve solucan gübresi uygulamaları da kontrol bitkileri ile benzer sonuçlar vermiştir.

Uygulamaların toprak mikrobiyal aktivitelerine etkileri incelendiğinde, zeytin karasuyunun ikinci dozu ile birlikte uygulanan çiftlik gübresi (ZK2+Ah) varyantı haricindeki diğer tüm uygulamaların CO₂ değerlerini önemli ($p<0.05$) derecede arttırdığı belirlenmiştir. DHA değerleri; gıdya, solucan gübresi, G1+Min, SG1+Min, ZK2+Ah ile ZK1+Ah1+SG1 uygulamaları ile önemli derecede artışlar göstermiştir. MBC değerleri, ZK1+Ah1+SG1 uygulaması ile artışlar gösterirken, SG1+Min uygulaması ile kontrol ile benzerlikler göstermiştir. Bununla beraber diğer tüm uygulamalar MBC değerlerinde önemli derecede ($p<0.05$) düşümlere neden olmuştur.

Toprakların önemli kimyasal özelliklerinden biri olan pH değerleri, gıdya, çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre, zeytin karasuyu uygulamaları ile ZK1+Ah ve ZK2+Ah gibi karışımlarla artışlar göstermiştir. Solucan gübresi ile ZK1+Ah1+SG1 karışım uygulaması, bitki kök bölgesi topraklarının pH değerlerinde düşümlere neden olmuştur. G1+Min, SG1+Min ile Ah1+Min uygulamaları ile belirlenen pH değerleri ise kontrol toprakları ile benzerlikler göstermiştir.

Uygulamaların EC değerlerine etkileri incelendiğinde, Solucan gübresi, SG1+Min ile ZK1+Ah1+SG1 karışım varyantlarının EC değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Gıdya, Çiftlik gübresi, leonardit, mineral gübre, zeytin karasuyu, ZK1+Ah ve ZK2+Ah uygulamaları EC değerlerini önemli derecede ($p<0.05$) düşürmüştür. G1+Min ve Ah1+Min uygulamaları ise kontrol topraklarının EC değerleri ile benzer sonuçlar vermiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, gıdya, solucan gübresi, çiftlik gübresi ile karıştırılan mineral gübrelerin ve zeytin karasuyunun olumlu etkileri tespit edilmiştir. Doğru ve uygun bir ekonomik hesapları yapılarak oluşturulacak olan organik ve mineral karışımların, saf kimyasal ve mineral uygulamalara alternatif olacak kadar etkili olabilir. Araştırmada yer alan, zeytin karasuyu, Ülkemiz'de ve Dünya'da, zeytin yetiştiriciliği yapılan birçok bölge için, bertaraf edilmesi zor bir atık materyalidir. Bu araştırma sonuçlarına göre, çiftlik gübresi ve solucan gübresi ile uygun oranlarda karıştırılarak, toprak ve bitki için faydalı bir kompost gübre haline dönüştürülebilirliği belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, mineral gübre uygulamaları ile organik ve organo mineral uygulamaların yapılması, bitkisel verimlilik ve nodülasyon özelliklerini benzer şekillerde etkilerken, organik materyal uygulamalarının, bazı toprak kalite özelliklerini, düzenleyici etkileri sayesinde, geliştirdiği belirlenmiştir. Tarımsal uygulamalarda doğru hesaplanmış organo mineral uygulamalarla, toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği sağlanırken, aynı zamanda kaliteli ve sağlıklı ürünler de elde edilmiş olur. Mineral gübre kullanımını azaltarak, ekonomik ve ekolojik kazançların sağlanması amacıyla hazırlanan bu proje, büyük ölçüde amacına ulaşmış olup, organik gübre uygulamalarıyla, mineral gübreye alternatif karışımların olumlu etkilerini belirlemiştir. Bundan sonraki aşamalarda, bölgesel ve ülkesel kazanımların sağlanması amacıyla, daha büyük ölçekte ve destekte, arazi denemeleri kurulmalı ve doğru hesaplanmış ekonomik analizlerle hazırlanan, organo mineral gübre uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

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.
- Ağca, N., Karanlık, S. 2012. Distribution of micronutrients in Amik plain (Hatay,Turkey). Proceedings of the **VIII. International Soil Science Congress** “Land Degradation and challenges in Sustainable Soil Management” (Çeşme, İzmir, Turkey, May 15–17 2012). Vol. III, pp.489-493.
- 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.
- Alburquerque, J.A., Gonzalves, J., Garcia, D., Cegarra, J., 2003. Agrochemical characterization of ‘alperujo’, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. **Bioresource Technology** 91 (2004) 195-200.
- Almaca, 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.
- Altuntas, s. ve Cebel, N., 1992. Yerfıstığı Bitkisinde en Fazla Azot Tesbit Eden Bakterilerin Sera ve Tarla Kosullarında Seçilmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. **Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları**. Genel yayın no: 188. Raporyayın no: R. 106. ANKARA.
- Alva, A.K., Edwards, D.G., Asher, C.J., Suthıpradı, S., 1987. Effects of Acid Soil Infertility Factors on Growth and Nodulation of Soybean. **Published in Agron. J.** 79: 302-306.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 2006, 19(2),245-254.
- Anonim, 2010., **TÜİK** Gübre verileri.
- Anonim, 2013. Hatay İl **Çevre Durumu Raporu**, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- 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.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD, Lucht C (2005). Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. **Pedobiol.**, 49(4): 297-306.
- Arıoğlu, 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.
- Battistoni F., Platero R., Noya F., Arias A., Fabiano E., 2001. Intracellular Fe Content Influences Nodulation Competitiveness of Sinorhizobium meliloti Strains as Inocula of Alfalfa. **Soil Biology & Biochemistry** 34: 593-597

- Bek, Y., 1983. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. **Ziraat Fakültesi Ders Notu** Yay. No: 92. Adana.
- Bergersen, F.J. 1982. Root nodules of legumes: Structure and functions. **Chichester: Wiley**. P. 164.
- Biren, S., 2002. Bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) aşılmasının KKTC koşullarında soya (*glycine max l.*) bitkisinde nodülasyon ve dane verimine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. FBE.2000.YL.91. **Yüksek Lisans Tezi**. S 22-73.
- Bordeleau, LM., D. Prevost, 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. **Plant and Soil** 161: 115-12.
- Bowles T.M., Acosta-Martínez V., Calderón F., Jackson L.E. (2014): Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. **Soil Biology and Biochemistry**, 68: 252–262.
- 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.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In: Methods of Soil Analysis, Part 3-**Chemical Methods** (Ed. D.L. Sparks), SSSA Book series: 5, pp: 1085-1122. ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- 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.
- Chauhan, P.K., Singh, V., Dhatwalia, V.K., B, A., 2011. Physico-chemical and Microbial activity of soil under Conventional and Organic Agricultural Systems. **J Chem Pharm Res** 3, 799-804.
- Chen, J.H., 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or Biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use 16 – 20 October 2006. **Land Development Department**, Bangkok 10900 Thailand.
- 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 Vegetasyonu altında Toprakta Azot Mineralizasyonuna, Denitrifikasyona ve Dane Verimine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı. **Doktora Tezi**. ADANA .
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S., 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü **Derim Dergisi**, 2011, 28(1):56-69
- 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.
- Darzi, M. T., Hadi, M.H.S., and Rejali, F., 2012. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the

- essential oil in dill (*Anethum graveolens*). **Journal of Medicinal Plants Research** Vol. 6(21), pp. 3793-3799, 9 June, 2012 Available online at <http://www.Academicjournals.org/JMPR>.
- Das, B.B., Dakora, F.D., 2010. Rhizosphere microflora of soybean as affected by organic amendments in Meghalaya. **NeBIO** 1, 1-7.
- Doğan, K., Celik, I., Gök M., Coskan, A., 2011. Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biyomas and nitrogen content of second crop soybean. **African Journal of Microbiology Research** 5(20):3186-3194.
- Doğan, K., 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 Birinci Ürün Yerfıstığı Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi. SDÜ. **Ziraat Fakültesi Dergisi**. Cilt 2 Sayı 1. S. 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., 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.
- Drevon, J.J., 1983. Main Sources of Biologically Fixed Nitrogen in Major Ecosystem. **Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation Legume/Rhizobium**. FAO-Rome. IB : Vol 3, No : 1/4.
- 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.
- Edwards, C.A., 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: **Earthworm Ecology**. CRC Press LLC, Boca Raton, pp. 327-354.
- Erinç, S., 1996. Klimatoloji ve Metodları. **Alfa Basım** Yayın Dağıtım. İstanbul.
- Goormachtig, S., W. Capoen, and M. Holsters. 2004. Rhizobium infection: lessons from the versatile nodulation behaviour of water-tolerant legumes. **Trends in Plant Science** 9: 518-522.
- Eyüpoğlu, F., 1998. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. **Toprak Gübre Araştırma Enst.** Yay. Genel Yayın No: 220.
- 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-fixation in sustainable agriculture. **International Conference on Land Degradation**, June 10-14 Adana - Turkey

- 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 Biyosojisi. Toprak Ekosistemine Giriş. **Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Toprak Böl.** Yayın No: 1486. Ders Kitabı:447. ANKARA.
- 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
- Karaca A., Cetin S.C., Turgay O.C., Kizilkaya R. (2011): Soil enzymes as indication of soil quality. In: Shukla G., Varma A. (eds.): **Soil Enzymology**. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 119-148.
- Kaur, K., Kapoor, K.K. & Gupta, A.P. 2005. Impact of organic manures with and without mineral fertilizers on soil chemical and biological properties under tropical conditions. **Journal Plant Nutrition and Soil Science**, 168: 117-122.
- Keyser, H.H., F. L₁, 1992. Potential for Increasing Biological Nitrogen Fixation in Soybean. *Plant and Soil*. 141: 119-135.

- Kılıç, B., 1994. Pestisit-Çevre İlişkileri. **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.
- 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.
- Namlı, A., Akça, M.O., Akça, H., 2017. EÜAŞ Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy Linyit İşletmesinde Bulunan Organik Materyallerin Tarımda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 2017, Özel Sayı: (46-54).
- Obaton, M., 1983. Legumes and Nitrogen Cycle. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. **Legume/Rhizobium FAO**. Rome I Biol. 1, No:1/3.
- Oruç, N., 2012. Zeytinyağı Fabrikası Atığı Karasu Ekolojik Kirlilik Yerine Toprak Düzenleyici Olabilir. **SAÜ Fen Edebiyat Dergisi** (2012-1). Sf. 35-45.
- Öhlinger R (1993). Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. In: Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., Margesin, R. (eds.). *Bodenbiologische Arbeitsmethoden 2. Auflage*, **Springer Verlag, Berlin Heidelberg**.
- 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., 1984. 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.
- Salon, C., Lepetit, M., Gamas, P., Jeudy, C., Moreau, S., Moreau, D., Voisin, A-S., Duc, G., Bourion, V. & Munier-Jolain, N (2009) Analysis and modeling of the integrative response of *Medicago truncatula* to nitrogen constraints. **Comptes Rendus Biologies** Vol. 332 pp. 1022–1033.
- 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.

- Sarioğlu A., Doğan K., Kızıltuğ T., Coşkan A. 2017, Organo-Mineral Fertilizer Applications For Sustainable Agriculture. Scientific Papers. **Series A. Agronomy**, Vol. LX, ISSN 2285-5785, 161-166.
- Sarioğlu A., Doğan, K., 2018. Effect of Bacteria Inoculation and Iron Application On Nitrogen Fixation in Soybean. **1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi. Bildiri ve özet kitapçığı** 26-28 September 2018. Antalya, Turkey. s. 597.
- Shad, R.A., and Chaudher, S.A., 1986. Effect of Trifluralin on Germination Growth and Nodulation in Chickpea. **Field Crop Abst.** 39(10): 892.
- Shirani, H., Hajabbasi, M. A., Afyuni, M. ve Hemmat, A., 2002. Effects of Farmyard Manure and Tillage Systems on Soil Physical Properties and Corn Yield in Central Iran. **Soil and Tillage Research** 68, 101-108.
- 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 interaksiyonları. **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 Verlag Stuttgart.** New York.
- 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

1993 yılında Malatya’da doğmuş olup, ilk, orta ve lise eğitimini aynı ilde tamamlamıştır. 2012 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne girmiş ve 2016 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.

