



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

**PATLICANDA KURŞUN VE ARBUSCULAR  
MYCORRHİZAL FUNGUS  
UYGULAMALARININ (*Glomus intraradices* ve  
*Gigaspora margarita*) FİDE GELİŞİMİ VE  
BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİSİ**

**FATİH ERDOĞAN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Ağustos-2010  
KONYA**

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

**PATLICANDA KURŞUN VE ARBUSCULAR MYCORRHİZAL FUNGUS**  
**UYGULAMALARININ (*Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita*) FİDE**  
**GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİSİ**

**FATİH ERDOĞAN**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**KONYA, 2010**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih ERDOĞAN tarafından hazırlanan “Patlıcanda Kurşun ve Arbuscular Mycorrhizal Fungus Uygulamalarının (*Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita*) Fide Gelişimi ve Besin Elementi İçeriklerine Etkisi” adlı tez çalışması 17/08/2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

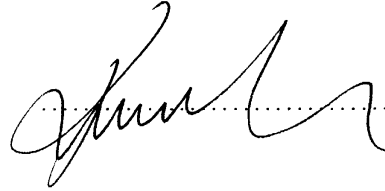
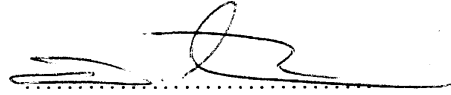
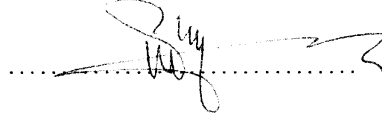
### Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mustafa PAKSOY  
**Başkan - Danışman**

Doç. Dr. Önder TÜRKMEN  
**Üye**

Doç. Dr. Refik UYANÖZ  
**Üye**

### İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Bayram SADE  
FBE Müdürü

\*Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi BAP Ofisi tarafından 10201099 nolu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

Fatih ERDOĞAN

17.08.2010

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS

### PATLICANDA KURŞUN VE *ARBUSCULAR MYCORRHİZAL* UYGULAMALARININ (*Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita*) FİDE GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİSİ

**Fatih ERDOĞAN**

**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**Danışman: Doç. Dr. Mustafa PAKSOY**

**2010, 59 Sayfa**

**Jüri**

**Danışmanın Doç. Dr. Mustafa PAKSOY**

**Doç. Dr. Önder TÜRKMEN**

**Doç. Dr. Refik UYANÖZ**

Bu çalışma, *Glomus intraradices* (Gi) ve *Gigaspora margarita* uygulamalarının değişik kurşun dozlarında yetiştirilen Kemer patlıcan çeşidi fidelerinde fide gelişim parametreleri ve bitki besin elementlerindeki değişimleri ortaya koymak amacıyla Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Seraları ve laboratuvarlarında 2010 yılında yürütülmüştür. Araştırmada, mikorizalı (Gi ve GM' li) ve mikorizasız koşullarda, beş farklı Pb konsantrasyonu (0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm) denemeye konu oluşturmıştır. Araştırmada her parselde 250 ml hacimli drenajsız plastik saksı ve her saksıda bir fide olmak üzere 20 bitki kullanılmış ve araştırma 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Sonuç olarak iki mikoriza türünün fidede yaprak sayısı, sürgün yaş ağırlığı, fide kök yaş ağırlığı, fide kök kuru ağırlığı, fide sürgün kuru ağırlığında azalmasına neden olmuştur. Fidede N, Pb, kökte N ve Ca değerleri yüksek çıkmıştır. Gm türünün gerçek yaprak görünme süresine, hipokotil uzunluğuna, kotiledon genişliğine, kotiledon uzunluğuna, fide sürgün çapına, fidede N, Pb ve Ca içeriğine olumlu etkilerin olduğu görülmüştür. Gi mikoriza türünde ise fidede P, Pb, K ve Kökte N, K ve Pb içeriğine etkilerine olumlu etkilerin olduğu görülmüştür. Kökte P içeriğine etkileri mikoriza türlerinin kontrolle arasında fark yoktur. Yaptığımız çalışmada mikoriza türlerin patlıcan fidesinin gelişimi ve bitki besin elementi içeriklerine etkilerinin olumlu olduğu görülmüştür. Bitki gelişimine Gm türünün, Gi'ye göre daha etkili olduğu görülmüştür. Besin elementlerinde de her iki mikoriza türünün de etkili olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita*, patlıcan fidesi, ağır metal, kurşun, besin elementi içeriği, fide gelişimi.

# ABSTRACT

## MASTER THESIS

### LEAD AND ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (*Glomus intraradices* and *Gigaspora margarita*) APPLICATION ON SEEDLING GROWING AND NUTRIENT UPTAKES IN EGGPLANT

Fatih ERDOĞAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE  
OF SELÇUK UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF FORTICULTURAL S  
SCIENCE

Advisor: Doç. Dr. Mustafa PAKSOY

2010, 59 page

Jury

Assoc. Doç. Dr. Mustafa PAKSOY

Assoc. Doç. Dr. Önder TÜRKMEN

Assoc. Doç. Dr. Refik UYANÖZ

This study was conducted to determine the effects of *Glomus intraradices* and *Gigaspora margarita* applications on changes in plants nutrients and seedling development parameters in Kemer eggplant cultivar seedling grown at Selçuk University Agricultural Faculty Experimental Greenhouse under different lead doses media in 2010. Present study was carried out in with a capacity of 250 ml plastic pots that had without drainage conditions with 3 replications. The each plot had 20 pots and each pot had one plant. In the research, five different Pb concentrations of 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm were applied with and without mycorrhiza (Gi and Gm) conditions.

As a result seedlings of two mycorrhizal species, the number of leaves, shoots the age weight, age root weight of seedling, root dry weight of seedlings, seedling shoot dry weight reduction caused by. Seedlings in the N, Pb, N and Ca levels were higher in roots. Real-time visibility of its kind to Gm leaves, hypocotyl length, cotyledon width, cotyledon length, seedling shoot diameter, shoot N, Pb and Ca content was found to be positive effects. Mycorrhizal seedlings in the gi of type P, Pb, K and N in the root, the effects of K and Pb contents were found to be positive effects. The effects of mycorrhizal root P content, there is no difference between types of control. Eggplant seedlings of the species we study the development of mycorrhizae and the effects of nutrient content were found to be positive. Gm plant to the development of its kind, was found to be more effective than Gi'ye. Of both types of mycorrhizae in nutrient found to be effective.

**Key words:** *Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita*, eggplant seedling, heavy metals, lead, nutrients and the development of seedling.

## TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı üstlenen, her türlü bilgi ve tecrübesini bana aktaran ve araştırmam boyunca desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen sayın Doç. Dr. Mustafa PAKSOY'a saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımnda her konuda bana yardımcı ve destek olan sayın Doç. Dr. Refik UYANÖZ'e, Doç. Dr. Önder TÜRKMEN'e ve çalışmalarım süresince manevi desteklerini esirgemeyen bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Lütfi PIRLAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mikorizayı temin etmemde yardımcı olan Öğretim görevlisi Levent KESKİN'e ve mikoriza sayımında desteklerinin esirgemeyen Dr. Emel KARAASLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Verilerin istatistikî analizinde, yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç. Seyit Ali KAYIŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yoğun çalışma gerektirdiği dönemlerde sera ve laboratuvar çalışmalarına yardımcı olan Arş. Gör. Muzaffer İPEK'e teşekkürlerimi sunarım. Her zaman yanımda olan benden maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli anneme, babama ve amcam Zir. Müh. Kenan ERDOĞAN' en içten teşekkürlerimi sunarım.

**KONYA, 2010**

**Fatih ERDOĞAN**

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| TEZ BİLDİRİMİ .....                             | i    |
| ÖZET .....                                      | ii   |
| ABSTRACT.....                                   | iii  |
| TEŞEKKÜRLER .....                               | iv   |
| İÇİNDEKİLER .....                               | v    |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                              | vii  |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                            | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                   | x    |
| 1. GİRİŞ .....                                  | 1    |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....                     | 4    |
| 3. MATERYAL VE METOT.....                       | 17   |
| 3.1. Materyal.....                              | 17   |
| 3.2. Metot .....                                | 18   |
| 3.2.1. Deneme toprağının sterilizasyonu .....   | 18   |
| 3.2.2. Denemenin kurulması.....                 | 19   |
| 3.2.3. Deneme toprağına Pb uygulaması .....     | 20   |
| 3.2.4. Yapılan gözlem, ölçüm ve analizler ..... | 23   |
| 3.2.4.1. Çıkış oranı .....                      | 23   |
| 3.2.4.2. Gerçek yaprak görünme süresi .....     | 23   |
| 3.2.4.3. Hipokotil uzunluğu .....               | 23   |
| 3.2.4.4. Kotiledon uzunluğu .....               | 23   |
| 3.2.4.5. Kotiledon genişliği .....              | 24   |
| 3.2.4.6. Fide uzunluğu .....                    | 24   |
| 3.2.4.7. Fide çapı .....                        | 24   |
| 3.2.4.8. Yaprak sayısı .....                    | 24   |
| 3.2.4.9. Fide sürgün yaş ağırlığı .....         | 25   |
| 3.2.4.10. Fide sürgün kuru ağırlığı .....       | 25   |
| 3.2.4.11. Fide kök yaş ağırlığı .....           | 25   |
| 3.2.4.12. Fide kök kuru ağırlığı .....          | 25   |
| 3.2.4.13. Besin elementi içerikleri.....        | 26   |
| 3.2.4.14. Verilerin değerlendirilmesi.....      | 26   |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....                     | 27   |
| 4.1. Gerçek yaprak görünme süresi .....         | 27   |
| 4.2. Hipokotil uzunluğu.....                    | 28   |
| 4.3. Kotiledon genişliği .....                  | 28   |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 4.4. Kotiledon uzunluğu .....         | 29        |
| 4.5. Fide sürgün uzunluğu .....       | 29        |
| 4.6. Fide sürgün çapı .....           | 30        |
| 4.7. Fide yaprak sayısı .....         | 31        |
| 4.8. Fide sürgün yaş ağırlığı .....   | 32        |
| 4.9. Fide kök yaş ağırlığı .....      | 33        |
| 4.10. Fide sürgün kuru ağırlığı ..... | 34        |
| 4.11. Fide kök kuru ağırlığı .....    | 35        |
| 4.12. Fidede azot içeriği .....       | 36        |
| 4.13. Fidede fosfor içeriği .....     | 37        |
| 4.14. Fidede kurşun içeriği .....     | 38        |
| 4.15. Fidede potasyum içeriği .....   | 39        |
| 4.17. Fidede kalsiyum içeriği .....   | 40        |
| 4.22. Kökte azot içeriği .....        | 41        |
| 4.23. Kökte fosfor içeriği .....      | 42        |
| 4.24. Kökte kurşun içeriği .....      | 43        |
| 4.25. Kökte potasyum içeriği .....    | 44        |
| 4.27. Kökte kalsiyum içeriği .....    | 46        |
| <b>5. TARIŞMA ve SONUÇ .....</b>      | <b>47</b> |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>             | <b>52</b> |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                   | Sayfa No |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| Şekil 3.1. Deneme saksılarının görünümü .....                     | 19       |
| Şekil 3.2. Pb dozlarına göre Gm uygulanmış bitkiler .....         | 21       |
| Şekil 3.3. Pb dozlarına göre Gi ve Gm'siz bitkiler .....          | 21       |
| Şekil 3.4. Pb dozlarına göre Gi uygulanmış bitkiler .....         | 22       |
| Şekil 3.5. Denemenin yürütüldüğü serada bitkilerin görünümü ..... | 22       |
| Şekil 3.6. Kotiledon uzunluğu ölçümü yapılırken görünümü .....    | 23       |
| Şekil 3.7. Kotiledon genişliği ölçümü yapılırken görünümü .....   | 24       |

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1. Fide yetiştirmede kullanılan torfun özellikleri. ....                                                                    | 18 |
| Çizelge 3.2. Fide yetiştirme serasının ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri .....                                               | 18 |
| Çizelge 4.1. Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde gerçek yaprak görünme sürelerine etkisi .....                                | 27 |
| Çizelge 4.2. Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde hipokotil uzunluğuna etkisi. 28                                              |    |
| Çizelge 4.3. Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde kotiledon genişliğine etkisi . 28                                            |    |
| Çizelge 4.4 Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde kotiledon uzunluğuna etkisi . 29                                              |    |
| Çizelge 4.5. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde sürgün uzunluğuna etkisi .....       | 30 |
| Çizelge 4.6. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde sürgün çapına etkisi .....           | 31 |
| Çizelge 4.7. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde yaprak sayısına etkisi.....          | 32 |
| Çizelge 4.8. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde sürgün yaş ağırlığına etkisi .....   | 33 |
| Çizelge 4.9. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde kök yaş ağırlığına etkisi.....       | 34 |
| Çizelge 4.10. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde sürgün kuru ağırlığına etkisi ..... | 35 |
| Çizelge 4.11. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde kök kuru ağırlığına etkisi .....    | 35 |
| Çizelge 4.12 Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde azot içeriğine etkisi.....           | 36 |
| Çizelge 4.13. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde P içeriğine etkisi .....            | 37 |
| Çizelge 4.14. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde Pb içeriğine etkisi .....           | 39 |
| Çizelge 4.15. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde K içeriğine etkisi.....             | 40 |
| Çizelge 4.16. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde Ca içeriğine etkisi .....           | 41 |

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.17. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde N içeriğine etkisi.....   | 42 |
| Çizelge 4.18. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde P içeriğine etkisi .....  | 43 |
| Çizelge 4.19. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde Pb içeriği.....           | 44 |
| Çizelge 4.20. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde K içeriğine etkisi.....   | 45 |
| Çizelge 4.21. Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde Ca içeriğine etkisi ..... | 46 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### SİMGELER

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| Gi  | <i>Glomus intraradices</i>       |
| Gm  | <i>Gigaspora margarita</i>       |
| VAM | Vesicular Arbuscular mycorrhizal |
| AMF | Arbuscular mycorrhizal fungus    |
| N   | Azot                             |
| P   | Fosfor                           |
| Pb  | Kurşun                           |
| K   | Potasyum                         |
| Mg  | Magnezyum                        |
| Ca  | Kalsiyum                         |
| Mn  | Mangan                           |
| Zn  | Çinko                            |
| Cu  | Bakır                            |
| Fe  | Demir                            |
| Co  | Kobalt                           |
| %   | Yüzde                            |

### KISALTMALAR

|     |                  |
|-----|------------------|
| G   | gram             |
| kg  | kilogram         |
| l   | litre            |
| ml  | mililitre        |
| °C  | santigrad derece |
| mM  | milimolar        |
| cm  | santimetre       |
| mm  | milimetere       |
| ppm | milyonda kısım   |
| mg  | miligram         |

## 1. GİRİŞ

Son zamanlarda nüfustaki hızlı artış, enerji ve besin yetersizliği düzensiz kentleşme, insanların aşırı tüketim isteği ve baş döndürücü bir hızla gelişen teknoloji, çevre kirliliği sorununun önemini iyice hissettirir hale gelmiştir (Sağlam ve Cihangir, 1995).

Pek çok alanda olduğu gibi tarım alanlarında da çeşitli nedenlerle ağır metal kirliliği görülmektedir. Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler; çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Ağır metallerin doğal yayınımları dikkate alındığında çok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği bildirilmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2002).

Özellikle ağır metaller içerisinde en dikkat çeken elementlerden biriside kurşun olduğu görülmektedir. Havada kurşun kirliliğinin ana kaynağı arabaların eksozu ve Pb kullanan fabrikaların bacalarından çıkan dumanlar, sanayi, depolamadaki atıklar, madencilik ve kurşun eritme cevherleri, gübreleme, pestisitler, pigmentler ve katkılı benzinlerde işlemlerin sonlanması ve metal kaplama olduğu belirtilmektedir (Akıncı ve ark., 2010).

Aydın (2002)'a göre verimliliğinin günümüzde sadece tarımsal bir sorun olmaktan çıkmış, insan ve toplum sağlığı bakımından bir çevre sorunu haline gelmiştir. Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla bitki içerisine giren kurşun, bitkinin değişik kısımlarında birikmekte ve besin zincirine girerek dolaylı olarak veya solunumla doğrudan insan sağlığını etkileyebilmektedir. Kurşunun sebep olduğu hastalıkların başında kemik, sinir, böbrek ve kalp-damar hastalıkları gelmektedir. Bundan dolayı insan, çevresindeki bu elementin oranını izleme ihtiyacı duymuştur (Çavuşoğlu ve ark., 2009).

Kurşunun bitkiler üzerinde birikmesi ve doğrudan insanlara geçmesi, bitkiler üzerinde yapılan çalışmanın önemini iyice hissettirir hale gelmiştir. Doğadaki kurşun bulaşma oranları; % 10'u su, % 15'i hava, % 20'si gıdalar ve % 55 toprak olarak sıralanmaktadır (Anonim, 2010a).

Sharma ve Dubey (2005)'e göre, son yıllarda alınan bir takım önlemlere ve düzenli ölçümlere rağmen günümüzde pek çok ülkede kurşunun sebep olduğu kirlilik problemi hala tam olarak çözümlenememiştir. Araştırmalarda, kurşunun sebep olduğu kirliliğin boyutlarını araştırmak için toprak, havadaki toz partikülleri, su sistemlerindeki sedimentler ve yol kenarında yetişen bitkiler kullanılmaktadır.

Tek yıllık olan patlıcan bitkisi üzerinde yapılan kurşun toksitesi üzerine çalışmaların sınırlı olması ve üretimi yapılan sebzeler içerisinde önemli bir paya sahip olması sebebiyle araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

Bitkilerin topraktan kolay alınabilir besin elementleri ile gübrelenmesi yerine toprakta mevcut olan bitki besin elementlerinden daha etkin bir şekilde yararlanmaları çevre sağlığı ve doğal kaynaklardan yararlanma yönünden daha gerçekçi bir yaklaşım olmaktadır. Birim alandan en iyi şekilde yararlanma yollarından biride toprağın mikroorganizma aktivitesini değerlendirmek olduğu bir gerçektir. Topraktan bitkinin daha iyi bir şekilde yararlanmasını sağlayan mikroorganizma oluşumlarından birisi de mikorizadır (Ortaş ve ark., 2000).

Mikoriza, toprakta var olan sporları aracılığıyla ekosistemdeki bitkilerin yaklaşık % 95'inin köklerine infekte olmaktadır. Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini söz konusu hifleri aracılığı ile alabilmektedir. Bu işbirliği bitkinin mikorizal fungusa karbon, mikorizal fungusunda bitkiye besin elementi sağlamasıyla gerçekleşmektedir. Etkin bir infeksiyon gerçekleştiği zaman mikoriza bitki ile ortak bir yaşam oluşturarak bitkinin su ve bazı mineral besin elementlerini özellikle de fosfor, çinko ve bakır alımını gerçekleştirdiği saptanmıştır. Mikoriza infeksiyonu aynı zamanda bitkilerin azot ve potasyumun yanı sıra demir ve molibden gibi ağır metallerle de daha iyi beslenmesini sağlamaktadır (Ortaş, 1998).

Dehne (1982), tarımın yoğun yapıldığı ve birim alandan yüksek verimin amaçlandığı alanlarda mikorizaya bağımlılığı düşük türlerle monokültür yetiştiriciliğinde yüksek tarım girdileri uygulanmaktadır. Gübre, yabancı ot ilacı ve insektisit gibi yoğun tarımsal girdilerin kullanıldığı alanlarda daha az mikoriza sporu oluşmakta, biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitki verimi düşmektedir. Günümüze kadar yapılan çok sayıda araştırma, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungus) konukçuları olan

bitkilerle simbiyotik ilişkiye geçtiklerinde bitkinin su ve bazı mineral besin maddelerinin alımına doğrudan katkıda bulunduğu belirlemişlerdir (Demir, 1998).

Bu çalışmada, patlıcan fidesinin gelişimi üzerine kurşunun olumsuz etkilerinin, AMF (*Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita*)'nin bitki beslenmesine olumlu katkılarından ve bitkiyle olan simbiyotik yaşamından faydalanılarak kullanılmasıyla, elemine edilip edilmeyeceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türkiye’de 2009 TUİK verilerine göre, toplam sebze üretim alanı 7.414.411 dekadır. Toplam sebze üretimi ise 22.852.404 ton’dur. Bu toplam üretim içerisinde patlıcan üretimi 816.134 tondur (Anonim, 2010b). Üretilen patlıcanların büyük bir çoğunluğu iç pazara ve dış pazara taze olarak sunulmaktadır.

İnsan nüfusun artması sebebiyle üretimin önemi artmaktadır. İnsan nüfusuna paralel olarak da teknolojinin artması, tarım alanların gittikçe azalması ya da şehirlere, fabrikalara ve çeşitli sanayi kuruluşlarına yakın olmasının getirdiği sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında fabrika atıkları ve şehirdeki arabaların artması ile egzozlardan çevreye yayılan kurşun miktarı da artmaktadır. Kurşunun yoğun olduğu topraklarda yetişen patlıcanın, besin elementi alımına engel olduğu ve bünyesinde biriktirdiği kurşunun bitki gelişmesini olumsuz yönde etkileyip yetiştiriciliğin kısıtlanmasına ve insan sağlığın’a doğrudan etkilemesine neden olmaktadır. Bu sorun hem insanlar hem de bitkiler için çok önemlidir. Kurşunun patlıcanda çeşitli etkilere neden olduğu ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Bitkisel materyaller arasında en fazla tercih edilenler ise mantar, liken, karayosunu, ağaç kabukları ve tek yıllık ve çok yıllık bitkilerin yapraklarıdır (Çavuşoğlu ve Arıca, 2007).

Ağır metal kirliliğin araştırılmasında yapraklı sebzeler tercih edilmektedir. Çünkü önceki araştırmalar onların diğer sebzelerden daha büyük bir kapasitede ağır metal biriktirdiğini ortaya koymaktadır (Farooq ve ark., 2008).

Çavuşoğlu ve ark. (2005), Süleyman Demirel kampüsü ile şehir merkezi arasındaki 10 km’lik yolun günde ortalama 1704 otomobil, 166 otobüs, 972 kamyon ve 34 tır olmak üzere toplam 2876 araç tarafından kullanıldığı karayolları tespit raporundan anlaşılmaktadır. Bu nedenle de bu güzergâh üzerinde yer alan bitki örtüsü trafik kökenli kirlenmeye hat safhada maruz kalmaktadır. Aynı araştırmacılar şehir merkezine yaklaştıkça kurşun miktarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Çam ve sedirde kurşun kirliliğine bağlı olarak her iki türün yapraklarında kutikula kalınlığı artırırken, yaprak çapı, iletim demeti büyüklüğü, trakeit çapı, epidermis

hücre sayısı ve büyüklüğü ile stoma sayısı, eni ve indeksi azaltmıştır (Çavuşoğlu ve ark., 2009). Yani trafiğin yoğun olduğu yerde Pb birikimine insanlar için tehlikeli olabilecek boyutta ve bitkiler içinde bitki gelişimi üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Toprak kirliliğinin seviyesinin, demir–metal dışındaki döküm kaynağından mesafeye bağlı olduğunu ve Zn 974 mg/kg Cu 60.1 mg/kg, Cd 13.2 mg/kg ve Pb 630 mg/kg seviyelerine ulaşarak çok yüksek olduğu bulunmuşlardır. Bölgeleri kirleten sanayi alanlarına yakın yerlerde *Solanaceae* familyasındaki türlerin yetiştirilmesi uygun görülmemektedir. *Solanaceae* familyasındaki ürünler kendi kökleri, yaprakları ve meyveleriyle topraktan ağır metallerin dikkate değer miktarlarda alabilirler. Aynı familya bitkilerinde Zn, Pb, Mn, Co ve Cd konsantrasyonları karşılaştırılması için yapılan bir araştırmada domateste Ni ve Cu’nun, patateste Co ve Cd’un, patlıcanda ise Pb, Zn ve Mn’nin en yüksek değerde olduğu bulunmuştur (Shilev ve Babrikov, 2005).

Ağır metallerce kirlenmiş topraklarda yetişen yonca dokuları, metalleri alarak tolere etmektedir. Ayrıca bitkilerin topraktaki ağır metalleri temizlemektedir (Demir ve Düz, 2008). Bitki türlerinin ağır metalleri biriktirmesinde ve taşınmasında değişik kapasiteleri vardır. Bu yüzden, bazı bitki türlerinin spesifik ağır metalleri depolayabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu ağır metaller, bitkilerin temel besin maddesi olarak tüketilmesi durumunda insan sağlığı için ciddi bir riske sebep olacağı bildirilmektedir (Farooq ve ark., 2008). Pb miktarı fazla olan topraklarda yetişen bitkiler ise solgun ve küçük yapraklı olmaktadır (Sesli, 2003). Ağır metaller köklerde meydana getirdiği zarar, temel besin maddelerinin alımında azalmaya ve köklerde immobilizasyonuna neden olmakta, sonuçta gövdede önemli ölçüde besin yetersizliği ortaya çıkmaktadır.

Uysal ve Taner (2007)’e göre ağır metallerin bitkilerdeki etkilerine değişik büyüme ve gelişme dönemlerinde rastlanmakla birlikte, bitkilerin ilk ve hassas büyüme-gelişme dönemleri olan çimlenme ve fide aşamalarındaki etkileri çok daha önemlidir. Çünkü bu aşamalarda bitkilerin stres veya toksite faktörlerine tepkileri daha belirgin olabilmektedir (Akıncı ve Çalışkan, 2010).

Domates fidelerine 0, 75, 150 ve 300 mg/l kurşun dozlarının uygulandığı bir çalışmada domates fidesinde yaprak, sürgün ve köklerde kurşun konsantrasyonun

artmasına sebep olmuştur. Düşük dozda kurşun uygulaması, domates fidelerin dokularında kurşun içeriklerini artmıştır. Domates bitkisinin kurşun seviyesi düşük kurşun dozdaki uygulamada köklerde 312 mg/kg, sürgün 130 mg/kg ve köklerde 510 mg/kg bulunmuştur. Buna ek olarak bitkideki kurşun seviyeleri özellikle yüksek dozdaki kurşun uygulamasında ve orta dozdaki uygulamalarda yapraklarda 917–1750 mg/kg, sürgünde 750–1022 mg/kg ve kökte 1438–2520 mg/kg bulunmuştur. Kurşun uygulaması diğer Ca, Mg, K, P, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn gibi elementlerin varlığındaki azalmalar, besin elementi noksanlığına neden olmuştur (Akıncı ve ark., 2010).

Kökteki kurşun miktarı yapraklardaki kurşun miktarından fazladır. Aralarındaki bu farkın köklerden, sürgün ve yeşil yapraklara doğru metallerin taşınmasında önemli bir kısıtlama gösterdiğini bildirmiştir (Dahmani ve ark., 2000).

Sanayi alanların çevresinde farklı sebze yetiştiriciliğinde ağır metalin girişini araştıran bir çalışmada, Pakistan Faisalabad sanayi alanlarının çevresindeki ıspanak, marul, karnabahar, turp, kişniş ve lahananın yapraklarında kurşun konsantrasyonun 2.251 mg/kg, 2.411 mg/kg, 1.331 mg/kg, 2.035 mg/kg, 2.652 mg/kg ve 1.921 mg/kg olduğunu göstermiştir (Farooq ve ark., 2008).

Birçok bitki türü ve çeşidi özellikle orman ağaçları, çayır mera bitkileri, nodül oluşturan baklagiller, kültürü yapılan meyve ağaçları ve soğanlı-rizomlu yumrulu bitkiler, doğada gübresiz ve çoğu zaman suyun ve besin elementlerinin az olduğu marjinal alanlarda yetişebilmektedirler. Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan bitki besin elementlerinin alınımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı sanılıyordu. Fakat son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin elementlerinin bitki kökleriyle birlikte çoğunlukla mikoriza olarak adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, cm’de kök başına yüzlerce metre hif üreten mantar türleri tarafından alındığını ortaya koymuştur (Ortaş ve ark., 1996; Ortaş, 1997). Mikoriza sözcüğü köken olarak Yunanca’ya dayanmakta olup mykesi mantar ve rhizo-kök kelimelerinin birleşmesinden oluşmuş ve ilk kez 1885 yılında Frank tarafından tanımlanmıştır (Sieverding, 1991).

Tinker (1980), mikoriza botanik olarak, toprak kökenli mantarlarla yüksek bitkilerin kökleri arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişki olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca mikoriza bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki

karşılıklı bir yaşam biçimi olarakda açıklanmaktadır. Bir çeşit simbiyotik olan bu ilişkide bitki AMF'ye karbon, AMF ise bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır. Mikoriza türlerinin yayılma hızları birbirinden farklılıklar oluşturmaktadır.

Mikoriza bitki kökleri ile mantar türleri arasında karşılıklı yarar sağlayan bir ilişkidir. Bu ilişki ile bitki mikorizal fungusa karbon, mikorizal fungusda bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır (Smith ve Read, 1996). Bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, çok miktarda hif üreten mantar türleri tarafından da alındığını son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar ortaya koymuştur (Smith ve Read, 1997).

Mikoriza mantarları, hifleri aracılığıyla su temin ederek yine bitki gelişimine önemli katkıda bulunmaktadır (George ve ark., 1992). AMF ile aşıl原因an bitkilerin başta fosfor olmak üzere toprakta hareketliliği yavaş olan besin elementlerini etkin bir şekilde aşısız bitkilere göre birkaç kat daha fazla aldığı belirlenmiştir. Ayrıca bitki fizyolojisinde yarattığı değişimlerle bitkinin stres faktörlerine ve patojenlere karşı koruyucu görevi üstlenmişlerdir. AMF hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği bölgelere girerek ve bu yolla toprak strüktürünü geliştirerek toprak korumaya katkıda bulunmaktadır. AMF bitki toplulukları ile olan enfeksiyonu toprakta var olan sporlar tarafından sağlanmaktadır (Ortaş ve ark., 2000). Mikorizal mantarın bazı besin elementlerinin (P, Zn, Cu, Mn) alımına doğrudan etkisi yanında, tuzluluğa toleransın, su alımının, ağır metal toksitesine dayanıklılığın artması, bitkiye büyümeyi teşvik edici maddeler sağlaması, kök hastalıkları kontrolü, hastalık ve zararlılara karşı direncin artması ve fidanların kuruma olasılığının azalması gibi dolaylı etkileri de bulunmaktadır (Dod ve Thomson, 1994).

AMF ile aşıl原因an patlıcanda verim ve meyve sayısı artmış olup bu artışta mikoriza türleri arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. Özellikle *Glomus etunicatum*'le inoküle edilen patlıcan bitkisinde *Verticillium* hastalığının gelişmesini *Gigaspora margarita* sporunun daha etkili olarak önlediğini belirlemişlerdir (Matsubara ve ark., 1995). Harley ve Smith (1983), bitki kökünün çevresindeki topraktan bitki besin maddeleri alma yeteneğini belirleyen en önemli faktörlerden birisinin bitkinin uygun AMF ile ortaklık kurması olduğu belirtmişlerdir.

Mikoriza bitki ile simbiyotik ilişki kurarak bitkinin besin elementleri ve fosfor ihtiyacını karşılamaktadır. Fotosentez sonucu bitkinin elde ettiği karbonun %20-40'ını rizosfer bölgesine aktarmakta olup bu aktarılan kısmın büyük çoğunluğu mikoriza tarafından kullanılmaktadır (Smith ve Read, 1996).

Ekosistemdeki bitkilerin % 95'den fazlası mikoriza ile ortak bir yaşam kurmuştur (Sieverding, 1991). Powel (1981), soğanda yaptığı çalışmalar sonucunda mikoriza ile infekte edilen bitkilerin ortamda daha yavaş hareket ettiğini, mikorizasız bitkilerin ise ortamda daha hızlı yayıldığını gözlemiştir. Bunun nedeninin de bitki türlerinin farklılık göstermesinden kaynaklandığını savunmuştur. Mikoriza yapay ortamda gelişme gösteremez. Obligat parazit olduğundan bitki kökleriyle ortak yaşam sürdürür. Mikoriza geniş alanlarda yayılım gösterip, gelişimi çevre faktörlerinin etkisi altındadır (Harley ve Smith, 1983).

Mikorizal mantarın besin elementlerini alış etkinliği genellikle mikoriza türlerine bağlıdır. Aynı mikorizal mantarın alt türleri arasında bile besin elementlerinin aynı bitki tarafından alınış durumları farklıdır (Bethlenfalvay ve ark., 1989).

Mikoriza mantarı Harley ve Smith (1983)'in belirttiği gibi bitki ile ne kadar iyi uyum sağlarsa bitkinin topraktan bitki besin maddelerini alması da o kadar iyi olur. Mikorizal bağımlılık bitki türlerine göre farklılık göstermektedir. Smith ve Read (1997)'in belirttiği gibi yulaf ve buğdayda mikorizal bağımlılığın en düşük olduğunu, havucun ise en yüksek mikorizal bağımlılık gösterdiği rapor edilmiştir. Harley ve Smith (1983), bazı bitki türlerinin mikorizaya mutlak bağımlı olduğunu, bunların kendine özgü mikoriza sporu oluşturduğunu ve bu türlere bağlı olarak beslendiklerini bildirmişlerdir. Barea ve Azcon-Aguilar (1983), mikorizanın baklagiller, bahçe bitkileri, buğdaygiller, endüstri bitkileri ve süs bitkileriyle ortak bir yaşam oluşturduğunu savunmuşlardır. Fakat mikoriza ile her zaman infekte olmayan çok nadir durumlarda infekte olan bazı bitki familyalarının olduğu savunulmuştur. Bethlenfalvay ve ark. (1982), bahçe bitkilerinde en etkili mikorizal mantarın Vascular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) olduğunu belirtmişlerdir. VAM toprağın üst katmanlarında daha fazla oranda olup, kuru mikoriza kütesinin % 20'sini oluşturmakta ve bu nedenle toprağın biyolojik aktivitesinde önemli bir yere sahiptir. Mikoriza mantarı sporlarının yapısı, bitkilerdeki infeksiyon şekilleri, kök içindeki

morfolojik ve fizyolojik yapıları sonucu taksonomik yönden bazı farklılıklar gözlenmiştir. Mikoriza mantarı kök içindeki morfolojik yapısı itibariyle 2 ana gruba ayrılmaktadır. Endomikoriza; genel olarak kültür alanlarında yetişen bitkilerin köklerinde, hücre içinde ve hücreler arasında görülür. Ektomikoriza ise; ormanlık alanlarda yetişen ağaçların köklerinde hücreler arasında gözlenir (Smith ve Read, 1996). Ektomikoriza (ektotropik) daha çok yüksek yapılı ağaçların köklerinde de bulunmaktadır. Ektomikoriza hifleri kortekste hücreler arası boşlukları doldurmakta ve doldurulan ortamda hartingnet olarak adlandırılan hifler oluşmaktadır. Kökün dış yüzeyinde ise mantle olarak adlandırılan kökçük görünümündeki çok dallanmış hifler, çevresini saran toprağa nüfuz ederek derinlerdeki besin elementlerinden yararlanmaktadır (Marschner, 1995). Endomikoriza (endotropik), ektomikorizadan farklı olarak, kortekste hem hücrelerarası boşlukta hem de hücre içi boşluklarda yer almaktadır. Endomikorizalar korteks hücreleri içinde hifler vesiküller ve arbusküller üreten mantarlardır (VAM) ve kültür bitkilerinin birçoğunda etkindirler (Sieverding, 1991). Birçok ektomikorizanın sahip olduğu dallanma özelliği ve toprağa mantar hiflerinin vejetatif gelişimini uzatmasından dolayı kökün topraktaki yüzey alanı artar. Ekstramatrikal hifler, besin elementi ve su emici özelliğine ek olarak topraktan bitkiye en yüksek besin elementi emme güvencesini de sağlar. Ektomikorizalı bitkiler mantar mantosundaki N, P, K ve Ca'ı biriktirme ve emme yeteneğine de sahiptir ve bunu mikorizasız olmayan besleyici köklere göre daha kısa zamanda gerçekleştirebilir (Lei ve ark., 1990). Mikoriza ayrıca Cu, Mn ve Fe'in bitkilerce alımında da etkili olmaktadır (Ames ve ark., 1983; Smith ve ark., 1985; Bolan, 1991).

Hifler mikorizal inokulasyonun ilk aşaması olup, bu hiflerin bitki köküne iki hücre arası boşluktan girmesi ile appressorium denen yapı oluşmaktadır. Bu yapı geliştikten sonra mantar bitki hücreleri arasında uzanan hifler üretmektedir (Sieverding, 1991). Mikoriza hifleri bitki kökü yüzeyinde bir sünger tabakası gibi sürekli absorbe edici yüzey meydana getirmekte, daha önce toprakta çeşitli aktiviteleriyle elverişli hale dönüştürdüğü fosfor bileşiklerini bu absorbe edici yüzey yardımıyla kök yüzeyinde toplayarak hifler yardımıyla bitki köküne taşımaktadır (Demir, 1998).

Demir (1998), sera koşullarında yaptığı çalışmada domates, biber ve patlıcan bitkilerinin mikoriza uyumunun oldukça iyi olduğunu ve gelişim parametrelerinin mikoriza olmayanlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bitkinin kuraklığa karşı dayanıklılığını artırdığı bilinen mikoriza, bunu ya hifleri aracılığı ile ya da kök büyümesi sonucu ve kılcal kök oluşumu ile sağlamaktadır (Davies ve ark., 1992).

Fosfor bitkiler tarafından topraktan alınabilmesi zor bir elementtir. VAM enfeksiyonu ile bitki besin elementlerinden özellikle fosfor alımına katkısı olduğu rapor edilmiştir. Bitkiye mikoriza enfekte edilmesi ile bitki mikoriza hifleri aracılığı ile topraktaki fosforun % 80 kadarını alabilmektedir (Marschener, 1995). Yapılan bir çalışmada mikoriza enfekte edilmemiş bitkiler kök bölgesinden 1 cm kadar uzaklıktaki fosfordan yararlanırken, mikoriza enfekte edilen bitki kökleri ise hifleri aracılığı ile kökten 11 cm uzaklıktaki fosfordan yararlanmaktadır (Li ve ark., 1991). Yapılan çalışmalarda mikoriza mantarı, fosfor noksanlığı olan topraklarda yararlı olmuş, fosfor gübrelemesi ise mikorizal gelişimi ve kök kolonizasyonunu azaltmıştır (Hayman, 1983; Sieverding ve Howeler, 1985; Saif, 1986; Schubert ve Hayman, 1986). Smith ve Read (1996)'e göre mikoriza tarafından topraktan fosforun alınması sonucunda bitkideki fosfor artışı ile bitkinin kuraklığa karşı direncini artırdığı bildirilmiştir.

Bolan (1991)'a göre fosfor düzeyi toprakta yüksek olduğu zaman mikorizanın etkisinin azaldığı, bitki besin elementi sağlanmadığı ve köklerin enfekte edilmediğini ileri sürmüştür. Bunun sonucunda bitki fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketmektedir. Ortaş (1995), fosfor konsantrasyonuna bağlı olarak, bitki türlerinin ihtiyacına göre eklenen fosforun belirli bir fosfor düzeyine kadar kök enfeksiyonunu artırdığını, bundan sonra eklenecek her fosfor miktarının ise bitkinin mikoriza ile olan enfeksiyonunu azalttığını rapor etmiştir. Lambert ve ark. (1991), soyada artan dozlarda P gübrelemesinin kuru madde, P ve mikroelementlere olan etkisini inceledikleri çalışmada; kuru gövde ağırlığı, P, Cu ve Zn konsantrasyonlarında mikorizalı bitkiler mikorizalı olmayanlara göre yüksek, Mn ise düşük çıkmıştır. Ancak artan dozlarda verilen fosforun kuru ağırlık, P ve Mn'da artışa, Cu ve Zn'de ise düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Mikoriza bitkiye fosforun yanında çinko ve bakır gibi bitki besin elementlerinde alımını sağlar. Bitki kökünün canlılığını

artırır. Ayrıca bitki kökünü çevre faktörleri sonucu oluşan tuz stresi, ağır metal toksitesine ve bazı patojenik organizmalara karşı bitkiyi koruduğu gözlenmiştir (Marschener, 1995).

Mikoriza ile infekte edilen bitkilerde çinko konsantrasyonunun kontrole göre daha fazla olduğu gözlenmiştir (Eivazi ve Weir, 1989; Bell ve ark., 1989; Sharma ve ark., 1992). Fakat bitkiye yüksek dozlarda uygulanan çinko, bitki köklerinin mikoriza ile infekte olmasını engellemiştir (Singh ve ark., 1986).

Mikorizanın her ne kadar fosfor alımında etkili olduğu bilinsede azot alımında daha etkili olduğu gözlenmiştir (Ames ve ark., 1983). Ayrıca nitrat ve amonyum iyonları da mikorizal infeksiyon oluşumunda etkilidir (Chambers ve ark., 1980; Smith ve Walker, 1981). Bitki topraktaki azot'u steril koşullarda  $\text{NH}^+4\text{-N}$  formunda alıp, steril edilmeyen koşullarda ise  $\text{NO}_3\text{-N}$  formunda almaktadır (Stribley ve ark., 1975). Yapılan başka bir çalışmada  $\text{NO}_3$  gübrelemesinin  $\text{NH}^4$  gübrelemesine göre VAM gelişimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Davis ve Young, 1985).

Bitkiler AM ile infekte edildiklerinde topraktaki P'nin % 80'ini, N'un % 25'ini, Cu'nun % 60'ını, K'nın % 10'unu ve Zn'nin ise % 25'ini mikoriza hifleri ile alabilmektedir. Mikoriza ile infekte edilen bitkinin P' den sonra en fazla Cu aldığı ve Cu alımını % 52–56 oranında artırdığı ileri sürülmüştür (Li ve ark., 1991).

Plenchette ve ark. (1983), değişik sebze türlerini steril edilmeyen ve steril edilmiş koşullarda yetiştirerek mikoriza inokülasyonunun bitki büyümesine etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta mikoriza inokulumu, steril edilmeyen toprakta yetişen bitkilere yakın bir gelişme göstermiş, steril edilen topraklarda büyük verim düşüşü olmuştur. Mikorizanın beslenme yönünden önemi, kökün etki alanı dışında olup ulaşılamayan besin maddelerinin, kökten gelişen mikoriza hiflerinin kökün uzantısı gibi görev yaparak toprağı sömürmesinden kaynaklanmaktadır (Mosse, 1981). AMF genel olarak besin maddesi kapsamının düşük olduğu marjinal topraklarda etkili olmaktadır (Jasper ve ark., 1979).

Konukçu bitki ile AMF arasındaki simbiyotik yaşam ilişkisinde konukçu bitkilerdeki karbonhidratlar fungus için önemli besin kaynaklarından birisi durumundadır (Jacobsen ve Rosendahl, 1990). AMF hiflerinin K alımı ve taşımadaki rolünü tespit etmek üzere çim bitkileri ile yapılan bir çalışmada AMF ile aşılanmış bitkilerde (rhizol çimlerde) total K'un % 10'luk bir artış sağladığı

saptanmıştır (George ve ark., 1992). Mikorizanın kontrollü koşullarda çim bitkisinin P, Zn, Ca, Cu, Mn, Fe, Mg içeriğini arttırdığı görülmüştür (George, 2000).

AMF toprağın yapısını iyileştirme, uygun şartlar altında bitkinin büyümesini ve toplam verimini arttırmada önemli bir güce sahiptir (Miller ve Jastrow, 2000).

Marschner (1998), iki domates çeşidinde, mikoriza inokulasyonu ve fosforun polen kalitesi ve miktarı üzerine etkilerini in vitro ve in vivo'da araştırmışlardır. Araştırmacılar, düşük fosfor içeren topraklarda mikoriza inokulasyonu ile çiçek ve polen miktarı ve kalitesinin arttığını ve daha fazla tohum elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Varma (1995)'ya göre, AMF varlığı ve etkinliği konukçu bitkinin verimliliğini belirleyen bir faktördür. AMF ekosistemdeki bitkilerin yaklaşık %95'inin köklerine infekte olabilmektedirler. AMF çok miktarda hif üretimiyle bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzaklardaki besin elementlerini hifleri aracılığıyla alabilmekte ve bitkiye ulaştırılabilmektedir. Etkin bir enfeksiyonda mikoriza ile bitki arasında ortak bir yaşam olduğu, bitkinin su ve bazı besin elementlerini özellikle fosfor, çinko ve bakır alımını gerçekleştirdiği saptanmıştır (George ve ark., 1992; Marschner, 1993). Kontrollü koşullarda ve tarlada yapılan denemelerde, mikorizanın besin elementleri, özellikle P alımına katkısını ispatlanmıştır (Kothari ve ark., 1991; Li ve ark., 1991; Bolan, 1991; Ortaş ve ark., 1996; Hooker ve Atkinson, 1996; Ortaş, 2000).

Kitt ve ark. (1988), mikorizanın toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesinin toprak verimliliği tarafından önemli ölçüde etkilendiğini, özellikle ortamın P konsantrasyonuna bağlı olarak değişikliğe uğradığını belirtmiştir. Bolan (1991), toprakların P düzeyi yüksek olduğu zaman AMF aktivitesinin azaldığını bildirmiştir. Bunun nedeni ya köklerin infekte edilmemesi ya da enfeksiyon sağlansa bile besin elementi sağlanamamasıdır. Böyle durumlarda mikorizal enfeksiyon bitkiye besin elementi sağlayamadığı gibi bitkinin fotosentez ürünlerini kök bölgesinde tüketerek yarar sağlama yerine zararlı olabilmektedir.

Yalnızca gövde, kök oranının değil, yaprakların yüzey alanı ve renginde mikorizalı bitkilerde mikorizasızlardan daha farklı olduğu bildirilmektedir (Tinker, 1980). Mosse (1981)'nin belirttiğine göre mikoriza ile infekte edilmiş bitkiler daha iyi büyümekte aynı zamanda mikoriza ile infekte edilmeyen bitkilere oranla birkaç

kat daha fazla fosfor içermektedirler. Mikoriza aynı zamanda bitkinin kök ve gövdesi arasında fotosentez ürünlerinin dağılımını da sağlamaktadır. Mikorizanın bu aktivitesi besin elementlerinin alımı ile direkt ilgilidir. Bunun sonucunda mikoriza ile infekte edilmiş bitkilerin yaprakları fotosentez ürünlerini daha iyi değerlendirmektedir. Böylece daha az fotosentez ürünü köklere transfer edilmekte ve gövde, kök oranı her zaman mikorizalı bitkilerde mikorizasızlara oranla fazla olmaktadır. Bitki tarafından topraktan alınan fosforun, kök içindeki bitki organlarına kadar taşınması 1-Fosforun mikoriza tarafından topraktan absorpsiyonu 2-Fosforun dışarıdaki mikoriza hiflerinden içerdeki hiflere taşınması 3-Fosforun hiflerden korteksteki hücrelere aktarılması olmak üzere üç safhada olmaktadır. Özellikle üçüncü aşamadan sonra alınmış olan fosfor, bitki tarafından kolayca yararlanılabilecek durumdadır (Ortaş, 1998).

Fosfor biyolojik sistemler için son derece önemli olup, azottan sonra en çok gereksinim duyulan bir makro besin elementidir. Normal koşullarda bitkiler tarafından alınabilir durumdaki fosforun topraktaki miktarı azdır ve aynı zamanda çeşitli ortam koşullarının neden olduğu interaksiyonlar bitkiler tarafından fosfor alımını çoğu zaman sınırlandırılmaktadır. Fosfor toprakta bitkilerce alımı yavaş olan bir besin elementi olup, fosfor alımı mikroorganizma özellikle de mikorizal mantar popülasyonu, rizosfer pH'sındaki değişimler ve bitki kök büyümesi tarafından etkilemektedir (Ortaş ve ark., 1996).

Mikoriza ile aşıl原因an soğan bitkisi kök bölgesinden 7 cm uzağa etki ederek bitkinin daha fazla P almasını sağlayabilir (Linderman, 1988). Yapılan hesaplamalarda mikorizal hifler bitkinin aldığı fosforun % 80 kadarını hifleri aracılığı ile almaktadırlar (Marschner, 1995).

Mikorizanın Mg, Na ve S alımı konusunda pek fazla bir şey bilinmemektedir. Marschner ve Dell (1994), yaptıkları araştırmalarda mikorizalı bitkinin % 10 kadar daha fazla K aldığını belirlemişlerdir. Bethlenfalvay ve ark., (1982)'de mikoriza türleri arasında *Glomus mossea*'nın K'u daha iyi değerlendirdiğini belirtmişlerdir. Fakat VAM mikorizaya oranla ektomikorizalı bitkilerin K'u daha iyi değerlendirdiği bilinmektedir. Yine mikorizalı bitkilerin Ca ve SO<sub>4</sub>'ı çok düşük oranlarda bitkiye kazandırdığı da bilinenler arasındadır (Ortaş, 1998).

Mikorizanın Zn alım mekanizması fosforun alım mekanizmasına benzerdir ve mikoriza hifleri aracılığıyla bitkiye kazandırdığı Zn'nun % 60 kadarını rizosfer dışından sağlamaktadır (Kothari ve ark., 1991; Li ve ark., 1991; Marschner, 1993). Mikoriza enfeksiyonu bitki için toksik elementleri yok edebilmekte veya bu maddeleri bünyesinde tutarak bitkiyi toksisiteden koruyabilmektedir (Bowen, 1987).

Toprakta mikro elementlerden Zn ve Mn'ın fazla bulunması mikoriza sporlarının çimlenme kapasitelerini etkilmektedir. Bu konuda Gildon ve Tinker (1980)'ın geniş bitki topluluğu üzerinde yaptıkları bir araştırmada Zn ve Cu'nun mikoriza oluşumu, sodyum ve klor iyonlarının mikoriza sporlarının oluşumuna olumsuz yönde etkilediği sonuçlarını elde etmişlerdir. Ayrıca bitkilerin mikoriza ile şaşırtma döneminde inokulasyonundan daha az mikorizal mantar gerektirmiştir. Bazı araştırmacılar, mikorizanın bitki besin maddesi ve su alımını hızlandırarak ve köklerin ömrünü arttırarak fide gelişmesini ve yaşama gücünü arttırdığını ifade edilmiştir (Harley ve Smith, 1983; Malajczuk ve ark., 1992).

Arazi koşullarında domates, biber ve patlıcanda mikoriza inokulasyonu ürünü bitkinin Zn ve Cu alımını arttırmıştır (Şimşek ve ark., 1998).

Şen 2008 yılında yaptığı araştırmada patlıcanda fide sürgün uzunluğu, sürgün çapı, yaprak sayısı, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığında *Glomus intraradices* uygulaması ile pozitif etkisi gözlenmiştir. Sürgün uzunluğu Gi uygulanan fidelerde 13.62 cm, Gi uygulanmayan fidelerde 11.48 cm ölçülmüştür. Sürgün çapı ise Gi uygulanan fidelerde 2.72 cm, Gi uygulanmayan fidelerde 2.24 cm olarak bulunmuştur. Gi uygulamaları fidelerin bitki besin elementi içeriklerine ise N, P, K, Fe'de artışa neden olmuş; buna karşın Cu, Zn, Mg, Na, Ca ve Mn'da azalışa neden olmuştur. Sonuç olarak; tuzlu toprak koşullarında NaCl'nin patlıcanın fide gelişimi ve fidelerdeki besin elementi içeriklerine olası olumsuz etkilerinin Gi uygulamaları ile önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir.

*G. fasciculatum*, *G. monosporum* ve *G. mossea*'dan oluşan üç farklı mikorizal fungusu tarla koşullarında domates, patlıcan ve biber fidelerine aşılayarak etkilerini araştırmışlardır. Bitki büyümesi üzerine mikorizal mantarların etkisini ölçmek için kullandıkları parametreler; bitki boyu, sürgün taze ağırlığı, toplam verim, meyve boyutları ve yaprak uzunluğudur. Patlıcanda sürgün taze ağırlığı *G. mossea*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* aşılama ile sırasıyla % 47, % 28 ve % 29

oranında, aynı bitkide toplam meyve verimi ise % 60, % 43 ve % 7 oranlarında artmıştır. Aşılınmış her üç bitki türü içinde, bitki gelişimini arttıran en etkili fungus türü *G. mosseae* olmuştur (Al-Momany, 1987).

Soğanda yaptıkları çalışmada, farklı fosfor konsantrasyonlarında AMF hif büyümelerini araştırmışlardır. Soğan, farklı fosfor konsantrasyonları içeren çözeltilerde yetiştirilmiş (0, 0.1, 1.0, 8.0 ve 24 mg/l), köklerden çıkan salgılar toplanmış ve bu salgılara, AMF *Gigaspora margarita*'nın sporları aşılansak hif büyümelerine bakılmıştır. Hif büyümesi, en fazla P noksanlığı olan bitkilerin köklerinde en ileri düzeyde olduğu görülmüştür. Bu da göstermiştir ki; bitkinin P besini köklerindeki salgıyı buna bağılı olarak da bitki ile ortak yaşayan mikorizal mantarların hifsel büyümesini etkilemektedir (Tawaraya ve ark., 1995).

Düşük toprak neminde iki *Glomus* türü aşılınmış börölce bitkisinin su ve stoma durumunun araştırıldığı çalışmada serada su stresi koşulları altında AMF etkileri börölcede incelenmiştir. Saksıların bir kısmı yeterli sulanırken bir kısmı su stresine maruz bırakılmıştır. İyi sulanmış saksılardaki hem mikorizal hemde mikorizal olmayan bitkilerde oransal nem içeriğı, yaprak su potansiyel değeri, su stresi uygulanmış mikorizal ve mikorizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bitkinin yaşı ile ilişkilendirilen tepkiler, su stresinde börölcenin mikorizadan etkilenmediğini göstermiştir. Her iki uygulamada da kuru madde üretimi azalmıştır. Bu da börölcenin vejetatif aşamada, kuraklığa direncinin mikorizadan etkilenmediğini ortaya çıkarmıştır (Green ve ark., 1998).

Topraksız kültürde biber yetiştiriciliğinde iki farklı mikoriza türü (*G. Caledonim* ve *G. clarum*) uygulanan parsellerde iyi bir infeksiyon olduğu görülmüş buna bağılı olarak da özellikle kök gelişimine ait (kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı) bitki gelişim parametreleri kontrole göre yüksek bulunmuştur. Yapraklardaki besin içerikleri, bitki başına meyve miktarını yükseltmiştir. Topraksız kültür ortamında, ortama mikoriza ilavesinin bitki gelişimi ve verimini olumlu yönde etkilediğı ortaya konulmuştur (İkiz, 2003).

Saksılardaki patlıcan ve domates fidelerinde kök kolonizasyonu, bitki büyümesi ve besin alımı üzerine AMF *Glomus mosseae* ve toprağın taşıdığı *Verticillium dahliae*'nin etkisini incelemişlerdir. Mikoriza uygulamasında patlıcan kök kolonizasyonu ve spor oluşumu domatese göre sırasıyla % 34.6 ve % 30.5

oranında yüksek bulunmuştur. Yalnız mikoriza uygulamasından elde edilen bu oranlar, *G. mosseae* + *Verticillium* uygulamasından elde edilen oranların iki katı kadar yüksek bulunmuştur (Şimşek ve ark., 1998).

Çığsar (1997), seçtiği 18 bitkiyi fosfor oranı düşük topraklarda yetiştirdiği ve VAM'ın etkisini incelediğini belirtmektedir. Mikoriza inoküle edilmiş bitkilere 60–60–60 kg/ha N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O ile gübreleme yapılan uygulamalar, mikorizasız ve gübresiz kontrole ve sadece gübreleme yapılan bitkilere göre daha iyi sonuç vermiştir. Mikoriza uygulamasına cevap veren bitkiler arasında patlıcanında bulunduğu ve bitki gelişiminde % 40 artış olduğu belirtilmektedir (Keskin, 2009).

### 3. MATERYAL METOT

Araştırma 2010 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü seralarlarında gerçekleştirilmiştir. Bitki besin elementi analizleri Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

#### 3.1. Materyal

Bitki materyali olarak Kemer patlıcan çeşidi kullanılmıştır. **Kemer patlıcanı**, toplu gelişen 70–80 cm boylu bir patlıcan çeşididir. Meyveler silindirik, uca doğru eğri, uç kısmı küt, orta uzunlukta (14–18 cm), meyve çapı 4–6 cm, parlak koyu mor renkte meyve eti yumuşak erkenci bir çeşittir (Anonim, 2010c).

Mikorizalar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden temin edilmiştir. ***Glomus intraradices*** sporları küre şeklinde olup rengi yeşilden açık kahverengi, griye doğru değişir. Fungusun klamidosporları kök içinde tek tek veya salkım halinde ve klamidosporlar 40.5–90.5 milimikron çapında, spor çeperleri 3–15 milimikron kalınlığındadır. ***Gigaspora margarita*** sarı renkli genellikle küresel şekilli olup, bazen de yarım küresel şekildedir. Sporları 60–120 milimikrondur (Schenck ve Smith, 1982). *Glomus intraradices* ırkında 10 g toprakta 165 adet spor gözlemlenmiştir. *Gigaspora margarita* ırkında ise 10 g toprakta 100 adet spor gözlemlenmiştir.

Tohumların çimlendirilmesi ve fidelerin yetiştirilmesinde kullanılan harç 1:1 oranında torf ve perlitten oluşmaktadır. Bu harç 250 ml hacminde pet bardaklara doldurulmuştur. Fidelerin yetiştirildiği torfun özellikleri aşağıda Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1, Fide yetiştirmede kullanılan torfun özellikleri (Anonymus 2010d)

|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| Su tutma gücü(ohms/cm/cm <sup>2</sup> ) | 300–400  |
| Organik madde (%)                       | 67.5     |
| Hacim ağırlığı (g/l)                    | 350      |
| pH                                      | 5.4–6.10 |
| N (mg/kg)                               | 100–300  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)   | 100–300  |
| K <sub>2</sub> O (mg/kg)                | 150–400  |
| Ca (%)                                  | 0.43     |
| Mg (%)                                  | 0.55     |
| Fe (ppm)                                | 2.090    |
| Mn (ppm)                                | 10       |

Denemenin yapıldığı dönemde, araştırma serasının sıcaklık ve nem değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. İlgili çizelge incelenecek olursa, ortalama sıcaklık patlıcan yetiştiriciliği için uygun, ancak oransal nem değerlerinin (% 48) optimalin altında olduğu görülmektedir. Araştırmada kurşunun (Pb) 0, 100, 200, 400 ve 800 ppm dozları uygulanmıştır. Diğer uygulama ise Arbuscular mycorrhizal fungus (AMF)’dur. AMF uygulaması olarak *Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita* türleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.2, Fide yetiştirme serasının ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri.

| Haftalar | Sıcaklık °C | Oransal Nem % |
|----------|-------------|---------------|
| 1        | 24          | 34            |
| 2        | 29          | 36            |
| 3        | 24          | 53            |
| 4        | 24          | 47            |
| 5        | 20          | 55            |
| 6        | 19          | 67            |
| 7        | 25          | 47            |

### 3.2. Metot

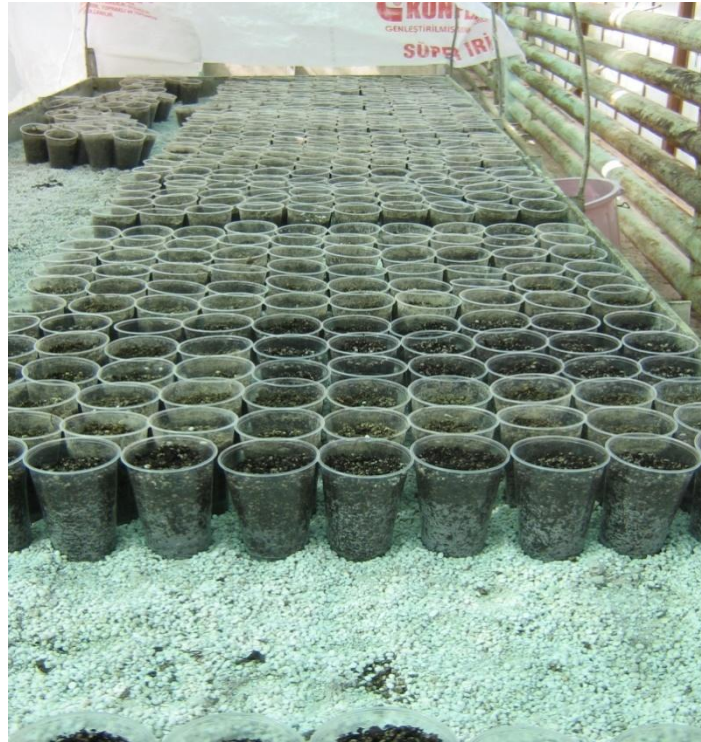
#### 3.2.1. Deneme harcının sterilizasyonu

Kullanılan fide harcının sebep olacağı patojen etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla harç karışımı 121°C’de 2 saat süreyle otoklav edilerek sterilizasyon yapılmıştır.

### 3.2.2. Denemenin kurulması

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç faktörlü olarak kurulmuştur. Faktörler ikisi mikoriza (*Glomus intraradices* ve *Glomus margarita*) ve kontrol grubundan oluşmuştur. Diğer faktör ise kurşun uygulamasıdır ve Pb'un 0, 100, 200, 400 ve 800 ppm dozlarından oluşmuştur. Üç tekerrürlü olarak yürütülen araştırmada, her parselde 20 saksı (20 bitki) bulundurulmuştur.

*Gigaspora margarita* ve *Glomus intraradices* türleri saksılara 14.05.2010 tarihinde aşılanmıştır. Aşılama işlemi, tohum ekim derinliğine önceden belirlenmiş ölçülerde verilmiştir. Aşılama yapıldıktan sonra saksının üstten 5 cm'lik kısım karıştırılarak bir gün bekletilmiştir. Tohumlar, ekimden iki gün önce plastik kilitli kaplarda  $25\pm1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda çimlendirme işlemi gerçekleştirilmiş, 15.05.2010 tarihinde Şekil 3.1'deki görüldüğü gibi 250 ml hacimli drenajsız pet bardakların her birine 3 adet tohum ekilmiştir. Daha sonra saksıdaki fide sayısı tek'e indirilmiştir. Fideler dikim aşamasına gelinceye kadar düzenli olarak çeşme suyu ile sulanmıştır.



Şekil 3.1, Deneme saksılarının görünümü.

### 3.2.3. Deneme harcına Pb uygulaması

Denemede kurşun kaynağı olarak kurşun asetat ((CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb.3H<sub>2</sub>O) kullanılmıştır. Kurşun asetatındaki kurşun miktarı (Pb=207.34 g) dikkate alınarak kurşun dozları hesaplanmıştır. Hesaplama aşağıda verilmiştir.

100 ppm = 1 litrede 100 mg Pb demektir. Buna göre;

$$\begin{aligned} (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O} &= 379.34 \text{ g/mol} = 379340 \text{ mg} \\ \text{Pb} &= 207.34 \text{ g} = 207340 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ccc} 379340 \text{ mg} & \swarrow \searrow & 207340 \text{ mg Pb varsa,} \\ \underline{X} & \nearrow \nwarrow & \underline{100 \text{ mg Pb vardır.}} \end{array}$$

$X = \frac{379340 \cdot 100}{207340} = 182.96 \text{ mg'dır.}$  100 mg Pb hazırlamak için çözeltilerden 182.96 mg alındı.

$$182.96 \text{ mg} = 0.183 \text{ g.}$$

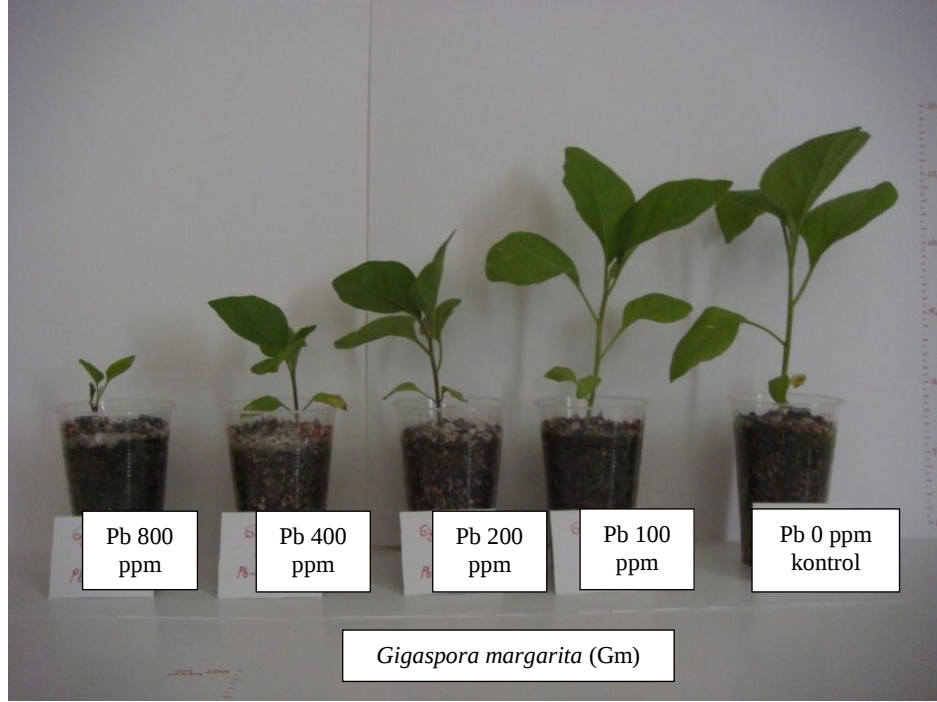
$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ litrede} & & 183 \text{ mg} \\ 0.25 \text{ litrede} & & \underline{X} \end{array}$$

$$X = 45.75 \text{ mg} = 0.04575 \text{ g.}$$

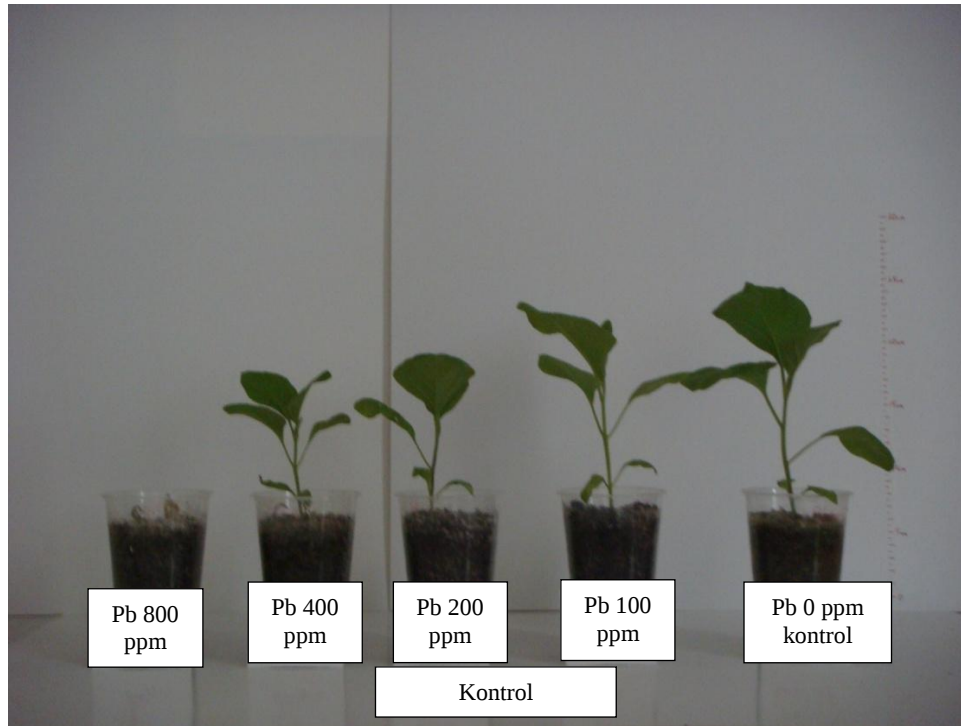
Bir saksıya verilmesi gereken miktar 0.04575 g'dır. Toplamda 180 saksı olduğuna göre;  $0.04575 \times 180 = 8.235 \text{ g'dır.}$

$$\begin{aligned} 100 \text{ ppm} &\longrightarrow 180 \times 0.04575 = 8.235 \text{ g} \\ 200 \text{ ppm} &\longrightarrow 180 \times (2 \times 0.04575) = 16.47 \text{ g} \\ 400 \text{ ppm} &\longrightarrow 180 \times (4 \times 0.04575) = 32.94 \text{ g} \\ 800 \text{ ppm} &\longrightarrow 180 \times (8 \times 0.04575) = 65.88 \text{ g} \end{aligned}$$

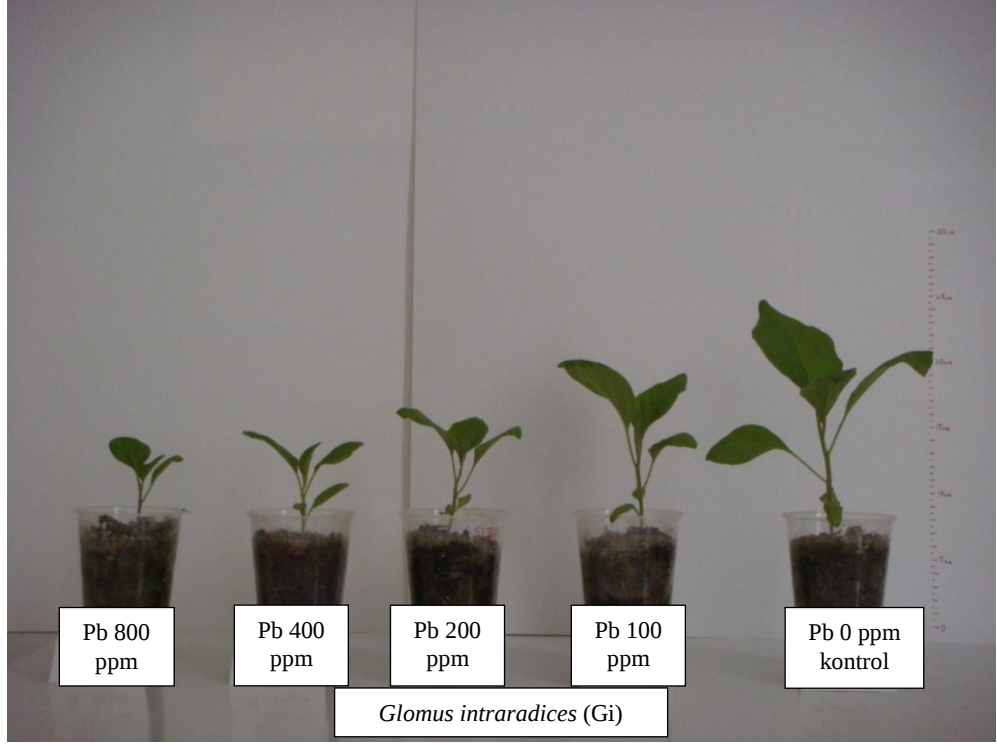
Bir saksıya 50 ml uygulanırsa 180 saksıya 9000 ml (9 litre) uygulanması gerektiği hesaplanmıştır. Her doz 9'ar litrelik şişelere hazırlanıp uygulama zamanında bitkilere 50 ml'lik enjektörle verilmiştir. Uygulamalar 03.06.2010, 06.06.2010 ve 08.06.2010 tarihlerinde üç aşamada farklı zamanda verilmiştir (Şekil 3.2; Şekil 3.3; Şekil 3.4; Şekil 3.5).



Şekil 3.2, Pb dozlarına göre Gm uygulanmış bitkiler.



Şekil 3.3, Pb dozlarına göre Gi ve Gm'siz bitkiler.



Şekil 3.4, Pb dozlarına göre Gi uygulanmış bitkiler.



Şekil 3.5, Denemenin yürütüldüğü serada bitkilerin görünümü.

### 3.2.4. Yapılan gözlem, ölçüm ve analizler

#### 3.2.4.1. Çıkış oranı

Çıkış gerçekleşme miktarı ile parselde ekilen tohumların oranı hesaplanmış ve patlıcan tohumlarının çıkış oranı % 99 olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.4.2. Gerçek yaprak görünme süresi

Tohum ekimi 0. gün kabul edilerek parseldeki fidelerin % 51’inde gerçek yaprak görüldüğü gün sayısı gerçek yaprak görünme süresi (gün) olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.4.3. Hipokotil uzunluğu

Tohumların ekiminden 26 gün sonra hipokotil uzunluğu dijital kumpasla “mm” cinsinden ölçülmüştür.

#### 3.2.4.4. Kotiledon uzunluğu

Bitkilerin kotiledon uzunluğu tohumların ekiminden 26 gün sonra dijital kumpasla “mm” cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6, Kotiledon uzunluğu ölçümü yapılırken görünümü.

#### 3.2.4.5. Kotiledon genişliği

Bitkilerin kotiledon genişliği tohumların ekiminden 26 gün sonra dijital kumpasla “mm” cinsinden ölçölmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7, Kotiledon genişliği ölçümü yapılırken görünümü.

#### 3.2.4.6. Fide sürgün uzunluğu

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve fide uzunlukları cetvelle ‘cm’ cinsinden ölçölmüştür. Toprak yüzeyi ile bitkilerin en uç noktası arasındaki uzunluk fide boyu olarak kabul edilmiştir.

#### 3.2.4.7. Fide sürgün çapı

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve fide çapı dijital kumpasla ‘mm’ cinsinden ölçölmüştür. Fidelerin çapı kotiledon yaprakların hemen üstünden ölçölmüştür.

#### 3.2.4.8. Fide yaparak sayısı

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve toplam yaprak sayısı (adet/fide) sayılarak kaydedilmiştir.

#### **3.2.4.9. Fide sürgün yaş ağırlığı**

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve uygun biçimde sökülen bitkiler önce çeşme su ile sonra saf suyla yıkanarak temizlenmiş ve bitki üzerinde sudan kaynaklanan nem, kuruyuncaya kadar kağıt üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra fidelerin toprak üstü kısımları  $\pm 0,01$  g hassasiyetinde dijital terazi ile tartılıp sürgün yaş ağırlığı g/fide olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.10. Fide sürgün kuru ağırlığı**

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve uygun biçimde sökülen bitkiler önce çeşme su ile sonra saf suyla yıkanarak temizlenmiş ve bitki üzerinde sudan kaynaklanan nem, kuruyuncaya kadar kağıt üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra toprak üstü aksam  $65^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 24 saat kurutulmuş ve  $0,01$  g hassasiyetindeki dijital terazi ile tartılıp sürgün kuru ağırlığı “g” olarak kaydedilmiştir.

#### **3.2.4.11. Fide kök yaş ağırlığı**

Fidelerde tohum ekiminden 52 gün sonra hasat gerçekleştirilmiş ve fidelerin toprak altı aksamı önce çeşme su ile sonra saf suyla yıkanarak temizlenmiş ve kök üzerindeki sudan kaynaklanan nem kuruyuncaya kadar kağıt üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra fidelerin kök ağırlıkları  $\pm 0,01$  g hassasiyetinde dijital terazide tartılarak g/fide olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.4.12. Fide kök kuru ağırlığı**

Fideler tohum ekiminden 52 gün sonra dikim aşamasına gelmiş ve uygun biçimde sökülen bitkiler önce çeşme su ile sonra saf suyla yıkanarak temizlenmiş ve bitki üzerinde sudan kaynaklanan nem, kuruyuncaya kadar kağıt üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra toprak altı aksam  $65^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 24 saat kurutulmuş ve  $0,01$  g hassasiyetindeki tartı ile tartılıp g olarak kaydedilmiştir.

#### **3.2.4.13. Besin elementi içerikleri**

Bitki örnekleri 65°C’de 48 saat etüvde kurutulduktan sonra, öğütücü robotla öğütülmüştür. Öğütülen bitki ve kökler, hassas terazilerde 0.2 g tartılarak lineer tüplere konulmuştur. Üzerlerine 5 ml nitrik asit ve 2 ml hidrojen peroksit ilave edilip tüpler sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra tüpler mikrodalgada (MAR SX press cihazı) 15 dakika bekletilmiştir. Mikrodalga fırından çıkan tüpler çeker ocak altında kapakları açılıp, falkon tüplerine konulmuş ve üzerine 20 ml saf su ilave edilmiştir. Saf su ile tamamlanan örnekler diğer falkon tüplere filtre kâğıtlarına dökülerek süzülmesi sağlanmıştır. Süzülen örnekler ICP-AES cihazında N, P, K, Ca ve Pb okuması yapılmıştır (Lindsay ve Norwell, 1978). Azot tayini Kjeldahl ( $6.25 \times N$ ) yöntemi ile belirlenmiştir (Bayraklı, 1987)

#### **3.2.4.14. Verilerin değerlendirilmesi**

Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerin uygulama konularına göre etkisinin belirlenmesi için, Yurtsever (1984)’in eksik gözlemler de dikkate alınarak belirttiği şekilde JMP istatistik analiz paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur (Kalaycı, 2005). F kontrolünde istatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları % 5 seviyesinde LSD testi ile gruplandırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu araştırmada patlıcan fide yetiştirme ortamının artan dozlarda kurşun (Pb) ve AMF (*Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita*) uygulanarak patlıcanda fide gelişimine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada gerçek yaprak görünme süresi (gün), hipokotil uzunluğu (mm), kotiledon genişliği (mm), kotiledon uzunluğu (mm), fide sürgün uzunluğu (cm), fide sürgün çapı (mm), fide yaprak sayısı (adet), fide sürgün yaş ağırlığı (g), fide sürgün kuru ağırlığı (g), fide kök yaş ağırlığı (g), fide kök kuru ağırlığı (g), fide köklerinde ve sürgünlerinde N, P, K, Ca ve Pb içerikleri belirlenerek incelenmiştir.

##### 4.1. Gerçek yaprak görünme süresi

Gerçek yaprak görünme süresi ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelge 4.1’den Gi uygulamalarının gerçek yaprak görünme süresine etkisi 20.47 gün ile en geç görülmüştür. Gm uygulamasında ise gerçek yaprak görünme süresi 16.73 gün ile en erken oluşmuş ve Gi’ye göre daha erken gerçek yaprakları oluşturmuşlardır. Yani Gi, gerçek yaprak görünme süresinin geçikmesine neden olurken Gm uygulaması ile gerçek yaprak görünme süresi kısaltmıştır.

**Çizelge 4.1,** Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde gerçek yaprak görünme sürelerine etkisi (gün).

| Uygulama                   | Gerçek yaprak görünme süresi (gün) |
|----------------------------|------------------------------------|
| <i>Gigaspora margarita</i> | 16.73c                             |
| <i>Glomus intraradices</i> | 20.47a                             |
| Kontrol                    | 19b                                |
| LSD                        | 0.70                               |

#### 4.2. Hipokotil uzunluğu

Hipokotil uzunluğu verilerinde varyans analizi yapılmış ve mikoriza uygulamaları istatistikî açıdan  $P<0.01$  seviyede önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelgeden de izleneceği gibi, en uzun hipokotil kontrolde (20.27 mm) ve Gm’de (19.29 mm) ölçölmüştür. Gi uygulamasında ise 15.84 mm ile hipokotil uzunluğu en kısa olan bitkiler elde edilmiştir. Hipokotil uzunluğuna Gi mikoriza türüne göre Gm’nin daha etkili olduğu görölmüştür. Yani Gm mikoriza türünün patlıcan ile olan ilişkisi Gi’ye göre daha iyi olmuştur.

Çizelge 4.2, Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde hipokotil uzunluğuna etkisi (mm).

| Uygulama                   | Hipokotil uzunluğu (mm) |
|----------------------------|-------------------------|
| <i>Gigaspora margarita</i> | 19,29a                  |
| <i>Glomus intraradices</i> | 15.84b                  |
| Kontrol                    | 20.27a                  |
| LSD                        | 0.94                    |

#### 4.3. Kotiledon genişliği

Mikoriza uygulamalarının kotiledon genişliğine etkisi  $P<0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3). Kotilodon uzunluğu üzerine Gm ve kontrol, Gi’ye göre daha etkili olmuştur. şöyle ki, Gi’deki fidelerde 8.61 mm ile en dar kotiledon elde edilirken, Gm’de 11.03 mm ve kontrolde 10.36 mm ile en geniş kotiledon ölçölmüştür.

Çizelge 4.3, Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde kotiledon genişliğine etkisi (mm).

| Uygulama                   | Kotiledon genişliği (mm) |
|----------------------------|--------------------------|
| <i>Gigaspora margarita</i> | 11.03a                   |
| <i>Glomus intraradices</i> | 8.61b                    |
| Kontrol                    | 10.36a                   |
| LSD                        | 0.66                     |

#### 4.4. Kotiledon uzunluğu

Mikoriza uygulamalarının kotiledon uzunluğu üzerine etkisi  $P<0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Başka bir ifade ile kotiledon uzunluğu üzerine Gm ve kontrol, Gi uygulamasına göre daha etkili olmuştur. Şöyleki, kontrolde 29.13 mm ve Gm’de 30.50 mm ile en uzun kotiledon ölçülürken Gi’li fidelerdeki kotiledon uzunluğu 24.74 mm ile ikisinden daha kısa olmuştur.

**Çizelge 4.4,** Mikoriza uygulamaların patlıcan fidelerinde kotiledon uzunluğuna etkisi (mm).

| Uygulama                   | Kotiledon uzunluğu (mm) |
|----------------------------|-------------------------|
| <i>Gigaspora margarita</i> | 30.50a                  |
| <i>Glomus intraradices</i> | 24.74b                  |
| Kontrol                    | 29.13a                  |
| LSD                        | 3.23                    |

#### 4.5. Fide sürgün uzunluğu

Araştırmada fide sürgün uzunluğu ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış, sonuçta mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksyonu  $P<0.01$  önem seviyesine göre istatistikî olarak önemli bulunmuştur. İstatistik olarak önemli çıkan sonuçlar Çizelge 4.5’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Mikoriza uygulamalarına baktığımızda (Çizelge 4.5), kontrolde fide sürgün uzunluğu 11.44 cm ile Gm ve Gi uygulamalarına göre daha uzun fideler elde edilmiştir. Kontrolün diğer uygulamalardan yüksek çıkmasının nedeni kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin tamamının ölmesinden kaynaklanmış olabilir. Elde edilen değerler dört dozun ortalama değeridir. Bu da kontrolün yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.5’den Pb dozları arasında, 0 ppm Pb uygulamasında 12.31 cm ile en uzun fide sürgün uzunluğu elde edilmiştir. Dozlar arttıkça fide sürgün uzunluğunda azalış olduğu görülmüştür.

Mikoriza x Pb interaksyonu sonuçları incelenecek olursa, Gm'nın 0 ppm Pb ve kontrolün (mikorizasız) 0 ve 100 ppm Pb interaksyonlarında 14.27, 13.31 ve 13.59 cm ile en yüksek çıkmıştır. Gm'nin 800 ppm Pb uygulanmış patlıcan bitkilerin 4.24 cm ile en kısa sürgün uzunluğu elde edilmiştir. Diğer mikoriza x Pb interaksyonları bu iki uç değer arasında yer almıştır. Kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin hepsi ölmüştür. Bu nedenle herhangi bir gruplandırma içerisinde yer almamıştır. Yani 800 ppm Pb uygulamasında Gm ve Gi'de bitkilerin yaşadığı görülmüştür. Fakat kontroldeki bitkilerin hepsi ölmüştür. Buda yüksek dozda kurşunda bile mikorizaların etkisinin olduğunu göstermiştir.

**Çizelge 4.5,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksyonun patlıcan fidelerinde fide sürgün uzunluğuna etkisi (cm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |         |         |       | Ort.   |
|----------------------------|------------------|--------|---------|---------|-------|--------|
|                            | 0                | 100    | 200     | 400     | 800   |        |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 14.27a           | 11.87b | 11.27b  | 8.85cde | 4.24h | 10.06b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 9.34cd           | 8.14ef | 8.30def | 7.65fg  | 6.78g | 8.04c  |
| <b>Kontrol</b>             | 13.31a           | 13.59a | 9.69c   | 9.17cde | -     | 11.44a |
| <b>Ortalama</b>            | 12.31a           | 11.20b | 9.75c   | 8.56d   | 5.41e |        |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.54 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 0.69<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:1.20<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

#### 4.6. Fide sürgün çapı

Fide sürgün çapı ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış sonuçta mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.6).

Mikoriza uygulamalarında Gm'de ve kontroldeki fidelerin, Gi'deki fidelerin sürgün çaplarına göre daha kalın bulunmuştur. Şöyleki Gm'de ve kontroldeki bitkiler 2.13 mm ve 2.11 mm kalınlığında ölçülmüştür. Gi'de ise 1.90 mm ile en ince fide sürgün çapı ölçülmüştür. Kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin tamamı ölmüştür. Bu da kontroldeki fidelerin ortalama kalınlığını ifade eden rakamın (2.13 mm) yüksek çıkması dört uygulamanın ortalaması alınmasından kaynaklanmaktadır. Aksi takdirde beşe bölünmesiyle ortalama daha küçük bir değer alacaktı. Bu küçük değere göre Gm ve Gi mikoriza türleri, kontrole göre daha etkili olduğu söylenebilir.

En kalın fide sürgün çapı 0 ppm Pb’de (2.46 mm) ölçülmüştür. Pb dozları arttıkça fide çapında küçülmelerin olduğu görülmüştür.

Mikoriza x Pb interaksiyonu sonuçlarına baktığımızda, Gm’nin 0 ppm dozunda Pb uygulamalarındaki fidelerin çapı 2.80 mm ile en kalın bulunmuş olup ve “a” harfi ile gruplandırılmıştır. Gm’nin 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin çapı 1.41 mm ile en ince çaplı fideleri oluşturmuştur. Diğer mikoriza x Pb interaksiyonları bu iki uç değer arasında kalmışlardır. Çizelgeden incelenecek diğer bir sonuç, Pb dozları arttıkça Gm, Gi ve kontrol fidelerinin sürgün çaplarının azalmasıdır.

**Çizelge 4.6,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerin sürgün çapına etkisi (mm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |         |         |         |        | Ort.  |
|----------------------------|------------------|---------|---------|---------|--------|-------|
|                            | 0                | 100     | 200     | 400     | 800    |       |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 2.80a            | 2.33bc  | 2.07def | 1.94fgh | 1.41j  | 2.11a |
| <i>Glomus intraradices</i> | 2.14de           | 1.99efg | 1.90gh  | 1.72ı   | 1.78hı | 1.90b |
| <b>Kontrol</b>             | 2.45b            | 2.20cd  | 1.96fg  | 1.91fgh | -      | 2.13a |
| <b>Ortalama</b>            | 2.46a            | 2.18b   | 1.98c   | 1.85d   | 1.59e  |       |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.074 (Mikorizalar)      LSD<sub>(0,05)</sub>: 0.10 (Pb)      LSD<sub>(0,05)</sub>:0.17 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.7. Fide yaprak sayısı

Fide yaprak sayısı konusunda elde edilen rakamlarda yapılan varyans analizlere göre bütün uygulamaların ve interaksiyonların  $P < 0.01$  önem seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7). Yaprak sayısı üzerine kontrol, Gm ve Gi’ye göre daha etkili olmuştur. Şöyleki, kontrolde 4.40 adet/bitki ile en fazla yaprak elde edilirken, Gi’de ve Gm’deki fidelerin yaprak sayıları 4.08 adet/bitki ve 4.17 adet ile en az olduğu görülmüştür.

Pb uygulamalarında ise 0 ppm Pb uygulamasında elde edilen ortalama değer 4.82 adet/bitki ile en fazla yaprak elde edilmiştir. Pb dozların artmasıyla bu değerlerin düştüğü görülmüştür. 800 ppm Pb uygulamasında 3.05 adet/bitki ile en az yaprak elde edilmiştir. Diğer değerler bu iki grup arasında yer almıştır. Yani yüksek Pb dozlarının bitki üzerinde sebep olduğu toksite nedeniyle fide yaprak sayıları azalmıştır. (Çizelge 4.7).

Çizelge’de mikoriza x Pb interaksyonu incelenecek olursa, Gm’nin 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerden bitki başına en fazla yaprak elde edilmiştir. En az yaprak sayısı ise Gm’li 800 ppm Pb dozlarında (2.71 adet/bitki) elde edilmiştir. Burada dikkati çeken sonuç her iki mikoriza türü ile (Gm ve Gi) yüksek (800 ppm Pb) kurşun dozlarında bile fidelerin yaşamasıdır.

**Çizelge 4.7,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksyonlarının patlıcan fidelerinde fide yaprak sayısına etkisi (adet/bitki).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |         |        |       | Ort.  |
|----------------------------|------------------|--------|---------|--------|-------|-------|
|                            | 0                | 100    | 200     | 400    | 800   |       |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 5.32a            | 4.62bc | 4.13ef  | 4.06fg | 2.72i | 4.17b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 4.42cd           | 4.43cd | 4.35de  | 3.83g  | 3.38h | 4.08b |
| Kontrol                    | 4.72b            | 4.75b  | 4.18def | 3.96fg | -     | 4.40a |
| Ortalama                   | 4.82a            | 4.60b  | 4.22c   | 3.95d  | 3.05e |       |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.11 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 0.15 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 0.25 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.8. Fide sürgün yaş ağırlığı

Araştırmada fide sürgün yaş ağırlığı ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış, sonuçta mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistikî anlamda önemli bulunmuştur. Sonuçlar Çizelge 4.8’de mukayeseli bir biçimde gösterilmiştir.

Kontroldeki fidelerin sürgün yaş ağırlığı 45.78 g ile ilk sırada yer almış ve “a” harfi ile gruplandırılmıştır. Gi’de ise 27.18 g ile en az fide sürgün yaş ağırlığına sahip fideler elde edilmiş ve “c” harfi ile gruplandırılmıştır. Kontroldeki fidelerin sürgün yaş ağırlıklarının ortalama değerin yüksek çıkması elde edilen verilerin dörte bölünmesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü kontrolde 800 ppm Pb uygulamasında uygulama sonrasında bitkilerin hepsi ölmüştür. Bu sebeple en yüksek değer çıkmaktadır. Gm uygulamasından elde edilen değer 40.64 g ile kontrol ve Gi uygulaması arasında kaldığı görülmüştür. (Çizelge 4.8).

Pb uygulamalarına bakılacak olursa, artan dozlarda Pb uygulamasıyla fide sürgün yaş ağırlığında azalmalar görülmüştür. En fazla fide sürgün yaş ağırlığı 0 ppm dozunda Pb uygulamalarındaki bitkilerde 60.41 g ağırlığında bulunmuştur. En az

ağırlığı ise 800 ppm Pb uygulamasından 10.48 g elde edilmiştir. Diğerleri bu iki uç değer arasında yer almıştır.

Mikoriza x Pb interaksiyonu sonuçları ise Gm'nin 0 ppm Pb uygulamalarındaki bitkilerin fide yaş ağırlığı 76.10 g ile en fazla çıkmıştır. Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde 4.87 g ile en düşük fide yaş ağırlığı bulunmuştur. Diğer interaksiyon ortalamaları bu iki sınır değer arasında kalmıştır. İnteraksiyonlarda izlenebilecek diğer bir sonuç Pb dozu arttıkça Gi, Gm ve kontrol bitkilerinin fide sürgün yaş ağırlığındaki azalmalardır. Diğer önemli sonuç her iki mikorizanın 800 ppm Pb dozunda bile bitkilerin yaş ağırlıklarının oluşmuş olmasıdır. Oysa kontrol 800 ppm Pb dozunda ölmüşlerdir.

**Çizelge 4.8,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde fide sürgün yaş ağırlığına etkisi (g).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |         |         |        | Ort.   |
|----------------------------|------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
|                            | 0                | 100    | 200     | 400     | 800    |        |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 76.10a           | 50.88c | 40.28d  | 31.04ef | 4.87i  | 40,64b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 38.05de          | 30.21f | 29.19fg | 22.38gh | 16.08h | 27,18c |
| <b>Kontrol</b>             | 66.08b           | 54.57c | 32.52ef | 29.95f  | -      | 45.78a |
| <b>Ortalama</b>            | 60.41a           | 45.22b | 34.00c  | 27.79d  | 10.48e |        |

LSD<sub>(0,05)</sub>:3.18<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>: 4.10<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:7.10<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

#### 4.9. Fide kök yaş ağırlığı

Araştırmada fide kök yaş ağırlığı ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış, sonuçta mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksiyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistikî olarak önemli çıkmıştır. Sonuçlar mukayeseli olarak Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Kontrolde fidelerin kök yaş ağırlığı 11.45 g ile en yüksek bulunmuştur. Gi'de ise 5.46 g ile en az fide kök yaş ağırlığı elde edilmiş ve "c" harfi ile gösterilmiştir. Gm'nin fide kök yaş ağırlığına etkisi bu ik uç değer arasında bulunmuştur. Kontroldeki fidelerde, Gm ve Gi'ye göre fidelerin kök yaş ağırlığı yüksek çıkması kontolde bir uygulamada veri alınmamasına nedeniyle ortalama değer, dörde bölünmüş olmasından kaynaklanmaktadır.

Pb dozlarındaki istatistik analiz sonucu ise 0 ppm Pb uygulamasında fidelerin fide kök yaş ağırlıkları 10.73 g ile en yüksek değerde bulunmuştur. 800 ppm Pb

uygulamasında 2,65 g ile en az fide kök yaş ağırlığı elde edilmiştir. Bunun nedeni 800 ppm Pb dozunda mikorizasız bitkilerin ölmüş olduğu düşünülebilir. Gm bu iki sınır değer arasında yer almıştır.

Mikoriza x Pb interaksiyonunda en yüksek değeri Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasında 13.29 g ile fide kök yaş ağırlığı en yüksek çıkmıştır. Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasında 0.70 g ile en az kök yaş ağırlığı tespit edilmiştir. Diğer değerler bu iki grup arasında kalmıştır.

**Çizelge 4.9,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde kök yaş ağırlığına etkisi (g).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |         |          |        |       | Ort.   |
|----------------------------|------------------|---------|----------|--------|-------|--------|
|                            | 0                | 100     | 200      | 400    | 800   |        |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 13.29a           | 10.30bc | 9.22cd   | 7.60de | 0.70g | 8,22 b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 6.56ef           | 5.68ef  | 6.16ef   | 4.45f  | 4.42f | 5,45c  |
| <b>Kontrol</b>             | 12.32ab          | 13.16a  | 11.17abc | 9.15cd | -     | 11.45a |
| <b>Ortalama</b>            | 10.73a           | 9.72ab  | 8.85b    | 7.07c  | 2.56d |        |

LSD<sub>(0,05)</sub>:1.00 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 1.30 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:2.25 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.10. Fide sürgün kuru ağırlığı

Fide kuru ağırlığı ile ilgili elde edilen verilerde varyans analizi yapılmıştır. Buna göre mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksiyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistikî olarak önemlidir (Çizelge 4.10).

Kontroldeki fidelerin kuru ağırlığı 4.28 g ile en yüksek bulunmuş ve “a” harfi ile harflendirilmiştir. Gi’deki fidelerin kuru ağırlığı ise 2.28 g ile en az bulunmuş ve “c” harfi ile harflendirilmiştir. Kontrol fidelerinde sürgün kuru ağırlığının yüksek çıkmamasının nedeni ilk 4 Pb dozlarındaki fidelerin kuru ağırlığının ortalamasının alınmasından kaynaklanmıştır.

Pb uygulamalarına bakılacak olursa, 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerde 5.45 g ile en fazla fide sürgün kuru ağırlığı tespit edilmiştir. 800 ppm Pb uygulamalarında ise 0.90 g ile en düşük fide kuru ağırlığı elde edilmiştir. Diğerleri bu iki değer arasında yer almıştır.

Mikoriza x Pb interaksiyonları incelendiğinde, Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin 7.64 g ile en fazla fide sürgün kuru ağırlığı elde edilmiştir.

Gm'nin 800 ppm dozunda Pb uygulamasında 0.42 g ile en az fide kuru ağırlığı elde edilmiştir. Diğer interaksiyonlar bu iki sınırlar arasında kalmışlardır.

**Çizelge 4.10,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde fide kuru ağırlığına etkisi (g).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |         |        |       | Ort.   |
|----------------------------|------------------|--------|---------|--------|-------|--------|
|                            | 0                | 100    | 200     | 400    | 800   |        |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 7.64a            | 4.76b  | 3.37c   | 2.85cd | 0.42g | 3.81b  |
| <i>Glomus intraradices</i> | 3.21cd           | 2.44de | 2.64cde | 1.74ef | 1.38f | 2.28c  |
| Kontrol                    | 5.50b            | 5.31b  | 3.50c   | 2.81cd | -     | 4.28 a |
| Ortalama                   | 5.45a            | 4.17b  | 3.17c   | 2.47d  | 0.90e |        |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.42 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 0.55 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.95 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.11. Fide kök kuru ağırlığı

Araştırmada kök kuru ağırlığı ile ilgili elde edilmiş olan verilerde varyans analizi yapılmış, sonuçta mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksiyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistikî olarak önemli çıkmıştır. Önemli çıkan sonuçlar Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Mikoriza uygulamalarına Çizelge 4.11'den baktığımızda, kontrol uygulamasında 0.82 g ile en yüksek fide kök kuru ağırlığı bulunmuş ve "a" harfi ile gruplandırılmıştır. Gi'de ise 0.38 g kök kuru ağırlığı "c" harfi ile gruplandırılıp kök kuru ağırlığı en az olan uygulama olarak tespit edilmiştir. Kontroldeki fidelerin kuru ağırlığı ortalama değeri alınırken 800 ppm Pb uygulamasında hepsi öldüğü için ortalamaya bu grup dâhil edilmemiştir. Bu sebeple kontrol en yüksek çıkmaktadır.

Pb dozları arasında kök kuru ağırlıkları en yüksek olan 0.78 g ile 0 ppm Pb uygulaması olmuştur. En düşük ağırlık ise 0.21 g ile 800 ppm Pb uygulamasından elde edilmiştir. Diğerleri bu iki değer arasında yer almıştır.

**Çizelge 4.11** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde kök kuru ağırlığına etkisi (g).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |         |         |        |       | Ort.  |
|----------------------------|------------------|---------|---------|--------|-------|-------|
|                            | 0                | 100     | 200     | 400    | 800   |       |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 1.10a            | 0.73cde | 0.69cde | 0.57ef | 0.07h | 0.63b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 0.44fg           | 0.39g   | 0.42fg  | 0.31g  | 0.34g | 0.38c |
| Kontrol                    | 0.78cd           | 1.01ab  | 0.84bc  | 0.63de | -     | 0.82a |
| Ortalama                   | 0.78a            | 0.71ab  | 0.65b   | 0.50c  | 0.21d |       |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0,08 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>: 0,10 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:0,17 (Mikoriza\* Pb)

Mikoriza x Pb interaksiyonunda ise kök kuru ağırlığında 1.10 g ile en yüksek değer Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerden elde edilmiştir. Gm'nin 800 ppm Pb uygulanmış bitkilerden 0.07 g ile en düşük değerde kök kuru ağırlığı elde edilmiştir. Diğer interaksiyonlar ise bu uç değerler arasında yer almışlardır. Kontrolün 800 ppm Pb dozun fidelerinin tamamı ölmüşken Gm ve Gi'nin 800 ppm Pb dozlarındaki bitkilerden fide kök kuru ağırlığı elde edilmiştir.

#### 4.12. Fidede azot (N) içeriği

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre türüm uygulama ve interaksiyonların fidede N içeriğine etkisi  $P < 0.01$  önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Başka bir ifade ile fidede N içeriği Gm'nin, Gi ve kontrol'e göre daha etkili olmuştur. Şöyleki, Gm'den % 4.56 ile en fazla N elde edilirken, kontroldeki ortalama % N değeri 3.18 ile en düşük N değerini vermiştir. Diğer taraftan Gi'de % 3.76 ile ikisinin ortasında kalmıştır.

**Çizelge 4.12,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde azot içeriğine etkisi (%)

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |        |        |        | Ortalama |
|----------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|----------|
|                            | 0                | 100    | 200    | 400    | 800    |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 5.89a            | 3.56cd | 4.25c  | 3.63cd | 5.49ab | 4.56a    |
| <i>Glomus intraradices</i> | 3.79cd           | 4.31bc | 3.53cd | 3.75cd | 3.41cd | 3.76b    |
| Kontrol                    | 3.81cd           | 2.92d  | 2.74d  | 3.24cd | -      | 3.18c    |
| Ortalama                   | 4.50a            | 3.60b  | 3.50b  | 3.54b  | 4.45a  |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0,56<sub>Mikorizalar</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:0,72<sub>Pb</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:1,24<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

Pb dozlarında ise 0 ppm ve 800 ppm Pb uygulamalarından elde edilen ortalama değer % 4.50 ve % 4.45 ile en fazla N elde edilmiştir. 800 ppm Pb uygulamalarındaki % N değerinin yüksek çıkması, sürgün kuru ağırlığını veren Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi örnek miktarının düşük olması ve konsantrasyonun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Aksi takdirde bu uygulamada % N değeri artan dozlarda azaldığı görülmektedir. En düşük % N içeriğini "b" harfi ile gruplandırılan 100, 200 ve 400 ppm Pb dozlarından elde edilmiştir.

Mikoriza x Pb interaksyonu incelenecek olursa Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasında en fazla % N içeriği elde edilmiştir. Kontrol'ün 100 ve 200 ppm Pb uygulamalarında en az % N elde edilmiştir. Artan dozlarda % N değerinin bazı uygulamalarda yüksek çıkması analizi yapılırken örnek miktarının yeterli olmaması ve az olan örnek miktarında konsantrasyonun yüksek olması, değerlerin yüksek çıkmasına neden olmuştur kanısındayım.

#### 4.13. Fidede fosfor (P) içeriği

Fidelerin P içeriklerine etkisi incelenmiş mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb dozlarının interaksyonu yapılan varyans analizinde sonuçlar değerlendirilmiştir. Mikoriza, Pb, Mikoriza x Pb interaksyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre önemli bulunmuştur.

Mikoriza uygulamalarında fidelerde P içerikleri, Gi'de 2620.29 ppm ile en yüksek değer bulunmuştur. Gi'deki fidelerin P içeriği, kontrol ve Gm'deki fidelerden yüksek değer olduğu görülmektedir. Yani kontrol'de 2396.25 ppm ve Gm'de ise 2358.66 ppm elde edilmiştir.

**Çizelge 4.13,** Mikoriza Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksyonlarının patlıcan fidelerinde P içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |           |             |           |            | Ort.     |
|----------------------------|------------------|-----------|-------------|-----------|------------|----------|
|                            | 0                | 100       | 200         | 400       | 800        |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 3268.46a         | 2537.46b  | 2292.05bcd  | 1797.01e  | 1898.33de  | 2358.66b |
| <i>Glomus intraradices</i> | 3322.40a         | 2960.42a  | 2365.25bc   | 2410.15bc | 2043.24cde | 2620.29a |
| Kontrol                    | 3204.27a         | 2324.02bc | 2200.11bcde | 1856.63e  | -          | 2396.25b |
| Ortalama                   | 3265.04a         | 2607.30b  | 2285.80c    | 2021.26d  | 1970.78d   |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:189.04 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>:244.05 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:422.70 (Mikoriza x Pb)

Pb dozlarına bakılacak olursa, 0 ppm Pb uygulanmasındaki fidelerin P içeriği 3265.04 ppm ile en yüksek seviyede çıkmıştır. 400 ve 800 ppm Pb uygulamalarındaki fidelerde ise 2021.26 ve 1970.78 ppm dozlarında en düşük P içeriği tespit edilmiştir. Diğer dozlarda bu iki uç değer arasında gruplandırılmıştır. Pb dozları arttıkça fidelerde P içeriği azalmıştır.

Mikoriza x Pb interaksiyonunda ise Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin P içeriği 3268.46 ppm, Gi'nin 0 ve 100 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin P içeriği 3322.40 ve 2960.42 ppm ve kontrol'de 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerde P içeriği 3204.27 ppm ile en yüksek seviyede bulunmuştur. Gm'nin 400 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde P içeriği 1797.01 ppm ve kontrol'de 400 ppm Pb uygulamalarındaki fidelerde ise P içeriği 1856,63 ppm ile en düşük değerlerde bulunmuştur. Her iki mikoriza uygulama, 800 ppm Pb uygulamasındaki P içeriğinin yüksek çıkması Çizelge 4.10'da verilen örnek miktarının düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

#### **4.14. Fidede kurşun (Pb) içeriği**

Fidede kurşun içeriği ile ilgili yapılan varyans analizinde mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksiyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14 incelenecek olursa, Gm'nin Pb içeriği 566.64 ppm ile en yüksek çıkmıştır. Mikorizasız uygulamalarda Pb içeriği 258.62 ppm ile en düşük değer elde edilmiştir. Gi'de ise 398.03 ppm ile bu iki değer arasında kalmıştır. Pb alımında Gi'nin, Gm'ye göre daha iyi olduğu görülmüştür. Gm'nin rakamsal olarak kötü olmasının sebebi Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasından elde edilen değerlerin örnek miktarının az olması sebebiyle Pb konsantrasyonunun yüksek çıkmasına neden olmuştur. Bu da ortalama değere yansımıştır.

Pb dozlarında ise en yüksek Pb içeriği 800 ppm dozunda Pb uygulamasındaki fidelerden (1387.11 ppm) elde edilmiştir. Kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin ölmesi ortalama değer hesaplamasında Gm ve Gi uygulamaları dikkate alınmıştır. Bu ortalamaya kontrol grubunda dâhil olsaydı yani değerlerin toplamı üçe bölünseydi bu değerlerin biraz daha düşük olduğu görülebilecekti. Ayrıca bu değerlerin yüksek çıkması, Çizelge 4.10'da verilen fide sürgün kuru ağırlıklarında 800 ppm uygulamalarda analiz için yeterli miktarda örnek olmaması, az sayıda olan örnekte konsantrasyonun daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu sebeple değerlerin çok yüksek olduğu görülmektedir. 400 ppm Pb uygulamasına göre yaklaşık üç kat gibi görünen

bu deęer biraz daha dūřuk olabilir. Dozların azalmasıyla bu miktar dūřmektedir. 0 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde Pb içerięi 23.43 ppm ile en dūřuk fiderler elde edilmiřtir. Dięer uygulamalar bu iki uç deęer arasında yer almaktadır.

**Çizelge 4.14,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde Pb içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm)   |                      |                      |                      |                      | Ort.                |
|----------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                            | 0                  | 100                  | 200                  | 400                  | 800                  |                     |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 14.31 <sub>l</sub> | 225.88 <sub>gh</sub> | 306.6 <sub>fg</sub>  | 594.21 <sub>c</sub>  | 1692.14 <sub>a</sub> | 566.64 <sub>a</sub> |
| <i>Glomus intraradices</i> | 29.90 <sub>l</sub> | 122.34 <sub>hl</sub> | 248.59 <sub>fg</sub> | 506.26 <sub>cd</sub> | 1083.07 <sub>b</sub> | 398.03 <sub>b</sub> |
| <b>Kontrol</b>             | 26.08 <sub>l</sub> | 205.96 <sub>gh</sub> | 350.47 <sub>ef</sub> | 451.98 <sub>de</sub> | -                    | 258.62 <sub>c</sub> |
| <b>Ortalama</b>            | 23.43 <sub>e</sub> | 184.72 <sub>d</sub>  | 301.91 <sub>c</sub>  | 517.48 <sub>b</sub>  | 1387.11 <sub>a</sub> |                     |

LSD<sub>(0,05)</sub>:51,68<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:66,72<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:115,56<sub>(Mikoriza x Pb)</sub>

Mikoriza x Pb interaksiyonlarında Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerden 1692.14 ppm ile Pb içeriği en yüksek seviyede elde edilmiştir. Yüksek çıkmasının nedeni analiz edilecek örnek miktarının az olmasından kaynaklanmaktadır. Pb uygulamalarındaki nedenler burada da söz konusudur. Gm'nin 0 ppm Pb uygulaması, kontrolün 0 ppm ve Gi'nin 0 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerden 14.31, 26.08 ve 29.90 ppm ile en dūřuk Pb içeriği elde edilmiştir. Dięer uygulamalar bu iki uç değer arsında yer almaktadır.

#### 4.15. Fidede potasyum (K) içeriği

Fide srgnlerindeki K içerikleri ile ilgili veriler istatistik olarak değerlendirilmiş vemikoriza ve mikoriza x Pb interaksiyonları  $P < 0.01$  önem seviyesine göre önemlidir.

Çizelge 4.15 incelenecek olursa, Gi'deki fidelerin K içerikleri 57021.9 ppm ile en yüksek değerde bulunmuştur. Gm'nin, Gi ve kontrole göre 36124.3 ppm ile en dūřuk değerde K içeriği elde edilmiştir. Kontroldeki ortalama değerin yüksek çıkması değerlerin toplamının drte bölünmesinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkiler ölmüş ve sonuçlar eksik müşahede yöntemine göre değerlendirilmiştir. Bu grupta ortalamaya dâhil edilseydi yani beře

bölünseydi kontrol uygulamasının en düşük değer olduğu görülebilecekti kanısındayım.

Pb dozlarının istatistikî olarak önemli bulunmadığı görülmüştür. 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm ve 800 ppm Pb uygulamalarındaki fidelerde K içeriği 46777.2, 42373.1, 43980.9, 46888.4 ve 45543.8 ppm bulunmuştur.

**Çizelge 4.15,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde K içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |            |            |            |            | Ort.     |
|----------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|                            | 0                | 100        | 200        | 400        | 800        |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 28858.5g         | 34468.4efg | 40971.9de  | 36718.4efg | 39604.2def | 36124.3c |
| <i>Glomus intraradices</i> | 59004.1ab        | 59973.3a   | 56673.6ab  | 57975.0ab  | 51483.3bc  | 57021.9a |
| Kontrol                    | 52468.9abc       | 32677.6fg  | 34297.2efg | 45971.7cd  | -          | 41353.8b |
| Ortalama                   | 46777.2a         | 42373.1a   | 43980.9a   | 46888.4a   | 45543.8a   |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:3602.3 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>:4650.5 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:8054.9 (Mikoriza x Pb)

Mikoriza x Pb interaksiyon değerlerini incelenecek olursa, Gi'nin 100 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin K içerikleri 59973.3 ppm ile en yüksek değeri verirken, Gm'de 0 ppm Pb uygulanmış fidelerde K içeriği 28858.5 ppm ile en düşük seviyede bulunmuştur. Diğerleri bu iki uç değer arasında yer almıştır. Bu grupta Gi uygulamasının K alımı üzerine etkisinin diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Buradaki sonuç Gi'nin K alımında patlıcan fidesiyle olan ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Yani Gi'nin K alımını üzerine Gm'dendaha etkili olmasıdır.

#### 4.16. Fidede kalsiyum (Ca) içeriği

Mikoriza, Pb ve mikoriza x Pb interaksiyonunun fidelerde Ca içeriklerine etkisi  $P < 0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16 incelenecek olursa, Gm'deki fidelerin Ca içerikleri 31105.4 ppm ile en yüksek değerde bulunmuştur. Gi'deki fidelerin Ca içerikleri 22747.2 ppm ile en düşük değerde bulunmuştur. Kontrol ortalama değeri Gm ve Gi uygulamaları arasında yer almıştır.

Yukarıda bahsedilen kontrol 800 ppm Pb uygulamasının ortalamaya dâhil edilmemesi bu dozdaki uygulamanın yüksek çıkmasına neden olmuştur. İlgili çizelgede verilen sonuçlara göre incelenecek olursa, 800 ppm Pb uygulamasında Ca en yüksek değerde bulunmuştur. En düşük değerler ise 0, 200 ve 400 ppm Pb uygulamalarından elde edilmiştir. Şöyleki 800 ppm Pb uygulanmış fidelerden 28700.6 ppm ile en yüksek Ca içeriği elde edilmiştir. 0, 200 ve 400 ppm Pb uygulamalardaki fidelerden 25492.1, 26579.2 ve 25870.3 ppm ile en düşük Ca içeriği elde edilmiştir

Mikoriza x Pb interaksiyon değerleri ise Gm'nin 100 ppm Pb uygulanmış fidelerdeki Ca içeriğinin 33538.8 ppm ile en yüksek seviyede bulunmuştur. Gi'nin 100 ppm Pb uygulanan fidelerde 20252.32 ppm ile en düşük Ca içeriği elde edilmiştir.

**Çizelge 4.16,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fidelerinde Ca içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |            |           |            |           | Ort.     |
|----------------------------|------------------|------------|-----------|------------|-----------|----------|
|                            | 0                | 100        | 200       | 400        | 800       |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 31210.3abc       | 33538.8a   | 27990.6cd | 30940.9abc | 31846.4ab | 31105.4a |
| <i>Glomus intraradices</i> | 21149.4fg        | 20252.3g   | 25370.3de | 21409.3fg  | 25554.7de | 22747.2c |
| <b>Kontrol</b>             | 24116.7ef        | 28589.1bcd | 26376.6de | 25260.8de  | -         | 26085.8b |
| <b>Ortalama</b>            | 25492.1b         | 27460.1ab  | 26579.2b  | 25870.3b   | 28700.6a  |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:1556.3 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>:2009.2 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:3480.0 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.17. Kökte azot (N) içeriği

Kökteki Azot içeriği ile ilgili verilerde varyans analizi yapılmış mikoriza, Pb ve mikoriza x Pb interaksiyonu P<0.01 önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17'de Gi'deki fidelerin N içeriği % 5.37 ile en yüksek çıkmıştır. Kontrolde ise % 2.64 ile en düşük değer elde edilmiştir. Gm'nin değeri ile Gi'nin değerleri istatistik anlamda birbirine yakın bulunmuştur.

Pb dozları incelenecek olursa, en fazla N içeriği 800 ppm dozunda Pb uygulanmış fidelerin köklerinde % 6.57 bulunmuştur. En yüksek değer çıkmasının iki nedeni vardır. Bunlardan birincisi kontrol 800 ppm Pb uygulamasından bitkilerin

tamamının ölmesi ortalama değerin hesaplanmasında ikiye bölünmesinden kaynaklanmıştır. Diğer nedeni ise 800 ppm Pb uygulamalarında N tayini için örnek miktarının az sayıda olması incelenecek örnek konsantrasyonunun yüksek çıkması sonucu ortalama değerlerin yüksek çıkmasına neden olmaktadır. 0, 100 ve 200 ppm dozlarındaki Pb uygulamalarında % 3.11, % 3.15 ve % 3.26 ile en düşük N içeriği çıkmıştır.

Mikoriza x Pb interaksyonu N içeriği en fazla olan Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin köklerinde % 6.69 ve Gi'nin 400 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde ise % 6.28 N elde edilmiştir. Bu değerlerin yüksek çıkmasının tek nedeni N tayini için örnek miktarının az olmasından kaynaklanmaktadır. "c" harfi ile gruplandırılan uygulamaların tamamı en düşük değeri vermişlerdir.

**Çizelge 4.17,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksyonlarının patlıcan fide köklerinde N içeriğine etkisi (%).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |        |        |       |       | Ort.   |
|----------------------------|------------------|--------|--------|-------|-------|--------|
|                            | 0                | 100    | 200    | 400   | 800   |        |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 2.74c            | 2.57c  | 2.79c  | 2.69c | 6.69a | 3.90ab |
| <i>Glomus intraradices</i> | 3.82bc           | 4.41bc | 4.57bc | 6.28a | 4.45b | 5.37a  |
| <b>Kontrol</b>             | 2.78c            | 2.49c  | 2.42c  | 2.88c | -     | 2.64b  |
| <b>Ortalama</b>            | 3.11b            | 3.16b  | 3.26b  | 3.94b | 5.56a |        |

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.65 (Mikorizalar)

LSD<sub>(0,05)</sub>:0.84 (Pb)

LSD<sub>(0,05)</sub>:1.46 (Mikoriza\* Pb)

#### 4.18. Kökte fosfor (P) içeriği

Kökte fosfor içeriği ile ilgili verilerde Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksyonu  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistikî açıdan önemli bulunmuş, mikoriza türlerin etkileri önemsiz çıkmıştır. (Çizelge 4.18).

Pb dozlarına bakılacak olursa, 0, 100 ve 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerin P içeriği 2951.2, 2745.2 ve 2941.4 ppm ile en yüksek seviyede çıkmıştır. 200 ve 400 ppm Pb uygulamalarındaki fidelerde ise 2333.8 ve 2245.6 ppm dozlarında en düşük P içeriği tespit edilmiştir. 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin uygulama sonrasında ölmesi nedeniyle P değerleri elde edilmiş, eksik

gözlemler neticesinde fidelerin ortalama P içeriğinin ikiye bölünmesiyle 800 ppm uygulaması diğer uygulamalara göre yüksek çıkmıştır.

Mikoriza x Pb interaksiyonunda ise Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin P içeriği 3682.9 ppm ile en yüksek seviyede bulunmuştur. Gm'nin 400 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde P içeriği 2010.1 ppm ile en düşük değerde bulunmuştur. Gm'nin 800 ppm uygulamada P içeriğinin yüksek çıkması örnek miktarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Örnek miktarı ise Çizelge 4.11'da verilmiştir.

**Çizelge 4.18,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde P içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |           |            |            |           | Ort.    |
|----------------------------|------------------|-----------|------------|------------|-----------|---------|
|                            | 0                | 100       | 200        | 400        | 800       |         |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 2939.5b          | 2572.9bcd | 2103.9ef   | 2010.1f    | 3682.9a   | 2661.9a |
| <i>Glomus intraradices</i> | 2994.8b          | 2946.9b   | 2457.6cdef | 2543.7bcde | 2199.9def | 2628.6a |
| Kontrol                    | 2919.4bc         | 2715.6bcd | 2439.8cdef | 2183.1def  | -         | 2564.4a |
| Ortalama                   | 2951.2a          | 2745.2a   | 2333.8b    | 2245.6b    | 2941.4a   |         |

LSD<sub>(0,05)</sub>:220.4<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:260.5<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:451.1<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

#### 4.19. Kökte kurşun (Pb) içeriği

Fidede kurşun içeriği ile ilgili yapılan varyans analizinde mikoriza, Pb dozları ve mikoriza x Pb interaksiyonu  $P < 0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Sonuçları Çizelge 4.19 incelenecek olursa, Gm uygulamasındaki Pb içeriği en yüksek, kontrol ve Gi'de ise en düşük çıkmıştır.

Pb dozlarında ise 800 ppm dozunda Pb uygulamasındaki fidelerde Pb çıkmıştır. Pb dozu azaldıkça saptanan Pb miktarıda azalmış ve 0 ppm Pb dozu uygulamasındaki fidelerde Pb içeriği en düşük olmuştur. 800 ppm Pb uygulaması mikoriza uygulanmayan fidelerin tamamı ölmüştür. Bu değer yüksek çıkması, Çizelge 4.11'da verilen fide kök kuru ağırlıklarında 800 ppm uygulamalarda analiz için yeterli miktarda örnek olmaması, az sayıda olan örnekte Pb konsantrasyonun daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu sebeple değerlerin çok yüksek olduğu görülmektedir. 400 ppm Pb uygulamasına göre yaklaşık üç kat gibi görünen bu değer

biraz daha düşük olabilir. Dozların azalmasıyla bu miktar düşmektedir. 0 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde 101.7 ppm ile en düşük Pb içeriği sahip fideler elde edilmiştir. Bu uygulamadaki değerin düşük olması gerekmektedir. Fakat doğada var olan mikorizaların yoğunluğu azda olsa mikoriza görülmektedir. İşte mikoriza uygulanmayan kontrolde, doğada bulunan mikorizaların sebep olduğu düşünülmektedir. Diğer uygulamalar bu iki uç değer arasında yer almaktadır.

**Çizelge 4.19,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde Pb içeriği (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |           |           |          |          | Ort.    |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|----------|----------|---------|
|                            | 0                | 100       | 200       | 400      | 800      |         |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 15.1g            | 2846.4def | 4593.4cde | 6901.6c  | 29601.6a | 8791.6a |
| <i>Glomus intraradices</i> | 264.8fg          | 1075.4fg  | 2077.6efg | 5889.1 c | 12559.8b | 4373.3b |
| <b>Kontrol</b>             | 25.1g            | 4892.6cd  | 4321.0cde | 6660.4c  | -        | 3974.8b |
| <b>Ortalama</b>            | 101.7d           | 2938.1c   | 3664,0c   | 6483.7b  | 21080.7a |         |

LSD<sub>(0,05)</sub>:1211.8<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:1564.4<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:2709.6<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

Mikoriza x Pb interaksiyonunda en yüksek değer Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değer ise Gm'nin 0 ve kontrol'ün 0 ppm dozlarında bulunmuştur. Şöyleki Gm'nin 0 ppm Pb uygulamasında 15.1 ppm ve kontrol'ün 0 ppm Pb uygulamasında 25.1 ppm ile en düşük Pb içeriğine sahip bitkiler olmuştur. Az miktarda da olsa bu grupta bulunan Pb değerlerin analizden kaynaklanan bir bulaşma ya da uygulama sırasında kaynaklanan bir bulaşmanın kaynaklandığı sanılmaktadır. Gm'nin 800 ppm Pb uygulamasında elde edilen 29601.6 ppm Pb değerinin çok yüksek olması analiz için örnek miktarının (Çizelge 4.11'de verilmiştir.) az sayıda olmasından kaynaklanmaktadır.

#### 4.20. Kökte potasyum (K) içeriği

Mikoriza, Pb ve mikoriza x Pb interaksiyonunun fide köklerindeki K içeriklerine etkisi istatistik olarak önemlidir.

Çizelge 4.20 incelenecek olursa, Gi'deki fidelerin K içerikleri 50213.3 ppm ile en yüksek değer Gm'nin K değeri ise en düşük çıkmıştır. Kontroldeki ortalama

değerin yüksek çıkması değerlerin toplamının dörte bölünmesi ile yüksek çıkmaktadır. Çünkü kontrolde 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkiler ölmüştür. Bu grupta ortalamaya dâhil edilseydi kontrol grubun, Gm'den yüksek ve Gi'den de düşük değerde olduğu görülecektir.

400 ppm ve 800 ppm Pb uygulamasındaki fidelerde K içeriği 39926.6 ve 38201.2 ppm ile en yüksek bulunmuştur. 31931.0 ppm ile en düşük K içeriğine 400 ppm Pb uygulamasından elde edilmiştir. Diğer değerler bu iki uç değer arasında yer almaktadır. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin uygulama sonrasında ölmesi fidelerin ortalama P içeriğinin ikiye bölünerek 800 ppm uygulaması diğer uygulamalara göre yüksek çıkmıştır. İkinci nedeni ise 800 ppm Pb uygulamalarında analiz için yeterli miktarda örnek olmamasından kaynaklanmaktadır.

**Çizelge 4.20,** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde K içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |           |           |          |          | Ort.     |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|                            | 0                | 100       | 200       | 400      | 800      |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 13793.8f         | 19599.2e  | 20298.4e  | 26849.2d | 32912.4c | 22690.6c |
| <i>Glomus intraradices</i> | 50320.5a         | 52769.9a  | 51436.0a  | 53050.1a | 43490.1b | 50213.3a |
| <b>Kontrol</b>             | 40856.2b         | 24486.3de | 24058.6de | 39880.5b | -        | 32320.4b |
| <b>Ortalama</b>            | 34990.2b         | 32285.1bc | 31931.0c  | 39926.6a | 38201.2a |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:2295.4<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:2963.3<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:5132.7<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

Mikoriza x Pb interaksiyon değerlerini incelenecek olursa, Gi'nin 0, 100, 200 ve 400 ppm Pb uygulamalarındaki fidelerin K içerikleri en yüksek değeri verirken, Gm'nin 0 ppm Pb uygulanmış fidelerde K içeriği 13793.8 ppm ile en düşük seviyede bulunmuştur. Diğerleri bu iki uç değer arasında yer almıştır.

Bu grupta Gi'nin K alımı üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Bunu da Gi'nin K alımında patlıcan fidesiyle olan ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Yani Gi, K alımını üzerine daha etkili olmasıdır.

#### 4.21. Kökte kalsiyum (Ca) içeriği

Mikoriza, Pb uygulamaları ve mikoriza x Pb interaksiyonunun fide köklerinde Ca içeriklerine etkisi  $P < 0.01$  önem seviyesine göre istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21 incelenecek olursa; Gm ve Gi'de, kontrole göre yüksek değer elde edilmiştir. Şöyleki Gm'nin 13488.8 ppm ve Gi'nin 12828.1 ile en yüksek düzeyde Ca içeriği elde edilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Mikoriza, Pb uygulamaları ve Mikoriza x Pb interaksiyonlarının patlıcan fide köklerinde Ca içeriğine etkisi (ppm).

| Uygulama                   | Pb Dozları (ppm) |          |          |          |          | Ort.     |
|----------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                            | 0                | 100      | 200      | 400      | 800      |          |
| <i>Gigaspora margarita</i> | 10460.7c         | 10381.2c | 11047.7c | 11388.8c | 24165.6a | 13488.8a |
| <i>Glomus intraradices</i> | 10917.3c         | 11073.4c | 11183.3c | 12174.2c | 18792.5b | 12828.1a |
| Kontrol                    | 11830.3c         | 11770.2c | 10591.9c | 11414.4c | -        | 11401.7b |
| Ortalama                   | 11069.5b         | 11074.9b | 10940.9b | 11659.1b | 21479.0a |          |

LSD<sub>(0,05)</sub>:925.7<sub>(Mikorizalar)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:1195.1<sub>(Pb)</sub>

LSD<sub>(0,05)</sub>:2070.0<sub>(Mikoriza\* Pb)</sub>

Pb uygulamalarına ait değerlere bakılacak olursa, 800 ppm Pb uygulanmış fidelerin köklerinde 21479.0 ppm ile en yüksek seviyede Ca içeriği tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar bu değer altında ve aynı grup içinde yer almıştır. Bu uygulamanın yüksek çıkması 800 ppm Pb uygulamalarından elde edilen fidelerin kök kuru ağırlıkları analiz etmek için yeterli miktarda bulunmaması ve diğeri ise kontrol 800 ppm Pb uygulamasındaki bitkilerin hepsinin ölmesi, uygulamaların ortalama değerinin ikiye bölünmesi sonucunda değerinde yüksek çıkmasıdır.

Mikoriza x Pb interaksiyon değerleri ise Gm'nin 800 ppm dozundaki Pb uygulamasındaki fidelerin köklerinde 24165.6 ppm ile en yüksek seviyede Ca içeriğinin olduğunu görülmüştür. Bunun nedeni 800 ppm Pb uygulamasından analiz için yeteri kadar örnek olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer uygulamalar ise Ca en düşük değer elde edilmiştir. Gi'nin 800 ppm Pb uygulamasındaki değer ise bu iki değer arasında yer almaktadır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Seralarında mikoriza ve Pb uygulanan patlıcan fidelerinde fide gelişimi ve bitki besin elementi içeriklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, Pb'li toprak koşullarının fide gelişimi ve besin elementi içeriklerine olası olumsuz etkilerinin Gi ve Gm uygulamaları ile tolere edilip edilemeyeceği hipotezi test edilmeye çalışılmıştır. Denemde 800 ppm Pb uygulaması toksik etki yapmış ve bitkilerin ölümlerine sebep olmuştur. Gi ve Gm'den yüksek dozlarda da bitkiler elde edilebilmiştir. Tüm parametrelerden elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan bulgular aşağıda literatürlerle de mukayse edilerek incelenmiştir.

Fytianus ve ark. (2001)'a göre; topraktaki yüksek ağır metal konsantrasyonları bitkilerde önemli fizyolojik işlevleri bozabilmektedir ve besin dengesizliğine neden bozabilmektedir. Yaptığımız çalışmada da mikoriza uygulanmayan ve artan Pb dozlarında N, P ve Ca gibi bitki besin elementi için gerekli elementleri azaldığını görmekteyiz. Fakat mikorizaların besin elementi alımı üzerine olumlu etkileri sayesinde bu dengesizlik kısmen ortadan kalkmış olduğu görülmüştür.

Zengin (2007)'de yapmış olduğu çalışmada hoogland solüsyonuyla hazırlanmış olan civa, kadmium, bakır ve kurşun kolürürün marul bitkisine uygulanmış ve yapraklarında yapılan analizlerde toplam pigment miktarının azalttığını tespit edilmiştir. Artan kurşun dozları (1.5 mM, 2.0 ve 2.5 mM PbCl<sub>2</sub>) kontrole göre önemli sayılabilecek oranda (P<0,05) azaltmıştır. Yaptığımız çalışma pigment çalışması olmasa da Pb dozlarının bitki üzerinde fenolojik (gerçek yaprak görünme süresi, hipokotil uzunluğu, kotiledon uzunluğu, sürgün uzunluğu gibi) olarak olumsuz etkilere neden olduğu görülmektedir. Ama bu olumsuzlukların mikoriza türleriyle kısmen ortadan kaldırılabilir.

Yaptığımız çalışmada patlıcan fidelerinin bünyesinde ağır metallere Pb uygulamasıyla 0 ppm'lik Pb uygulamasında 23.43 ppm değer alırken 800 ppm Pb

uygulamasında kurşun miktarı 1817.11 ppm'e kadar çıkmaktadır. Bu değerler kökte daha fazla olduğu görülmüştür. Mikoriza türleri arasında en iyi sonucu Gi uygulaması vermiştir. Kontrole göre her iki mikoriza türü de olumlu sonuç vermiştir. Bu sonuçları, Al-Chaarani ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu çalışmada yıkanmayan örneklerde yüksek orandan tespit edilmeyen orana 3.0904 mg/g'a kadar değişmiş olduğunu göstermektedir. Nitekim çalışmalarında almış olduğu örneklerde, yapraklı sebzeler, toprakaltı sebzeler ya da topraküstü sebzeler karşılaştırılmış, tüm ağır metaller yapraklı sebzeleri dikkate değer bir şekilde daha yüksek seviyelerde kirletmiştir.

Ergün ve Öncel (2009)'da ekmeklik buğdayda yapmış olduğu çalışmada ağır metallerin konsantrasyon ve uygulama süresinin artışına paralel olarak kök ve fide büyümesinin engellenmesi arasında paralellik olduğu tespit edilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada fide kök yaş ağırlığı, fide sürgün yaş ağırlığı ve fide sürgün uzunluğu kontrolde 11.45 g, 45.78 g ve 11.44 cm değerlerini alırken, mikoriza uygulamaların fide kök yaş ağırlığına (Gm 8.22 g ve Gi 5.45 g) etkisinin olmadığı görülmüştür. Gm'nin fide sürgün yaş ağırlığına etkisinin olduğunu (40.64 g) kontrol'ün yüksek çıkması dört Pb dozunun ortalama değeri olduğu için yüksek çıkmaktadır. Aksi takdirde beşe bölünmesiyle Gm'den düşük olduğu görülmektedir. Gi'nin ise etkili olmadığı (27.18 g) görülmüştür. Fide sürgün uzunluğunda ise kontrol'ün dört farklı dozun ortalaması olması sebebiyle en yüksek değerin olduğu gözüksede, Gm'nin fide sürgün uzunluğuna etkisinin olumlu olduğu görülmüştür. Mikorizaların sayesinde, Pb'un yüksek dozlarında bile bitkilerin hayatta kalabildiğinin yaptığımız çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Zengin ve Munzuroğlu (2004), yaptığı çalışmalarda klor tuzu halinde uygulanan bakır ve kurşunun fasulye fidelerinin kök, gövde ve yaprak büyümesini önemli oranlarda engellediği tespit edilmiştir. Uygulanan Pb konsantrasyonu 1.5 mM, 2 mM ve 2.5 mM'dür. Sonuçlarımızda da artan Pb dozlarındaki uygulamaların fidelerinde incelenen kök ve sürgün büyümesi parametrelerin Pb dozu arttıkça değerlerin kontrole göre azaldığı saptanmıştır. Ama mikoriza türlerin bitkilerle olan simbiyotik ilişkinin vermiş olduğu olumlu etkilerinin sonucunda yüksek dozda Pb uygulamasında da kontrole göre fide gelişmesi sürdürmüştür.

Shilev ve Babrikov, (2005) toprak kirliliğın seviyesinin, demir–metal dışındaki döküm kaynağından mesafeye bağı olduğunu ve Zn 974 mg/kg Cu 60.1 mg/kg, Cd 13.2 mg/kg ve Pb 630 mg/kg seviyelerine ulaşarak çok yüksek olduğu bulunmuştur. *Solanaceae* familyasındaki ürünler kendi kökleri, yaprakları ve meyveleriyle topraktan ağır metallerin dikkate değer miktarlarda alabilirler. *Solanaceae* familyası bitkilerinde Zn, Pb, Mn, Co ve Cd konsantrasyonları karşılaştırılmasında domateste Ni ve Cu en yüksek seviyeleri, patateste Co ve Cd nın en yüksek seviyelere ve patlıcanda Pb, Zn ve Mn'nın en yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Bizimde patlıcan da yapmış olduğumuz çalışmada sürgünde ve kökteki kurşun miktarı kontrolden çok fazla biriktiğini (451.98 ve 6660.43 ppm) gördük. Dahmani ve ark., (2000)' de kurşunun kök ve yaprak konsantrasyonlardaki büyük farklar, köklerden sürgün ve yeşil yapraklara doğru metallerin taşınmasında önemli bir kısıtlama gösterdiğini bildiren bir çalışmada bizim yaptığımız çalışmayı desteklemektedir.

Akıncı (2010)'da yapmış olduğu çalışmada domates fidesinde 0, 75, 150 ve 300 mg/l Pb dozlarını test etmiştir. Kökler ve yapraklar tarafından alınan elementleri, kurşun konsantrasyonun yükselmesiyle özellikle 300 mg/l Pb uygulamasında negatif etkilendi. Bitkideki düşük kurşun seviyeleri köklerde 510 mg/kg, sürgünlerde 130 mg/kg ve yapraklarda 312 mg/kg bulunmuştur. Ek olarak bitkinin orta ve yüksek düzeyde kurşun uygulamsı yapraklarda 917–1750 mg/kg, sürgünlerde 750–1022 mg/kg ve köklerde 1438–2520 mg/kg Pb bulunmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada patlıcan bitkisinin fidelerinde Pb içeriği 0 ppm'de 23.43 ppm, 100 ppm doz'da 184 ppm Pb, 200 ppm doz'da 301.91 ppm 400 ppm doz'da 517,48 ppm ve 800 ppm dozunda 1387.11 ppm kurşun birikimi söz konusudur. Mikoriza türlerinde ise en fazla Pb birikimi Gm uygulamasında olduğu görölmektedir. Yani mikoriza türleri arasında Gi uygulaması daha iyi sonuç vermiştir. Akıncı'nın yapmış olduğu çalışmada sürgünde 300 mg/l en yüksek dozu 1022 mg/l seviyesinde bulmuştur. Fakat bizim yapmış olduğumuz çalışmada 800 ppm gibi yüksek biz doz uygulamasında en fazla ortalama 1387.11 ppm bulduk. Bu sonuç mikorizanın etkinliğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Akıncı ve Çalışkan (2010)'da yapmış olduğu çalışmada kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi üzerine araştırma yapmıştır. Ağır metallerin tohum

çimlenmesi üzerine olumsuz etkilerinden bahsetmektedir. 0, 100, 200, 400 ve 800 ppm Pb dozlarında patlıcan tohumlarında çimlenme oranını ve çimlenme indeksinde düşü olduğunu ve çimlenme süresinde ve çimlenme üniformluk indeksinde artış olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızın çimlenme oranlarına bakmasakta ağır metallerin bitki bitki büyümesine olumsuz etkilerinin olduğunu çalışmamızda da görülmüştür.

Demir (1998), sera koşullarında yaptığı çalışmada domates, biber ve patlıcan bitkilerinin mikorizal uyumunun oldukça iyi olduğunu ve gelişim parametrelerinin mikorizal olmayanlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma bizim yaptığımız çalışma ile paralellik vardır. Çünkü yaptığımız çalışmada bütün parametrelerde, kontrole göre iyi ve yakın değerlerde çıkmıştır. Bu çalışma sonuçların tamamı yukarıda açıklanmıştır. Buda patlıcan bitkisinin mikoriza ile uyumunun olduğunun bir göstergesi olmuştur.

Bilindiği gibi mikorizanın bitki besin elementi içeriklerin alımına ve bitki gelişimine önemli bir rol olduğu yapılan çalışmalar göstermiştir. Örneğin Ortaş (1997) bilim ve teknik derdisinde mikoriza nedir? Adlı yazısında rizosfer teknikleri kullanılarak yapılan ölçümlerde VAM ile infekte olmuş bitkilerin almış oldukları P'un % 80'i N'un % 25'i, K'un % 10'u, Zn'un % 25'i ve Cu'n % 60'ının mikoriza hifleri aracılığıyla alındıkları rapor etmiştir. Ayrıca mikoriza infeksiyonun Ca, Fe, Mn, Al ve B alımını kontrol ettiği değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Bu yaptığımız çalışmada yüksek miktarda Pb dozlarının diğer elemntlerin alımını engellemektedir. Fakat Gm ve Gi mikoriza ırkların bitki besin elementi için gerekli elementleri alımında olumlu olduğu görülmüştür. Çünkü sadece 800 ppm Pb uygulanmış kontrol bitkilerinde bitkinin yaşamadığı görülmüştür. Bu da şunu gösterir bitki gerekli elementi alamazsa bitki ölür ya da gelişmesi olumsuz etkilenir.

Şen (2008)'de yapmış olduğu araştırmada fide sürgün uzunluğu, sürgün çapı, yaprak sayısı, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığında Gi uygulamalarının pozitif etkisi gözlenmiştir. Sürgün uzunluğu Gi uygulanan fidelerde 13.62 cm, Gi uygulanmayan fidelerde 11.48 cm ölçülmüştür. Sürgün çapı ise Gi uygulanan fidelerde 2.72 cm, Gi uygulanmayan fidelerde 2.24 cm olarak bulunmuştur. Gi uygulamaları fidelerin bitki besin elementi içeriklerine ise N, P, K, Fe' de artışa neden olmuş; buna karşın Cu, Zn, Mg, Na, Ca ve Mn'de azalışa neden olmuştur. Sonuç olarak; tuzlu toprak koşullarında NaCl'nin patlıcanın fide

gelişimi ve fidelerdeki besin elementi içeriklerine olası olumsuz etkilerinin Gi uygulamaları ile önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmişti. Bizim yaptığımız çalışmada da *Glomus intraradices* (Gi) ırkının ise fidede K, kökte ise N ve K içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Fide sürgün uzunluğu, sürgün çapı, yaprak sayısı, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığında yaptığımız çalışmada Gi uygulamasında kontrole göre düşük olduğu görülmüş olup, Gm uygulamasının kontrole göre artış olduğu ve yakın değerlerde oldukları belirlenmiştir.

Keskin (2009)'da yapmış olduğu çalışmasında, AMF uygulamalarında ise hipokotil uzunluğu, kotiledon genişliği, Kotiledon uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, kök yaş ağırlığı, K miktarı, Mg miktarı, Mn miktarı, *Gigaspora margarita* uygulaması ile artmışken; *Glomus intraradices* uygulaması ile de Sürgün yaş ağırlığı, P miktarı, Zn miktarı açısından üstün olduğu saptanmıştır. Bu çalışma yaptığımız çalışmayı desteklemektedir. *Gigaspora margarita* (Gm) türünün gerçek yaprak görünme süresine, hipokotil uzunluğuna, kotiledon genişliğine, kotiledon uzunluğuna, fide sürgün uzunluğuna, fide sürgün çapına, sürgün yaş ağırlığına, kök yaş ağırlığına, sürgün kuru ağırlığına ve kök kuru ağırlığına, sürgünde N, P, Ca ve Pb, kökte Pb alımı üzerine olumlu etkileri gözlenmiştir. *Glomus intraradices* (Gi) türünün ise sürgünde K, kökte ise N ve K içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak iki mikoriza türünün fidede yaprak sayısı, sürgün yaş ağırlığı, fide kök yaş ağırlığı, fide kök kuru ağırlığı, fide sürgün kuru ağırlığında azalmasına neden olmuştur. Fidede N, Pb, kökte N ve Ca değerleri yüksek çıkmıştır. Gm türünün gerçek yaprak görünme süresine, hipokotil uzunluğuna, kotiledon genişliğine, kotiledon uzunluğuna, fide sürgün çapına, fidede N, Pb ve Ca içeriğine olumlu etkilerin olduğu görülmüştür. Gi mikoriza türünde ise fidede P, Pb, K ve Kökte N, K ve Pb içeriğine etkilerine olumlu etkilerin olduğu görülmüştür. Kökte P içeriğine etkileri mikoriza türlerinin kontrolle arasında fark yoktur. Yaptığımız çalışmada mikoriza türlerin patlıcan fidesinin gelişimi ve bitki besin elementi içeriklerine etkilerinin olumlu olduğu görülmüştür. Bitki gelişimine Gm türünün, Gi'ye göre daha etkili olduğu görülmüştür. Besin elementlerinde de her iki mikoriza türünün de etkili olduğu saptanmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

- Akıncı, İ.E., Akıncı, S., Yılmaz, K., 2010, Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to lead toxicity: Growth, element uptake, chlorophyll and water content, African Journal of Agricultural Research 5(6) 416 – 423.
- Akıncı, İ. E., Çalışkan, Ü., 2010, Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. Ekoloji 19, 74, 164–172.
- Al-Chaarini, N., El-Nakat, J. H., Obeid P. J. Ve Aouad, S., 2009, Mesurement of levels of heavy metal contamination in vegatables grown and sold in selected areas in lebanon. Jordan Journal of Chemistry Vol. 4 No:3, pp. 303–315.
- Al-Momany, A.R. 1987. Effect of three vesicular arbuscular mycorrhizal isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in a field soil, Dirasat (Jordon) 14: 11, 161–168.
- Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 2004, Gübreleme çalışmalarında bitki analizlerinin yeri ve farklı bitkiler için bitki besin maddesi kritik düzeyleri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Ames, R. N., Reid C. P., Porter, L. K., Cambardella, C., 1983, Hyphal uptake and transport of nitrogen from two <sup>15</sup>N-labelled sources by *Glomus mosseae* a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. New Phytologist 95(3): 381–396.
- Anonim, 2010a, Kurşun zehirlenmesi. [www.centro.com.tr/download/Kursun Zehirlenmesi.pdf](http://www.centro.com.tr/download/Kursun_Zehirlenmesi.pdf). Erişim tarihi: 2010–07–18.
- Anonim, 2010b, Türkiye de patlıcan üretimin istatistik değeri. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) Erişim tarihi: 20.07.2010.
- Anonim, 2010c, Kemer patlıcan çeşidi. [www.etae.gov.tr](http://www.etae.gov.tr), Erişim tarihi 18.02.2010.
- Anonymus, 2010d, Plantaflor. Prof I. Kultursubstrat für den gartenboy (70 l).
- Aydın, A., 2002, Mikorizanın sera koşullarında domateste bitki besin maddesi alımı fide gelişimi ve verime etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. Adana.
- Barea, J. M., Azcon-Aguilar, C., 1983, Mycorrhizas and Their Significance in Nodulating Nitrogen-Fixing Plants. Advanced in Argonomy 36: 1–54.
- Bayraklı, F., 1987, Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri ve Derleme). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun No: 17.

- Bell, M. J., Middleton, K. J., Thompson, J. P., 1989, Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on growth and phosphorus and zinc nutrition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in an Oxisol from subtropical Australia. *Plant and Soil* 117: 49–57.
- Bethlenfalvay, G. J., Brown, M. S., Pacovsky, R. S., 1982, Parasitic and mutualistic associations between a mycorrhizal fungus and soybean: development of the host plant. *Phytopathology* 72: 889–893.
- Bethlenfalvay, G. J., Franson, R. L., Brown, S. M., Mikara, K. L., 1989, The Glycine Glomus-Bradyrhizobium symbiosis, IX, Nutritional, Morphological and Physiological Responses of Nodulated Soy Bean to Geophilic Isolates of The Mycorrhizal Fungus *Glomus moseae* *Physiol Plants*, 76: 226-232.
- Bolan, N. S., 1991, A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134 (2), 189.
- Bowen, G. D., 1987, The Biology and physiology of Infection and its development in: *ecophysiology of VA Mycorrhizal plants* (Ed. G. R. Safir), CRC press Boca Raton Florida USA pp: 27-70.
- Chambers, C. A., Smith, S. E., Smith, F. A., 1980, Effects of ammonium and nitrate ions on mycorrhizal infection, nodulation and growth of trifolium subterraneum. *New Phytologist* 85(1) : 47–62.
- Çavuşoğlu, K., Kalyoncu, H., Çavuşoğlu, K., Çavuşoğlu, D., 2005, Çam (*Pinus nigra* Arn. Subs. *Pallasiana* (Lamp.) Holmboe) yapraklarında egzoz gazlarından kaynaklanan kurşun (Pb) birikiminin tespiti. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 9: 6–10.
- Çavuşoğlu, K., Arıca, Ş. K., 2007, *Pinus nigra* (arnold) subs. *Nigra* var. *Caramanica* (loudon) rehdere türünün yapraklarında kurşun birikiminin araştırılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11. Cilt, 1. Sayı, s, 42–46, 2007.
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S., Kılıç, M., 2009, Taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin çam ve sedir yapraklarının anatomisi üzerine etkileri. *Biological Diversity and Conservation*. ISSN 1308–5301 Print; ISSN 1308–8084 Online.
- Çığsar, S., 1997, Hıyarda Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın bitki büyümesi ve verim üzerine etkileri. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. Adana.
- Dahmani, M., Van Oort, H. F., Gelie, B. ve Balanbane, M., 2000, Strategies of heavy metal uptake by three plant species growing near a metal smelter. *Environmental Pollution* 109: 231–238.
- Davies, F. T. J., Potter, J. R. Linderman, R. G., 1992, Mycorrhiza and repeated drought exposure effect drought resistance and extraradical hyphae

development of pepper plants independent of independent of plant size and nutrient content. J. Plant Physiol 139: 289–294.

- Davis, E. A., Young, J. L., 1985, Endomycorrhizal colonization of glasshouse-grown wheat as Influenced by fertilizer salts when banded or soil-mixed. Canadian Journal of Botany, 63: 1196–1203.
- Dehne, H. W., 1982, Interaction between Vesicular Arbuscular Mycorrhizal fungi and plant pothogens, Phytopathology, 72: 1115–1119
- Demir, S., 1998, Bazı kültür bitkilerinde Vesiküler Arbusküler Mikorrhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Demir, R. ve Düz, Z., 2008, Diyarbakır il sınırları içerisinde yayılış gösteren bazı yonca (*Medicago* L. ) türlerinde ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. Diyarbakır Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 10, 148–153, 2008.
- Dod, J. C., Thomson, J., 1994, Relative effectiveness indigenous populations of Vesicular –Arbuscular Mycorrhizal fungi from four sites in the stress in the negev Israil Journal of Botany 32 10-21.
- Eivazi, F., Weir, A. M., Sark, A. A., 1989, Phosphorus and Mycorrhizal interaction on uptake of P and trace elements by maize. Fertilizer Research 21: 19–22.
- Ergün, N., ve Öncel, I., 2009, ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) ilk gelişme döneminde kök ve gövde büyümesi üzerine bazı ağır metal ve ağır metal-hormon uygulamalarının etkileri. YYÜ. Tar. Bil. Dergi, 11-17.
- Farooq, M., Anwar, F., Rashid, U., 2008, Apprasial of heavy metal contents different vegetables grown in the vicinity of an industrial area. Pak. J. Bot., 40(5): 2099-2106.
- Fytianos, K., Katsianis, P., Triantafyliou, P., Zachariadis, G., 2001, Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. Bull. Environ. Contam. Toxicol, 67: 423–430.
- George, E., Haussler, K. L., Vetterlei, D., Gorgus, E., ve Marschner, H., 1992, Water and nutrient translocation by hyphae of *Glomus mosseae* Can J Bot. 70: 2130-2137.
- George, E., 2000, Nutrient conribitions of Arbuscular fungi to plant mineral nutrition, In: Arbuscular Mycorrhizas physiology and function Eds by Kapunlnik and D. D. Douds Jr. publishers uptake Mycorrhizal London.

- Gildan, A., Tinker, P. B., 1980., Interaction of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza infection and heavy metals in plants I. The Effect of heavy metals on the development of Vesicular- Arbuscular Mycorrhiza, New Phytol 95:247-261.
- Green, C. D., Stodola. A., Auge, R. M., 1998, Transpiration of detached leaves from mycorrhizal and nonmycorrhizal cowpea and rose plants given varying abscisic acid, pH, Calcium and phosphorus. Mycorrhiza, 8: 93–99.
- Harley, J. L., Smith, S. E., 1983, Mycorrhizal symbiosis. Academic press. London UK.
- Hayman, D. S., 1983, The physiology of Vesicular-Arbuscular Endomycorrhizal symbiosis. Canadian Journal of Botany 61: 944–963.
- Hooker, J. E., Atkinson, D., 1996, Arbuscular Mycorrhizal fungi-induced alteration to tree-root architecture and longevity P.Z. Pflanzenernahr Bodenk 159: 229-234.
- İkiz, Ö., 2003, Topraksız biber tarımında mikorizaların etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. Adana.
- Jacobsen, I., Roseridahl, I., 1990, Carbon flow into soil and external hyphae from roots of Mycorrhizal cucumber plants New Phytol. (1/5): 77–83.
- Jasper, D. A., Robson, A. D., Abott, L. K., 1979, Phosphorus and the formation of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas soil biology and biochemistry. (11): 501-505.
- Kahvecioğlu ve ark., 2002, Metallerin çevresel etkileri-1. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Dergisi. İstanbul.
- Kalaycı, M., 2005, Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma için Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 21. Eskişehir.
- Keskin, L., 2009, Bazı patlıcan genotiplerinde fide gelişimi ve besin elementi içeriklerine *Arbuscular mycorrhizal fungus* uygulamalarının etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, yüksek lisans tezi. Konya.
- Kitt, D. G., Daniels, B. A. H., Wilson, G. W. T., 1988, Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of Mycorrhizal big bluestem in non-steril soil. New Phytologist 109: 473–481.
- Kothari, S. K., Marschner, H., Römheld, V., 1991, Contribution of the Mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize growth in a calcareous soil. Plant and soil, 131: 177–185.

- Lambert, D. H., Weidensaul, T. C., 1991, Element uptake by Mycorrhizal soybean from sewage-sludge treated soil. *Soil Science Society Am. J.* 55: 393–398.
- Lei, J., Lapeyrie, F., Malajczuk, N., Dexheimer, J., 1990, Infectivity of pine and eucalypt isolates of *pisolithus tinctorius* on roots of eucalyptus urophylla in vitro 11, ultrastructural and biochemical changes at the early stage of mycorrhiza formation. *New Phytol.* 116: 115–122.
- Li, X. L., Marschner, H., George, E., 1991, Acquisition of phosphorus and copper by VAM hyphae and root to shoot transport in white clover. *Plant and Soil* 136: 49–57.
- Linderman, R. G., 1988, Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora growth of sunflower (*Helianthus Annus* L.) *Z. Pflanzenernahr Bodenki* 148: 654-669.
- Lindsay, W. L., Norwell, W. A., 1978, Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. Jour.* 42(3): 421–28.
- Malajczuk, N., Grove, T. S., Thompson, B.T., Bougher, N.L., Tommerup, I., Kuek, C., Dell, B. 1992. Ectomycorrhizas in: microorganisms that promote plant productivity.
- Marschner, H., 1993, Zinc uptake from soils. In: Robson, A.D. (Ed.), *Zinc in Soil and Plants*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Marschner, H., Dell, B., 1994, Nutrient uptake in mycorrhizal Symbiosis. *Plant soil (Netherlands)* 159: 11–25.
- Marschner, H., 1995, *Mineral nutrition of higher plants*. Sec. edit., Academic Press, London.
- Marschner, H., 1998, Role of root growth Arbuscular Mycorrhiza and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition field crop res. 56(1–2): 203–207.
- Matsubara, Y., Harada, T., Yakuwa, T., 1995, Effect of inoculum density of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungal spores and addition of carbonized material to bed soil on growth of welshonion seedlings, *journal of the Japanese society for horticultural science* 64(3): 549-554.
- Miller, R. M., Jastrow, J. D., 2000, Mycorrhizal Fungi influence soil structure, in: *Arbuscular Mycorrhizas physiology and function*. Kluwer academic publication: 3–18.
- Mosse, B., 1981, Vesicular- Arbuscular Mycorrhiza research for tropic agriculture. *Research bulletin*. Hawaii institute of tropical agriculture and human resources. 82p.

- Ortaş, İ., 1995, Mikorizanın besin elementleri (özellikle fosfor) alımındaki mekanizmaları. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu AÜZF: Cilt: II, Ankara.
- Ortaş, İ., Haris, P. J., Rowell, D. L., 1996, Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen, plant and soil. 184:255-264.
- Ortaş, İ., 1997, Mikoriza Nedir? Tubitak Dergisi. Şubat 1997. Sayı: 351, Ankara.
- Ortaş, İ., 1998, Workshop kurs notları. Ç. Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü. 20–22 Mayıs, 61 s. Adana.
- Ortaş, İ., Kaya, Z., Sarı, N., Gök, M., Çakmak, İ., Almaca, A., Ergün, B., Ortakçı, D., Köse, Ö., Ercan, S., Bolat, H., 2000, Doğal Bir Gübre Olan mikoriza uygulamasının bitkisel verim ve mineral gübre tasarrufundaki rolü ve mikorizaya bağımlılık duyan kültür bitkilerinin seleksiyonu. DPT- Toprak Biyoteknolojisi Araştırma Projesi. 96 K 120–580 no’lu projenin kesin sonuç raporu. Adana.
- Plenchette, C., Furlan, V., Fortin, J. A. 1983, Growth responses of several plant species to Mycorrhizae in a soil of low fertility. Mycorrhizal dependency under field conditions plant and soil 70: 199–209.
- Powel, C. L., 1981, Effect of inoculum rate on mycorrhizal growth responses in potgrown onion. Plant Soil 92: 387–397.
- Sağlam, N., Cihangir, N., 1995, Ağır metallerin biyolojik süreçlerle biyosorbsiyonu çalışmaları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 11: 157–161.
- Saif, S. R., 1986, Vesicular-arbuscular mycorrhizae in tropical forage species as influenced by season, soil texture, fertilizers host species and ecotypes. Angewandte Botanik 60: 125–139.
- Schenk, N. C., Smith, G.S. 1982. Additional new and unreported species of Mycorrhizal Fungi (Endogonaceae) from Florida. Mycollogias 74(1): 77–92
- Schubert, A., Hayman, D. S., 1986, Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XVI. Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. New Phytologist 103: 79–90.
- Sesli, M., 2003, Soma ilçesinde yol kenarında yetişen tütünlerde kurşun miktarlarının araştırılması. <http://www.bayar.edu.tr/~somamyo/files/4sayi1.pdf>.
- Sharma, A. K., Johri, B. N., Gianinazzi, S., 1992, Vesicular-arbuscular mycorrhizae in relation to plant disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology 8(6): 559–563.

- Sharma, P., Dubey, R. S., 2005, Lead toxicity in plants. Braz. J. Plant Physiol. vol.17 no.1 Londrina. ISSN 1677-0420.
- Shilev, S., Babrikov, T., 2005, Heavy metal accumulation in *Solanaceae* plants grown at contaminated area. Department of Microbiology and Environmental Biotechnologies, Department of Vegetable Growing, Agricultural University of Plovdiv.
- Sieverding, E. ve Howeler, R. H., 1985, Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava. yield response to phosphorus fertilization. Plant and Soil 88,213- 221.
- Sieverding, E., 1991, Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical. Co-Operation-Federal Republic of Germany.
- Singh, J. P., Karamanous, R. E., Stewart, J. W. B., 1986, Phosphorus-induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus. J. Agronomy 78: 668-675.
- Smith, S. E., Walker N. A., 1981, A Quantitative study of mycorrhizal infection in trifolium: separate determination of the rates of infection and of mycelial growth. New Phytologist 89: 225-240.
- Smith, S. E., St John, B. J., Nicholas, D. J. D., 1985, Activity of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L.: effects of mycorrhizal infection and phosphate nutrition. New Phytologist 99: 211-227.
- Smith, S. E., Read, D. J. 1996, Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academic Press, London.
- Smith, S. E., Read, D. J. 1997, Mycorrhizal Symbiosis 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press: London. 605 pp.
- Stribley, D. P., Read D. J., Hunt, R., 1975, The biology of mycorrhiza in the Ericaceous. V. The effects of mycorrhizal infection, soil type and partial soilsterilization (by gamma irradiation) on the growth of cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait). New Phytologist 75: 119-130.
- Şen, Ö., 2008, Tuz stresi altında yetiştirilen patlıcan fidelerinin gelişimi ve besin elementi içerikleri üzerine *Arbuscular mikorizal fungus* uygulamaların etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, yüksek lisans tezi. Konya.
- Şimşek, D., Ortaş, İ., Kose, Ö., Sarı, N., Abak, K., 1998, The Effect of mycorrhizal inoculation on growth and nutrient uptake of tomato, eggplant, pepper plants under field conditions. M. Şefik Yeşilsoy Int. Symp. On Arid Region-Soils. 21-24 September 1998, Menemen-İzmir, 222-228.

- Tawayara, K., Kunii, Y., Wagatsuma, T., 1995, Effect of Arbuscular Mycorrhizal inoculation and phosphate application on phosphorus uptake and growth white clover and onion in andodols. Japanase journal of Soil Sci. and Plant Nutrition, 66(1): 48–53.
- Tinker, P. B., 1980, Role of rhizosphere microorganism in phophorous uptake by plants: In The role of phisphorous in Agriculture'(Eds, Khosewenek, F,E et al). ASA-CSSA- SSSA, Madison, USA.
- Varma, A., 1995, Arbuscular Mycorrhizal Fungi. The state of art, crit, rev, biotechnology. 15: 179–199
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. T.C.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. No:121, Ankara.
- Zengin, F. K., 2007, Fasulye fidelerinde (*Phaseolus vulgaris* L. Ev. Strike) pigment içeriği üzerine bazı ağır metallerin etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(2).
- Zengin, F. K., Munzuroğlu, Ö., 2004, fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kök, gövde ve yaprak büyümesi üzerine kurşun ( $Pb^{++}$ ) ve bakır ( $Cu^{++}$ )'ın etkileri. G. U. Fen Bilimleri Dergisi 17(3): 1–10.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Fatih ERDOĞAN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : KONYA 1986  
**Telefon** : 05375978799  
**Faks** : -  
**e-mail** : ferdoganx@hotmail.com

### EĞİTİM

| Derece        | Adı, İlçe, İl                          | Bitirme Yılı |
|---------------|----------------------------------------|--------------|
| Lise          | : Meram 75. Yıl lisesi, Meram, KONYA   | 2003         |
| Üniversite    | : Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA | 2008         |
| Yüksek Lisans | : Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA | 2010         |
| Doktora       | : -                                    | -            |

### İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|-----|-------|--------|
| -   | -     | -      |

### UZMANLIK ALANI

Sebze yetiştiriciliği ve Islahı

### YABANCI DİLLER

İngilizce