

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOLUCAN GÜBRESİ VE MİKORİZA KULLANIMININ FASULYE VE
SOĞANDA BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ**

ZEYİNİ ULUĞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

ARALIK-2018

Tezin Başlığı: Solucan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasulye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim zerine Etkileri

Tezi Hazırlayan: Zeyni ULUĞ

Sınav Tarihi: 14.12.2018

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri yeleri

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alper DURAK
Malatya Turgut zal Üniversitesi

Prof. Dr. Haluk ağlar KAYMAK
Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi zlem ALTUNTAş
Malatya Turgut zal Üniversitesi

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum: “Solucan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasulye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Zeyni ULUĞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SOLUCAN GÜBRESİ VE MİKORİZA KULLANIMININ FASULYE VE SOĞANDA BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Zeyni ULUĞ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

60 + viii sayfa

2018

Danışman: Prof. Dr. Alper Durak

Soğan ve fasulye ülkemizde ve dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan, çeşitli tüketim alanları bulunan ve zengin besin değeri olan sebze türleri arasındadır. Özellikle son yıllarda önemi artan organik tarım ve sürdürülebilir tarımda gübreleme dikkat edilmesi gereken en önemli uygulamalardan biridir. Bu nedenle bu uygulamalarda kullanılacak uygun organik ve biyogübre kaynaklarının belirlenmesi ve uygulamaya aktarılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada da önemli organik gübre kaynaklarından olan solucan gübresinin ve önemli biyogübre kaynaklarından mikorizanın soğan ve fasulye bitkileri yetiştiriciliğinde ayrı ayrı ve birlikte etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, bu çalışma 2017 yılında Malatya ili Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 uygulamalı ve 3 tekerrürlü, Gina fasulye çeşidi ve Malatya Soğanı kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmada solucan gübresi uygulaması için, bitki başına 180 ml sıvı solucan gübresi, mikoriza uygulaması için 150 mg mikoriza ve solucan gübresi + mikoriza uygulaması için belirtilen dozlar birleştirilerek uygulanmıştır. Denemede yapılan uygulamaların etkilerinin incelenmesi amacıyla fasulye ve soğan bitkilerinde bitki gelişim parametrelerinin yanı sıra yumru ve bakla verimi ve kalite özellikleri değerlendirilmiş, yaprak örnekleri ve ekim-dikim öncesi ve hasatta örneklenen toprak örnekleri analiz edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde fasulyede uygulamalar arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuş, en yüksek verim solucan gübresi uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Soğanda ise solucan gübresi, mikoriza ve solucan gübresi+mikoriza uygulamaları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmazken her 3 uygulama ile kontrol arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli farklar bulunmuştur. Yaprak analiz sonuçları incelendiğinde; özellikle N içeriği bakımından yapılan uygulamalarla kontrole göre istatistiksel açıdan önemli artışlar elde edilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; özellikle verim, meyve kalite özellikleri ve bitki gelişim özelliklerine olumlu etkileri göz önüne alındığında, solucan gübresi uygulamalarının soğan ve fasulye yetiştiriciliğinde uygulanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besleme, fasulye, mikoriza, soğan, solucan gübresi

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF THE USE OF VERMICOMPOST AND MYCORRHIZA ON PLANT DEVELOPMENT AND YIELD OF BEANS AND ONION

Zeyni ULUĞ

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

60 + viii pages

2018

Supervisor: Prof. Dr. Alper Durak

Onion and bean are among the most cultivated vegetables in our country and in the world, which are consumed with a variety of consumption areas and with a rich nutritional value. Fertilization is one of the most important applications to be considered in Organic agriculture and sustainable agriculture which have become more important in recent years. For this reason, it is important to determine and spread suitable organic and bio fertilization sources which can be used in these applications. In this study, the effects of vermicompost, one of the most important organic fertilizer sources, and mycorrhiza, one of the most important bio fertilizer and important sources, on the cultivation of onion and bean plants were investigated. For this purpose, this study was carried out at Malatya Turgut Ozal University Faculty of Agriculture Research and Application Fields in 2017 according to a randomized block design, 4 applied and 3 replications, using Gina bean cultivar and Malatya Onion. In the study, for the vermicompost application 180 ml of liquid vermicompost per plant, for mycorrhiza application 150 mg of mycorrhiza per plant were applied and vermicompost + mycorrhiza application were done by applying related dose of vermicompost and mycorrhiza together. In order to investigate the effects of the applications in the experiment, in addition to plant growth parameters of bean and onion plants, tuber and pod yield and quality characteristics were evaluated, and leaf samples and soil samples sampled before planting and at harvest were analyzed. When the results were examined, statistically significant ($p \leq 0,05$) differences were found between applications, and the highest yield values of bean plants were obtained from plants applied with vermicompost. Also in onion plants, yield values obtained from vermicompost, mycorrhiza and vermicompost + mycorrhiza applications were higher in statistically significant level when compared with control plants. When the results of leaf analysis results were evaluated, significant increases were observed with respect to control in terms of N content. The results of the study indicated that especially when its positive effects on yield, fruit quality and plant growth characteristics, it was concluded that vermicompost can be applied in onion and bean cultivation.

Keywords: Bean, mycorrhiza, onion, plant nutrition, vermicompost

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden başlayarak tezin yürütülmesine ve son şeklini alıncaya kadar ki tüm aşamalarda kıymetli zamanını, eşsiz bilgilerini, katkı ve yardımlarını bir an bile esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Alper DURAK'a,

Tez çalışmamın arazi denemeleri kısmında materyal temini konusunda yardımcı olan kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Özlem ALTUNTAŞ'a,

Çalışmalarım süresince her konuda yardımcı olan Arş. Grv. İbrahim Kutalmış KUTSAL, Öğr. Gör. Dr. Fırat Ege KARAAT, Arş. Grv. Fatih KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Servet ATİK ve İlk. Mat. Öğr. Mustafa KANDIRMAZ'a,

Arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan Ziraat Mühendisi arkadaşlarım Zeynep Melike AKDAĞ, Çiğdem ÇUHACI ve Abdulsamed AYDOĞAN'a

FYL-2017-878 Yüksek Lisans nolu proje kapsamında bu çalışmayı destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna,

Yüksek lisans öğrenimim boyunca benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli eşim Öğr. Grv. Arife ÖZKAN ULUĞ'a,

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Soğanın Anavatanı, Sistematikteki Yeri ve Önemi.....	1
1.2. Dünya ve Türkiye’de Soğan Üretimi	2
1.3. Fasulyenin Anavatanı, Sistematikteki Yeri ve Önemi	3
1.4. Dünya ve Türkiye’de Fasulye Üretimi	4
1.5. Gübreleme ve Gübrelemenin Önemi.....	5
1.5.1. Solucan Gübresi ve Önemi	6
1.5.2. Mikoriza ve Gübrelemedeki Önemi	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
2.1 Solucan Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	10
2.2 Mikoriza ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1 Materyal.....	21
3.1.1 Deneme Alanı	21
3.1.2. Deneme alanının iklim ve toprak özellikleri.....	21
3.1.2.1 Bünye (Tekstür) (%)	23
3.1.2.2 Toprak reaksiyonu (pH)	23
3.1.2.3 Elektriki iletkenlik (EC) ($\mu\text{s/cm}$)	23
3.1.2.4 Kireç (%CaCO ₃).....	24
3.1.2.5 Organik madde (%).....	24
3.1.2.6 Toplam azot (N) tayini	24
3.1.2.7 Bitkiye yararlı fosfor (Olsen-P) (mg/kg)	24
3.1.2.8 Değişebilir potasyum (ppm).....	25
3.1.3 Tez çalışmasında kullanılan materyaller.....	25
3.2 Yöntem	25
3.2.1 Tez çalışmasını teşkil eden uygulamalar	25
3.2.2 Arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümleri.....	27

3.2.2.1 Bitki Boyu (cm)	27
3.2.2.2 Gövde Çapı (mm).....	27
3.2.2.3 Yaprak sayısı (adet).....	27
3.2.2.4 Yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları (g)	28
3.2.2.5 Kök yaş ve kuru ağırlıkları (g)	28
3.2.2.6 Kök Uzunlukları (cm)	28
3.2.3 Hasat edilen fasülyelerde ölçümlenen parametreler	29
3.2.3.1 Bakla çapı (mm).....	29
3.2.3.2 Bakla eni (mm).....	29
3.2.3.3 Bakla uzunluğu (cm).....	29
3.2.3.4 Bakla ağırlığı (g)	29
3.2.3.5 Bakladaki tohum sayısı (adet).....	29
3.2.4 Hasat edilen baş soğanlarda ölçümlenen parametreler	30
3.2.4.1 Baş ağırlığı (g).....	30
3.2.4.2 Baş çapı (mm)	30
3.2.4.3 Baş yüksekliği (mm)	30
3.2.4.4 SÇKM (%)	30
3.2.4.5 pH.....	30
3.2.5 Verim	30
3.2.6. Yaprakların mineral madde içeriklerinin belirlenmesi	31
3.2.6.1 Yapraklarda makro besin elementlerinin belirlenmesi	31
3.2.6.2 Yapraklarda mikro besin elementlerinin belirlenmesi	31
3.2.7 İstatistik Analizler.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Fasulye ve Soğanda fiziksel ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar.....	32
4.2 Hasat edilen fasulye baklalarının ve baş soğanların kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar	38
4.3 Fasulye ve soğanda verim	40
4.4 Fasulye ve Soğan yapraklarındaki besin elementlerine ilişkin sonuçlar	43
4.5 Parsellerden deneme öncesinde ve sonrasında alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına ilişkin değerler	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
KAYNAKÇA	52
ÖZGEÇMİŞ	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Dünya, Türkiye ve Malatya’da Kuru Soğan Üretim Miktarları (ton) ve Ekim Alanları (da).....	2
Çizelge 1.2	Türkiye’de en çok kuru soğan üretimi yapılan ilk 10 il ve üretim miktarları (ton).....	3
Çizelge 1.3	Dünya’da, Türkiye’de ve Malatya’da Taze Fasulye Üretim Miktarları (ton) ve Ekim Alanları (da).....	4
Çizelge 1.4	Türkiye’de en fazla taze fasulye üretimi yapılan 10 il (2017).....	4
Çizelge 3.1	Malatya ili iklim verileri (1927-2017).....	22
Çizelge 3.2	Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	25
Çizelge 3.3	Çalışma kapsamında yapılan uygulamalara ait kısaltmalar.....	26
Çizelge 4.1	Fasulyede tohum ekimini takip eden 30. ve 45. günlerde arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar.....	33
Çizelge 4.2	Soğanda kısa dikimini izleyen 30. ve 45. günlerde arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar.....	37
Çizelge 4.3	Fasulye baklalarının kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar.....	38
Çizelge 4.4	Baş soğanların kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar.....	40
Çizelge 4.5	Solucan Gübresi ve Mikoriza uygulamalarının fasulyede verim üzerine etkileri.....	41
Çizelge 4.6	Solucan Gübresi ve Mikoriza uygulamalarının soğanda verim üzerine etkileri.....	43
Çizelge 4.7	Fasulye bitki yapraklarının makro ve mikro besin element içeriklerine ilişkin sonuçlar.....	45
Çizelge 4.8	Soğan bitki yapraklarının makro ve mikro besin element içeriklerine ilişkin sonuçlar.....	45
Çizelge 4.9	Soğan yetiştiriciliği yapılan deneme parsellerinden dikim öncesi ve hasat sonrası alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.10	Fasulye yetiştiriciliği yapılan deneme parsellerinden ekim öncesi ve hasat sonrası alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Fasulye parseline ait görsel	26
Şekil 3.2. Soğan parseline ait görsel	27
Şekil 3.3. Soğan numunelerine ait görsel	28
Şekil 3.4. Fasulye numunelerine ait görsel	29
Şekil 4.1. Fasulye bitkilerinin verim değerlerine ilişkin grafik	41
Şekil 4.2. Soğan bitkilerinin verim değerlerine ilişkin grafik	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al(OH) ₃	Alüminyum hidroksit
Fe(OH) ₃	Demir hidroksit
NaHCO ₃	Sodyum bikarbonat
((NH ₄) ₂ SO ₄)	Amonyum sülfat
HBO ₃ ²	Hidrojen borat
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CO ₂	Karbondioksit
C	Karbon
H	Hidrojen
O	Oksijen
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
S	Kükürt
Fe	Demir
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Mo	Molibden
Cl	Klor
Mn	Mangan
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
g	Gram
kg	Kilogram
ha	Hektar
da	Dekar
EC	Elektriksel iletkenlik
µs/cm	microsiemens
ppm	milyonda bir kısım
mmol	milimol
pH	Power of hydrogen

Kısaltmalar

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	Food and Agriculture Organization
AM	Arbusküler Mikoriza
SÇKM	Suda Çözünebilir Kuru Madde
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

Son yıllarda nüfus artışıyla birlikte, özellikle 20. yüzyılın başlarında meydana gelen sanayi devrimi sonrası, artan kentleşme ve nüfus yoğunluğu, beraberinde besin ihtiyacını da artırmıştır. Bitkisel üretim insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan gıda ihtiyacının karşılanmasında en önemli faktörlerden biridir. Bitkisel üretim içerisinde bahçe bitkileri türleri zengin besin içerikleriyle önemli bir yer teşkil etmektedir.

Türkiye zengin bitki örtüsü, uygun iklim koşulları, üç kıtanın kesişim noktası gibi avantajlı özellikleriyle pek çok kültür bitkisine ev sahipliği yapmakta olup, bu kültür bitkileri içerisinde ise bahçe bitkileri türleri önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle sebze türleri; Türk mutfağında önemli bir yer tutması, üretim maliyetlerinin nispeten düşük olması ve kolay ulaşılabilir olması gibi sebeplerle öne çıkmaktadır. Sebze türleri içerisinde soğan (*Allium cepa* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ülkemizde sırasıyla 2 milyon tondan ve 600 bin tondan fazla yıllık üretim miktarlarıyla en önemli sebze türleri arasındadır (TÜİK, 2017).

1.1. Soğanın Anavatanı, Sistematikteki Yeri ve Önemi

Soğan (*Allium cepa* L.) bitkisi Alliaceae familyasının, *Allium* cinsine ait bir bitki türüdür. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Batı Asya, soğanın anavatanıdır. Yeşil yapraklı sebzeler grubuna giren soğan, insan beslenmesinde büyük önem taşıyan, sebzelerden birisidir (Yünlü, 2011). Benkeblia (2005), soğansız bitkilerin yapılarındaki flavonoidler sebebiyle yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmektedir. Soğan (*Allium cepa* L.) topraktaki nem eksikliğine ve fazlalığına oldukça duyarlıdır. Bu sebeple ihtiyacı olduğu sulama suyu zamanında ve yeteri kadar verilmelidir (Doorenbos and Kassam, 1979; Şener, 1999).

İnsan beslenmesinde oldukça önemli olan soğan, yaprağı ve soğanı yenen sebzeler grubuna girer (Yünlü, 2011). Soğansız bitkiler bünyelerinde bulunan flavonoidler nedeniyle, yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Benkeblia, 2005). Soğan, topraktaki su fazlalığına ve noksanlığına oldukça hassas bir türdür. Bu nedenle, bitkinin ihtiyaç duyduğu su, doğru zamanda ve doğru miktarda toprağa kazandırılmalıdır (Doorenbos and Kassam, 1979; Şener, 1999). Genç bitki döneminde ortalama 12-13°C sıcaklığa ihtiyaç duyan soğan, bitki besin maddelerince zengin ve ağır olmayan topraklarda iyi gelişim gösterir (Vural vd., 2000; Beşirli, 2002). Soğanın asıl gen merkezi, Akdeniz kuşağından başlayıp, Afganistan ve İran'ı

da kapsayan geniş bir coğrafyadır (Robinowitch and Brewster, 1990). Soğan bitkisinin birçok farklı türü mevcut olsa da, en yaygın olarak üretimi yapılan tür, *Allium cepa L.*'dir.

1.2. Dünya ve Türkiye'de Soğan Üretimi

Dünyanın birçok yerinde üretimi yapılan ve farklı kültürlerde değişik tüketim şekilleri bulunan soğan, yaklaşık 4000 yıldan beri üretilmektedir (Lawande ve ark., 2016).

Soğan (onion) ismini; günümüzde Süveyş Kanalı'nın bulunduğu bölgeye yakın bir yerde bulunan ve M.Ö 173 yılında "Onias" isminde biri tarafından yaptırılan bir şehirden almaktadır. 1390 yılından beri Avrupa'da ve 1629 yılından beri de Amerika'da üretimi yapılmaktadır. Soğanın, Türkiye'ye ne zaman ve nereden girdiği ile ilgili bilgiler net olmasa da, anavatanına yakınlığı nedeniyle Avrupa'dan daha önce bir tarihte geldiği varsayılmaktadır (Bayraktar, 1958).

Çizelge 1.1. Dünya, Türkiye ve Malatya'da Kuru Soğan Üretim Miktarları (ton) ve Ekim Alanları (da)

Yıllar	Üretim Miktarları (ton)			Ekim Alanları (da)		
	Dünya	Türkiye	Malatya	Dünya	Türkiye	Malatya
2004	62.203.275	2.040.000	4826	34.512.330	788.000	2980
2006	67.954.198	1.765.396	4326	38.650.400	654.664	2443
2008	74.862.850	2.007.118	4533	40.575.520	656.292	2337
2010	79.075.029	1.900.000	4405	42.058.130	626.979	2003
2012	82.492.053	1.735.857	3026	44.686.850	722.319	1602
2014	89.216.889	1.790.000	1565	48.114.590	600.441	728
2016	93.168.548	2.120.581	1517	49.554.320	604.026	655

Soğan, yemeklere aroma vermesi ve iyi bir besin kaynağı olmasının dışında, sindirimi ve kan şekerini düzenlemesi ve en önemlisi antibiyotik etkiye sahip olması nedeniyle çok önemli bir sebze türüdür. Ayrıca, gıda sanayiinde, tıp ve eczacılık alanında da farklı değerlendirme şekilleri bulunmaktadır (Jones ve Mann, 1963; Yamaguchi, 1983; Akgül, 1987).

Türkiye dünya kuru soğan üretiminin %2'sinden fazlasını yapmakta olup önemli bir soğan üreticisi ülke konumundadır. Son yıllardaki veriler incelendiğinde Dünya soğan üretimi miktarı ve ekiliş alanları artış göstermektedir. Benzer artış oranları ülkemiz soğan üretim miktarı ve ekim alanlarında gerçekleşmemiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye’de en çok kuru soğan üretimi yapılan ilk 10 il ve üretim miktarları (ton)

İller	Üretim Miktarı (ton)
Ankara	523.295
Amasya	271.522
Hatay	197.923
Eskişehir	168.272
Adana	167.586
Çorum	134.001
Tokat	121.786
Bursa	114.116
Konya	778.69
Afyonkarahisar	413.54

1.3. Fasulyenin Anavatanı, Sistematikteki Yeri ve Önemi

Leguminosae (Baklagiller) familyasına ait bir bitki olan fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) gen merkezinin Hindistan olduğu ancak, bazı araştırmacılar tarafından da Afrika ve Avustralya’nın da bu türün gen merkezi olabileceği bildirilmiştir. Son yapılan araştırmalar sonucunda, Amerika Kıtası’nın fasulyenin gen merkezi olduğu kararına varılmıştır (Gepts, 2001; Günay, 2005). Fasulyenin, dünyada ilk kez Orta Amerika kökenli yerliler olan Aztec ve Maya’lar tarafından günümüzden yaklaşık 7000 yıl kadar önce yetiştirilmeye başlanmıştır. Kökeni bu bölgeye dayanan fasulye, zaman içerisinde yeni genotiplerin oluşmasıyla ılıman ve subtropik iklimlerin görüldüğü bölgelerde de yetiştirilmeye başlanmıştır (Şalk ve ark.,2008). 17. Yüzyıl başlarında Avrupa’ya giriş yaptığı ve bu tarihten itibaren üretiminin arttığı bilinmektedir. Ülkemize ise 18. Yüzyıl başlarında giriş yapmış ve Anadolu’nun hemen her yerinde üretimi yapılmaya başlanmıştır (Çiftçi, 2004).

Konserve, kuru tane ve taze sebze olarak tüketimi yapılan fasulye, baklagil bitkileri içinde en fazla ekim alanına sahip türdür (Çiftçi, 2004). *Phaseolus vulgaris* L, dünya üzerinde en yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve tüketilen fasulye türüdür (Şehirali, 1988). Fasulye yetiştiriciliğinde, sıcaklık çok önemli bir faktördür (Akçin, 1988). Yaz aylarında, sıcaklığın sık sık 10 °C’nin altına düştüğü bölgelerde bakla olgunlaşması sekteye uğramakta, sıcaklık ortalamasının 32 °C’nin üzerinde olduğu bölgelerde ise çiçek dökümleri görülmektedir (Şehirali, 1988). Ülkemizin her bölgesinde fasulye üretimi yapılabilmektedir.

Diğer tüm baklagil bitkileri gibi, fasulye de doğada bulunan *Rhizobium phaseoli* bakterileri ile birlikte yaşama yeteneğine sahiptir. Bu sayede, köklerinde teşekkül eden nodüller vasıtasıyla havadaki serbest azotu bağlayabilmektedirler. Bu ortak

yaşam sonucunda, bitki türü ve ekolojik faktörlere bağlı olarak bir yılda ortalama 5-20 kg/da azot toprağa kazandırılmaktadır (Şehirli, 1988). Dünya üzerinde bir yılda biyolojik faaliyetlerle bağlanan azot miktarı ortalama 175 milyon tondur. Bu miktarın yaklaşık %50'si Rhizobium bakterileri ile baklagil köklerinin ortak yaşamı sonucunda ortaya çıkmaktadır (Sarıoğlu ve ark, 1993).

1.4. Dünya ve Türkiye'de Fasulye Üretimi

Ekim alanı üretim miktarı bakımından baklagil bitkileri içerisinde birinci sırada yer alan fasulye, kuru taneyle birlikte taze sebze olarak da değerlendirilmektedir. Dünyada taze fasulye ekim alanı yaklaşık 15,5 milyon ha, üretim miktarı ise 23,5 milyon tondur (FAO, 2016).

Çizelge 1.3. Dünya'da, Türkiye'de ve Malatya'da Taze Fasulye Üretim Miktarları (ton) ve Ekim Alanları (da)

Yıllar	Üretim Miktarları (ton)			Ekim Alanları (da)		
	Dünya	Türkiye	Malatya	Dünya	Türkiye	Malatya
2004	13.753.714	582.000	685	14.087.510	562.710	1070
2006	17.161.160	563.763	503	14.234.790	537.824	855
2008	18.912.454	563.056	457	14.305.990	530.200	758
2010	19.782.082	587.967	631	14.929.930	531.340	900
2012	20.878.968	621.036	777	15.060.940	528.506	1032
2014	21.706.858	638.469	711	15.060.730	501.767	846
2016	23.595.714	638.532	1043	15.572.330	495.639	998

Türkiye'de ise ekim alanı yaklaşık 500 bin da olup, üretim miktarı ise 640 bin ton civarındadır. Ülkemizde taze fasulye tarımının en yoğun yapıldığı iller sırasıyla, Samsun, Antalya, Bursa, Mersin ve İzmir'dir (TÜİK, 2016).

Çizelge 1.4. Türkiye'de en fazla taze fasulye üretimi yapılan 10 il (TÜİK, 2017).

İller	Üretim Miktarları (ton)
Samsun	83.504
Antalya	58.669
Bursa	57.252
Mersin	50.028
İzmir	42.905
Tokat	42.706
Burdur	23.452
Muğla	22.168
Hatay	17.565
Karaman	17.489

1.5. Gübreleme ve Gübrelemenin Önemi

Bitkisel üretimde amaçlanan verim ve kaliteye ulaşmak için içerisinde bir veya birden fazla bitki besin maddesi bulunan organik veya inorganik bileşiklerin toprağa veya doğrudan bitkiye verilmesi işlemine gübreleme denir.

Bitkilerin gelişimini artırmak ve ürün miktarını çoğaltmak ve niteliklerini iyileştirmek amacı ile toprağa ve bitkiye uygulanan, içerisinde bir veya birkaç bitki besin elementlerini bir arada bulunduran bileşiklere ise gübre denir. Bu besin elementleri makro besin elementleri ve mikro besin elementleri olmak üzere iki gruba ayrılır.

Makro (ana) besin elementleri; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt gibi toprakta ve bitki bünyesinde bol miktarda bulunan besin maddeleridir.

Mikro (iz) besin elementleri; demir, bakır, çinko, mangan, bor, molibden gibi toprakta ve bitki bünyesinde çok az bulunan fakat bitki gelişiminde makro besin elementleri kadar etkili olan besin maddeleridir.

Gübreleme;

- ❖ Toprakları bitki besin maddelerince zenginleştirmek
- ❖ Toprakların fiziksel ve biyolojik özelliklerini düzeltmek
- ❖ Yetiştirilecek bitkiye daha iyi bir gelişme ortamı sağlamak,
- ❖ Birim alandan alınan verimi artırmak
- ❖ Ürün kalitesini artırmak,
- ❖ Toprak verimliliğini sürekli hale getirmek,
- ❖ Topraktaki mikroorganizma faaliyetini artırmak
- ❖ Topraktan farklı nedenlerle uzaklaşan besinleri tekrar toprağa kazandırmak vb amaçlarla yapılmaktadır (Anonim, 2018).

Bununla birlikte, özellikle son yıllarda tüm dünyada tüketicilerin sağlıklı ürünlere olan talebi giderek artmaktadır. Bu bağlamda, organik yetiştiricilik teknikleri üzerine yapılan çalışmalar oldukça önem kazanmıştır. Bilindiği gibi, günümüzde organik yetiştiricilik sistemlerinde karşılaşılan en büyük iki problem bitki besleme ve bitki korumadır. Organik tarıma ruhsatlı bitki koruma ürünleri ve gübrelerin kısıtlı olması, üreticilerin imkânlarını sınırlandırmaktadır. Bu sebeple, organik kökenli alternatif bitki besleme ve bitki koruma ürünlerinin bu tarım sisteminde uygulanması önem arz etmektedir. Organik tarımda kullanımına izin verilen solucan gübresinin ihtiva ettiği enzimler ve bitki besin elementleri bitki gelişimini teşvik ederek verim ve kaliteyi artırmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda

yapılan çalışmalarda, solucan gübresinin bazı bitki patojenlerini ve zararlılarını baskıladığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, bir biyo-gübre olarak değerlendirilen ve bitkilerle simbiyotik bir yaşam kurarak bitkilerin su ve bitki besin elementleri alımına yardımcı olan mikoriza mantarları da organik yetiştiricilik açısından oldukça önemlidir. Daha önce belirtildiği gibi, organik tarımda kullanılacak alternatif bitki besleme ürünlerinin tarıma kazandırılması, organik yetiştiricilikte verim ve kaliteyi artırmak adına hayati önem taşımaktadır. Bu durumda, solucan gübresi ve mikorizanın farklı bitki türlerinin gelişimleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalara daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

1.5.1. Solucan Gübresi ve Önemi

Solucan gübresi, kırmızı Kaliforniya solucanlarının bitkisel ve hayvansal organik atıkları işleme sonucu meydana gelen solucan dışkıdır. Görüntü itibari ile siyah toprağı andırır ve kokusuzdur. Bünyesinde, bitki gelişimini olumlu yönde etkileyen bitki gelişim düzenleyicileri, antibiyotikler, enzimler vitaminler ve hüyük maddeler bulunmaktadır. İçerisinde canlı sağlığını olumsuz yönde etkileyen herhangi bir kimyasal bileşik içermemekle beraber, yabancı ot tohumları ve toksik elementleri de bulundurmamaktadır (Büyükfiliz, 2016).

Son yıllarda, tarımda organik üretim yöntemlerinin önem kazanması ile birlikte, solucanların organik artıkları kısa sürede ve agronomik açıdan iyi kalitede bir son ürüne dönüştürebilme yeteneklerinin ortaya çıkması, tüm dünyada vermikültür (vermiculture) ismiyle anılan bir üretim kolunun ortaya çıkmasına neden olmuştur (Erşahin, 2007).

Vermikültür sektöründe, kentsel atıkların geri dönüşümü, toprak sterilizasyonu ve sürdürülebilir tarım gibi konular ele alınmaktadır. Ticari anlamda faaliyet gösteren vermikültür işletmeleri iki önemli alanda etkinlik göstermektedir. Bunlardan birincisi, kompost üretim işlemi, diğeri ise canlı solucan üretimidir (Edwards and Niederer, 1988). Kompostlama işleminin son çıktısı olan solucan gübresi, içerisinde bulundurduğu bitki besin maddeleri ile piyasada bulunan hazır toprak karışımları ve klasik yöntemlerle elde edilen kompost ürünlerinden daha iyi özellikler göstermektedir. Kompostlama işlemi sırasında ilk önce havadaki oksijenle tepkimeye girip parçalanan maddeler daha sonra solucanın kullanabileceği sıvı forma dönüşür. Bu formdaki besinler, solucanların sindirim sisteminden geçerken bitkinin alabileceği forma dönüştüğünden, ortaya çıkan son ürün (solucan gübresi) bitkinin

doğrudan alabileceği formda bitki besin maddelerini içerir (Buchanan et al.,1988). Bu bağlamda solucan gübresi, bitki besin maddelerince zengin bir toprağın 10-15 cm'lik üst kısmından 5 kat daha fazla alınabilir N, 7 kat daha fazla P ve 3 kat daha fazla Ca içerir (Barley, 1961). Solucan gübresinin içerisinde bulunan bitki besin maddelerinden N, P ve K 'nın %97'si bitkilerce başka bir dönüşüm sürecine gerek duyulmadan doğrudan alınabilir durumdadır (Barley, 1961).

Solucan gübresi eldesinde kullanılan kompost veya büyük baş hayvan gübresi materyallerinde görülen bazı solucan türleri: *Dendrobaena veneta*, *E. fetida*, *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Pheretima excavatus*, *Perionyx excavatus* (Indian blue worm) ılıman iklimin sahip bölgelerde görülürken; *L. rubellus* ve *P. excavatus* ise sıcak tropik iklim alanlarında daha fazla görülmektedir. Bu türler, solucan gübresi üretiminde en iyi sonuçları verirler (Edwards and Bohlen, 1996). Solucan gübresinin toprak ve bitki üzerine olan olumlu etkileri son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu olumlu etkiler, solucan gübresinin uygulandığı toprağın özelliklerine, bitki tür, çeşidine ve iklime bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, solucan gübresinin cins ve miktarı ile fizikokimyasal özellikleri ile de ilgilidir. Diğer organik materyallere benzer şekilde solucan gübresi de genel anlamda toprak strüktürünü iyileştirir ve toprağın reaksiyonunu artırır (Özkan ve ark., 2016).

1.5.2. Mikoriza ve Gübrelemedeki Önemi

Mikoriza, mikroorganizma aktivitesi içerisinde yer alan ve ilk kez 1885 yılında Frank tarafından kullanılmış ve kökeni Yunancaya dayanan kök mantarıdır. Mykes (mantar) ve rhiza (kök) kelimelerinin birleşmesinden oluşmakta ve kök mantarı anlamına gelmektedir. Bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişkiyi ifade etmektedir (Molina Ve Trappe 1984; Castellano ve Mollina 1989). Dünyadaki bitkilerin (orman ağacı türleri dahil) hemen hepsi en az bir tür mantar ile mikoriza oluşturmaktadır. Mikoriza, doğada en yaygın simbiyotik yaşam oluşturan ve varlığı mikroskopla görülebilen, çok miktarda hif üretebilen mantar olup bitki kökleri ile bitkiye besin elementi ve su kazandırmaktadır (Ortaş 1996 ; Ortaş 1997; Ortaş ve ark., 1999).

Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını artırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini söz konusu hifleri aracılığıyla alabilmektedir. Bu simbiyotik iş birliğiyle bitkinin mikorizal mantara karbon,

mikorizal mantarda bitkiye besin elementi sağlamasıyla gerçekleşmektedir (Anonim, 1997), (Biermann ve Linderman,1983). Doğada iki farklı tip mikoriza mantarı bulunmaktadır. Bunlar ektomikariza ve endomikarizadır (Prltchett ve Fisher 1987; Castellano ve Molina 1989).

Ektomikariza mantarlarının çoğu Basidiomycetes, bazıları ise Ascomycetes'dir. Bu mantarların sporları, rüzgâr ve su vasıtasıyla kolaylıkla geniş alanlara taşınabilmektedir. Ektomikorizal mantar miselleri, uzun yatay köklerden ziyade genellikle kısa besleyici kökler üzerinde gelişmektedirler. Kılcal kökler etrafında genellikle kalın bir hif tabakası (manto) oluşturmaktadırlar. Bu örtü gelişimini takiben, hif büyüyerek kök korteks hücreleri arasında bir hif ağı (Hartig net) oluşturmaktadır (Molina ve Trappe 1984; Kraigher ve Agerer 2000). Bu oluşan hif-kök hücre temas zonu içerisinde mantar ve bitki arasında besin ve su değişimi meydana gelmektedir.

Dünyada en yaygın kök-mantar ortak yaşama birlikteliği endomikoriza (Vesicular-Arbuscular mikoriza-VAM) mantarları tarafından oluşturulmaktadır. Tarım ve orman topraklarında dünyanın hemen her yerinde bulunmaktadır. VAM ektomikorizadan farklı bir yapıya sahiptir. Kök morfolojisinde bir değişime yol açmaz ve çıplak gözle görülemezler. Mantarın varlığı ve yapısı ancak kökler mikroskop altında incelenerek belirlenebilir. Bu mantarlar kök hücreleri içerisine büyümekte ve besleyici kökler etrafında bir hif ağı oluşturmaktadır. Ancak ektomikorizalardan farklı olarak kalın bir örtü (manto) tabakasından yoksundur. VA mantarını iki yapısı karakterize etmektedir. Birincisi vesikül balon şeklinde bir yapı olup genellikle yağlarla doludur ve besin depo etmektedir. İkincisi ise ince bir şekilde dallanmış, kısa yaşama süreli arbüskül (Arbusculus) dür. Arbüskül, mantar ve bitki arasında besin maddelerinin değişiminde rol oynayan kök hücreleri içerisinde dallanmayı andıran yapılardır. VAM aynı zamanda bol miktarda mantar misellerine sahiptir (Molina ve Trappe, 1984). VA mantarı sporlarının büyüklüğü ve yerleri nedeniyle rüzgârla dağılamamakta ve sporların hareketi esas olarak toprağın mekanik hareketiyle, insan, su, böcek ve hayvanlar vasıtasıyla olmaktadır (Kormanik ve ark. 1977; Pritchett ve Fisher 1987; Paul ve Clark 1989; Perry 1994).

Mikoriza mantarları, besin maddeleri ve su alımını artırmak suretiyle, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır, sorunlu topraklarda bitki gelişimine yardımcı olur, kök gelişimini teşvik eder, bitki büyümesi ve gelişimini hızlandırır, kuraklığı karşı toleransı artırır. Bunların yanında, toprak bünyesini olumlu yönde

etkiler ve kimyasal gübre kullanımını azaltır (Molina ve Trappe 1984; Paul ve Clark, 1989).

Mikoriza, hifleri sayesinde toprak partiküllerini bağlayarak, toprak erozyonunun nlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle arazi ıslahı ve erozyon kontrol programları ile bağlantılı olarak toprak ekolojisi iin de yarar sağlamaktadır. Ağır metallerin toksik etkilerine karėı bitki direncini arttırarak bitkiyi korumaktadır. Bitki besin maddelerinin yeterli düzeyde bulunmadığı topraklarda bitki büyümesini arttıran eğitli maddeler üretir. Bu maddeler, bitkinin kök sisteminin geliğimini teğvik edebilmektedir. Mikoriza aynı zamanda farklı tür bitkiler arasındaki rekabet iliğkilerine de etki etmektedir (Harley ve Smith, 1983).

Bu alığmada, organik ve biyogbrelemede iki önemli unsur olan solucan gübresi ve mikorizanın etkileri, iki farklı sebze türünde karėılaėtırılmalđ olarak incelenerek, farklı türlerdeki etkinliklerinin karėılaėtırılması, bitki besin elementi alımına etkisi, bitki geliğim özellikleri, verim ve verim bileğenleri üzerine etkilerinin incelenmesi amalanmığtır. Bunun yanında mikorizanın soğan ve fasulye bitkilerindeki bireysel etkilerinin karėılaėtırılması da hedeflenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Solucan Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Çeltikte yürütülen bir araştırmada; solucan gübresi ve kimyasal gübre eşit dozlarda verilmiş, solucan gübresinin çeltik bitkisinde vejetatif gelişmeyi pozitif yönde ilerlettiği sonucuna varılmıştır (Kale ve Bano, 1986).

Ohio Üniversitesi'ndeki çalışmada örtü altı yetiştiricilik uygulamalarında solucan gübresinin yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında; bitkilerin, büyüme, ürün artışı ve tohum büyüme gibi parametrelerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca süs bitkileri yetiştiriciliğinde solucan gübresinin, ticari yetiştiriciliğe göre bitkilerde hızlı bir şekilde tohum bağlayıp çiçeklenme dönemine girdiği gözlemlenmiştir (Edwards ve Burrows, 1988).

ABD'de Kaliforniya eyaletinde elma parsellerinin olduğu bir alanda yapılan araştırmada, topraktaki kırmızı solucanların artan miktarına paralel olarak dökülen ağaç yaprakları ve diğer bitki bazlı atıkların kısa bir zamanda ayrıştığı ve ayrışma sonucunda topraktaki bitki besin maddelerinin arttığı bu durumun sonucunda toprak yarayışlılığının yükseldiği sonucuna varılmıştır (Werner, 1997).

Solucan gübresi ve kum karışımlarının turpta etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir denemede ise solucan gübresi dozları ile verim arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. %100 solucan gübresi uygulanan parsellerden, % 10 uygulanana göre 10 kat verim artışı sağlandığı tespit edilmiştir (Buckerfield ve ark, 1998).

Solucan gübresi ve çiftlik gübresi kullanılarak marul ve domates tohumlarının çimlenme potansiyelleri üzerine yapılan çalışmada, ayrı ayrı uygulanan her iki gübrenin etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma neticesinde, solucan gübresi uygulanan tohumlarda, bitki gelişimi ve büyüme potansiyelinin büyükbaş hayvan gübresi uygulanan tohumlara göre önemli sonuçlar ortaya koyduğunu göstermiştir (Atiyeh ve ark, 2000).

Polonya'da şeker pancarı yetiştiriciliği yapılan araştırmada; solucan gübresi, azot içerikli gübre ve ahır gübresinin etkileri kıyaslanmıştır. Araştırma sonucunda, 10 t/ha seviyesinde uygulanan solucan gübresinin bitki yaprak büyümesi, kök miktarı artışı ve biomas elde edilme oranının, 140 kg/ha seviyesinde uygulanan azot içerikli gübre ve 30 t/ha seviyesinde kullanılan ahır gübresine kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Zimny ve ark, 2001).

Biber, ilek, patates ve domates yetiştiriciliği ile ilgili yapılan araştırmada, uygulama materyali olarak solucan gübresi ve kimyasal gübre kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, biber ve domateste yaprak yüzey alanı, dal uzunluğu ile çilekte, pazar değeri artışı ile ilgili veriler artış göstermiş ve bu verilerin kimyasal gübre uygulaması sonucundaki verilere yakın veriler olduğunu açıklamışlardır (Arancon ve ark., 2002).

Minimum düzeyde kullanımında bile bitki gelişimini pozitif anlamda etkileyen solucan gübresinin, özellikle meyve ve sebze tarımında ayrıca peyzaj uygulamalarında aktif olarak değerlendirildiği belirtilmiştir. Solucan gübresinin toprağa sağladığı besin maddeleri ile verimli, hastalısız ve kalite anlamında iyi bitkiler yetiştirilmesinin yanında, büyümeyi artıran bitkisel hormonlar ve hümik maddeler vasıtasıyla bitkilerdeki gelişmeyi artırmak, en önemlisi mikrobiyal biyomas ve aktivite seviyelerinde artış sağlayarak, toprağın kalite ve verim değerlerini pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca solucan gübresinin toprakta oluşabilecek hastalık ve zarar yapıcı etkenlerin yol açtığı olumsuzlukları engellediği sonucuna ulaşılmıştır (Arancon ve ark., 2005).

Solucan gübresi uygulaması yapılan bitkilerin tüm besin maddelerini uygun şekilde elde ettiğini, ayrıca elde edilen bu besin maddelerinin bitkilerce alınabilirliğini yükselttiğini göstermektedir (Nagavallemma ve ark., 2006; Peyvast ve ark., 2007).

Hammadde olarak koyun gübresi ile elde edilen solucan gübresinin domates bitkisinde ağırlık artışı meydana getirdiği, toprakta besin maddeleri ayrışımını hızlandırdığı ve toprağın pH'sını azalttığı tespit edilmiştir (Gutiérrez-Miceli ve ark., 2007).

Solucan gübresi ve patates bitkisinin kullanıldığı bir çalışmada, artan dozlarda verilen solucan gübresi ile patatesin verim artışı ve buna bağlı değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda birim alandan alınan patates verimi ile yumrunun çap ve ağırlık değerlerinde ayrıca yaprak ile ilgili alan indeksi gibi birtakım parametrelerde artış sağlandığı görülmüştür (Alam ve ark., 2007).

Azerbaycan'da uygulanan, solucan gübresi ve kırmızı soğan (*Allium cepa* L.) bitkisinin materyal olarak kullanıldığı bir çalışmada, solucan gübresinin kırmızı soğan (*Allium cepa* L.) bitkisi ile ilgili verim parametreleri araştırılmıştır. Uygulama alanındaki bloklara faklı miktarlarda 2 ton/ha, 4 ton/ha ve 6 ton/ha solucan gübresi verilmiş ve farklılıklar araştırılmıştır. Uygulama sonucunda, 6 ton/ha solucan gübresi

uygulamasý yapılan blokta soğan veriminin, askorbik asit ve protein içeriðinin en üst deðerde bulunduđu saptanmýştır (Bai ve Malakouti, 2007).

Domates üretimi yapılan alanda, bir dekar alana, 1.5 ton solucan gübresi verildiðinde topraðın kimyasal yapısında bulunan Ca, K, Mn, Zn, P, C ve N deðerlerinde artýş meydana geldiði ve fiziksel olarak toprak yapısının pozitif yönde iyileşme gösterdiğini ifade etmişlerdir (Azarmi ve ark, 2008).

Solucan gübresinin çilekte verim ve kalite deðerleri açısından etkisini ortaya koymak için 4 deðişik dozda solucan gübresi (2.5 t ha⁻¹, 5 t ha⁻¹, 7.5 t ha⁻¹ ve 10 t ha⁻¹) ve inorganik gübre uygulamasý yapılmýştır. Çalışma sonucunda solucan gübresi uygulamalarında çilekte kuru madde miktarı, verim, bitki yayılımı ve lif miktarı gibi deðerleri arttırdığı tespit edilmiştir (Singh et al., 2008).

Arazi koşullarında farklı iki toprak türünde yürütölen bir araştırmada, sırtık fasulye yetiřtiriciliði yapılmýştır. Kil ve kum içerikli topraða 500 kg da⁻¹ solucan gübresi uygulamasý yapılmýştır. Çalışma neticesinde, killi topraðın kumlu topraða göre katyon deðişim kapasitesinde, topraktaki boşluk miktarında ve topraða alınan su miktarında artýş sağladığı tespit edilmiş; hasat sonunda elde edilen ürün miktarının daha da attığı sonucuna ulaşılmıştır (Manivannan ve ark., 2009).

Tarla şartlarında kış sezonunda yapılan bir denemede, çeşitli dozlarda solucan gübresi (VC1= 100 kg/da; VC2=200 kg/da) ve çiftlik gübresi (AG1=1500kg/da; AG2=3000 kg/da) uygulamalarının ıspanakta, bitki gelişimi ve toprak özelliklerine etkileri incelenmiştir. Mineral madde kapsamı, verim, bitki gelişimi ve toprak özellikleri deðerlerinde, AG2 uygulaması daha iyi sonuçlar verirken, VC uygulamaları da kontrolle kıyaslandığında önemli artışlar sağlamıştır (Sönmez ve ark, 2011).

Arazi şartlarında kış periyodunda uygulanan bu araştırmada deðişik miktarlarda solucan gübresi (100,200 kg da⁻¹) ile ahır gübresi (1500,3000 kg da⁻¹) ve gübre verilmeyen deneme alanlarının ıspanakta (*Spinacia oleracea var. L.*) büyüme ve gelişme ile toprak verimi parametre deðerleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ahır gübresinin 3000 kg da⁻¹ uygulaması, toprak verimi, bitki gelişimi ve bitki besin elementleri deðerleri açısından iyi sonuçlar verirken solucan gübresi uygulanan alanlar kontrol grubu alanlarına kıyasla daha iyi artış deðerleri vermiştir. Solucan gübresinin 200 kg'da⁻¹ deneme alanından, toprak Ca içeriði ve bitki Fe içeriði açısından iyi sonuçlar elde edilmiştir (Çıtak ve ark,2011).

Solucan gübresi ve patates ile yapılan bir çalışmada, patates bitkisine farklı miktarlarda solucan gübresi verilerek bitkide verim ve buna bağlı parametre değerlerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, 0 ton/da, 4,5 ton/da, 9 ton/da ve 12 ton/da solucan gübresi dozları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bitkideki; boy, yumru çapı, yumru sayısı, yumru ağırlık toplamları, yaprak ve gövde kuru ağırlıkları, yaş ve kuru yumru ağırlıkları, yumrudaki azot değeri, yumrudaki potasyum değeri gibi parametrelerin 12 ton/da solucan gübresi verilen alanda kontrole göre en üst değerde bulunduğu sonucuna varılmıştır (Yourtchi ve ark, 2013).

Bangladeş'te yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda kullanılan solucan gübresinin karnabaharda besin maddeleri alımı ile ilgili etkileri incelenmiştir. Solucan gübresi 0; 1,5; 3; 4,5;6 ton/ha şeklinde farklı dozlarda karnabahar bitkisine uygulanmıştır. Uygulamada; verim, yaprak sayısı, bitki boyu, toplam ağırlık, baş boyu gibi parametreler belirlenmiştir. Bu ölçümler neticesinde; 6 ton/ha solucan gübresi uygulamasının yapıldığı alan en yüksek değerleri veren uygulama olarak belirlenmiştir (Jahan ve ark, 2014).

Solucan gübresi, koyun gübresi ve inek gübrelerinin arazi şartlarında uygulamaları ile yapılan bir çalışmada, kıvırcık marul bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan gübreler sırasıyla % 0 (kontrol), % 1 (25 g), % 3 (75 g), % 5 (125 g), % 7 (175 g) dozlarda 2500 g'lık saksılarda bulunan bitkilere uygulanmıştır. Uygulama sonucunda solucan gübresi uygulanan kıvırcık marul örnekleri incelenen özellikler bakımından en yüksek değerleri vermiştir. Koyun gübresi uygulanan örneklerde, bitki için gerekli besin elementlerinin alınabilir olması durumu ile ilgili daha etkili sonuçlar ortaya çıkarılmıştır. Solucan gübresinin kıvırcık marulda; Zn, Ca ve Cu elementlerinin bitki tarafından alınımını artırdığı belirlenmiştir (Hınıslı, 2014).

Yapılan bir araştırmada, artan oranlarda solucan gübresi uygulamalarının salata (*Lactuca sativa L. var. crispata*) bitkisinin verim değerlerine olan etkileri araştırılmıştır. Solucan gübresi uygulaması 0; 400; 800; 1200 kg/da olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bulunan değerlere göre bitkinin; çap, verim, yaprak sayısı, yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği gibi değerlerinde artışlar olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat bitkinin Zn, P, Ca, N, Mg, K ve Cu gibi değerlerinde herhangi bir değişim meydana gelmemiştir. Solucan gübresi uygulaması sonucunda Mn ve Fe değerlerindeki artışın istatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Adiloğlu ve ark, 2015).

Kompost işleminde solucanların aktif olarak rol alması, toprakta mikrobiyolojik faaliyetlerin ve bitkiler için yararlı besin maddeleri miktarını artırmalarının yanında hastalık ve zararlı etkilerini kontrol altına alabilmesidir. Solucan gübresinin kullanım yaygınlığının genişletilmesi toprakların tarımsal üretim devamlılığı anlamındaki eksikleri tamamlayıcı nitelikte olacaktır. Solucan gübresinin uygulandığı topraktaki fiziksel ve mikrobiyal anlamdaki pozitif değişimler ve topraktaki parçalanmanın yavaş bir şekilde olmasından dolayı son dönemlerin en popüler doğal gübre materyali olduğu kanısına varmışlardır (Yağmur ve ark.2015).

Sera şartlarında yürütülen bir araştırmada; koyun gübresi ve solucan gübresi, atıklardan oluşan gübre ve inek gübresi uygulamalarının çuha (*Primula spp.*), menekşe (*Viola spp.*) ve sıklamen (*Cyclamen L.*) gibi dış mekan süs bitkilerindeki gelişimine olan etkileri incelenmiştir. 350 g ve 500 g hacimli saksılar kullanılarak yapılan denemede, belirtilen gübre çeşitleri % 0 (kontrol) , % 5, % 10, % 25, % 50 oranlarda eklenmiş ve uygulamanın sonunda genel itibariyle bitki besin maddelerinin alınabilme durumu koyun gübresinde daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca atık maddelerden oluşan gübrelerin, Mg, Zn, K, kazanımında etkin olduğu görülmüştür. Kullanılan bitki materyalleri açısından ise çuha ve menekşe bitkileri ön plana çıkmaktadır. Sıklamen bitkisine farklı oranlarda verilen gübre miktarları herhangi bir değişime neden olmamıştır (Eker, 2016).

2.2 Mikoriza ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Mikorizal mantarların karaçam ve sarıçam fidanlarının kalite değerinde artış meydana getirdiği, ayrıca fidan dikim alanlarında karşılaşılan kuraklık ve don faktörlerinin etkilerine karşı fidan direncini artırdığı ve zayıf topraklardaki bitki besin maddelerinin fidanlar tarafından alınımını sağlayarak fidan gelişimine katkıda buldukları tespit edilmiştir (Özdemir, 1968).

Mikoriza aşılmasının turunçgil ağaçlarının verimi üzerinde etkisini belirtmeye yönelik yapılan çalışmalar sırasında; Brezilya Troyer citrange (*Poncirus trifoliata L.*) ve turunç (*Citrus aurantium L.*) bitkileri örtü altı koşullarında, kumlu tınlı, fosfor içeriği 4,6 ppm olan toprakta yetiştirilmiştir. Mikoriza (*Glomus fasciculatus*) aşılması ile turunçgil bitkilerinin veriminin arttığı saptanmıştır (Menge ve ark, 1978).

Kaliforniya’da arazi koşullarında yapılan bir araştırmada; soğan (*Allium cepa*) biber (*Capsicum annum*) ve pamukta (*Gossypium hirsutum*) büyüme, gelişme ve verimde artış sağlamak amacıyla toprak zararlı canlılardan temizlemeden mikoriza denemesi ve mikoriza+solarizasyon uygulamaları test edilmiştir. Araşırma sonunda, solarizasyon+mikoriza uygulaması üç bitki türünde de yeşil aksam, gövde ve kök gelişimine olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir (Afek ve ark., 1991).

Mikoriza (*Glomus pallidum*, *G. aggregatum*, *G. monocum*) ve Rhizobium (B36, B17, T2 ve CIAT652) aşılması yapılan fasulye bitkisinde nodül sayısı 48.3-111.0 adet, nodül kuru ağırlığı 31.8-96.0 mg, kök kuru ağırlığı 0.68-1.63 g, mikorizal kolonizasyonu %16.5-70.8, kökün P içeriğı 0.8-2.7 mg/g ve kökün N içeriğı 9.0-18.0 mg/g arasında değıştiğı tespit edilmiştir (Daniels-Hylton & Ahmad, 1994).

Yapılan araştırmada; mikoriza (*Glomus intraradices*) uygulanan ve uygulanmayan denemelerden oluşan farklı iki marul bitkisinin kök ve büyüme parametreleri incelenmiş, deneme alanlarına eşit miktarda P (0,25 mmol) ile farklı dozlarda N (1,7 -5,0 mmol) eklenmiştir. 1,7 mmol N değerinde mikorizal yayılım ve gelişim artarken 5,0 mmol eklenen N değerinde azalma eğilimi göstermiştir. Mikoriza uygulaması yapılmayan deneme alanında, marul bitkileri arasında farklılık gözlenmemiştir. Mikorizal etkinliğin oluşması için P miktarının azaltılması tavsiye edilmiştir (Azcon ve ark, 1996).

Yapılan çalışmada; mikoriza mantarlarının bitki besin maddeleri alımını artırmasından ötürü bitki büyüme ve gelişimini olumlu yönde etkilediğı, mikoriza aşıl原因 bitkilerin iyi gelişim gösterdiğı ve mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere göre daha fazla miktarda P içeriğine sahip olduğı belirtilmiştir (Özcan ve Taban, 2000).

Ayçiçeğı, mısır, soya fasulyesi, patates, buğday, Şeker pancarı ve kolza yetiştiriciliğinin arbusküler mikoriza kolonizasyonu ve ardından mısır yetiştiriciliğine etkileri üzerine, iki yıl süre ile bir araştırma yürütülmüştür. Mikoriza aşılarak daha önce ayçiçeğı, mısır, soya fasulyesi ve patates üretimi yapılan parsellerde yetiştirilen mısır bitkilerinin sürgün ağırlığı ve tane verimi, kontrole göre artmıştır. Bu durum, mısır bitkilerinin köklerinde meydana gelen mikoriza kolonizasyonundaki artışa ve buna bağılı olarak da bitkinin fosfor alımının artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Arihara ve Karasawa, 2000).

Baklagiller grubundan nohutta yapılan bir çalışmada; mikoriza aşılmasının bitkinin fosfor içeriğini pozitif yönde etkilediğini ve bitkinin azot alımını arttırdığını saptamışlardır (Tüfenkçi ve ark. 2000).

Yapılan bir araştırmada endomikoriza sınıfında bulunan (*G. etunicatum*, *G. Mosseae*, *G. Clarum* ve *G. caledonium*) dört türü Amerikan asma fidelerine inokule etmişlerdir. Bu işlem sonucunda anaçların sürgün boyu ve çapı artmış, fakat gövde çapında herhangi bir değişim olmamıştır. Araştırmada *G. mosseae* türünün sürgün gelişimi için daha faydalı bulunduğunu bildirmişlerdir (Bayram, 2000).

Orman gülleri ile ilgili yapılan bir çalışmada; torf bulunan şaşırtma ortamına mikoriza mantarı inokulasyonunun bitkide gelişimi pozitif yönde arttırdığı ve faydalı olduğu tespit edilmiştir (Jansa ve Vosatka, 2000).

Yapılan çalışmada, arazi şartlarında yetiştirilen karpuzda meydana gelen kuraklığın meyve verimine olan etkisi araştırılmış ve bitkiye inokule edilen *Glomus clarum* türü mikoriza ile bu olumsuzluğun kısmen azalma eğilimi gösterdiğini saptamışlardır (Kaya ve ark., 2002).

Isparta ilinde yapılan bir araştırmada fidanlarda oluşan çökerten hastalığı etmeninin biyolojik yöntemle mücadelesinde, ektomikorizal (VAM) mantarların fidanların hastalık ve zararlıların oluşturduğu etmenleri durdurduğu, kalite, büyüme ve gelişmeyi teşvik ettiğini belirlemişlerdir (Doğmuş ve Doğanoğlu, 2003).

Adana ilinde tarla şartlarında yapılan çalışmada, P ve mikorizal mantarlar ile dezenfekte edilen toprakta biber, domates ve patlıcanda oluşturduğu etkileri araştırmışlar ve mikorizal mantar sterilizasyonu denemesinin P (Fosfor) denemesinden daha etkili sonuçlar verdiğini ve verimde belirgin bir artış sağladığını tespit etmişlerdir (Ortaş ve ark., 2003).

Örtü altı koşullarında İsrail’de yapılan çalışmada; solarizasyon uygulaması yapılmış ve Dazomet adlı etken madde ile zararlılardan arındırılmış deneme alanına ekimi yapılan Frenk soğanı (*Allium schoenoprasum*)’na mikoriza türlerinden biri olan “*Glomus intraradices*” uygulanmış, çalışma neticesinde mikorizal mantarın ürün artışına pozitif yönde katkı sağladığı belirtilmiştir (Wininger ve ark., 2003).

Bir Arbusküler Mikorizal (AM) mantar olan *Glomus intraradices* mantarının biber (*Capsicum annum* L.) bitkisindeki birtakım fizyolojik büyüme ve gelişim değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bitkiler, (M) mikoriza uygulanmış ve (NM) mikoriza uygulanmamış deneme şeklinde iki ayrı gruba ayrılmıştır. Her iki deneme grubuna ait bitkilerin yaprak ve yaprak sapı kısımlarının fosfor (P) düzeyleri,

etkili kuru madde değeri, klorofil değerleri ve toplam şeker değeri gibi parametreler mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde mikoriza uygulaması yapılmayan bitkilere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlardaki artış, % 12 - % 47 aralığında saptanmıştır. Ayrıca mikorizal birliktelik neticesinde bitkilerdeki P miktarının arttığı belirlenmiştir (Demir, 2004).

Florida'da yapılan bir çalışmada, 7 fasulye genotipine (Calima, Jamapa, Voyager, Avanti, DOR364, G19839 ve Contender) mikoriza (*Glomus intraradices*) uygulanmıştır. Çalışma sonuçları mikorizal mantarların fasulyenin gelişimi üzerine faydalarının olduğunu ortaya koymuştur. Fasulye genotipleri arasında mikorizal tepkiler bakımından çok önemli farklılıklar belirlenmiştir. Genotiplerin büyük bir bölümü düşük fosfor koşulları altında mikorizaya olumlu tepki göstermiştir. Büyüme bakımından genotipler arasındaki varyasyon %58.40 (DOR364) ve %0.20 (G19839) arasında değişmiş, en yüksek etkinlik DOR364 genotipinde belirlenmiştir (Hacısalıhoğlu vd., 2005).

Serada yürütülen bir çalışmada; limon ve turunc anaçlarının mikoriza aşılama ile fosfor uygulamasının fidan ve çöğür üzerinde oluşturduğu etkilerini incelenmiştir. Araştırmada; limon anacında kök yapısının gelişmiş olmasından dolayı mikorizaya az ihtiyaç hissettiği, mikorizanın ortamdaki fosforu bitki için kullanılabilir hale dönüştürdüğü, ayrıca turunc fidanlarının mikoriza ile bir defa aşılmasının fidan gelişimi açısından uygun olduğunu belirlemişlerdir (Dalkılıç ve Taştekin, 2006)

Toprak solarizasyonunun ve mikorizanın patates üzerindeki etkileri iki yıllık bir periyotta incelenmiş, birinci yıl mikoriza uygulanmayan bitkilerin büyüme ve gelişme negatif yönde değişirken, mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde % 74'lük büyüme etkisi saptanmıştır. Bu durum patatesin mikorizal birlikteliği istediğini göstermiştir. Sonraki yıl ise mikoriza ve solarizasyon etkenlerinin birlikte denenmesiyle verim artışı önemli derecede yükselmiştir (Ngakou ve ark, 2006).

Mikoriza inokulasyonunun soğan verimine etkisi ile ilgili bir deneme yürütülmüştür. Yapılan çalışmadan ortaya çıkan verilere göre mikoriza (*Glomus versiforme*) ve (*Glomus intraradices*) denemesi soğan (*Allium cepa* L.) sürgün kuru madde oranında önemli artışlara neden olduğu saptanmıştır (Guo ve ark. 2006)

Türkiye'yi de kapsayan bazı Ortadoğu ülkelerinden temin edilen 23 yabancı gernik buğdayı çeşidinin mikoriza mantarına bağımlı olma durumu incelenmiş, bu çeşitler mikorizasız ve mikoriza aşılması yapılmış (*Glomus mosseae*) iki deneme şeklinde örtü altı şartlarında ekimi yapılmıştır. Mikorizasız deneme alanı ile

karşılaştırıldığında, mikoriza etkileşiminin olduğu denemede; kuru madde içeriği, sap ve kök ağırlıkları değerleri sırası ile 3.9, 3.9 ve 4.1 kat arttığı tespit edilmiştir. Araştırmada; buğday örneklerinin mikoriza mantarına bağımlı olma durumu (%56.890.5), büyüme parametresine gösterilen tepki (%144.0-990.4) açısından yüksek varyasyon belirtmesine karşın, kök enfeksiyon değeri (%70.0-75.0) düşük saptanmıştır (Yücel ve vd, 2009).

Mikoriza aşılması ile birlikte kükürt uygulaması sonucunda mısır ve soyada P içeriğine ve biokütle üretimine etkisi incelenmiştir. Araştırma neticesinde, mikoriza aşılması ile P ve verim değerinde artış saptanmıştır. Fakat kükürt ilave edilmesi P ve verim üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Karaca ve Kaya, 2009).

Domateste meyve verimi ve yeşil aksam kuru maddesindeki besin elementi muhteviyatını saptamak amacıyla bir deneme yürütülmüştür. Araştırma sonucuna göre domateste (*Lycopersicon esculentum* L.) mikoriza aşılmasıyla verim artışına paralel domates bitkisinin hücrelerinde besin elementi (potasyum) içeriğinin de artış gösterdiği belirtilmiştir (Ordookhani ve ark, 2010).

Arazi şartlarında tarımı yapılan kanolanın ön bitki olarak kullanıldığı araştırmada ikinci ürün olarak yetiştiriciliği yapılan mısıra mikoriza aşılması yapılmış ve bitki besin elementleri alımına, büyüme ve gelişme durumuna ve toprağa olan etkileri incelenmiştir. Araştırma sonunda, topraktaki mikrobiyal etkinliğin arttığı ayrıca büyüme ve gelişme etki ettiği ve bitki besin elementleri alımına pozitif yönde katkı sağladığı belirtilmiştir (Akpınar, 2011).

Soğan yetiştiriciliğinde organik ve inorganik gübrelerin etkileri üzerine yapılan araştırmada; inorganik gübrelerden M3 (16,2:3,2:14,8 kg NPK kg/da) dozlarında, M2 (8,1:1,6:7,4 NPK kg/da) dozundan daha fazla baş verimi elde edilmiştir (Sırasıyla 4,155 ton/da ve 4,109 ton/da). İnorganik gübrelerin hiçbir dozunun uygulanmadığı RPP ile karşılaştırıldığında; bitki büyümesi, verim ve verim parametreleri daha önemli bulunmuştur. Organik uygulamalarda sırası ile çiftlik gübresinin 3 ton/da dozundan 4,056 ton/ha, solucan gübresinin 0,6 ton/da dozundan 4,165 ton/da ve kanatlı gübre uygulamasının 0,3 ton/da dozundan 4,088 ton/da soğan baş verimi elde edilmiştir. Yüksek oranda organik (S2, S4 ve S6) ve inorganik (M2 ve M3) gübre uygulamalarında daha yüksek baş verimi elde edilmiştir. Gübre kombinasyonları, inorganik gübrelerin hiçbir dozunun uygulanmadığı RPP ile karşılaştırıldığında, bitki büyümesi, verim ve verim parametreleri değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Bagalı ve ark., 2012).

Çukurova Üniversitesinde yapılan ve beş farklı mikoriza türünün (*Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus caledonium*, *Glomus intraradice* ve *Glomus clustroforme*) kullanıldığı çalışmada, kum ortamında ekilen soğanda belirtilen mikoriza türleri aşılansarak en yüksek infeksiyon oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Aşılama sonucunda aynı ortam koşullarında farklı infeksiyon sonuçları elde edilmiştir. Mikoriza spor türlerine bağlı olarak denemede kullanılan spor türlerinin soğan bitkisinin gelişimindeki etkileri karşılaştırıldığında, *G. deserticola*'nın bitkide en yüksek infeksiyonu sağlaması neticesinde bitkinin daha iyi beslenmesine katkıda bulunduğu ve bu nedenle de gerek toplam biomasta, gerekse detoprak altı-üstü aksamalarına ait ölçülen makro-mikro besin elementleri açısından genelinde daha iyi sonuç vermiş olduğu belirtilmiştir (Karaarslan, 2012).

Solucan gübresi ve mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte kullanılmasının biberde gelişme ve mineral beslenmesi üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, mikoriza (0, 1 ve 2 g saksı⁻¹) ve solucan gübresi dozları (0, 2.5, 5 ve 10 g saksı⁻¹) kullanılmıştır. Biber bitkisinde besin elementi ve biber bitkisi yas ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde mikoriza ve solucan gübresi uygulamalarının biber bitkisi yas, kuru ağırlığı ve besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak en yüksek dozda uygulanan mikoriza ve solucan gübresi ile biber bitkisi daha fazla gelişmiş ve daha fazla besin elementleri elde edilmiştir (Küçükyumuk vd., 2014)

İki farklı mikoriza türünün (*Glomus caledonium* ve *Glomus clarum*) 3 farklı şekilde uygulandığı bir çalışmada (tohum ekimi zamanında bir kez, fide dikimi zamanında bir kez ve tohum ekimi zamanı ile fide dikim zamanında iki kez), yapılan uygulamaların biberde bitki gelişimi, verim ve bitkinin beslenme durumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, serada yetiştiricilikte ortama mikoriza ilavesi bitki gelişmesi ve verimini olumlu yönde etkilemiştir. Verim bir kez yapılan uygulamalarda kontrole göre yaklaşık % 16 oranında bir artış sağlarken, iki kez uygulama yaklaşık %29 oranında arttırmıştır. Bitki gelişimi ve beslenme üzerine etkilerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2015).

Mikoriza'nın kök uzunluğu, gövde çapı, bitki boyu, sürgün ve kök taze ve kuru ağırlık ve besin elementleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada 0, 25, 50, 10, 150 mM'lik tuz dozlarında mikoriza uygulaması, fidelerin saksılara (bitki başına 1000 mikoriza sporu) şaşırtılması sırasında yapılmıştır. Sonuçlar, mikoriza uygulamasının, tuz stresi koşulları altında bitkilerin bitki

büyümesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Ayrıca, mikoriza ile muamele edilmiş bitkilerde, klorofil içerikleri artmıştır. Besin element analizine göre, mikoriza uygulamasının besin elementi alımını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir (Altuntaş ve ark. 2016).

Tuz stresi altındaki biber bitkilerinde tuz stresinin hafifletilmesi ve K, Ca, Mg, Na, Zn ve Cl besin elementlerinin alımına mikorizanın etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, biri dayanıklı (Karaisalı) ve diğeri hassas (Demre), iki bitki çeşidi 75 mM ve 150 mM NaCl konsantrasyonu altında yetiştirilmiş, mikoriza uygulamaları önerilen dozda yapılmıştır. Çalışmada sürgün ve kök dokularında K, P, Ca, Mg, Na ve Cl analizleri yapılmıştır. Mikoriza uygulamasının besin alımını genel anlamda artırdığı, ancak çeşide bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2016).

Biyogübrelerin topraksız sera koşullarında yetiştirilen domates ('Jaledo') bitkileri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; mikoriza, solucan gübresi, etkili mikroorganizma (EM) uygulamalarının yapıldığı bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda biyogübrelerin, özellikle de mikoriza uygulamalarının, EC'yi azalttığı belirlenmiştir. Yaprak besin elementleri analizleri, domates bitkilerinin tuz stresi altında yeterli miktara besin elementini alabildiğini göstermiş, biyogübrelerin besin elementi alımını artırdığını göstermiştir (Altuntaş ve ark., 2017).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme Alanı

Bu tez çalışması; 2017 yılı vejetasyon döneminde Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme alanının iklim ve toprak özellikleri

Tez çalışmasının yürütüldüğü Malatya ili Battalgazi ilçesinin rakımı 868 m olup, Malatya il merkezinden yaklaşık 100 m daha düşüktür.

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nin yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Malatya ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin birçok ilinde hakim olan karasal iklim özelliklerini tam anlamıyla yansıtmamaktadır. Subtropik iklim ile karasal iklim arasında bir iklim özelliğine sahiptir. Bu özelliği ile "mikroklimatik alan" olarak da adlandırılabilir.

Malatya ilinde, yıllık ortalama bulutlu gün sayısı 77 gündür, ayrıca yılda ortalama 152 gün parçalı bulutlu ve kalan 136 gün ise açık geçmektedir. Sisli gün sayısı yılda ortalama 13 gün olup genel olarak Aralık ve Ocak aylarında yaşanmaktadır. Bulutlu günler, genel olarak kış ve ilkbahar aylarında gözlenmektedir. İl'de uzun yıllar (1927-2017) boyunca gerçekleşen iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. DMİ verilerine göre, en yüksek ortalama sıcaklık 33,8 °C ile Temmuz ayında, en düşük ortalama sıcaklık ise -3,4 °C ile Ocak ayında yaşanmaktadır.

Çizelge 3.1. Malatya ili iklim verileri (1927-2017)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.4	1.4	6.7	12.9	17.9	23.0	27.0	27.0	22.4	15.5	7.9	2.0	13.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3.0	5.3	11.5	18.3	23.8	29.5	33.8	33.7	29.0	21.2	12.4	5.3	18.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.4	-2.1	2.1	7.4	11.8	16.1	19.8	19.8	15.4	9.8	3.9	-0.8	8.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.3	4.4	5.7	7.3	9.3	11.6	12.5	11.8	10.0	7.5	5.2	3.1	91.7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.6	10.4	10.9	10.5	9.8	4.6	0.9	0.7	2.0	6.3	8.3	10.4	85.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	41.8	40.1	49.1	54.9	44.6	16.9	2.1	1.8	6.5	35.7	41.8	39.6	374.9

Malatya ili toprakları; nem rejimi bakımından Aridic, sıcaklık rejimi bakımından ise mesicidir (Anonim, 2010). Malatya merkez ilçe ve Battalgazi ilçesinde bulunan toprakların genel olarak, 12.240 ha'ı alüvyal topraklar, 86.393 ha'ı kahverengi topraklar, 5.861 ha'ı kırmızımsı kahverengi topraklar, 5.262 ha'ı ise kolüvyal topraklar ve 22.965 ha'ı kireçsiz kahverengi topraklardan meydana gelmektedir (Anonim, 1983). Eski sınıflama sisteminde alüviyal ve kolüviyal kökenli olan deneme alanı toprakları yeni toprak sınıflama sistemine göre (Toprak Taksonomisi) aridisol ordosu, orthid alt ordosu cambortid büyük gurubunda sınıflandırılmıştır (A.Durak ile yayınlanmamış çalışma ile ilgili sözlü görüşme).

Arazi çalışması başlamadan önce deneme alanından 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, azot, fosfor ve potasyum analizleri aşağıda verilen yöntemlere uygun olarak yapılmıştır.

Deneme alanının toprak analizi Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır.

3.1.2.1 Bünye (Tekstür) (%)

“Bouyoucos Hidrometresi” yöntemi ile yapılmıştır (Gee ve Boudier, 1986). Araştırmanın yürütüldüğü alanın toprağı %33,44 kum, %39,28 kil ve %31,28 siltten meydana gelen killi tın bünyeye sahiptir.

3.1.2.2 Toprak reaksiyonu (pH)

Toprakların pH değerleri toprak örneklerinin 1:2.5 oranında saf su ile sulandırıldıktan sonra elektrotlu NeelpH metre kullanılarak ölçülmüştür (Jackson, 1958). Analiz sonucu 7,29 olarak bulunan pH değeri deneme arazisi topraklarının nötr olduğunu göstermektedir.

3.1.2.3 Elektriki iletkenlik (EC) ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

Toprak örneğı 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılarak elektrikselle iletkenlik aleti ile tayin edilmiştir. Yöntemin temel prensibi, su ile doymun olan toprağın elektrigi geçirmeye olan direncinin tespit edilmesi ile bu dirence göre tuzluluğunun belirlenmesidir (Richards, 1954). Deneme alanı toprağı 398 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'lik değeri hafif tuzlu olarak bulunmuştur.

3.1.2.4 Kireç (%CaCO₃)

Scheibler kalsimetresi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yöntemin temel amacı, toprağın seyreltik hidroklorik asit ile reaksiyonu sonucunda açığa çıkan CO₂ gazının kapalı bir boruda standart sıcaklık ve basınç altındaki hacminin ölçülmesi ve ölçülen bu hacim değerinin esas alınarak topraktaki karbonat içeriğinin belirlenmesidir (Allison ve Moodie, 1965). Deneme alanı toprağındaki %CaCO₃ miktarı 36,83 olarak ölçülmüş olup deneme alanı kireçli bir yapıya sahiptir.

3.1.2.5 Organik madde (%)

Modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir. Yöntem, toprağın dikromat ve sülfürik asit ile işleme tabi tutularak yükseltgenmesi ve daha sonra bu oksidasyon işlemi için kullanılan miktardan artan yani ortamda reaksiyona girmemiş olan kromatin amonyum ferrosülfat ile titre edilmesi suretiyle toprak organik maddesinin belirlenmesi esasına dayanır (Walkley-Black, 1947). 1,76 olarak bulunan deneme alanı toprağının organik madde içeriğı düşüktür.

3.1.2.6 Toplam azot (N) tayini

Bitkide yer alan organik ve inorganik azot formlarının tespit edilmesi esasına dayanarak Kjeldahl yöntemi yardımıyla toplam azot belirlenmiştir. Bu yöntemle göre azot belirlemesi iki temel aşamada gerçekleşir. İlk aşamada yaş yakma işlemiyle organik azotun amonyum sülfata ((NH₄)₂SO₄) dönüşümü ve daha sonra amonyumun borik asit içerisinde destilasyonu sağlanır. Diğer aşamada ise bromkresol gren methlyredindikatör karışımı içerisinde ve standart H₂SO₄ kullanılarak titrasyon işlemi sonucunda azot tayini belirlenir (Chapman ve Pratt, 1961). Deneme alanı toprağının azot miktarı 0,143'tür.

3.1.2.7 Bitkiye yararılı fosfor (Olsen-P) (mg/kg)

NaHCO₃ ile ekstrakte edilmiş örneklerde çözeltiye geçen elverişli fosfor düzeyi spektrometre ile belirlenmiştir. (Olsen ve Dean, 1965). Deneme alanı topraklarında bitkiye elverişli fosfor miktarı 39,85 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

3.1.2.8 Değişebilir potasyum (ppm)

Toprakların K miktarı, 1N amonyum asetat ile ekstraksiyonu sonucu fleym fotometrede belirlenmiştir. (Knudsen vd., 1982). Deneme alanı toprağının potasyum miktarı 420,99 ppm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Miktarı
Tekstür	Killi tın
% kum	33,44
%kil	39,28
%silt	31,28
pH (1:2.5)	7,29
EC (1:2.5 suda, µs/cm)	398
CaCO ₃ (%)	36,83
Organik madde (%)	1,76
Toplam azot (%)	0,143
Alınabilir Fosfor (ppm)	39,85
Değişebilir potasyum (ppm)	420,99

3.1.3 Tez çalışmasında kullanılan materyaller

Tez çalışmasının bitkisel materyallerini, Gina fasulye çeşidi ve Malatya ilinde yetiştiriciliği yapılan ve yöre halkı tarafından sevilerek tüketilen “Malatya Yerli” soğan genotipi teşkil etmiştir.

Tez çalışmasında uygulamaları temsil eden materyallerden solucan gübresi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi’nden, mikoriza mantarı materyali ise, Biobest Grup A.Ş tarafından üretilen *Glomus mosea* türü kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Tez çalışmasını teşkil eden uygulamalar

Bu tez çalışması, tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 uygulamalı ve 3 tekerrürlü, olacak şekilde yürütülmüştür. Uygulamalar ve kodları, Çizelge 3.3’te gösterilmiştir.

Tez çalışmasının yetiştiricilik aşamasında, fasulyede direk tohum ekimi yetiştiricilik yöntemi, soğanda ise kıskadan üretim yöntemi kullanılmıştır. Kıskalar, 15.03.2018 tarihinde her parselde 50 bitki olacak şekilde araziye dikilmiş, fasulye tohumları ise, 30.03.2018 tarihinde her parselde 30 bitki olacak şekilde ekilmiştir.

Soğan kıskaları, sıra arası 30 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde dikilmiş ve fasulye tohumları ise 25 cm x 15 cm olacak şekilde ekilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışma kapsamında yapılan uygulamalara ait kısaltmalar

Uygulamalar	Kod
Kontrol	K
Solucan Gübresi	S
Solucan Gübresi + Mikoriza	SM
Mikoriza	M

Denemeyi oluşturan uygulamalardan solucan gübresi uygulaması için, bitki başına 180 ml sıvı solucan gübresi, mikoriza uygulaması için 150 mg mikoriza ve solucan gübresi + mikoriza uygulaması için belirtilen dozlar birleştirilerek uygulanmıştır.

Fasulyede, yetiştiricilik sezonu boyunca toplam 7 defa hasat yapılmıştır. İlk hasat, 05.06.2018 tarihinde son hasat ise 25.07.2018 tarihinde yapılmıştır. Soğanda ise hasat tek seferde ve 07.06.2018 tarihinde yapılmıştır. Yetiştiricilik dönemi boyunca kültürel işlemler gerektiği sürede ve şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.1 Fasulye parseline ait görsel



Şekil 3.2 Soğan parseline ait görsel

3.2.2 Arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümleri

Denemede kullanılan tüm uygulamaları temsil eden bitkilerde tohum ekimini ve kısıka dikimini izleyen 30. ve 45. günlerde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

3.2.2.1 Bitki Boyu (cm)

Her iki bitki türü için de her parselden üçer adet bitkide kök boğazından itibaren ana gövdenin uzunluğu bir şerit metre yardımı ile ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır.

3.2.2.2 Gövde Çapı (mm)

Her iki bitki türü için de her parselden üçer adet bitkide bir kumpas yardımı ile ana gövde çapı bir kumpas yardımı ile “mm” olarak ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır.

3.2.2.3 Yaprak sayısı (adet)

Fasulye ve soğanda, aynı parselde bulunan üç adet bitkinin üzerinde oluşan bütün yaprakların sayısı sayılarak tespit edilmiş ve toplam sayı üçe bölünerek her bir bitkideki ortalama yaprak sayıları kaydedilmiştir.

3.2.2.4 Yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları (g)

Her iki bitki için de, her parselden 3 adet bitki araziden sökülmüş ve yeşil aksam taze ağırlıkları hassas terazi yardımıyla belirlenmiştir. Daha sonra, etüvde 72 'C'de sabit ağırlığa ulaşan kadar kurutulmuş ve yeşil aksam kuru ağırlıkları yine hassas terazi yardımı ile ölçümlenmiştir.

3.2.2.5 Kök yaş ve kuru ağırlıkları (g)

Fasulye ve soğan bitkilerinden, farklı uygulamaları temsil eden üçer adet bitki arazide sökülerek kök kısımları ayrılmış ve hassas terazi ile yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.2.6 Kök Uzunlukları (cm)

Araziden sökülen bitkilerin, kök kısımları kesilerek bir şerit metre yardımı ile uzunlukları belirlenmiştir.



Şekil 3.3 Soğan numunelerine ait görsel

3.2.3 Hasat edilen fasülyelerde ölçümlenen parametreler

3.2.3.1 Bakla çapı (mm)

Farklı uygulamaları temsil eden bitkilerden örneklenen onar adet fasulyenin orta kısımlarında kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.2.3.2 Bakla eni (mm)

Hasat edilen fasulyelerin baklalarının enleri kumpas ile ölçülmüştür.

3.2.3.3 Bakla uzunluğu (cm)

Fasulye baklalarının uzunlukları şeritmetre yardımı ile belirlenmiştir.

3.2.3.4 Bakla ağırlığı (g)

Bakla ağırlıkları, hassas terazi yardımı ile gram biriminden belirlenmiştir.

3.2.3.5 Bakladaki tohum sayısı (adet)

Baklalar ikiye ayrılarak tohumlar çıkartılmış ve adetleri belirlenmiştir.



Şekil 3.4 Fasulye numunelerine ait görsel

3.2.4 Hasat edilen baş soğanlarda ölçümlenen parametreler

3.2.4.1 Baş ağırlığı (g)

Hasat edilen baş soğanlar, her parselden üçer adet olacak şekilde hassas terazide tartılmıştır.

3.2.4.2 Baş çapı (mm)

Soğan başlarının çapları, ekvatorial kısımlarından kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.2.4.3 Baş yüksekliği (mm)

Baş yüksekliklerinin belirlenmesi için, kök boğazından gövde başlangıcına kadar olan kısım kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.2.4.4 SÇKM (%)

Her parselden üçer adet baş soğan örnekleri, katı meyve sıkacağına sıkılmış ve elde edilen pürelı karışım, filtre kâğıdı ile süzölmüş ve ortaya çıkan berrak suyun SÇKM'si dijital refraktometre ile belirlenmiştir.

3.2.4.5 pH

Katı meyve sıkacağından geçirildikten sonra elde edilen süzeklerin pH'ları, pH metre ile ölçölmüştür.

3.2.5 Verim

Fasulyede baklalar ve soğanda ise başlar, olgunlaştığında hasat edilip bir terazi yardımıyla tartılmıştır. Uygulamaları temsil eden parsellerin verimlerinin toplanmasıyla her uygulama için toplam verim hesaplanmıştır. Bir uygulamaya ait toplam verim, o uygulamayı temsil eden toplam bitki sayısına bölünmüş ve bitki başına verim ile dekara verim hesaplanmıştır.

3.2.6. Yaprakların mineral madde içeriklerinin belirlenmesi

3.2.6.1 Yapraklarda makro besin elementlerinin belirlenmesi

Bu amaçla tam çiçeklenme döneminde (vegetasyon süresinin orta dönemleri) gelişmesini tamamlamış en genç yapraklar (büyüme ucundan itibaren 8. yaprak) ilgili alınmıştır. Alınan yapraklar 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra değirmende öğütüldükten sonra N için 0.2 g, P ve diğer elementler için 0.2 g kuru yaprak örneği alınmıştır. P için; öğütülmüş bitki yaprak örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemine göre 550 °C'de 5 saat kül fırınında yakılan ve üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konulan örnek 20 ml'ye tamamlanmıştır. Örnekten fosfor kaplarına 0.5 ml alınmış 10 ml'ye tamamlanarak ve 882 nm'de spektrofotometrede, N (Azot) Kjeldal yöntemi ile; K (Potasyum), Ca (Kalsiyum) ve Mg (Magnezyum) içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinde saptanmıştır.

3.2.6.2 Yapraklarda mikro besin elementlerinin belirlenmesi

Bu amaçla, tam çiçeklenme döneminde (vegetasyon süresinin orta dönemleri) gelişmesini tamamlamış en genç yapraklar (büyüme ucundan itibaren 8. yaprak) ilgili parsellerden alınmıştır. Alınan yapraklar 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra değirmende öğütülüp, 0.2 g kuru yaprak örneği alınmıştır. Mikro element okumaları için; öğütülmüş bitki yaprak örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemine göre 550 °C'de 5 saat kül fırınında yakılan ve üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konulan örnek 20 ml'ye tamamlanmıştır. Çinko (Zn), Mangan (Mn), Demir (Fe) ve Bakır (Cu) içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.7 İstatistik Analizler

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS 12.0 for Windows Student Version programında analiz edilmiştir. Analiz yöntemi olarak Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tüm karşılaştırmalar için önem seviyesi $P \leq 0.05$ 'dir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fasulye ve Soğanda arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar

4.1.1. Fasulyede yapılan fiziksel ölçümler

Bitki boyu (cm): Bitki boyu sonuçları Çizelge 4.1 de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; her iki ölçümde de istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, 30. günde S uygulamasının, 45. günde ise SM uygulamasının ilk sırayı aldığı görülmektedir. M uygulaması ve SM uygulamasının bitki boyuna etkisi olmadığı hatta K uygulamasından az farkla düşük bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Gövde çapı (mm): Gövde çapı değerleri de istatistiksel olarak önemli bulunmamış ve birbirine yakın değerler almıştır. 30. gün sonuçlarında SM, 45. gün sonuçlarında S uygulaması en yüksek değeri vermiştir. M uygulaması ise her iki ölçümde de K uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur.

Yaprak sayısı (adet): Yaprak sayısı sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmamış, 30. günde tüm uygulama sonuçları birbirine çok yakın değerler almıştır. 45. gün sonuçlarında ise, S uygulaması diğer uygulamalardan yüksek bulunmuştur.

Kök uzunluğu (cm): Kök uzunluğu değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 30.gün sonuçlarında K, 45. gün sonuçlarında S uygulaması en üst değeri vermiştir. M uygulaması ise her iki ölçümde en düşük değerde bulunmuştur.

4.1.2. Fasulyede yapılan biyokütle ölçümleri

Kök ağırlığı (g): Sonuçlar çizelge 4.1 de incelendiğinde; 30.gün sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. SM uygulamasında diğer uygulamalara göre kök ağırlığı yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak 45.günde uygulamalar arasında belirgin fark olduğu ve bu farkın istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre en iyi uygulamanın S olduğu, K ve SM uygulamasının bunu takip ettiği ve ara grupta yer aldığı, M uygulamasında en düşük değeri aldığı belirlenmiştir.

Yeşil aksam ağırlığı (g): Yeşil aksam ağırlığı değerleri 30. gün sonunuda istatistiksel olarak önemli bulunmamış, uygulama değerleri birbirine çok yakın saptanmıştır. 45.günde S uygulamasının diğer uygulamalardan istatistiksel olarak

belirgin bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiş ve en yüksek değeri almıştır. Diğer uygulamalar aynı grup içerisinde yer almıştır.

Çizelge 4.1. Fasulyede tohum ekimini takip eden 30. ve 45. günlerde arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar

Parametreler	Uygulamalar	30. gün	45. gün	Ortalama
Bitki Boyu (cm)	K	15,41	32,66	24,04
	S	16,66	37,16	26,91
	SM	14,83	37,18	26,01
	M	15,58	29,33	22,46
Gövde Çapı (mm)	K	4,09	4,84	4,47
	S	3,58	5,38	4,48
	SM	4,22	4,83	4,53
	M	3,52	4,51	4,02
Yaprak Sayısı (adet)	K	4,83	7,33	6,08
	S	4,66	9,33	7,00
	SM	4,16	7,16	5,66
	M	4,33	7,66	6,00
Kök Uzunluğu (cm)	K	15,08	17,66	16,37
	S	14,58	20,33	17,46
	SM	14,75	16,16	15,46
	M	13,33	15,16	14,25
Kök ağırlığı (g)	K	0,43	1,40 ab	0,92
	S	0,40	1,88 a	1,14
	SM	0,58	1,16 ab	0,87
	M	0,40	0,85 b	0,63
Yeşil Aksam Ağırlığı (g)	K	7,48	22,96 b	15,22
	S	9,66	39,41 a	24,54
	SM	6,51	20,88 b	13,70
	M	8,18	18,11 b	13,15
Kök Kuru Ağırlığı (g)	K	0,11	0,41	0,26
	S	0,13	0,58	0,36
	SM	0,18	0,30	0,24
	M	0,15	0,33	0,24
Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g)	K	1,30	3,96 b	2,63
	S	1,63	7,18 a	4,41
	SM	1,23	3,73 b	2,48
	M	1,50	3,16 b	2,33

Kök kuru ağırlığı (g): Kök kuru ağırlığı sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmamış, 30. günde tüm uygulama sonuçları birbirine çok yakın değerler almıştır. 45. gün sonuçlarında ise, S uygulaması diğer uygulamalardan yüksek bulunmuştur.

Yeşil aksam kuru ağırlığı (g): 30. gün sonundaki ölçümler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 45.gün deki ölçümlerin istatistiksel anlamda önemli sonuçlar

verdiği saptanmış, S uygulamasının diğer uygulamalardan belirgin bir şekilde farklı grupta yer aldığı görülmüştür. Diğer uygulamalar aynı grup içerisinde ve birbirlerine yakın sonuçları vermiştir.

Fasulyede solucan gübresinin toprakta organik madde oranına etkisi ve besin elementlerinin alınabilirliğini artırması kontrol bitkilerine göre daha iyi bitki gelişimine neden olmuştur. Oysa mikorizada kullanılan *Glomus mosea* türünün fasulyede çok iyi çalışmadığı ve bitkiyle simbiyotik yaşamında bitki fotosentez ürünlerini kullandığı için bitki gelişiminde kontrol uygulamasından bile geri kalma nedeni olarak söylenebilir. Ayrıca ikinci bir neden olarak; solucan gübresi ile birlikte kullanıldığında ortamda besin noksanlığı olmadığı, optimum koşulların olduğu bu durumda mikorizanın çalışmadığı söylenebilir.

4.1.3. Soğanda yapılan fiziksel ölçümler

Bitki boyu (cm): Bitki boyu sonuçları Çizelge 4.2 de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; 30.gün deki ölçümler istatistiksel anlamda önemli bulunurken, 45. gün ölçümleri önemli olmadığı saptanmıştır. 30. gün ölçümlerinde S uygulaması en yüksek değeri alırken, SM ve M uygulamalarının ara grupta yer aldığı ve K uygulamasında en düşük değeri aldığı belirlenmiştir.

Gövde çapı (mm): Gövde çapı değerleride 30 ve 45. gün ölçümlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki ölçümler sonucunda S uygulaması en yüksek değeri vermiştir. Diğer uygulamaların benzer grupta yer aldığı saptanmıştır.

Yaprak sayısı (adet): Yaprak sayısı sonuçları her iki ölçümde de istatistiksel olarak önemli bulunmuş; S uygulamaları en iyi sonucu verirken, K, SM ve M uygulamalarının benzer sınıfta yer aldığı sonucuna varılmıştır.

Kök uzunluğu (cm): Kök uzunluğu değerleri her iki ölçümde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 30.gün sonuçlarında S, SM ve M uygulamaları ile 45. gün sonuçlarında S ve M uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir.

4.1.4. Soğanda yapılan biyokütle ölçümleri

Kök ağırlığı (g): Sonuçlar çizelge 4.2 de incelendiğinde; 30.gün ve 45. gün sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 30.günde S uygulaması en yüksek değeri, SM, M ve K uygulamaları büyükten küçüğe doğru değerler verirken; 45.günde S ve

M uygulamaları en yüksek değerleri verirken, SM ve K uygulamaları endüyük değerleri vermiştir.

Yeşil aksam ağırlığı (g): Yeşil aksam ağırlığı değerleri her iki ölçüm zamanlarında, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 30.günde S uygulaması en yüksek değeri almıştır. SM ve M uygulamalarının ara grupta yer aldığı ve K uygulamasının en düşük değeri aldığı belirtilmiştir; 45. Günde S uygulamasının diğer uygulamalardan istatistiksel olarak belirgin bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiş ve en yüksek değeri almış ayrıca diğer uygulamaların aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlığı (g): Kök kuru ağırlığı sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmuş, 30. günde S, SM ve M uygulamaları benzer grupta değerler aldığı; 45. gün sonuçlarında ise, S uygulaması diğer uygulamalardan yüksek bulunmuş ve diğer uygulamaların aynı grupta sonuçlar aldığı saptanmıştır.

Yeşil aksam kuru ağırlığı (g): Her iki ölçüm aralığında sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 30 gün sonunda en iyi uygulamanın S olduğu SM ve M uygulamalarının ara grupta yer aldığı ve K uygulamasının en düşük değeri aldığı; 45. gün sonunda ise S uygulamasının en yüksek değeri aldığı ve diğer uygulamaların benzer grupta değerler aldığı belirlenmiştir.

Soğanda solucan gübresinin bitki gelişiminde en iyi etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir. Hatta fasulyeye göre sonuçlar istatistiksel anlamda önemli bulunmuş ve farklar belirgin olarak çıkmıştır. Solucan gübresinin organik madde içeriğine yaptığı katkısoğanda net olarak hissedilmiştir. Solucan gübresinin toprakta organik madde içeriği ve mikrobiyal aktiviteyi arttırması bitki gelişimini arttırmıştır. Mikoriza ise fasulyede daha iyi uyum sağlamış, *Glomus mosea* soğanla uyum içerisinde çalışmıştır. Parametreler genel olarak incelendiğinde fasulyeden farklı olarak M ve SM uygulamalarında yüksek değerler aldığı saptanmıştır.

Çıtak ve ark, 2011'de açık tarla koşullarında kış döneminde yürüttükleri bir çalışmada, farklı dozlarda solucan gübresi uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre solucan gübresi uygulamaları ıspanak bitkisinin bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu gibi parametrelerini kontrole göre olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Doksöz ve ark, 2015'te sıvı solucan gübresinin kıvrıkcık yapraklı salatada verim ve bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmada, solucan gübresinin bitki gelişme parametrelerini önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir.

Maltaş ve ark, 2017'de kırmızı lahanada solucan gübresinin kalite özelliklerini artırdığını belirtmişlerdir.

Bu üç çalışmada bizim yaptığımız çalışmaya benzer sonuçlar vermiştir.

Ancak, Küçükyumuk ve ark, 2014'te solucan gübresi ve mikorizanın biberde birlikte uygulandığı bir çalışmada; biberde bitki yaş ve kuru ağırlığı üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. En iyi uygulama mikoriza ve solucan gübresinin birlikte kullanıldığı uygulama olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda mikoriza ve solucan gübresinin birlikte uygulanması ya da mikorizanın tek başına uygulanması solucan gübresi kadar etkili olmamıştır.

Çizelge 4.2. Soğanda kısa dikimini izleyen 30. ve 45. günlerde arazide yapılan fiziksel ölçümler ve biyokütle ölçümlerine ilişkin sonuçlar

Parametreler	Uygulamalar	30. gün	45. gün	Ortalama
Bitki Boyu (cm)	K	27,91 b	49,41	38,66
	S	35,94 a	50,21	43,08
	SM	31,73 ab	46,27	39,00
	M	32,42 ab	45,56	38,99
Gövde Çapı (mm)	K	7,61 b	13,83 b	10,72
	S	11,22 a	18,75 a	14,99
	SM	9,05 b	14,24 b	11,65
	M	9,01 b	15,05 b	12,03
Yaprak Sayısı (adet)	K	5,66 b	7,22 b	6,44
	S	7,33 a	10,11 a	8,72
	SM	6,44 b	7,88 b	7,16
	M	6,11 b	8,11 b	7,11
Kök Uzunluğu (cm)	K	10,26 b	11,27 b	10,77
	S	15,88 a	13,73 a	14,81
	SM	15,32 a	10,08 b	12,70
	M	14,51 a	14,16 a	14,34
Kök ağırlığı (g)	K	0,58 c	0,86 b	0,72
	S	3,20 a	2,05 a	2,63
	SM	2,56 ab	0,79 b	1,68
	M	2,12 b	1,04 b	1,58
Yeşil Aksam Ağırlığı (g)	K	6,69 c	29,39 b	18,04
	S	16,37 a	46,34 a	31,36
	SM	11,56 b	31,26 b	21,41
	M	11,19 b	33,47 b	22,33
Kök Kuru Ağırlığı (g)	K	0,14 b	0,17 b	0,16
	S	0,72 a	0,41 a	0,57
	SM	0,56 a	0,23 b	0,40
	M	0,46 a	0,24 b	0,35
Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g)	K	0,74 c	2,89 b	1,82
	S	1,72 a	4,30 a	3,01
	SM	1,25 b	2,98 b	2,12
	M	1,20 b	3,15 b	2,18

4.2 Hasat edilen fasulye baklalarının ve baş soğanların kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar

Fasulyede yenilen kısım baklanın fiziksel özelliklerini incelediğimizde (Çizelge 4.3) tüm özelliklerde uygulamaların istatistiksel anlamda önemli sonuçlar verdiği saptanmıştır. Bakla uzunluğu, bakla ağırlığı ve bakladaki tohum sayısı değerlerinde S uygulamasının diğer uygulamalardan belirgin şekilde ayrıldığı ve farklı grupta yer aldığı görülmüştür. Diğer uygulamalar aynı grup içerisinde ve birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Bakla çapı değerlerinde tüm uygulamalar birbirinden belirgin şekilde ayrı sonuçlar vermiştir. Buna göre en yüksek S uygulaması, sonra SM, M ve K uygulamaları gelmektedir. Bakla eni değerlerinde ise S uygulaması en yüksek sonucu vermiştir. SM ve M uygulamaları bunu takip ederken aynı grup içerisinde yer almıştır ve en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; S uygulamasının bitki gelişimine yaptığı olumlu etkinin tüketilen kısım baklaya yansıdığı net bir şekilde görülmektedir. S uygulamasının organik maddeyi artırması, toprak yapısına sağladığı katkı fasulyede baklaların kalite özelliklerini etkilemiştir. Bitki gelişimi sonuçlarında M ve SM uygulamaları genelde istatistiksel anlamda önemsiz bulunurken, bu uygulamaların bakla oluşturma aşamasında bitkiye olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Fasulye baklalarının kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar

Uygulamalar	Bakla Uzunluğu (cm)	Bakla Çapı (mm)	Bakla Eni (mm)	Bakla Ağırlığı (g)	Bakladaki Tohum Sayısı (adet)
K	10,89 b	7,40 d	12,82 c	5,84 b	5,06 b
S	12,76 a	8,83 a	15,07 a	8,94 a	5,71 a
SM	11,38 b	8,21 b	14,07 b	6,74 b	4,92 b
M	11,08 b	7,86 c	13,68 b	6,16 b	4,87 b

Soğanda Çizelge 4.4 incelendiğinde baş kalitesine uygulamaların SÇKM ve baş uzunluğu parametreleri dışında istatistiksel önemde etkilediği belirlenmiştir. ph ve baş çapı sonuçlarına baktığımızda K uygulaması dışında tüm uygulamalar ayrı grup içerisinde yer almış ve K uygulamasından yüksek değerler elde edilmiştir. Baş

ağırlığında ise S ve SM uygulamaları en yüksek değerle K uygulamasından belirgin şekilde ayrılmış, M uygulaması ise ara grupta yer almıştır.

Soğanda hem S hem de M uygulamalarının fasulyeden farklı olarak daha etkili olduğunu söylemek mümkündür. Yine S ve SM uygulamaları tek başına M uygulamasından daha iyi sonuçlar vermiştir. *Glomus mosea* türünün soğanda fasulyeden daha uyumlu çalıştığı söylenebilir. Ancak yine de S uygulamaları en iyi sonuçları vermiştir. Uygulama alanında killi ve pH'sı yüksek olan toprağın yapısını iyileştirdiği ve organik madde içeriğini artırarak soğan ve fasulyede hem bitki gelişimi hem de tüketilen kısımlarda kalite özelliklerini arttırmıştır.

Sağlam ve ark. 2015'te Isıtmasız cam sera koşullarında kış sezonunda agrimol örtü uygulaması ile solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvrıkcık yapraklı salatanın verim, kalite ve bitki gelişimine etkisini araştırmışlar, elde edilen bulgular sonucunda sıvı solucan gübresi uygulamasının, pH ve SÇKM parametrelerini önemli ölçüde artırdığını saptamışlardır.

Çıtak ve ark, 2011'de tarla koşullarında kış döneminde yürütülen bir çalışmada, farklı dozlarda solucan gübresi ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Toprağın pH, EC ve organik madde değerleri tüm uygulamalarda kontrole oranla farklı derecelerde artışlar göstermiş olduğunu tespit etmişlerdir.

Tavalı ve ark. 2017'de açık tarla koşullarında yürüttükleri bir çalışma ile beyaz baş lahanaya yetiştiriciliğinde solucan gübresinin kullanım olanakları belirlenmeye çalışmışlardır. Araştırmada gübreleme materyali olarak solucan gübresinin yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmıştır. Çalışma sonunda alınan bitki örneklerinde kalite özellikleri baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, ortalama baş ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH, vitamin C ve baş kuru ağırlığı parametreleri ölçülmüş, elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda solucan gübresi uygulaması beyaz baş lahananın baş çapı, baş yüksekliği, ortalama baş ağırlığı, pH ve SÇKM gibi kalite özellikleri değerlerini kontrole göre istatistiksel açıdan olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Maltaş ve ark, 2017'te kırmızı baş lahanaya yetiştiriciliğinde solucan gübresinin kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütülen bir çalışmada

solucan gübresi uygulamalarına bağı olarak baş lahanaların pH, SÇKM ve Vitamin C değerlerinin artış gösterdiği bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4. Baş soğanların kalite özelliklerine ilişkin sonuçlar

Uygulamalar	SÇKM (%)	pH	Baş Çapı (mm)	Baş Uzunluğu (mm)	Baş Ağırlığı (g)
K	15,73	5,44 b	58,47 b	51,00	75,03 b
S	15,33	5,56 a	63,85 a	54,46	94,30 a
SM	15,63	5,59 a	65,74 a	54,09	88,68 a
M	14,90	5,61 a	64,10 a	54,66	87,20 ab

4.3 Fasulye ve soğanda verim

Fasulyede verim ile ilgili bulgular Çizelge 4.5 gösterilmiştir. Uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür. Verim sonuçlarında S uygulamasının en yüksek değeri aldığı, SM ve M uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve S uygulamasını takip ettiği, en sonda K uygulamasının ayrı bir grupta olduğu tespit edilmiştir.

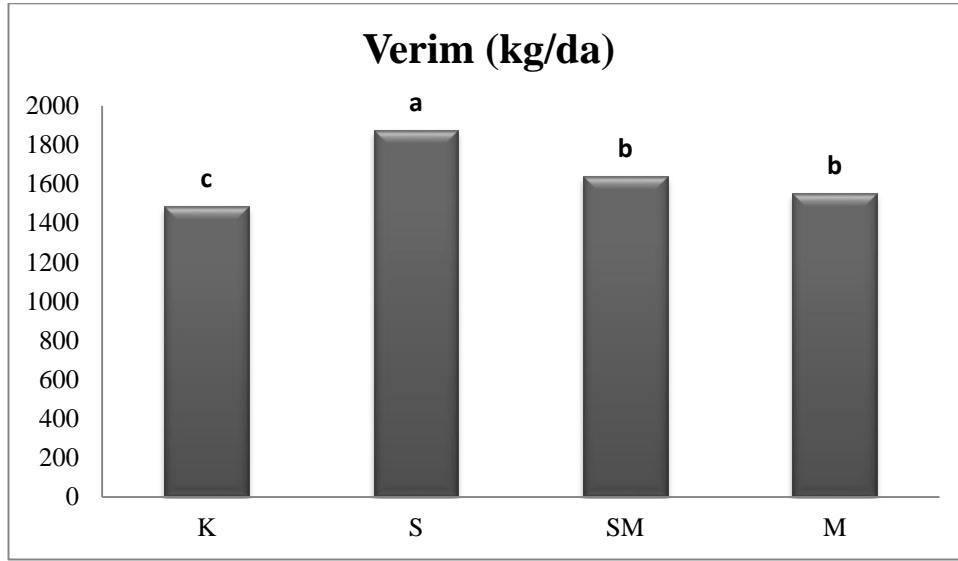
Bitki gelişimi ve bakla özelliklerindeki saptanan sonuçlara göre; verimin uygulamalarda yüksek sonucu alması beklenen bir durumdur. S uygulaması bitkiye sağladığı katkı netiesinde en yüksek verimi vermiştir. S uygulaması K uygulamasına göre %21, SM uygulaması %9, M uygulaması %4 oranında verim artışı meydana getirmiştir. S uygulaması dışındaki uygulamalar verimde önemli düzeyde artış sağlamamıştır.

Alam ve ark, 2007’de yaptıkları bir çalışmada, solucan gübresi ve kimyasal gübreleri beraber kullanılmışlar ve bu uygulama ile patates veriminin önemli ölçüde arttığını, en yüksek verim artışının 500-1000 kg/da solucan gübresi ve tavsiye edilen dozda kimyasal gübre uygulaması ile elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Tavalı ve ark. 2014’te tarla koşullarında yürüttükleri bir çalışmada beyaz baş lahana yetiştiriciliğinde solucan gübresinin kullanım olanaklarını belirlemeye çalışılmışlardır. Araştırmada gübreleme materyali olarak solucan gübresinin yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmışlardır. Verim kontrole oranla %43.75 artmış ve ekonomik faktör göz önüne alındığında uygulanan kimyasal gübrelemeye ek olarak solucan gübresinin 400 kg da⁻¹ dozunun beyaz baş lahana yetiştiriciliği için uygun olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.5. Solucan Gübresi ve Mikoriza uygulamalarının fasulyede verim üzerine etkileri (kg/da)

Uygulamalar	Verim (kg/da)
K	1485 c
S	1875 a
SM	1640 b
M	1550 b



Şekil 4.1 Fasulyede verim değerlerine ilişkin grafik

Soğanda verim ile ilgili bulgular Çizelge 4.5 gösterilmiştir. Uygulamalar arasında istatistiksel fark görülmüş, en yüksek verim değerleri sırasıyla S, SM, M uygulamalarından elde edilmiştir. Bu üç uygulama aynı grupta yer almış ve K uygulamasından farklı bulunmuştur.

Soğanda verim, bitki gelişimi ve baş kalite özelliklerine benzer sonuçları vermiştir. Yani, M uygulaması fasulyeden farklı olarak soğanda olumlu etki yapmış, SM ve M uygulamaları da S uygulamasına yakın verim sonuçlarını vermiştir.

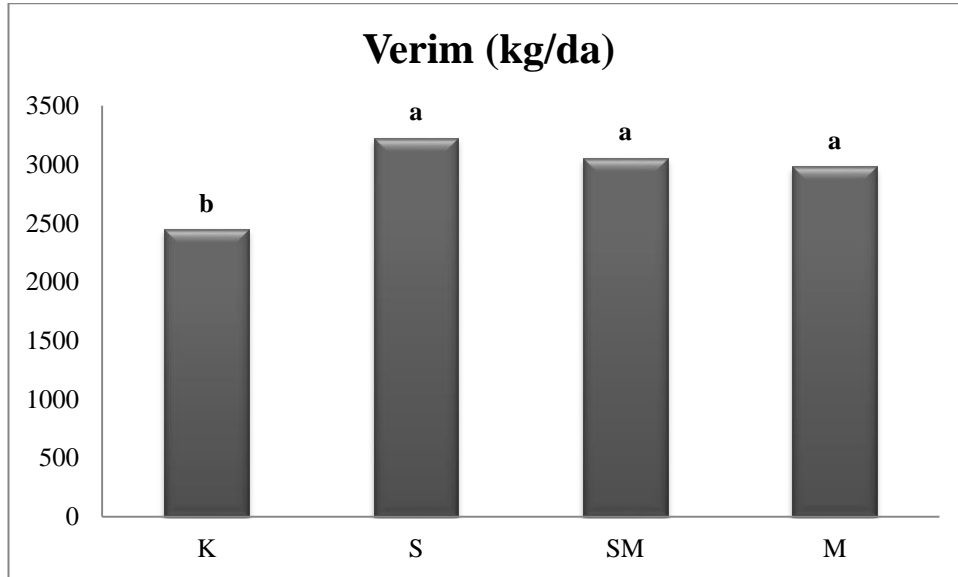
Soğanda S uygulaması, K uygulamasına göre %24, SM uygulaması %20 ve M uygulaması ise %18 daha yüksek verim vermiştir.

Ali ve ark, 2007'de Kompost ve solucan gübresi karışımının marul yetiştirme ortamı olarak kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, en iyi marul veriminin 20/80 (kompost/solucan gübresi) karışımında gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Rangarajan ve ark, 2008’de, solucan gübresinin termofilik komposta göre lahana verimini daha fazla arttırdığını belirtmişlerdir.

Ekin ve ark, 2013’te farklı potasyum dozlarında Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) uygulamalarının patatesin yumru verimi ve yumru iriliği dağılımına etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada, AM fungusunun yalnız ve potasyumlu gübre ile birlikte uygulanması patatesin yumru verimlerini arttırdığını, bununla birlikte, AM fungusunun kullanımının küçük yumru oranını azaltırken, orta ve büyük yumru oranını arttırdığı sonucuna varmışlardır. AMF *Glomus intraradices* uygulamasının patatesteki potasyum gübresi kullanımını azaltmak için büyük bir potansiyele sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özkan ve ark, 2016’da, organik bir gübre olan solucan gübresinin farklı dozlarını kullanarak bazı bitki ve toprak özellikleri üzerine olan etkisini araştırmışlar, Örtüaltı koşullarında yürütülen çalışmada bitki materyali olarak da Catrina F₁ çeşidi ıspanak kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, verim, bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni, bitki ağırlığı ve kök ağırlığı değerlerinin arttığı ve değişimin istatistiksel anlamda önemli olduğu belirtmişlerdir. Verim/kök ağırlığı oranı verilen solucan gübresi miktarı ile genellikle azalmış ancak istatistiksel anlamda bir fark olmadığını saptamışlardır.



Şekil 4.2. Soğanda verim değerlerine ilişkin grafik

Çizelge 4.6. . Solucan Gübresi ve Mikoriza uygulamalarının soğanda verim üzerine etkileri (kg/da)

Uygulamalar	Verim (kg/da)
K	2450 b
S	3225 a
SM	3055 a
M	2980 a

4.4 Fasulye ve Soğan yapraklarındaki besin elementlerine ilişkin sonuçlar

Fasulyede yapılan yaprak analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, N dışında tüm makro ve mikro besin elementleri alımına uygulamaların etkisi istatistiksel önemde bulunmamıştır. Fasulyede yapraklardaki N içeriği en yüksek uygulamasından elde edilmiş, bu uygulamayı SM, M ve K uygulamaları takip etmiştir. N içeriği bitki gelişimini arttırmıştır. Bu bitki gelişme parametre sonuçlarımızda ortaya konmuştur. Bitkinin yeşil aksam gelişimi, fotosentezi ve kuru madde birikimini arttırmış; bu durum bakla kalite özelliklerine ve verime olumlu şekilde yansımıştır.

Soğan bitkilerinde yapılan yaprak analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, fasulyedeki sonuçlara benzer şekilde uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark sadece N içeriğinde tespit edilmiştir. En yüksek N içeriği, S uygulamasından elde edilmiş, SM ve M uygulamaları aynı grupta yer alarak bu uygulamayı takip etmiş, K en düşük değerde bulunmuştur.

Soğanda fasulyeden farklı olarak, *Glomus mosea* mikoriza türü bitki besin elementi alımını olumlu yönde etkilemiştir. İstatistiksel anlamda önemli olmasa da N dışında diğer makro ve mikro element içerikleri en yüksek M uygulamasında tespit edilmiştir. Bu durum besin element içeriğinde belirgin fark yaratmasa da verim etkilenmiş; M ve SM uygulamalarında, S uygulamasına yakın değerlerde verim sonuçları elde edilmiştir.

Çığışar ve ark, 2000’de sera hıyar yetiştiriciliğinde VA mikorizanın bitki büyümesi üzerine etkilerini incelemiştir. Yayla F1 çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada sterilize edilmiş ve edilmemiş 1:1:1 (çiftlik gübresi: bahçe toprağı: dere kumu) harcına *Glomus mossea* ve *Glomus fasciculatum* karışımlar (10 g/bitki) inokule edilmiştir. Ayrıca ayda bir kez sökülen bitkilerde biyomas ölçümleri ile bitkiler tarafından kaldırılan P, Zn ve Mn miktarlar ile mikorizal infeksiyon oranlar

saptanmıştır. Mikorizal inokulasyonun bitki büyümesine olan etkisi yüksek P, Zn ve Mn alımına bağlandığını bildirmişlerdir.

Çıtak ve ark, 2011’de tarla koşullarında kış döneminde yürüttükleri bir çalışmada, farklı dozlarda solucan gübresi ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine solucan gübresi uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprağın N, P, K ve Mg içeriklerine ahır gübrelili uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ahır gübresi uygulamasının diğer uygulamalara oranla bitki gelişimi, besin elementi kapsamı ve toprak verimliliği bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Tavalı ve ark, 2014’te tarla koşullarında yaptıkları çalışmada beyaz baş lahana yetiştiriciliğinde solucan gübresi kullanım olanakları belirlenmeye çalışmışlardır. Bitkinin mineral beslenme durumu da (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda solucan gübresi uygulaması beyaz baş lahana yapraklarının N, K konsantrasyonlarını artırdığını tespit etmişler. Lahana yaprağında özellikle N ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının solucan gübresi uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı sonucuna varmışlardır.

Maltaş ve ark, 2017’de kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde solucan gübresinin kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütülen bir çalışmada, bitkilerin mineral beslenme durumları (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda solucan gübresi uygulaması lahana yapraklarında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin konsantrasyonlarının ve buna bağlı olarak da bitki verimini (kontrole oranla % 52.65) arttırdığını saptamışlardır.

Çizelge 4.7. Fasulye bitki yapraklarının makro ve mikro besin element içeriklerine ilişkin sonuçlar

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
K	4,28 c	0,16	2,20	2,89	0,36	16,83	545,29	212,33	26,26
S	5,81 a	0,16	2,14	2,76	0,36	17,87	506,03	227,01	26,09
SM	4,82 b	0,12	1,44	1,92	0,33	13,48	599,10	162,54	20,92
M	4,39 c	0,15	2,13	2,72	0,35	16,91	504,78	222,50	24,94

Çizelge 4.8. Soğan bitki yapraklarının makro ve mikro besin element içeriklerine ilişkin sonuçlar

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
K	4,08 c	0,22	2,75	1,71	0,29	15,19	89,28	55,50	22,34
S	5,23 a	0,21	2,82	1,68	0,28	15,33	117,61	61,25	20,70
SM	4,78 b	0,20	2,81	1,70	0,29	14,52	132,33	70,62	24,47
M	4,63 b	0,19	2,97	1,89	0,29	15,75	158,79	96,22	24,41

4.5 Parsellerden deneme öncesinde ve sonrasında alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına ilişkin değerler

Çalışma kapsamında soğan yetiştiriciliği yapılan parsellerden örneklenen toprak numunelerine ait analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.9) en yüksek P değeri H.S. (K) uygulamasından (27.52 ppm) elde edilirken, en düşük P içeriği H.S. (S) uygulamasından (24.05 ppm) elde edilmiştir. Ca içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S (SM) uygulamasından (4028.66 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (S) uygulamasından (2628,18 ppm) elde edilmiştir. K içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S (SM) uygulamasından (186,57 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (S) uygulamasından (134,49 ppm) elde edilmiştir. Mg içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S (SM) uygulamasından (232,74 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (K) uygulamasından (200,59 ppm) elde edilmiştir. Na içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S (M) uygulamasından (153,18 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (K) uygulamasından (23,13 ppm) elde edilmiştir. pH özelliğine ait sonuçlarda en yüksek değer D.Ö toprak örneklerinden (7,32) elde edilirken, en düşük değer H.S. (SM) uygulamasından (6,97) elde edilmiştir. EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) özelliğine ait sonuçlarda en yüksek değer D.Ö toprak örneklerinden (258) elde edilirken, en düşük değer H.S. (SM) uygulamasından (231) elde edilmiştir. Topraktaki kireç içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S. (K) uygulamasından (%50,01) elde edilirken, en düşük değer D.Ö toprak örneklerinden (%38,01) elde edilmiştir. Topraktaki organik madde içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S. (K) uygulamasından (%1,57) elde edilirken, en düşük değer H.S. (M) uygulamasından (%0,57) elde edilmiştir. Farklı uygulamaların toprak örneklerine ait yapılan analiz sonuçlarında tekstür sınıfları tüm uygulama toprakları için Killi-Tınlı sınıfı olarak elde edilmiştir. İnorganik Azot içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değerler H.S (S) (5,6 ppm) ve H.S (SM) (5,6 ppm) uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler D.Ö toprak örneği (2,8 ppm) ve H.S. (M) uygulamasından (2,8 ppm) elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında fasulye yetiştiriciliği yapılan parsellerden örneklenen toprak numunelerine ait analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.10) en yüksek P değeri H.S. (K) uygulamasından (27.52 ppm) elde edilirken, en düşük P içeriği H.S. (S) uygulamasından (25.83 ppm) elde edilmiştir. Ca içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer E.Ö toprak örneklerinden (3167,76ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (S) uygulamasından (2604,34ppm) elde edilmiştir. K içeriğine ait sonuçlarda en

yüksek değer E.Ö toprak örneklerinden (159,01 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (S) uygulamasından (116,74 ppm) elde edilmiştir. Mg içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S (SM) uygulamasından (218,56 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (K) uygulamasından (200,59 ppm) elde edilmiştir. Na içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer E.Ö toprak örneklerinden (24,89 ppm) elde edilirken, en düşük değer H.S. (S) uygulamasından (23,07 ppm) elde edilmiştir. pH özelliğine ait sonuçlarda en yüksek değer E.Ö toprak örneklerinden (7,32) elde edilirken, en düşük değer H.S. (SM) uygulamasından (7,06) elde edilmiştir. EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) özelliğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S. (M) uygulamasından (265) elde edilirken, en düşük değerler H.S. (S) ve H.S (SM) uygulamalarından (208) elde edilmiştir. Topraktaki kireç içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S. (K) uygulamasından (%50,01) elde edilirken, en düşük değer E.Ö toprak örneklerinden (%38,01) elde edilmiştir. Topraktaki organik madde içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değer H.S. (K) uygulamasından (%1,57) elde edilirken, en düşük değer H.S. (M) uygulamasından (%0,03) elde edilmiştir. Farklı uygulamaların toprak örneklerine ait yapılan analiz sonuçlarında tekstür sınıfları tüm uygulama toprakları için Killi-Tınlı sınıfı olarak elde edilmiştir. İnorganik Azot içeriğine ait sonuçlarda en yüksek değerler H.S (S) (9,8 ppm) ve H.S (SM) (9,8 ppm) uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler E.Ö toprak örneği (2,8 ppm) ve H.S. (M) uygulamasından (2,8 ppm) elde edilmiştir.

Sonuçlar Karaman (2012) tarafından bildirilen limit değerlerine göre karşılaştırıldığında; soğan yetiştiriciliği yapılan parsellerden örneklenen toprak numunelerinde P değerleri H.S (S) ile H.S (M) yeterli grubunda yer alırken, diğer uygulamalara ait sonuçlar fazla grubunda yer almıştır. Ca değerleri H.S (SM) uygulamasında fazla grubunda yer alırken diğer uygulamalarda yeterli grubunda değerlendirilmiştir. Tüm uygulamalarda K ve Mg değerleri yeterli grubunda yer almıştır. Tüm uygulamalarda pH değeri bakımından toprak örnekleri nötr grupta yer alırken, EC değerleri düşük grupta değerlendirilmiş, tuz içeriği bakımından tuzsuz, kireç içeriği bakımından çok fazla kireçli bulunmuştur. Organik madde içeriği bakımından H.S (M) uygulamasına ait toprak örneğinde organik madde içeriği çok az bulunurken, diğer uygulamalara ait örneklerde bu değer az bulunmuştur. Yapılan uygulamalar tekstüre etki etmemiş, tüm uygulamalarda tekstür sınıfı killi tınlı olarak belirlenmiştir.

Fasulye yetiştiriciliği yapılan parsellerden örneklenen toprak numunelerine ait sonuçlar; Karaman (2012) tarafından bildirilen limit değerlerine göre incelendiğinde, P değerleri H.S (S) ile H.S (M) yeterli grubunda yer alırken diğer uygulamalara ait sonuçlar fazla grubunda yer almıştır. Tüm uygulamalarda Ca değerleri yeterli grubunda yer alırken K ve Mg değerleri yeterli grubunda yer almıştır. Tüm uygulamalarda pH değeri bakımından toprak örnekleri nötr grupta yer alırken, EC değerleri düşük grupta değerlendirilmiş, tuz içeriği bakımından tuzsuz, kireç içeriği bakımından çok fazla kireçli bulunmuştur. Organik madde içeriği bakımından H.S (SM) ve H.S (M) uygulamalarına ait toprak örneklerinde organik madde içeriği çok az bulunurken, diğer uygulamalara ait örneklerde bu değer az bulunmuştur. Yapılan uygulamalar tekstüre etki etmemiş, tüm uygulamalarda tekstür sınıfı killi tınlı olarak belirlenmiştir.

Özkan ve ark (2016) tarafından yapılan çalışmada, solucan gübresi uygulaması ile toprak örneklerinde toprak özelliklerinden; toprak reaksiyonu ve fosfor değerleri üzerinde solucan gübresi uygulamalarının istatistiksel anlamda önemli etkileri tespit edilirken, bu etkiler fosfor değerinde dozla birlikte artış göstermiş, toprak reaksiyonu için 2 ton/da dozunda en yüksek değeri vermiştir. Solucan gübresi uygulaması ile suda çözünebilir tuz, kireç, organik madde miktarında da değişme olmuş, fakat bu değişiklikler istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.9. Soğan yetiştiriciliği yapılan deneme parsellerinden dikim öncesi ve hasat sonrası alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Örnek	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	pH (1:2,5)	EC (µS/cm)	Kireç (%)	Org.Mad (%)	Tekstür	İnorganik Azot (ppm)
D.Ö	27,2	3167,76	159,01	203,75	24,89	7,32	258	38,01	1,36	Killi Tınlı	2,8
H.S (K)	27,52	2628,18	137,35	200,59	23,13	7,15	244	50,01	1,57	Killi Tınlı	4,2
H.S (S)	24,05	2943,85	134,49	207,82	27,15	7,1	243	48,32	1,49	Killi Tınlı	5,6
H.S (SM)	26,58	4028,66	186,57	232,74	46,72	6,97	231	40,17	1,52	Killi Tınlı	5,6
H.S (M)	24,93	3037,8	163,14	203,52	153,18	7,14	240	42,32	0,57	Killi Tınlı	2,8

D.Ö: Dikim Öncesi, H.S: Hasat Sonrası

Çizelge 4.10. Fasulye yetiştiriciliği yapılan deneme parsellerinden ekim öncesi ve hasat sonrası alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Örnek	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	pH (1:2,5)	EC (µS/cm)	Kireç (%)	Org.Mad (%)	Tekstür	İnorganik Azot (ppm)
E.Ö	27,2	3167,76	159,01	203,75	24,89	7,32	258	38,01	1,36	Killi Tınlı	2,8
H.S (K)	27,52	2628,18	137,35	200,59	23,13	7,15	244	50,01	1,57	Killi Tınlı	4,2
H.S (S)	25,83	2604,34	116,74	208,1	23,07	7,18	208	48,63	1,17	Killi Tınlı	9,8
H.S (SM)	26,48	2999,21	143,33	218,56	23,16	7,06	208	48,01	0,98	Killi Tınlı	9,8
H.S (M)	26,65	2767,81	143,94	205,62	24,38	7,19	265	41,39	0,03	Killi Tınlı	2,8

E.Ö: Ekim Öncesi, H.S: Hasat Sonrası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde gübreleme yüksek verim ve kalite açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle son yıllarda önemi daha iyi anlaşılan organik tarım ve sürdürülebilir tarım için gübrelemenin, bu bağlamda organik ve biyogübre kaynaklarının tespit edilmesi, tarımsal üretimde uygulamalarının genişletilmesi önem kazanmıştır. Bu çalışmada da önemli organik gübre kaynaklarından olan solucan gübresinin ve önemli biyogübre kaynaklarından mikorizanın soğan ve fasulye bitkileri yetiştiriciliğinde ayrı ayrı ve birlikte etkileri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında; fasulye ve soğan yetiştiriciliği yapılan parsellerde solucan gübresi ve mikoriza uygulamalarının etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla verim, bitki gelişim parametreleri, bakla ve baş özellikleri değerlendirilmiş, yaprak ve toprak analizleri yapılmıştır. Bitki gelişim parametreleri kapsamında; soğanda bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök ve yeşil aksam, yaş-kuru ağırlığı; fasulyede bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök-yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Baş ve bakla özellikleri kapsamında soğanda SÇKM, pH, soğan ağırlığı, soğan çapı, soğan ebatları ölçülmüş, fasulyede ise bakla uzunluğu, bakla ağırlığı, bakladaki tohum sayısı, bakla ebatları değerlendirilmiştir. Yaprak analizleri kapsamında; makro ve mikro besin element içerikleri değerlendirilmiş olup, toprak analizleri kapsamında ise ekim-dikim öncesi ve hasat döneminde alınan toprak örneklerine makro ve mikro besin elementleri ile birlikte tekstür sınıfları, pH, EC değeri, kireç miktarı, organik madde içeriği tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre yapılan uygulamaların toprak tekstürü, pH ve EC değerleri, tuz içeriği ve kireç miktarına etki etmediği tespit edilmiştir. Organik madde içeriğinin hem soğan, hem de fasulyede mikoriza uygulaması yapılan parsellerde hasat sonrası alınan örneklerde düştüğü belirlenmiştir. Toprak makro ve mikro besin elementleri önceki çalışmalarda belirtilen limitlere göre sınıflandırıldığında, yapılan uygulamaların soğan parsellerinde P ve Ca, fasulye parsellerinde ise sadece P içeriği bakımından farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Yaprak analizleri sonuçlarına göre; N içeriği bakımından yapılan uygulamalarla kontrole göre istatistiksel açıdan önemli bir artış elde edilirken, diğer makro ve mikro besin elementlerinde ise farklılık tespit edilmemiştir. Verim değerleri her iki türde de yapılan uygulamalar ile kontrole göre istatistiksel anlamda önemli seviyede artış

göstermiş, en yüksek verim değeri solucan gübresi uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Bakla ve soğan kalite özelliklerine ait sonuçlar incelendiğinde; her iki türde de genel anlamda yapılan uygulamaların kontrole göre önemli artışlar gösterdiği ve solucan gübresi uygulamasının çoğu parametrede en yüksek değeri veren uygulama olduğu belirlenmiştir. Bitki gelişim parametreleri açısından fasulyede ekimi takip eden 30. günde yapılan ölçümlerde yapılan uygulamaların etkilerinin önemli olmadığı, 45. günde yapılan ölçümlerde ise solucan gübresi uygulamasının kök ağırlığı, yeşil aksam yaş ağırlığı ve yeşil aksam kuru ağırlığını önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Fasulyede ise gerek 30. günde gerekse de 45. günde yapılan ölçümlerde, solucan gübresinin incelenen özelliklerde kontrole göre önemli seviyede artış gösterdiği, diğer uygulamalarda önemli seviyede bir etki göstermediği belirlenmiştir. Ekim öncesinde alınan toprak örnekleri ile hasat sonrası alınan toprak örneklerindeki içerikler karşılaştırıldığında; S ve SM uygulamalarında inorganik azot ve organik madde içeriklerinde artış olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamalardaki söz konusu artışın solucan gübresinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öte yandan M uygulamasında genel olarak solucan gübresi ile elde edilen artışın azaldığı belirlenmiştir. Bu durumun ise mikorizanın topraktaki organik maddenin çözünmesi ve yıkanmasına sebep olduğundan ve olabileceği bitkiler tarafından kaldırılan besin elementi miktarını artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; özellikle verim, bakla ve soğan kalite özellikleri ve bitki gelişim özelliklerine olumlu etkileri göz önüne alındığında, solucan gübresi uygulamasının soğan ve fasulye yetiştiriciliğinde uygulanabileceği belirlenmiştir. Mikoriza uygulamaları solucan gübresinden elde edilen olumlu sonuçları göstermezken, solucan gübresi ile beraber uygulandığında incelenen özelliklerin çok önemli bir bölümünde, solucan gübresinin olumlu etkilerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Tüm bu nedenlerle özellikle organik tarım ve sürdürülebilir tarım tekniklerinde, büyük önem taşıyan organik gübre kaynağı ihtiyacı hususunda solucan gübresinin faydalı bir kaynak olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma; daha sonra konu ile ilgili yapılacak gelecek çalışmalarda, ilgili türlerde en uygun solucan gübresi dozunun belirlenmesine yönelik çalışmaların uygulamaya katkı sunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adiloğlu A., E. Açıkgöz F., Adiloğlu, S. ve Solmaz Y. (2015). Akuakültür atığı ve solucan gübresi uygulamalarının salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) bitkisinin verim, bazı bitki besin elementi içeriği ile bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, proje no: NKUBAP.00.24.AR.15.11*.
- Afek, U., J.A. Menge, E. L. ve V. Johnson. (1991). Interaction Among Mycorrhizae, Soil Solarization, Metalaxyl and Plants in The Field. *Plant Disease* 75 (7): 665-671 1991. *Department of Plant Pathology, University of California, Riverside, CA 92521, USA*.
- Akçin, A. (1988). *Yemelik Tane Baklagiller*. Selçuk Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 8, 41189, Konya.
- Akgül, A. (1987). Soğansı Gıda Aromaları ve Ürünleri. *Gıda*, 1: 61-67.
- Akpınar, Ç. (2011). Kanola Sonrası Yetiştirilen II. Ürün Mısır Bitkisine Mikoriza Aşılmasının Verim ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Adana, 164.
- Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Ashraf, M.A, and Islam, M.K. (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12): 1879-1888.
- Altuntaş, Ö., Abak, K., Daşgan, H.Y. (2015). Serada Biber Yetiştiriciliğinde Arbusküler Mikorhizal Fungus Kullanımının Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2): 144-151.
- Altuntas, O., Dasgan, H.Y., Akhondnejad, Y. (2016). Mikoriza'nın, *Capsicum annum* L.'nin tuz regülasyonu üzerindeki etkisini iyon regülasyonu ile etkileri. XVIth EUCARPIA Capsicum ve Patlıcan Çalışma Grubu Toplantısına İlişkin Anlatılar, 12-14 Eylül 2016, Kecskemét, Macaristan 2016 s.204-211.
- Altuntas, O., Dasgan, H.Y., Kutsal, I.K. (2016). Tuzluluk stresi altında Mycorrhiza'nın biber bitkisinin büyümesi ve besinleri üzerindeki etkileri. XVIth EUCARPIA Capsicum ve Patlıcan Çalışma Grubu Toplantısı, memorianda Dr. Alain Palloix, 12-14 Eylül 2016, Kecskemét, Macaristan 2016 s.194-202.
- Anonim, (1983). *Malatya İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu*. Genel yayın no: 733, T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak-Su Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2018. http://www.tarimkutuphanesi.com/gubre_ve_gubreleme_00275.html. Erişim tarihi: 19.09.2018.
- Anonim.(2010).www.soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/sinir.html.(Erişim 21 Eylül, 2018).

- Aragão, F. J. L., Brasileiro, A. C. M., Ribeiro, S. G., Faria, J. C., Rech, E. L. (1995). Inoculation of Bean and Soybean with Cloned Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) DNA Using Particle Acceleration. *Fitopatologia Brasileira* 20(4): 642-644.
- Arancon, N.Q, Edwards C.A, Bierman, P, Metzger J.D, Lee, S. ve Welch, C. (2002). Effects Of Vermicompost On Growth And Marketable Fruits Of Field-Grown Tomatoes, Peppers And Strawberries. *Pedobiologia*, 47: 731- 735.
- Arancon, N. ve Edwards, C.A. (2005) Effects of vermicomposts on plant growth. *International Symposium Workshop on Vermitechnology Philippines*.
- Arihara, J. ve Karasawa, T. (2000). Effect of Previous Crops on Arbuscular Mycorrhizal Formation and Growth of Succeeding Maize. *Soil Sci. Plant nutr*, 46 (1): 43-51.
- Atiyeh R, Edwards C, Subtler S, Metzger J. (2000). Effect of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia*, 44: 579- 590.
- Azarmi, R. Giglou, M.T., Talesmikail, RD, (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*.7 (14), 2397-2401.
- Azcón R., M. Gómez., R. Tobar, (1996). Physiological and Nutritional Responses by *Lactuca sativa* L. to Nitrogen Sources and Mycorrhizal Fungi Under Drought Conditions. *Biology and Fertility of Soils*, Volume 22, Numbers 1-2, Pages:156-161.
- Bagalı, A.N., Patıl, H.B., Chimmad, V.P., Patıl, R.L., Patıl, R.V. (2012), Effect of Inorganics and Organics on Growth and Yield of Onion (*Allium Cepa* L.), *Karnataka Journal Agriculture Sciences, India*, 25(1), 112-115.
- Bai BA, Malakout MJ, (2007). The effect of different organic manures on some yield and yield quality parameters in Onion. *Iran Soil and Water Sciences Journal*, 21 (1): 43-33.
- Barley, K. P. 1961. Plant nutrition levels of vermicast. *Advances in Agronomy*. 13, 25.
- Bayraktar, K. (1958). Türkiyede Yetiştirilen Başlıca Soğan Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 16.
- Benkeblia, N. (2005). Free-Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Properties of Some Selected Onions (*Allium cepa* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.) Extracts. *An International Journal*, 48, 753-759.
- Beşirli, G. (2002). Domateste Organik Bitki Besin Maddesi Uygulamalarının Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları.

- Biermann, B. and Linderman, R. G., (1983). Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host growth response to vesicular – arbuscular mycorrhizae. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 962 – 971.
- Buchanan, M.A., Russell, E., Block, S.D. (1988). Chemical characterization and nitrogen earthworms in environmental and waste management In C.A.Edwards and E.F. Neuhauser (Eds.), *SPB Acad. Publ., the Netherlands*, 231-239.
- Buckerfield, J.C. ve Webster, K.A. (1998). Worm worked waste boosts grape yields prospects for vermicompostuse in vineyards. *Australia and New Zealand Wine Industry Journal*, 13, 73-76.
- Büyükfiliz, F., (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Verim ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*. 1-44.
- Bayram, A., (2000). Bazı Mikoriza Türlerinin Amerikan Asma Fidanlarının Kök ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yasin, S. (2011). Vermikompost ve Ahrır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia Oleracea* Var. L) Bitkisinin Gelişimi Ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1):56-69.
- Çiftçi C.Y., (2004). Dünyada ve Türkiye’de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınları Dizisi, No.5, Ankara, 88s.
- Dalkılıç, Z., ve E. Taştekin, (2006). Turunç (*Citrus aurantium* L.) ve Kaba limon (*C. Jambhrini* Lush.) Çöğürlerinde Mikoriza ve Fosfor Uygulamasının Fidan Gelişimi Üzerine Etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Cilt 5, Sayı 1, Sayfalar 61 - 73.
- Daniels-Hylton K D M & Ahmad M H. (1994). Inoculation response in kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia in non-sterilized soil. *Biology and Fertility of Soils*, 18: 95-98.
- Dasgan, H.Y., Çetintürk, T., Altuntaş, O., 2017. Biofertilizatörlerin topraksız organik yetiştirilen sera domatesi üzerindeki etkileri. III Organik Sera Seracılığı Uluslararası Sempozyumu, 30 Haziran 2017.
- Demir, S., (2004). Influence of Arbuscular Mycorrhiza on Some Physiological Growth Parameters of Pepper. *Turkish Journal of Biology*, 2004, 28 (2-4): 85-90.
- Demirtaş, I., Arı, N., Arpacıoğlu, A., Kaya,H., Özkan, C., (2005), Değişik organik kökenli gübrelerin kimyasal özellikleri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya*.

- Doğmuş, T., Doğanoğlu, Ö. (2003). Süleyman Demirel Üniv. Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2003, ISSN: 1302 – 7085 Sayfa: 103-118.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H. (1979). Yield Rewaponso to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 33, p. 1-193, Rome.
- Edwards CA, Burrows I. (1988). The Potential Of Earthworm Composts As Plant Growth Media. In: Edwards, CA, Neuhauser E, (Eds.) Earthworms İn Waste And Environmental Management. *Spb Academic Press, The Hauge, The Netherlands, Pp. 21-32.*
- Edwards, C.A. and Niederer, A. (1988). The Production and Processing of earthworm Protein. In earthworm in Waste and Environmental Management. C.A. Edwards and E.F. Nuehauser (eds.) *SPB Academic Publishing, the Netherlands, 169-180.*
- Edwards, C.A., and Bohlen, P.J. (1996) *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York
- Eker M, (2016). Vermikompost ve diğer bazı organik gübrelerin farklı dış mekân süs bitkilerinin gelişimine etkisinin araştırılması. Namık Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi.*
- Erşahin, Y., (2007). Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 24(2),99107*
- Gepts P, (2001). Origins of plant agriculture and major crop plants, in: Our fragile world, forerunner volumes to the encyclopedia of life-supporting systems. MK Tolba (ed.) *EOLSS Publishers, 1:629- 637 Oxford, UK.*
- Guo, T., Zhang, J., Christie, P., Li, X. L., (2006). Influence of nitrogen and sulphur fertilizers and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on yield and pungency of spring onion. *Journal of Plant Nutrition, 29: (10) 1767-1778.*
- Gutiérrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Montes Molina, J.A., Nafate, C.C., AbdudArchila, M., Oliva Llaven, M.A., Rincón-Rosales, R. ve Deendoven L., (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology 98, 2781-2786.*
- Günay A, (2005). *Sebze yetiştiriciliği*. Cilt 2, 345. İzmir.
- Hacısalihogđlu, G. Duke, E R & Longo, L M. (2005). Differential response of common bean genotypes to mycorrhizal colonization. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 118: 150-152.*
- Harley, J. L. and Smith, S. E., (1983). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. New York, 483 P.
- Hınıslı, N. (2014). Vermikompost gübresinin kıvrıcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması.

- Namık Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Jahan, F.N., Shahjalal, A.T.M., Paul, A.K., Mehraj, H., Uddin, A.F.M.J. (2014). Efficacy of Vermicompost and Conventional Compost on Growth and Yield of Cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10 (1): 33-38.
- Jansa J., Vos'atka, M. (2000). In vitro and post vitro inoculation of micropropagated Rhododendrons with ericoid mycorrhizal fungi, *Applied Soil Ecology*, 15, 125–136.
- Jones, H.A., Mann, L.K. (1963). Onions and their allies. World Crops Books, London.
- Kale, R.D., Bano, K. (1986). Field Trails With Vermicompost (Vee Camp E. Uas-83) On Organic Fertilizer. Proceedings Of National Seminar On Organic Wastes Utilization, Eds.Dash MC, Senapathi BK, Mishra PC 151-160 P.
- Karaarslan, E. (2012) Doğal Yollarla Organik Madde Kazandırılmış Kum Ortamında Yetiştirilen Soğan (*Allium cepa* L.) Bitkisine Aşılana Beş Farklı Mikoriza Sporunun İnfeksiyon Oranlarının Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 26 (2): (2012) 46-54 ISSN:1309-0550.
- Karaca, H. ve Kaya, Z., (2009). Mikoriza ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Toprakta Fosfor Alımına Etkisi. Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana 20-2*.
- Karaman, M.R., (2012). *Bitki Besleme*. Dumat Ofset, Yenimahalle/ANKARA.
- Kaya, C., D., Higgs, H. Kirnak, İ., Tas, (2002). Mycorrhizal Colonisation Improves Fruit Yield and Water Use Efficiency In Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) Grown Under Well – Watered and Water – Stressed Conditions. *Plant and Soil* 253:287 – 292.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., & Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 51-58.
- Lawande, K.E., Khar, A., Mahajan, V., Srinivas, PS, Sankar, V., Singh, R.P. (2016). Hindistan'da soğan ve sarımsak araştırmaları. *Bahçe Bitkileri Bilimi Dergisi*, 4 (2), 91-119.
- Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., Uz, İ., Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 155-161
- Manivannan S, Balamurugan MM, Parthasarathi K, Gunasekeran G, Ranganathan LS. (2009). Effect of Vermicompost on Soil Fertility and Crop Productivity-Beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Environ. Biol.* 30 (2): 275-281.

- Menge, J. A., Labanuskas, C. K., Johnson, E. L. V., Platt, R. G., (1978). Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. *Soil Science Society of American Journal*, 42: 926-930.
- Nagavallema KP, Wanı SP, Lacroix S, Padja VV, Vineela C, Rao B, Sahrawat KL (2006). Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer. *Icrisat*, 2 (1): 116.
- Ngakou, A., C. Megueni, D. Nwaga, M.R. Mabong, F. E. Djamba, M. Gandebe., (2006). Solanum tuberosum (L.) Responses to Soil Solarization and Arbuskuler Mycorrhizal Fungi Inoculation Under Field Conditions: Growth, Yield, Health. Status of Plants and Tubers. *Middle – East Journal of Scientific Research*. 1 (1): 23-30, 2006.
- Ordookhani, K., Khavazi, K., Moezzi, A. and Rejali, F., (2010). Influence of PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) and AMF (arbuscular mycorrhizal fungi) on antioxidant activity, lycopene and potassium contents in tomato. *African Journal of Agricultural Research*, 5(10): 1108-1116.
- Ortaş, I., N. Sarı, Ç. Akpınar, (2003). Effects of Mycorrhizal İnoculation and, Soil Fumigation on The Yield and Nutrient Uptake of Some Solanaceae as Crops (Tomato, Eggplant And Pepper) Under Field Conditions. *Agr. Med Vol*, 133.3-4, 249-258.
- Ortaş, İ. (1997). Mikoriza Nedir ?, *Tübitak Dergisi*. Şubat 1997, Sayı 351. Ankara.
- Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S. ve Köse, Ö., (1999). Mikoriza Sporlarının Üretilmesi ve Tarımda Kullanım Olanaklarının İrdelenmesi. *Doğa Dergisi*, sayı 4: 959-968.
- Ortaş, İ. (1996). *Workshop kurs notları*. Çukurova Üniversitesi, Toprak Bölümü, 2022 Mayıs. Adana.
- Ortaş, İ. (1996). The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*. 27(18 – 20): 2935 – 2946
- Özcan, H., ve Taban, S. (2000). VA-Mycorrhiza'nın Alkalin ve Asit Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimi ile Fosfor, Çinko, Demir, Bakır Ve Mangan Konsantrasyonları Üzerine Etkisi. *Türk J Agric For*. (24):629–635.
- Özdemir, Ö.L. (1968). *Sarıçam ve Karaçam Tohum Yastıklarına Mikoriza Aşılama Tekniği Üzerine Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Serisi No:27 Ankara.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., & Müftüoğlu, N. M. (2016). Vermikompostun Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-5.

- Rabinowitch, H.D., Brewster, J.L. (1990) Kök hastalıkları. İçeride: Rabinowitch HD, Brewster JL (eds) Soğan ve müttefik ürünler, vol II. CRC, Boca Raton, s. 103–154
- Sarioğlu, G., Özçelik, S. ve Kaymaz, S., (1993). Selection of Effective Nodosity Bacteria (*Rhizobium leguminosarum* biovar. viceae) from Lentil Grown in Elazığ, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 17, 569-573.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil, RT. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
- Sönmez, S. Çıtak S. ,Koçak, F. , Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin Gelişimi ve Toprak verimliliği Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2011, 28(1):56-69
- Şalk, A., Arın,L., Deveci, M. ve Polat, S., (2008). Özel sebzeçilik, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- Şehirali, S. (1988). Yemelik Dane Baklagiller. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1089. s.435. Ankara.*
- Şener, M. (1999). Soğanın Sulama Zamanının Planlanması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi.
- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No:5, Ankara
- Tüfenççi, Ş , Demir, S , Erdal, İ . (2000). Vesiküler-Arbusküler Mikorrhiza (VAM) Aşılmasının Azotlu ve Fosforlu Gübrelere Gübrelenmiş Nohut Bitkisinin N ve P İçeriği Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1),19-23.
- TÜİK, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Erişim Tarihi: 18.12.2018).
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. ISBN: 975 – 97190 – 0 – 2. S: 261 - 292.
- Werner, M. (1997). Earthworm team up with yard trimmings in orchards. *Biocycle* 38 (6): 64-65.
- Wininger, S., Gadkar, V., Gamliel, A., Skutelsky, Y., Rabinowich, E., Manor, H., Kapulnik, Y., (2003). Response of Chive (*Allium schoenoprasum*) to AM Fungal Application Following Soil Solarization under Field Conditions Symbiosis [Symbiosis]. Vol. 35, no. 1-3,pp. 117-128.
- Yağmur, B., Eşiyok, D. (2016). Solucan gübresi: vermikompost – III (*Vermikompostun Kullanım Alanları*)<http://www.dunyagida.com.tr/haber.php?nid=3202>, *ET: Mart 2016*.

- Yamaguchi, M. (1983). World Vegetables, Department of Vegetables Crops University of California at Davis, California, 184-195.
- Yourtchi, M.S., Hadi, M.H.S., Darzi, M.T. (2013). Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agriacv.). *Int. J. Agric. Crop Sci.* 5 (18): 2033-2040.
- Yücel, C., Özkan, H., Ortaş, İ., Yağbasanlar, T. (2009). Screening of wild emer wheat accessions (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides*) for mycorrhizal dependency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 513-523.
- Yünlü, S. (2011). Soğan (*Allium cepa* L.) ve Sarımsaktaki (*Allium sativum* L.) Fenolik Bileşiklerin HPLC Yöntemiyle Tayin Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Zimny L, Malak D ve Sniady R, (2001). Yielding of Sugar Beet Cultivated After Manure and Vermicompost in the Background of Increasing Doses of Nitrogen Fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science*, (47): 473-480.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Zeyni ULUĞ

Doğum Yeri ve Tarihi: MARDİN / 09.10.1980

Adres: Tandoğan Mahallesi, Yeşilçam Caddesi, Elit Yaşam 2 Sitesi, B Blok, No:43 Battalgazi/ Malatya

E-Posta: zeyniulug@gmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (2016)

Mesleki Deneyim: İçişleri Bakanlığı, Malatya Emniyet Müdürlüğü, 2007- Devam Ediyor