

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SAKSI TİPLERİ, MİKORİZA VE MİKROBİYAL GÜBRE  
UYGULAMALARININ PİKAN KÖK-TAÇ MORFO-FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**Seray Eylem ÇAKIR**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BAHÇE BİTKİLERİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2022**

**ANTALYA**

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

**SAKSI TİPLERİ, MİKORİZA VE MİKROBİYAL GÜBRE  
UYGULAMALARININ PİKAN KÖK-TAÇ MORFO-FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**Seray Eylem ÇAKIR  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi  
tarafından FYL-2021-5648 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**HAZİRAN 2022**

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

**SAKSI TIPLERİ, MİKORİZA VE MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ**  
**PİKAN KÖK-TAÇ MORFO-FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Seray Eylem ÇAKIR**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BAHÇE BİTKİLERİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 30/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK (Danışman)

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

## ÖZET

# SAKSI TIPLERİ, MİKORİZA VE MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ PİKAN KÖK-TAÇ MORFO-FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Seray Eylem ÇAKIR

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK

Haziran 2022; 42 Sayfa

Türkiye’de, pikan fidanı üreten sınırlı sayıda kamu ve özel kuruluş bulunmaktadır. Bunun en önemli nedenleri arasında, fidan üretiminde sürenin uzun olması ve bu konudaki bilimsel çalışmaların yetersiz olması gösterilebilir. Pikanda geleneksel fidan üretimi açıkta ve çıplak köklü olarak yapılmaktadır. Bu durum, pikanda bahçe tesisinde dikim süresini kısaltmaktadır. Bu sorunlardan yola çıkarak planlanan bu çalışmada, iki farklı saksı tipi (standart ve hava budamalı) ile mikrobiyal gübre ve mikorizanın tek başına ya da kombinasyonlu kullanımının, fidan kök-taç morfo-fizyolojisi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırma, 2020 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümü uygulama seralarında yürütülmüştür. Bitkisel üretim materyali olarak Wichita çeşidi ve saksı olarak ise standart ve hava budamalı olmak üzere 7 L hacminde iki farklı saksı tipi kullanılmıştır. Mikrobiyal gübre olarak Vitormone ve Megaflu, mikoriza olarak ise Trüf mantarı denenmiştir. Mikrobiyal gübre ve mikoriza uygulamaları tek başlarına %10’luk konsantrasyonda uygulanmıştır. Mikrobiyal gübre ve mikorizanın kombinasyonlu kullanımında ise sadece Vitormone kullanılmış ve konsantrasyon %5 olarak uygulanmıştır Ortam olarak ise 2:1:1 oranında torf, perlit ve vermikülit karışımı kullanılmıştır. Fidanların saksıya aktarımından sonra, uygulamalar haftada bir defa olacak şekilde, diğer ticari gübreler ile birlikte 5 hafta süresince damla sulama sistemi ile verilmiştir. Araştırmada iklimsel veriler yanında, uygulamalardan 2 ay sonra gövde çapı, gövde boyu, yaprak sayısı, bitki boğum arası mesafesi, toprak üstü ve altı organların yaş ve kuru ağırlıkları, klorofil indeksi ve yaprak alan indeksi ölçümleri yapılarak elde edilen veriler uygulamalar ve saksı tipine göre belirlenmiştir.

Denemede, standart saksı ve hava budamalı saksı tipinin mikrobiyal gübre ve mikorizanın kombinasyonlu kullanımı, tek başlarına kullanımına göre fidan büyüme ve gelişmesi ile kök morfo-fizyolojisi açısından daha iyi sonuç vermiştir. Ayrıca kombinasyonlu kullanım, bitki gövde boyunun uzamasını teşvik etmiş, yaprak sayısını ve kök gelişimini arttırmıştır. Saksı tipi olarak ise standart saksı, hava budamalı saksıya göre incelenen birçok kriter açısından daha başarılı bulunmuştur. Araştırma sonucunda, tüplü pikan fidanı yetiştiriciliğinde, standart saksı ve Vitormone ’nin trüf mantarı ile birlikte %5 oranında kombinasyonlu kullanımı önerilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Hava budama, Mikrobiyal gübre, Trüf Mantarı, Topraksız Koşullar, Saksı Tipleri, Wichita.

**JÜRİ:** Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK  
Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU  
Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF POT TYPES, MICORIZATION AND MICROBIAL FERTILIZER APPLICATION ON PECAN ROOT-COROLLA MORPHO-PHYSIOLOGY

Seray Eylem ÇAKIR

M.Sc. Thesis in Horticulture

Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK

June 2022; 42 pages

There are a limited number of public or private organizations that produce pecans in Turkey. Among the most important reasons, the long duration of seedling production and the insufficient scientific studies on this subject can be cited. Pecan seedlings are producing as a bare root and in open areas. In this case, it is shortening plant time when establishing pecan orchards. Based on these problems, the aim of this study was to determine the effects of two different pot types (standard and air pruned) and the use of microbial fertilizer and mycorrhiza alone or in combination on the root-crown morphology of seedling.

This research was carried out in the greenhouses of Akdeniz University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in 2020. Wichita variety was used as plant propagation material. In the research, two different types of pots with a volume of 7 L, standard and air pruned, were used. A mixture of peat, perlite and vermiculite at a ratio of 2:1:1 was used in the pot. Vitormone and Megaflu were used as microbial fertilizers, and truffles were used as mycorrhizae. Microbial fertilizer and mycorrhiza were applied alone at 10% concentration. In the combined use of mycorrhiza and microbial fertilizers, only Vitormone was used and concentration was applied as 5%. Applications were given once a week after transplanting into pots, together with other commercial fertilizers, for 5 weeks by drip irrigation system. In the study, climatic data were examined, and 2 months after the applications, stem diameter, stem length, leaf number, plant internode distance, fresh and dry weights of roots, stems and leaves, chlorophyll index and leaf area index were measured. The data obtained were determined according to the applications and pot type.

The research findings showed that the combined use of of standard pot and air pruned pot type gave better results in terms of seedling growth and development and root morpho-physiology compared to their use alone. In addition, the combined use promoted the elongation of the plant stem, increased the number of leaves and root development. As for the pot type, the standard pot was found to be more successful in terms of many criteria compared to the air-pruned pot. As a result of the research, the use of standard pot and Vitormone in combination with Truffle at a rate of 5% was recommended in the cultivation of tuberous pecan seedlings.

**KEYWORDS:** Air Pruning, Microbial fertilizer, Truffle, Pot Types, Soilless Conditions, Wichita.

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK  
Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU  
Assoc. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

## ÖNSÖZ

Pikan, ülkemize uzun yıllar önce girmiş bir meyve türü olmasına rağmen üretiminde istenilen düzeye ulaşamamıştır. Yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için öncelikle fidan üretim periyodunun kısaltılması ve dikim periyodunun uzatılması gerekmektedir. Zira ülkemizde, pikan fidanı üretimi yapan kamu ya da özel kuruluşlar üretimi açık alanda ve çıplak köklü olarak yapmaktadırlar. Bu hipotezden yola çıkılarak yapılan bu çalışmada tüplü fidan üretimine katkı sağlaması amaçlanmaktadır. Amaçlanan sonuçlara ulaşılması ile, ülkemizde sürdürülebilir pikan yetiştiriciliğine yönelik pozitif katkılar sağlayacaktır. Böylece pikanın ülkemizde yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasına bir altyapı oluşturulacaktır.

Yüksek Lisans eğitim sürecimde bana her zaman destek olan projede ve çalışmalarında bana öncülük eden değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU'ya teşekkürü borç bilirim. Üniversite eğitim sürecim başladığı günden beri her zaman bana destek olan hiçbir şekilde desteğini esirgemeyen Ziraat Fakültesi Dekanı sayın Prof. Dr. Mustafa Erkan'a ve bölüm başkanımız aynı zamanda saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK'e üzerimde bulunan tüm emeklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin tüm aşamalarında benden bilgi ve deneyimlerini eksik etmeyen Sayın Doç. Dr. Özer Çalış'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nafiye ADAK'a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca hem özel sektörde hem eğitim sürecimde her zaman gelişimimi destekleyen değerli BATEM kurumundan emekli sayın Zir. Müh. Muzaffer ALİCAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Tüm üniversite eğitim öğretim sürecimde beni yönlendiren her zaman destek olan ve engin tecrübelerini benimle paylaşan Öğr. Gör. Recep BALKIÇ'a, Öğr. Gör. Lokman ALTINKAYA'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN'a teşekkür ederim. Akdeniz Üniversitede geçirmiş olduğum eğitim sürecimde her konuda bana yardımcı dokunan Zir. Yük. Müh. Duygu MIŞRAKLI'ya ve Zir. Yük. Müh. Zeynep ÜNAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek Lisans öğrenim sürecimde projede, arazide ve laboratuvar kısmında destek veren Zir. Yük. Müh. Muhammet Ali ÇİFTÇİOĞLU'na, Zir. Müh. Gökhan KARADELİ'ye ve Zir. Müh. Işın NARLIOĞLU'na teşekkürü borç bilirim.

Tüm eğitim sürecimde beni akademik olarak ileriye taşıyan Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tüm değerli ve saygıdeğer hocalarıma, araştırma görevlilerine, arkadaşlarıma ve ayrıca tüm idari personele teşekkürlerimi sunarım.

Tez projesine maddi katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca beni disiplinle ve titizlikle büyüten, daima yanımda ve destek olan, motive kaynağı olan sevgili aileme, bana olan güven ve inançlarından dolayı minnettar olduğumu belirtmek isterim.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ .....	v
AKADEMİK BEYAN .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK TARAMASI .....	4
2.1. Fidan Üretimi .....	4
2.2. Mikrobiyal Gübre ve Mikoriza kullanımı .....	10
3. MATERYAL VE METOT .....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bitkisel materyal.....	13
3.1.2. Saksı tipleri .....	13
3.1.3. Mikrobiyal gübreler ve Trüf Mantarı .....	14
3.1.4. Uygulamalar .....	15
3.2. Metot .....	18
3.2.1. İncelenen kriterler.....	18
3.2.1.1. İklimsel veriler.....	18
3.2.1.2. Gövde çapı (mm).....	19
3.2.1.3. Gövde boyu (cm).....	19
3.2.1.4. Yaprak sayısı (adet).....	19
3.2.1.5. Bitki boğum arası mesafesi (cm).....	19
3.2.1.6. Toprak üstü yaş ağırlığı (g).....	20
3.2.1.7. Toprak üstü kuru ağırlığı (g).....	20
3.2.1.8. Toprak altı yaş ağırlığı (g).....	20
3.2.1.9. Toprak altı kuru ağırlığı (g).....	21
3.2.1.10. Klorofil indeksi.....	21
3.2.1.11. Yaprak alan indeksi (m <sup>2</sup> ).....	21
3.2.2. Verilerin değerlendirilmesi.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	22

4.1. İklİmsel Veriler.....	22
4.2. Gövde Çapı (mm).....	24
4.3. Gövde Boyu (cm) .....	25
4.4. Yaprak Sayısı (adet) .....	26
4.5. Bitki Boğum Arası Mesafesi (cm).....	27
4.6. Toprak Üstü Organların Yaş Ağırlıkları (g).....	28
4.7. Toprak Üstü Organların Kuru Ağırlıkları (g).....	29
4.8. Toprak Altı Organların Yaş Ağırlıkları (g) .....	30
4.9. Toprak Altı Organların Kuru Ağırlıkları (g) .....	31
4.10. Klorofil İndeksi .....	32
4.11. Yaprak Alan İndeksi (m <sup>2</sup> ).....	33
5. SONUÇLAR .....	34
6. KAYNAKLAR .....	35
ÖZGEÇMİŞ	

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Saksı Tipleri, Mikoriza ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Pikan Kök-Taç Morfo-Fizyolojisi Üzerine Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

30/06/2022

Seray Eylem ÇAKIR

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
L	: Litre
Max	: Maksimum
m	: Metre
ml	: Mili-litre
mm	: Mili-metre
Min	: Minimum
Ort	: Ortalama

### Kisaltmalar

AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
BBE	: Bitki Besin Elementleri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
PGPR	: Plant Growth Promoting Rhizobacteria

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 3.1. a)</b> Hava budama deliklerinin açılma aşaması; <b>b)</b> hava budamalı saksı tipinin genel görünümüleri .....	14
<b>Şekil 3.2.</b> Katlamaya alınan tohumlardan genel görünüm .....	15
<b>Şekil 3.3.</b> Tohum ekim aşamasından genel görünüm .....	16
<b>Şekil 3.4.</b> Tohumdan gelişen fidanların genel görünümüleri.....	17
<b>Şekil 3.5.</b> Kök budaması öncesinde fidanlardan genel görünüm .....	17
<b>Şekil 3.6.</b> Saksıya aktarılmış fidanlardan genel görünüm .....	18
<b>Şekil 3.7.</b> Fidanlarda yapılan ölçümlerden genel görünüm <b>a)</b> gövde çapı ölçümü <b>b)</b> gövde boyu ölçümü .....	19
<b>Şekil 3.8.</b> Fidanlarda toprak üstü kuru ağırlık ölçümünden genel görünüm .....	20
<b>Şekil 3.9.</b> Fidanlarda toprak altı kısımlarından genel görünüm .....	21
<b>Şekil 4.1.</b> Aylara bağlı olarak saptanan sıcaklık değerleri (°C) .....	22
<b>Şekil 4.2.</b> Aylara bağlı olarak saptanan nem değerleri (%) .....	23
<b>Şekil 4.3.</b> Aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerleri (lüks) .....	24

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1.</b> Pikan üretiminin ülkelere göre dağılımı (%) .....	2
<b>Çizelge 4.1.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde çapı üzerine etkileri (mm) .....	24
<b>Çizelge 4.2.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde boyu üzerine etkileri (cm) .....	25
<b>Çizelge 4.3.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkileri (adet) .....	26
<b>Çizelge 4.4.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların bitki boğum arası mesafesi üzerine etkileri (cm) .....	27
<b>Çizelge 4.5.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların yaş ağırlık üzerine etkileri (g).....	28
<b>Çizelge 4.6.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların kuru ağırlık üzerine etkileri (g).....	29
<b>Çizelge 4.7.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı organların yaş ağırlık üzerine etkileri (g).....	30
<b>Çizelge 4.8.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı organların kuru ağırlık üzerine etkileri (g).....	31
<b>Çizelge 4.9.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkileri .....	32
<b>Çizelge 4.10.</b> Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak alan indeksi üzerine etkileri (m <sup>2</sup> ) .....	33

## 1. GİRİŞ

Juglandaceae familyasından hikori (*Carya spp.*) cinsinin bir üyesi olan pıkan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch), sert kabuklu meyve grubu içerisinde yer alan bir meyve türüdür (Cao vd. 2019a). Kuzey Amerika'ya özgü bir ektomikorizal ağaç olan ve sıklıkla hikori olarak da bilinen *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch'un ortak adı olarak bilinmektedir. Pıkan, önemli bir tarımsal ürün haline gelen birkaç yerli Kuzey Amerika bitki türlerinden biridir. Arkeolojik ve etno-tarihsel veriler, pıkanın tarih öncesi ve erken tarihler menziline alanlarda yaşayan insanlar için önemli bir besin kaynağı olduğunu göstermiştir.

Günümüzde pıkan, sağlık bilincine sahip bir halk için değerli bir besin kaynağı olmaya devam etmektedir (Smith 2008). Pıkan, tat bakımından zengin olmasının yanında, büyük oranda sağlığımıza fayda sağlayan yağ asitleri, proteinler ve vitaminler içerir (Cao vd. 2019b). Pıkanın önemi, tohumunun zengin tadı ve aromasından kaynaklanmaktadır (Huang vd. 2019). Son yıllarda, dünyada ve ülkemizde sağlık açısından faydalı olan besinlere ilgi artmıştır. Bu sebeple, özellikle gıda endüstrisinde kullanımının artması ve sağlık açısından faydalı olması, pıkanın adından sıkça söz ettirmesine neden olmuştur. Pıkan, fırıncılık dâhil olmak üzere gıda endüstrisindeki uygulamalara oldukça önemli katkılar sağlamaktadır (Cao vd. 2019a). Ayrıca, kereste veya sert kabuklu yemişler için ticari ölçekte veya süs ağacı olarak çok amaçlı kullanılmaktadır. (Ouedraogo vd. 2020). Bunun yanında pıkan ve yerfıstığı, Amerika Birleşik Devletleri'nde tarımsal karlılık için oldukça değerlidir (Wells ve Prostko 2010). Bu sebeple Amerika Birleşik Devletleri dışında dünyada ticari olarak yetiştirilen birkaç yerli Amerikan gıda ürünlerinden biri haline gelmiştir (Wood vd. 1990). Pıkan bahçelerinde verim 300 yıldan fazla ekonomik olarak devam etmekte ve bu nedenle pıkan uzun vadeli bir yatırım modeli olarak değerlendirilmektedir. (Wood vd. 1990). Asya'da, 2009 yılında pıkan ihracat pazarında yaşanan ani büyüme sonucunda pıkanın kar potansiyeli artmıştır. Bunun sonucunda ortaya çıkan talep karşısında ABD'de pıkan üretimi yaygınlaşmıştır. Georgia eyaletinde bulunan pıkan üreticileri 2010 yılı ile 2014 yılları arasında 391.488 pıkan fidanı dikimi gerçekleştirerek, üretim alanlarını 6.203 hektara ulaştırmışlardır (Wells 2014). İsrail, Güney Afrika ve Avustralya gibi ülkeler yanında, Türkiye'de de üretimi gün geçtikçe artmakta olan bir meyve türüdür.

Türkiye sahip olduğu ekolojik koşullar nedeni ile dünya meyveciliğinde önemli bir konumdadır. Ilıman iklim ve subtropikal iklim meyvelerinde yaygın bir üretime sahip olan ülkemiz, 2004 yılında yaklaşık 8 milyon tonluk sert kabuklu meyve üretimine sahip olduğu bildirilmiştir. Ülkemizin içinde bulunduğu iklim kuşağında sert kabuklu meyvelerin en önemlileri sırasıyla; badem, ceviz, fındık ve kestanedir. Bu meyve türlerinin dünya üretim toplamı, 9 Milyon Ton civarındadır. Bu üretimin büyük bir kısmı Çin, ABD, İran ve Türkiye tarafından üretilmektedir (Gül ve Akpınar 2006).

Dünya üzerinde pıkan üretimi ise yaklaşık 300 bin ton dolayındadır. Bu bilgi doğrultusunda belirtildiği gibi şimdiye kadar bildirilen en yüksek üretim olarak kayda geçmiştir. Pıkan ile ilgili veri girişi son yıllarda zorunlu kılınmıştır. Bu nedenle elde edilen son verilere göre; üretimin yaklaşık 150 bin tonu Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmaktadır.

Hem ülkemizin hem dünya nüfusunun artışına bağlı olarak, diğer tarımsal ürünler gibi pıkan üretiminde de artışlar olmaktadır. Dünyadaki en büyük pıkan üreten ülkeler sırasıyla; ABD (154 bin ton), Meksika (55 bin ton) ve Avustralya (2.5 bin ton) olarak gösterilebilir (Anonim 1) (Çizelge 1.1).

**Çizelge 1.1.** Pıkan üretiminin ülkelere göre dağılımı (%)

Ülkeler	Üretim (ton)	Dünya üretimindeki payı (%)
ABD	153.500	71
Meksika	54.431	25.5
Avustralya	2.450	1.2

Ülkemizde, pıkan üretimi son yıllarda hızla artmış olup, bu oranda tüketimi de hızlanmış bir sert kabuklu meyve türüdür. Ancak üretimin az olmasından kaynaklı olarak herhangi bir veri girişi bulunmamaktadır. Henüz üretimin az olması nedeniyle, tüketimine olan talep artışından dolayı dışarıdan az miktarda da olsa ithal edildiği bilinmektedir. Yoğun olarak Akdeniz ve Ege sahil kesiminde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunun yanında, GAP bölgesinde yapılan araştırmalar ve çalışmalar neticesinde bu bölgede de üretim yapılabileceğine dair olumlu sonuçlar alınmıştır. Amerika'dan Türkiye'ye getirilen pıkan tohumları ile ilgili çalışmalara 1969 yılında başlanmış ve hala devam etmektedir. Üretim yapılan toplam alan gittikçe artmakta olup yakın gelecekte pıkanın hem üretiminde hem tüketiminde Türkiye'nin önemli bir yer edineceği öngörülmektedir.

Pıkanı diğer ceviz tür ve çeşitlerinden ayıran en önemli özellikler arasında iç randımanının yüksekliği, cevizin yetişmediği ılıman iklimlerde diğer meyve türlerine göre daha az masrafla yetiştirilebilmesi, kabuğunun elle kolayca kırılabilmesi ve meyvesinin daha uzun süreyle saklanabilmesi sayılabilir. Popülerliği artmakta olan bu sert kabuklu meyve türünde gözlemlenen tüketimindeki talep artışları sonucunda, ülkemizde sertifikalı pıkan fidan üretimi ve kapama bahçe sayıları gittikçe artmaktadır. Pıkanın, meyve üretiminin yanı sıra, fidan üretimi de kısıtlı alanlarda yapılmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda pıkan fidan üretimine talep artmaktadır.

Pıkanın üretim bölgelerinde fidan gereksinimini karşılamak için her yıl yaklaşık 100 bin adet pıkan fidanı üretilmektedir. Bu fidanların büyük bir çoğunluğunu da (%60) Antalya Serik ve Aksu ilçelerinde yapılan kamu alanlarındaki üretim karşılamaktadır. Üretimde kaliteli ve yüksek verim alınması hedeflenen yetiştiricilikler için sağlıklı ve adına doğru fidan kullanılması esastır. Son yıllarda yapılan düzenlemelere göre pıkan fidanları için sertifikalandırma uygulaması başlamıştır. Ancak tescilli çeşitler arasında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün (BATEM) ürettiği Burkett çeşidi sadece anaç çeşit olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucunda, ülkemizde sertifikalı pıkan çeşitlerinden üretim yapmak isteyen üreticilerin anaç çeşidini BATEM'den temin etmeleri gerekmektedir. Ancak üretimin yetersiz olmasından dolayı bazı çeşitlerin de anaç çeşit olarak kullanılmasında bir sakınca görülmemiştir.



Bunun yanında aşı gözü temini için fidan üreticilerinin tescil edilmiş damızlık anaç ve kalem parselleri olmadığı bilinmektedir. Üretim olarak dar bir alana sahip olan pıkan, bahçe tesisinde kullanılmak üzere adına doğru çeşitlerden alınabilecek aşı gözü sınırlı sayıdadır. Sonucunda, pıkan fidanlarının anaç ve aşı gözü bakımından virüsten ari aşı gözlerinin pahalı olmasına ve fidan maliyetini artırmasına sebep olmuştur. BATEM dışında sadece birkaç küçük yerel işletme kendi ürettiği fidanlar için virüsten ari aşı gözü üretimi yapmakta olup, diğer fidan üreticilerine satmaktadır. Fidan üreticileri, damızlık materyal olarak sağlık açısından kontrol edilemeyen üretim tesislerini kullanmaktadırlar. Bu durumda üretilen fidanların sağlık ve kalitesi üzerinde şüphe doğurmuş olup ismine doğru, sürdürülebilir bir bahçe kurulmasını zora sokmaktadır. Ayrıca fidan üretiminde karşılaşılan bu sorunlar, pıkan fidan üretimi için günümüzde büyük önem taşımaktadır.

Planlanan bu çalışmada, hava budama tekniği ile üretim yapılması ve saksıların toprak ile temasının kesilmesi hedeflenmiştir. Bu durum ise köklerin zayıf gelişmesine neden olmaktadır. Kök gelişimini arttırmak için ise farklı mikrobiyal gübre ve Trüf Mantarı kullanımının etkinliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu araştırmada, mikrobiyal gübre ve Trüf Mantarının bağımsız kullanımı yanında mikrobiyal gübre ve Trüf Mantarı birlikte kullanımının standart ve hava budamalı saksı tipinin fidan gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

### 2.1. Fidan Üretimi

Dünyada pikan üretimi, ilk olarak Amerika'nın bazı kesimlerinde 18. yüzyılda ilgi görmeye başlamıştır. Pikanın ticari olarak yaygınlaşması ise 19. yüzyılda olmuştur. Bazı ince kabuklu ve içi dolgun olan meyve türlerinin pazarda iyi fiyatlara alıcı bulması, üreticilerin pikanı yönelmesini sağlamıştır. Adaptasyon yeteneği iyi, meyve kalitesi yüksek ticari pikan çeşitleri 1882 yılına kadar bulunamamıştır. Abner Landrum, 1882'den sonra başarılı bir pikan aşılama yöntemi bulduğunu açıklamıştır. Bu gelişmeyi takip eden yıllarda, pikan türünde kültür çeşitleri melezlenmeye başlanmıştır. Kültür çeşitlerinin piyasaya sürülmesi ile birlikte özellikle Meksika'nın merkez ve güney eyaletleri, pikan meyve ve fidan üretimini ticari olarak yapmaya başlamışlardır (Wood vd. 1994).

Dünya genelinde, pikan fidan üretimi ağırlıklı olarak açık alanda yapılmaktadır. Fidan üretim aşamasında öncelikle tohumların, bir sezon boyunca toprakta çimlendirilmesi yapılmaktadır (Zhang vd. 2015). Son yıllarda yapılan çalışmalarda pikan çöğürleri üzerinde, hava daldırma gibi farklı yöntemlerle köklendirme teknikleri denenmiş olmasına rağmen çalışmalarda başarılı sonuç elde edilememiştir (Pokomy ve Sparks 1967). Çimlendirme işlemini, çöğürlerin iki yıl veya daha fazla süren büyüme ve gelişme periyodu takip etmektedir. Daha sonra fidanlıkta aşılama işlemi gerçekleştirilmektedir. Yetiştirilen fidanlar, bahçe tesisinde kullanılmak üzere topraktan sökülerek çıkartılır. Çıplak köklü halde bulunan fidanların bahçeye dikimi yapılır. Ancak bu dikimlerde, en iyi kültürel işlemler uygulansa bile dikimden sonra fidanlardaki ölüm oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kalan fidanlarda ise dikim sonrası bitki gelişiminin yavaşladığı bildirilmiştir. Hatta sebebi hala bilinmemekle beraber, bu yavaş gelişim süresinin çoğunlukla 2-3 yıl sürdüğü bildirilmiştir (Marx 1979).

Pikan fidan üretimi ülkemizde ise dünya genelinde olduğu gibi çıplak köklü fidan yetiştiriciliği modelinde üretilmektedir. Dünyada bazı saksı modellerinde üretim yapılabilmesi gündeme gelmiş ancak bu konuyla ilgili başarılı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkeler tarım teknolojilerinde ne kadar gelişmiş olursa olsun, yeni dünya düzeninde pikan fidanı ile ilgili yeterli çalışmalar yapılmamıştır. Günden güne üretimi ve tüketimi artmakta olan bu meyve türü için özellikle ülkemizde halen daha fidan üretimi ile ilgili cevaplanmamış sorular bulunmaktadır. Pikan fidan üretiminde en önemli sorun, çıplak köklü fidan üretim modelinin uygulanıyor olması sayılabilir.

Fidan üretiminin çıplak köklü üretim modeli olmasının vermiş olduğu sıkıntıların başında ise, fidanların dikim zamanlarının kısıtlanmış olması gelir. Bu sorunların çözümünde ortaya atılacak veya üzerine çalışılacak konu ise üretim modelini değiştirmek üzerine olabilir. Buna yönelik yapılan çalışmalarda Gilman ve Beeson (1996), fidanlıklarda uygulanan üretim tekniklerinin, bitkinin gelişimini ve ilk bakım uygulamalarını etkileyebileceğini öne sürmüştür. Bu çalışmada, tüpte üretilen fidanlar ile bahçe tesisinde, bitki büyüme ve gelişiminin olumsuz yönde tepkiler verdiğini bildirmiştir. Bunun yanında bitkilerin araziye dikiminden sonra ki büyüme ve gelişme periyodunda, fidan üretim modellerinin bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Nitekim Wood (1996), pikan bahçe kurulumu ile ilgili yaptığı çalışmada çıplak köklü dikilen ve saksıdan dormansi döneminde dikimi yapılan pikanların 6 yıldaki büyüme ve sürgün gelişimlerinin eşit olduğunu belirtmiştir.

Son yıllarda fidan üretiminde farklı üretim teknikleri geliştirilmiş ve 1960'lardan sonra daha yoğun araştırmalar başlamıştır. Bu üretim tekniklerinden biri ise tüplü fidan üretimidir. Bu üretim tekniği Güney Kaliforniya'da İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra başlamıştır (Whitcomb 2003).

Tüplü fidan üretimi, çoğu araştırmaya göre açık alanda yapılan üretimden daha avantajlıdır. Tüpte yetiştirilen bitkilerin taşınması ve kullanılması daha kolay olmaktadır. Bitkinin kökleri, taşıma ve dikim esnasında yaralanmaya daha az eğilimlidir. Tüpte yetiştirilen bitkiler, özellikle soğuk iklimlerde, sezonu bitmiş ürünlerin pazarlanabilme süresini genişletir. Ayrıca açıkta yetiştirilen bitkiler sadece kısa bir dönemde sökülerek pazarlanabilirken, tüpte yetiştirilen bitkilerin dikimi yıl boyu yapılabilir. Bunların yanında, tüplü fidan üretimi yerden söküm ve kazma gerektirmediğinden işçilik ve donanım masraflarını azaltır. En iyi avantajı ise dikim sonrası bitkilerin hayatta kalma oranı daha yüksek olduğu için çıplak köklü üretime göre daha başarılı bir üretim tekniği olarak görülmektedir (Mathers vd. 2007).

Tüplü fidan üretiminin, çıplak köklü üretime göre birçok avantajı bulunmaktadır (Gilman ve Beeson 1996; Harris ve Gilman 1991). Bu avantajlar arasında; köklere zarar verilmeden kolay nakledilmeleri, daha başarılı bahçe tesis edilmesi, düşük işgücü ve arazi maliyetleri ile pazarlama süresinin uzaması olarak gösterilebilir. Tüpte yetiştirilen fidanların kökleri, tüpsüz yetiştirilen fidanların (çıplak köklü) köklerine göre daha korunaklı yapıda olup, yüksek sıcaklık ve nem dalgalanmalarından daha az etkilenmektedir. Tüplü fidanlar ile tesis edilen bahçelerde tutma oranının çıplak köklü fidanlarla yapılan dikime göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Gilman 2001). Tüpte yetiştirilen fidanlar, çıplak köklü üretime göre daha az şaşırma stresine maruz kalır ve yılın 12 ayı dikim yapılabilir. Tüpte ki fidanların her dönem dikimi yapılabilir, ancak dormansi döneminde dikildiğinde fidanlarda stresin azaldığı ve hayatta kalma oranının daha iyi olduğu bilinmektedir (Wells 2017).

Tüpte yetiştiriciliğin dezavantajları olarak ise bitkinin aktif olarak kısa sürede büyümesini ve gelişmesini hedeflerken yapılan kültürel işlemlerde görülen durumlar; saksıya dikim yapma, şaşırma ve insan gücü kullanılarak yapılan sulama, gübreleme, budama ve zararlı ot mücadelesi gibi işçilik gerektiren maliyeti yüksek harcamalar olarak belirtilmiştir (Davidson vd. 2000).

Bunun yanında tüpte yetiştiriciliğin diğer dezavantajlarından birisi köklerin tüp içerisindeki gelişimleri sonucunda kök morfolojilerinin değişebilecek olmasıdır. Tüplü fidan üretimi yapılan fidanların kök sistemi bir bütün içerisinde. Tüplü fidanlarda şaşırma işlemi ile gerçekleşen stres koşulları, çıplak köklü fidanlara göre daha düşük seviyededir (Thomas 2000). Bu konuyla ilgili Chiu (1977), şaşırma döneminde çıplak köklü fidanlara oksin uygulayarak köklenme üzerine etkisini araştırmıştır, ancak başarılı sonuç elde edilmemiştir.

Tüplü fidan üretiminde en çok zorlanılan konulardan bir diğeri ise ortam, su, gübre ve saksı hacminin bitki üretiminde sınırlayıcı faktör olarak rol almasıdır. Bilderback ve Fonteno (1991), saksı tipi ve ortam seçiminin su tutma kapasitesinde ve ortamın havalanmasında daha belirgin bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Saksı yüksekliği ve genişliği gibi özellikler, ortamda farklı değişikliklere sebep olabilmektedir. Örneğin saksıda derinlik ve hacim azaldıkça su tutma kapasitesi artmakta, ancak ortam havalanması azalmaktadır (Fonteno 1991).

Son yıllarda pikan üretim ve tüketiminin yaygınlaşması nedeniyle tüpte pikan yetiştiriciliğine olan talep önemli ölçüde artmıştır. Pikan çok güçlü, baskın, derin alüvyal topraklarda iyi gelişen kazık kök sistemine sahip bir türdür. Pikan ağaçları kendi doğal ortamlarında çok fazla suya ihtiyaç duymasından dolayı bulabileceği tüm suları bünyesine çeken bir bitki türü (feratofit) olarak sınıflandırılmıştır (Sparks 2002). Olgun pikan ağaçlarının kökleri, ağaç taç çapının iki katı veya daha fazlası derine kadar inebilmektedir (Wells ve Prostko 2010).

Birbirleri ile etkileşimde olan birçok abiyotik faktör fidanların saksı içerisindeki üretimi sırasında kök gelişimlerini etkilemektedir (Mathers vd. 2007). Kök büyümesi ve gelişimi üzerine en çok etkisi olan faktörler ise saksı özellikleri ve sıcaklık olmaktadır. Kök morfolojisi üzerine yapılan araştırmalar günümüzde az sayıda bulunmakta olup halen daha üzerine çalışılması gereken konular arasında yer almaktadır. Tüplü fidan üretiminde karşılaşılan sorunların büyük bir kısmı köklerde oluşan sorunlardan kaynaklanmaktadır. Abiyotik faktörler ve strese bağlı yaşanan yan etkiler bu ölüm ve kayıpların büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bitki yaşadığı stres ile savaşırken tahrip olmaktadır. Tüplü fidan üretiminin günümüzde artış göstermesi bitkilerde abiyotik stres faktörlerinin en aza indirgenmesi nedeniyle uzun vadeli fidan üretiminde önemli bir etken olduğu bildirilmiştir (Mathers vd. 2007).

Tüplü fidan üretiminin birincil avantajı, yetiştirilen bitkilerde daha sağlam ve fonksiyonel bir kök sistemi oluşturması olarak varsayılır. Bu varsayımdan yola çıkıldığında, tüplü fidanlarda kök büyümesini etkileyen faktörlerin iyi incelenmesi büyük önem taşımaktadır (Mathers vd. 2007).

Pikanın, tohumdan üretimine ilk başlangıç noktası kök büyümesi olarak bilinmektedir (Conner 2007). Pikan fidanlarında hipokotil ortaya çıkmadan önce bitki kök uzunluğu 30 cm veya daha fazla uzayarak toprak katmanlarının çok derinlerine inebilmektedir. Pikan kök sistemi 3 sınıfta incelenebilir, ilk olarak derine doğru büyüyen kazık kök sistemi bulunmaktadır. Kazık kökün uzunluğu, toprağın bünyesine, yapısına ve nem koşullarına göre değişiklik gösterebilir. İkincisi, yatay gelişim gösteren saçak kökler olup, genellikle yüzeysel kalan köklerdir. Üçüncüsü ise saçak köklerden her yöne doğru büyüyen ve sürekli yenilenen kılcal köklerden oluşmaktadır (Casales vd. 2018). Pikanda, çimlenmeden sonra ilk çıkan ana kök, kazık kökü oluşturmakta ve oluşan diğer köklerden daha büyük çaplı olmaktadır. Pikan fidanlarında hava budamalı saksılar kullanıldığında, çimlenmeden sonra oluşan kazık kök 10 cm derinliğe ulaştığı zaman kök yapısı saksının şeklini almaya başlamaktadır (Woodroof ve Woodroof 1934). Kazık kök sistemine sahip türler tüpte yetiştirildiğinde, kök yapısı itibariyle tipik olarak saksının dibinde spiral şekilde kıvrılmakta veya kökler saksıdan çıkarak toprak ile temas etmektedir. Bu kıvrılmanın ve köklerin toprakla temasının olası nedenlerinden birisi saksı tipleri olarak gösterilmektedir (Ferrini vd. 2000).

Pikan tohumları, ilk yıl fidanlıklarda çimlendirilir, ikinci yılında ise aşılınıp çıplak köklü olarak söküldükten sonra ticari satışa sunulmaktadır. Çimlenmeden sonraki süreçte pikanlar baskın kazık köke sahip oldukları için ilk yıl saçak kökleri çok zayıf kalmaktadır.

Eğer ana kazık kök, ilk yıl toprak içerisinde çevresel bir etken ile karşılaşmaz ise 2 metre kadar derine inebilmektedir. Saçak kökler ise ana kazık kökün aksine, 2 yıllık büyüme sezonunun sonuna kadar iyi bir gelişim periyodu göstermediği bilinmektedir (Sparks 2005).

Pikan çöğürlerinde, gövde çaplarının aşılana bilecek düzeye gelmesi için genellikle iki veya üç yıllık büyüme sezonu beklenmektedir. Çöğürlerin aşılandıktan sonra pazarlanabilmesi için en az bir büyüme sezonu daha geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle satışa çıkarılana kadar fidanların, 3-4 yıl süre fidanlıkta bulunması tavsiye edilmektedir. Bu durum, ürün maliyetini ve giderleri arttırdığı gibi arazinin de uzun süre işgal edilmesine neden olmaktadır. Eğer fidanlıkta ilk yıl yeterli büyüme sağlanabilirse, fidanlar ilk kış sezonu aşılana kadar çöğür döneminden sökülmesine kadar uzanan süre kısaltılabilmektedir (Conner 2007).

Pikan çöğürlerinin, aşılama yöntemi ile çoğaltılması en etkili görülen ve geleneksel olan kültür çeşitlerinin üretim tekniği olduğu rapor edilmiştir (Cao vd. 2019b). Aşılamada kullanılan en yaygın metot göz aşılardır ve pikan için Amerika'da en yaygın kullanıma sahip olanı yama göz aşısı olduğu belirtilerek, başarı oranının %75 civarında olduğu tespit edilmiştir (Smith ve Goff 2014).

Pikanda çelikle üretimde köklenme çok zor olduğu bilinmektedir. Çeliklerin köklenmesinde yıllar içerisinde birçok çalışma yapılarak farklı bitki büyüme düzenleyicileri ve köklendiriciler uygulanmıştır (Cao vd. 2019a). Cao vd. (2015), oksin hormonu uyguladıkları bir çalışmada köklenme oranının en yüksek %87'ye kadar çıkabildiğini belirtmişlerdir. Bahçe kurulumlarında veya pikan fidanlarının dikiminde olumsuzluklar olması normal karşılanmaktadır ve nedeni olarak yeterli miktarda saçak kök oluşumu olmaması olarak gösterilmiştir (Zhang vd. 2015). Esau (1965), saçak köklerin büyümesinin, oksin ve diğer büyüme düzenleyicileri tarafından uyarılmasıyla başladığını belirtmiştir (Miller ve Graves 2019).

Çıplak köklü fidanların sökülmesinde bitki kökünün kılcal kök kısımlarının bir kısmı kırılır, zarar görür ve kökler toprakta kalır. Bu zarar gören kökler genellikle bitki beslenmesinden sorumlu olan ve karbonhidrat depolayan köklerdir (Khan vd. 1998). Kılcal kökler bitkinin su ve besin alımında büyük rol oynarken kök bölgesinin de yaklaşık %30'unu oluştururlar (Thomas 2000). Bu sebeple fidan dikildikten sonra bitkide stres görülür veya ölüm meydana geldiği bildirilmiştir (Mathers vd. 2007). Ayrıca karbonhidrat eksikliğinin bitkide strese sebep olması, köklenmeyi olumsuz etkilediği de başka bir çalışmada rapor edilmiştir (Ouedraogo vd. 2020).

Fidan dikimlerinden sonra bitkilerde gerçekleşen stresi azaltmak için bazı yöntemler bulunur. Bunlardan birisi ise kazık kök budamasıdır. Kök budama uygulamasının fidan kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada büyük boy saksıya şaşırtma yapılan meşe fidanlarında her seferinde kök budaması yapılmış olup fidanların gövde çapı ve gövde uzunluğu ölçülmüştür. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar birbirinden çok farklı olmamıştır. Sonuçlar incelendiğinde kök budamasının fidan kalitesi üzerine olumlu etki yaptığı gözlemlenmiştir (Gilman vd. 2009). Kırmızı meşe ağacında kök budaması yapılırsa daha dallı veya lifli bir kök sistemi oluşturulacağı ve bu sonuçlar doğrultusunda fidanların dikiminde ve tüpte üretimde kolaylık sağlanabileceği öne sürülmüştür (Miller ve Graves 2019).

Bitkide kök ve sürgün sistemi, bitki besin kaynaklarını karşılamak ve büyümeyi teşvik etmek için beraber çalışırlar. Ouedraogo vd. (2020) bu bilginin ışığında kök budamasının bitki gelişimi ve sürgün büyümesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Daha önce yapılan çalışmalar sonucunda da belirtildiği gibi budama bazen bitkinin hayatta kalmasına olanak verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Eğer fidan saksıda uzun bir zaman dilimi geçirirse, kazık kök tabana ulaştığında kıvrılmalar başlar. Bu durumda fidan dikimi zorlaşır. Daha iyi bir kök sistemi oluşabilmesi için deforme olan kök budanabilir. Bunun yanında Struve (1993)'un yayınladığı çalışmada deforme olan kökün budama yoluyla iyileştirilmesinin fidan dikiminde stresi şiddetlendirebileceğini belirtilmiştir. Aynı alanda yapılan farklı bir çalışmada da zarar gören kökler budanarak dikimi yapılmış ve paralel sonuçlar rapor edilmiştir (Ouedraogo vd. 2018).

Yapılan bir çalışmada kazık köke sahip pikanların şaşırtmalardaki başarısını arttırmak amacıyla, çimlenmiş pikan fidanlarının kökleri budanmıştır. Kök budamasının, gövde uzunluğuna ve gövde çapına etkisi araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre kök budamasının gövde uzunluğu ve çapına etkisi olmamasına rağmen kazık köklerdeki saçak kök oluşumunu teşvik ettiği rapor edilmiştir. Pikan çöğürleri 3-5 yapraklı aşamaya geldiğinde, kazık kökün 3'te 2'sinin budaması yapıldığında, şaşırtmalarda hayatta kalma oranının yükseldiği ve şaşırtmadan kaynaklı stresin azaltıldığı sonuçları rapor edilmiştir (Zhang vd. 2015). Bir diğer kök budaması çalışmasında ise kuzey Amerika cevizlerinde kök morfolojisini baskılamak (değiştirmek) için kök budaması ve oksin uygulaması yapılmıştır. Kök budamasının tek başına ve oksin hormonu ile kombinasyonlu uygulamasının, tüm türler için kazık köklerde saçak köklerin oluşumunu pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir (Miller ve Graves 2019).

Saksı boyutu, kök budaması ve gübrelemenin pikan fidanlarının gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda saksı boyutunun fidan gelişimine etkilemediği ve şaşırtma yapılırken kökleri budanan pikan fidanlarının köklerinde dolanma görülmediği, budanmayan köklerinde ise dolanmalar olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda, kök budaması erken dönemde yapılmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır (Keever vd. 1986). Kazık köklerde yapılan erken dönemde budama yöntemi ile hava kök budaması uygulamalarının kökte oluşan deformasyonları ve zararları azalttığı bildirilmiştir (Arnold ve McDonald 1999).

Kazık kökünün farklı uzunluklardan budanması pikanda kökün dallanmasını ve büyümesini uyandırıcı etki yaptığı bildirilmiştir (McCraw ve Smith 1998). Kök budamasının yapılması ve bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanılması bitkide sürgün gelişimini ve kök dallanmasını etkilediği ve dolayısıyla dikimlerde başarı oranını arttırdığı bildirilmiştir (Zhang vd. 2015). Bunun yanında, dikimde başarıyı olumlu yönde etkileyen kök budamasının tüm etkileri yanında saçak kök sayısını arttırdığını ve bu artışa bağlı olarak dolaylı yoldan da dikimde başarıyı arttırdığı öne sürülmüştür (Schultz ve Thompson 1990). Wood (1996)'un yaptığı çalışmada ise dikim budaması yapılan ve yapılmayan pikan fidanlarında 3 yılda ağaç taç gelişiminde farklılık gözlemlendiğini bildirmiş ve budama yapılan ağaçların daha güçlü olduğu rapor edilmiştir.

Pikanda, kök budamasını ve toprak tiplerinin kök yenilenmesi üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada, 2 yaşındaki pikanların kökleri 30-60-90 cm'den yaralama uygulaması ile budanarak 2 yıl boyunca gelişimleri kaydedilmiştir. Sonuçlara bakıldığında yaralama uygulamasının pikan da saçak kök oluşumunda kayda değer bir etkisi olmadığı görülmüştür. Sonuçlara göre 30 cm'den kökü budanan pikanların diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu rapor edilmiştir (McCraw ve Smith 1998).

Daha önce yapılan çalışmalarda kök budaması 2 veya 3 yaşındaki pikan fidanlarına uygulanmıştır. Benzer şekilde genç pikan fidanlarında ana kazık kök budamasının, kök yenilenmesi üzerine etkilerini araştıran çok az çalışma yapılmıştır. Bunun üzerine Zhang vd. (2015), çimlenmeden kısa bir süre sonra yapılan farklı dönemlerdeki kök budamasının pikanda sürgün ve bitki gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Alınan sonuçlara göre ise bitki büyümesi ve gelişiminde etkin bir fark gözlemlenmemiş olsa da köklere olan etkisi fark yaratmıştır. Kök budaması yapılan tüm bitkilerin köklerinde dallanma görülürken, kök budaması yapılmayan bitkiler ana kazık köklü olarak gelişim göstermiştir. Sonuç olarak kök budamasının birinci dereceden saçak kök büyümesini teşvik ettiğini açıklamışlardır.

Tüplü pikan ve diğer kazık köklü meyve türlerinin fidan üretiminde görülen dezavantajlardan bir diğeri ise kök dolanmalarıdır. Kök dolanmalarının nedeni toprak yüzeyinden başlayan derinlik ile ilişkilendirilir. Kökleri saksı dibinde dolanmış veya kıvrılmış bitkilerin araziye dikiminden sonra, bitkilerin uzun vadede köklerinde ve gövdelerinde zarar meydana gelir. Kök dolanmasının bitki üzerindeki etkisi yıllarca devam edebilmektedir.

Maynard vd. (2000), saksı içinde bitkinin geçirdiği sürenin kök dolanması üzerine etkisi olduğunu belirtmiştir. Mathers vd. (2007), tüp yüzeyinde delik açılması ile hava budaması sağlanan bitkilerin kök uçlarında olumlu yönde bazı değişikliklerin meydana geldiğini belirtmişlerdir. March ve Appleton (2004), hava budamasının kök dolanması üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, tüpte yetiştirilen fidanlarda köklerin dolanma oranının en aza indirildiğini belirtmişlerdir. Bu kök dolanmasının sebebini ise Maynard vd. (2000), saksıda geçen zamanın işlevi ve kök kontrol yönteminin etkileyebileceği fikrini ortaya atmışlardır. Bitkilerde oluşan kök dolanmasını azaltmak için saksılarda iç çıkıntılarının oluşturulması tasarlanmıştır. Saksıların kenarında açılan dikey boşluklar ve bazı kimyasal uygulamalar gibi kök deformasyonlarının azalmasını geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Stromberger (2002), saksı iç yüzeylerine dikey sırtlar açmıştır. Arnold ve Struve (1989), bakır hidroksit uygulaması gibi kimyasal uygulamalar geliştirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, kök budama yöntemi olarak kumaş materyalden oluşan tüplerde delik açma uygulaması geliştirilmiştir (Appleton 1993). Tüplü fidan yetiştiriciliğinde kumaş torbaların kenarlarına delik açılması uygulamasının saçak kök arttırma etkisi araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Mathers vd. 2007).

Kökler, oksijen sınırlamalarına tepki olarak oksijen açısından yeterli olan alanlara doğru büyüme gösterirler (Mathers vd. 2007). Saksılarda genişlik ve hacime bağlı olarak köklerin aşağı doğru büyümesi kök dolanmasına ve bükülme sonrası sağlam kök uçları ile daha iyi bir kök sistemine sahip olmasına olanak sağladığı belirtilmiştir (Fiorino vd. 1998). Bitkilerin büyümesinde, köklerdeki doğal büyüme şekli ve saksının modeli eşleştirmede uyarlama eğilimindedir.

Kök dolanmasını etkileyen faktörlerden biri de köklerin uzama yönlerine doğru büyümeyi destekleyen saksı tasarımı ve tipleri olabilir (Ferrini vd. 2000). Bitki büyümesinin saksının derinliği ve genişliği ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Bilderback ve Fonteno 1987). Ayrıca bu çalışmada, tüplü fidan üretiminde, üretilecek olan meyve türüne özgü saksı kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerektiği bildirilmiştir. Bunun nedeni ise saksı hacimlerinin bitkinin besin alması ile doğru orantıda olduğu yönündedir (Rezende vd. 1995; Girardi vd. 2005). Nitekim, Furlani vd. (2009) topraksız fidan üretimi için 4-7 litre saksı hacminin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

## 2.2. Mikrobiyal Gübre ve Mikoriza kullanımı

Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria – PGPR-) terimini ilk kez kullanan Klopper ve Schroth (1978), bu kök bakterilerinin toprakta doğal olarak oluşan mikroorganizmalar olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma mekanizması ise köklere koloni şeklinde yerleşerek bitki gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır (Zhang vd. 2004; Klopper vd. 1980; Burr vd. 1978; Suslow 1978; Klopper ve Schroth 1981a, b; Lucy vd. 2004).

Bu bakterileri kullanabilmek için günümüzde uygulama alanlarında mikrobiyal gübre (biyogübre) olarak adlandırdığımız preparatlar kullanılmaktadır. Eğer halk dilinde yorumlamamız gerekirse toprakta bulunan mineral besin maddelerinin bitkilerin kolayca alabilmesine yardımcı olmaları veya alımını arttırmada kullanılan mikrobiyal gübreler olarak yorumlanabilir. Bazı PGPR'leri ise sadece doğrudan bitkiye faydalı olmanın yanı sıra dolaylı yollardan da bitki gelişimini uyarıcı etki yaratabilirler (Whipps 2001; Zehnder vd. 2001).

Bitki gelişiminde PGPR preparatlarının kullanılması 1990'lı yılların ortalarında başlamış ve son yıllarda gelişen teknolojinin de etkisiyle biyolojik gübrelemenin önemi artmış olup, çeşitli PGPR'lerin kullanım alanı genişlemiştir. Günümüzde ortaya çıkan yeşil dünya düzeni modelinde doğal biyogübrelemenin önemi ve yeri büyüktür. Yılda ortalama 172 milyon ton azotu toprakta bağladığı bilinen bu bakterilerin 110 milyon ton civarında simbiyotik azot bağlama özelliğinde olan bakterilerden geriye kalan yaklaşık 62 milyon ton ise doğada serbest halde yaşamını devam ettiren bakterilerden oluştuğu bildirilmiştir (Güneş vd. 2009).

Günümüzde birçok dış ülkede özellikle PGPR'lerin özellikle verim artırımı üzerine bazı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda bitkilerde gözlemlenen verim artışının olumlu yönde olduğu belirtilmektedir (Chen vd. 1996; Arias 2000; Luz 2000; Romero 2000; Wall 2000). Çin'de 1979 yılında başlamış olan bu çalışmalar sayesinde 1985'te arazi uygulamalarına geçirilmiştir (Chen vd. 1996). Bitki büyümesi için önemli olduğu belirtilen PGPR'nin bitkiler üzerine farklı alanlarda etki ettiği saptanmıştır. Örneğin bitkide çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği gibi bitki gelişimine olumlu yönde katkı sağladıkları bildirilmiştir (Lucy vd. 2004).

Yunancada fungus (*myco*) ve kök (*rhiza*) kelimelerinden oluşan mikoriza kelimesi anlamını yansıtacak şekilde ilk olarak 1880'lerde kullanılmıştır. Mikorizanın asıl anlamı ise bitkiler ile simbiyotik bir yaşam içerisinde hayatını sürdüren mantar cinsleridir. Bazı bitki türleri vardır ki mikoriza olmadan yaşamını sürdürememektedir.



Saçak kök olmayan bitki türlerinde kökün kapladığı alan az olduğu için BBE alımları da az olmaktadır. Bu nedenle bitkiler kendi mekanizmalarında doğal adaptasyon yeteneklerini geliştirerek bu mikorizalar sayesinde kök morfolojisi ve fizyolojisinde değişikliğe giderek simbiyotik yaşama uyum sağlayıp, yaşamlarını devam ettirirler. Genel olarak mikoriza hifleri çok ince yapıları sayesinde bitkinin sahip olduğu ana köklerin ulaşmadığı ince porlara giriş sağlayarak daha iyi su ve besin ihtiyacı karşılama da bitkiye destek olmaktadır (Bagyaraj ve Manjunath 1981; Harley ve Smith 1983; Jeffries ve Dodd 1991; Hooker ve Atkinson 1996; Marschner 1995; Mosse 1981).

Yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkan bir diğer bilgi de bitkilerin bitki besin elementi alımlarının sadece köklerden değil bunun yanında mikoriza yardımı ile de alımı arttırdığı yönündedir. Mikorizaların bitkileri enfekte etme veya simbiyotik yaşam yönleri itibari ile kök morfoloji ve fizyolojisinde beşe ayrılırlar. Bu sınıflandırmaya göre bu gruplar Ektomikoriza, Endomikoriza (Arbusküler Mikoriza), Ectendo-mikoriza, Orchidaceae mikoriza ve Ericaceae mikozalardır (Bagyaraj ve Manjunath 1981). Bu sınıflandırmanın yanında enfekte şekilleri ile mikorizalar endo ve ecto mikoriza türleri olarak ikiye ayrılırlar.

Gilman (2001), meşe ağaçlarının bahçe tesisinde başarıyı arttırabilmek için farklı sulama metotları ve mikoriza uygulamıştır. Çalışmada incelenen parametreler sonucunda elde ettiği verilere göre yazın yapılan sık sulama ve mikoriza uygulamasının bahçe tesislerinde başarıyı arttırdığını belirtmiştir. Bunun yanında zayıf kök gelişimini iyileştirmek adına ek uygulama olarak bahçe tesis ederken kullanılan fidanlarda hava budamalı saksı kullanmış ve kök budama uygulaması yapmış olup bu uygulamanın da başarıyı arttırmada büyük etkisi olduğuna değinmiştir. Sadece mikrobiyal gübre olmamakla beraber mikorizaların kök bölgesinde aktif halde bulunması durumunda bitkinin kök ve gövdesinde pozitif yönde etki yaptığı belirlenmiştir (Benucci vd. 2012). Bir başka çalışmada ise turunçgillerde mikorizalı ortamda bitki gelişimi iyi olduğu halde mikorizasız ortamda bitki gelişiminin zayıf olduğunu bildirilmiştir (Ortaş vd. 1998).

Wu ve Xia (2006), Juglandaceae familyasına ait birçok cins ve türün ektomikorizal olduğunu belirtmişlerdir. Hanna ve Bashaw (1987), arazi koşullarında pikanın mikorizal ilişkilerde bulunmadığını ve toprakta normal olarak büyüyemediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte bazı *Carya* spp. türlerinin köklerinde *Russula*, *Tuber*, *Scleroderma* vb. türler gibi Basidiomycota ve Ascomycota familyalarına ait mantarlarla ilişki kurabildiğini bildirmişlerdir.

Pikanda etkin olarak görülen ektomikorizal fungusların yanında arbüsküler mikorizal mantarların pikan ile ilişkilerine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada örnek alınan topraklarda bulunan mikorizal zenginliğin az olduğu göz önüne alındığında pikanın kök bölgesinde tespit edilen arbüsküler mikoriza mantarlarının beklenenden çok daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Fernández Bidondo vd. 2018). Daha önce pikan köklerinde arbüsküler mikoriza kolonizasyonu olduğu bildirilmiş olsa da verileri mevcut değildir. Babuin vd. (2016), pikanın köklerinde arbüsküler mikorizal fungusların kolonize olduklarını belirtmişlerdir. Pikan epigeous ve hypogeous mantarlarla ektomikorizal ilişkiler kurar (Benucci vd. 2012). Bu mikorizal ilişkiler, pikan fidanlıklarında çoğaltılan bitkilerin başarılı bir şekilde araziye aktarılmasında ve ortama adaptasyonunda potansiyel olarak kilit bir faktör olabileceği bildirilmiştir (Fernández Bidondo vd. 2018).

Benucci vd. (2012), yaptıkları bir çalışmada pikan fidanlarının köklerinde bulunan trüf mantar türlerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda pikanın trüf mantarı *Tuber* cinsi ile ektomikorizal ilişki kurduğunu göstermiştir. Etli mantarların hemen her soyunda yer üstü mantarlarından evirilen Trüf mantarı cinslerinden biri olan *Tuber*, sosyo-ekonomik öneme sahiptir. Bu mantar cinsi ekolojik olarak çam, meşe, fındık ve pikan gibi ticari öneme sahip olan çeşitli bitki konakçıları ile simbiyotik yaşarlar (Bonito vd. 2013).

Pikan üzerine yapılan bir diğer çalışmada mikoriza olarak siyah trüf mantarları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ilk yıl trüf mantarlarının köklenme üzerine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir. Ancak ikinci yılda trüf mantarı türlerinden bir tanesinde köklenmede olumlu artış olmuş ve diğerinde ise azalma meydana geldiği kaydedilmiştir (Marozzi vd. 2017).

Trüf mantarları, bitki kökleri ile ektomikorizal ilişki oluşturan simbiyotik mantarlardır. Mikroorganizmalar rizosfer boyunca kimyasal sinyal alışveriş yaparak toprakta, bitkilerle iletişim kurarlar (Splivallo vd. 2009). Balkan ovalarında nehir kenarında ormanlarda yetişen bazı trüf çeşitleri bulunmaktadır. Bu trüf mantarlarını üreten ormanların doğal kökle ilişkili mikobiyomi hakkında çok az şey bilinmektedir. Ayrıca pikan yetiştiriciliğinde birden fazla mantar türünün elde edilebileceği öngörülmüştür. Bununla birlikte pikan yetiştiren üreticilerin yan ürün olarak trüf mantarı yetiştirmelerinin çevresel ve sürdürülebilir ekstra gelir elde etmek için iyi bir fırsat olduğunu belirtmişlerdir (Marjanović vd. 2020)

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

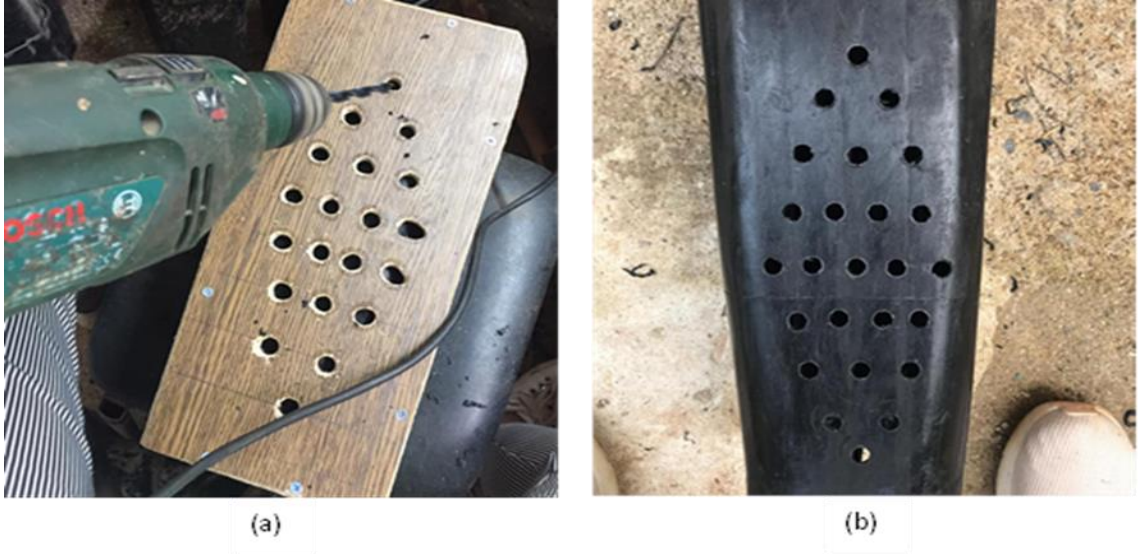
##### 3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırma 2020-2021 yılları arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama seralarında ve aynı fakültenin derim sonrası fizyolojisi laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak Wichita pikan çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan çeşide ait tohumlar özel bir kuruluştan temin edilmiştir. Bu çeşide ait özelliklere aşağıda yer verilmiştir.

Wichita pikan çeşidi, 1940 yılında L. D. Romberg tarafından ‘Halbert’ ve ‘Mahan’ çeşitlerinin melezlenmesi ile elde edilmiştir. İlk meyvelerini 1947 yılında vermiş ve 1959 yılında ‘Wichita’ olarak tescil ettirilmiştir (Sparks 1992). Diğer kültür çeşitlerine kıyasla daha erken yaşta meyve vermeye başlaması, meyve kalitesinin daha iyi olması ve hızlı büyüme periyotları ile tercih edilen çeşit olarak bilinmektedir (Grauke 1990) (Şekil 3.3.). En önemli avantajı ise hastalık dayanımı bakımından diğer birçok pikan çeşidinden daha dayanıklı olmasıdır (Heerema 2021). Batı bölgelerde bulunan ticari bahçelerin üretiminde en yaygın kullanılan çeşitlerden biri olarak kayda geçmiştir (Herrera 1995).

##### 3.1.2. Saksı tipleri

Araştırmada standart ve hava budamalı olarak 2 farklı saksı tipi kullanılmıştır. Standart saksı tipinin özellikleri, 7 L’lik hacime sahip, 35 cm derinliğinde, üst 16x16 cm ve alt tabanı 12x12 cm ölçülerinde kare ve plastik saksı olarak belirlenmiştir. Bu ölçüler fidan üretimi yapan özel ve kamu kuruluşlarında kullanılan saksı özellikleridir. Hava budamalı saksı tipini, standart saksı tipinden ayıran özelliği, saksı üzerinde hava budaması delikleri bulunmasıdır. Saksı boyutu, kullanım amacı, saksı derinliği gibi özellikler dikkate alınarak saksı üzerinde 1’er cm boşluğunda ve her yüzeyde 20’şer adet olacak şekilde delikler açılarak hava budama özelliği saksılara verilmiştir (Şekil 3.1.a ve b). Hava budaması deliklerinin asıl amacı ise kök bölgesindeki oksijen alımını arttırmak ve o bölgede kök hareketliliğini arttırmaktır.



**Şekil 3.1. a)** Hava budama deliklerinin açılma aşaması; **b)** hava budamalı saksı tipinin genel görünümü

### 3.1.3. Mikrobiyal gübreler ve Trüf Mantarı

Araştırmada mikrobiyal gübre olarak Vitormone ve Megafllu adlı ticari gübreler kullanılmıştır. Gübrelerin kimyasal içeriklerine aşağıda yer verilmiştir.

1.Vitormone: bünyesinde azotobacter olarak, *Azotobacter chroococum* ve *Azotobacter vinelandi* türlerini bulunduran mikrobiyal bir gübredir.

2.Megafllu: *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas fluorescens* canlı mikroorganizmalarını içeren mikrobiyal bir gübredir.

Araştırmada mikoriza olarak ise Trüf Mantarı konsantrasyonu kullanılmıştır. Trüf Mantarı konsantrasyonun özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

*Tuberaceae* familyasına ait toprak altı mantar türüdür. Araştırmada *Tuber* cinsine ait *T. Melanosporum* türü kullanılmıştır. Trüf mantarlarının meşe gibi orman ağaçlarının köklerinde ektomikorizal ilişki kurarak yaşamlarını sürdürdükleri bilinmektedir. Simbiyotik yaşamları sayesinde bitkilerin köklerinde hiflerin oluşumunu teşvik ederken aynı zamanda köklerin ulaşamayacağı bitki besin maddelerinin bitki tarafından daha iyi alınmasına fayda sağladığı belirtilmiştir (Saka vd. 2017).

Trüf mantarının konsantrasyonu için seyreltme serisi hazırlanmıştır. 10 gram trüf mantarı kesilmiştir. 100 ml distile su içerisine konulmuştur. Buradaki spor miktarını bulabilmek için seyreltme serisi oluşturulmuştur. Bu amaçla içerisinde 9 ml distile su bulunan ölçülü silindire 1 ml hazırlanan solüsyondan konulmuştur. Aynı işlem diğerleri için yapılmıştır. Serilerden  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  ve  $10^{-6}$  konsantrasyona sahip çözeltilerden 100 ml alınarak patates dekstroz agar üzerine bırakılmış ve baget ile yayılmıştır. Yayma işleminden sonra petriler  $+28^{\circ}\text{C}$  inkübatöre yerleştirilmiştir. İnkübatörde gelişen trüf kolonisi 3 gün sonra spor sayısı incelenerek, trüf konsantrasyonundaki spor sayısı bulunmuştur. Konsantrasyonlar arasından,  $10^{-5}$  konsantrasyonunda 2 ile 4 arasında spor gelişimi varsa, tavsiye edilen  $2 \times 10^{-4}$  spor  $\text{ml}^{-1}$  konsantrasyona ulaşılmıştır. Bu konsantrasyon çalışmalarında kullanılmıştır.

### 3.1.4. Uygulamalar

#### 1. Tohum aşamasında yapılan uygulamalar

Wichita çeşidine ait tohumlar, 2020 yılının ocak ayında 2:1 oranında kum ve perlit ortamında katlamaya alınmıştır. Katlamaya alınan tohumlar  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 30 gün bekletilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Katlamaya alınan tohumlardan genel görünüm

Soğuk hava deposundan çıkarılan tohumlara, aşağıda verilen uygulamalar yapılarak  $25^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında 72 saat bekletilmiştir. Uygulamalar için hazırlanan solüsyon içeriği ve dozları aşağıda verilmiştir.

**1. Kontrol:** 1000 ml saf suda 45 adet tohum bekletilmiştir.

**2. Vitormone:** 630 ml saf suya 70 ml ticari gübre ilave edilmiştir. 45 adet tohum hazırlanan solüsyonda bekletilmiştir.

**3.Megafllu:** 630 ml saf suya 70 ml ticari gübre ilave edilmiştir. 45 adet tohum hazırlanan solüsyonda bekletilmiştir.

**4.Trüf Mantarı:** 800 ml saf suya 200 ml Trüf Mantarı konsantrasyonu ilave edilmiştir. 45 adet tohum hazırlanan solüsyonda bekletilmiştir.

**5. Vitormone + Trüf Mantarı:** 700 ml saf suya 100 ml ticari gübre ve 200 ml Trüf Mantarı konsantrasyonu ilave edilmiştir. 45 adet tohum hazırlanan solüsyonda bekletilmiştir.

Tohumlar yukarıda belirtilen uygulamalara ait çözeltilerde 72 saat bekletildikten sonra viyollere ekimleri gerçekleştirilmiştir. (Şekil 3.3). Viyollerde ortam olarak torf ve perlit (2:1) karışımı kullanılmıştır. Havadaki nem dengesini sağlayabilmek için tohumların üzeri hindistan cevizi kabuğu (kokopit) ortamı ile kapatılmıştır. Viyoller, otomasyon sistemi ile haftada 3 gün düzenli olarak yağmurlama sistemi ile sulanmıştır. Tohumlarda çimlenme oranı %78 ve üzeri olarak tespit edilmiştir. İlk kotiledon yaprak çıkışı gözlemlenen tohumlar, uygulanan çözeltiler dikkate alınarak her uygulamanın tohumları ayrı olacak şekilde 15 Nisan'da saksılara aktarılmıştır (Şekil 3.4). Aktarım sırasında ise tüm fidanlarda köklerin 3'te 2'si kesilerek kök budaması yapılmıştır (Şekil 3.5). Saksı ortamı olarak torf, perlit ve vermikülit (2:1:1) karışımı kullanılmıştır. Saksılar sera içerisinde bulunan özel olarak hazırlanmış yerden yüksek tezgahlara yerleştirilmiştir. Spagetti sulama sistemi kurularak bitkiler denemeye hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6).



**Şekil 3.3.** Tohum ekim aşamasından genel görünüm



**Şekil 3.4.** Tohumdan gelişen fidanların genel görünümü



**Şekil 3.5.** Kök budaması öncesinde fidanlardan genel görünüm



**Şekil 3.6.** Saksıya aktarılmış fidanlardan genel görünüm

## **2. Fidan aşamasında yapılan uygulamalar**

Fidanlar saksıya aktarıldıktan 15 gün sonra uygulamalara başlanmıştır. Her uygulama haftada bir olacak şekilde tekrar edilmiştir. Toplam beş defa uygulama yapılmıştır. Araştırmada, her iki saksı tipinde, kontrol dışında Vitormone, Megaflu, Trüf Mantarı konsantrasyonu uygulamalarının çözelti hazırlığında 1 L suya 100 ml ticari gübre ilave edilmiştir. Vitormone + Trüf Mantarı konsantrasyonu birlikte kullanımının çözeltisi ise 1 L suya 50'şer ml ticari gübre olacak şekilde hazırlanmıştır.

Topraksız yetiştirme şartlarında kullanılacak gübreleme formülasyonları ve sulamanın rejimi birebir olmamakla beraber, araştırmada kullanılan bitki çeşidi ve en önemlisi çevresel etmenlere göre değişim gösterebilir. Araştırmada yukarıda belirtilen uygulamalar haricinde tüm bitkilerde sulama ve gübreleme işlemleri Furlani vd. (2009)'nin belirlemiş olduğu şekilde yapılmıştır.

## **3.2. Metot**

### **3.2.1. İncelenen kriterler**

Araştırmada incelenen kriterlerin ölçümlerine, fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra (Haziran 2020) başlanmıştır. Ölçümler ayda bir defa tekrarlanarak tamamlanmıştır. Ölçümler başladıktan 15 gün sonra ise sera içerisinde bulunan fidanların üzerine gölge tülü çekilmiştir.

#### **3.2.1.1. İklimsel veriler**

Araştırmada her ay düzenli olarak sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüştür. Ölçümler sera içerisinde ki meteoroloji siperine yerleştirilen ve otomatik olarak her saat başında bir defa ölçüm yapacak şekilde düzenlenmiş ve HOB0 U12-012 datalogger cihazı ile ölçüm yapılarak kayıt edilmiştir.



Işık şiddeti ölçümünde ise Testo 540 Işık Şiddeti (Lüks) Ölçüm Cihazı kullanılmıştır. Ölçümler sabah saatlerinde 10:00-12:00 arasında gün ışığında ve her tekrürde bir fidan üzerinde (her uygulamada 3 ölçüm) yapılmıştır. Deneme boyunca bitki gelişim periyoduna uygun olan aylarda ölçüm yapılmış ve ayda bir defa olacak şekilde tekrarlanarak tamamlanmıştır.

### 3.2.1.2. Gövde çapı (mm)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra ayda 1 defa olacak şekilde saksı ortamı seviyesinin 5 cm üstünden bitki gövde çapı (mm) ölçümleri dijital kumpas ile yapılmıştır (Şekil 3.7a).

### 3.2.1.3. Gövde boyu (cm)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra ayda 1 defa olacak şekilde saksı ortamı seviyesinin 5 cm üstünden bitkide gövde boyu (cm) ölçümleri şerit metre ile yapılmıştır. Bitki gövde boyu ölçümleri büyüme sezonuna sonuna kadar (Eylül) devam edilmiştir (Şekil 3.7b).

### 3.2.1.4. Yaprak sayısı (adet)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra ayda 1 defa olacak şekilde bitki üzerinde bulunan yaprak adetleri sayılmıştır.

### 3.2.1.5. Bitki boğum arası mesafesi (cm)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra ayda 1 defa olacak şekilde ölçümü yapılan gövde boyunun aynı şekilde ölçülen yaprak sayısına oranı ile hesaplanmıştır.



(a)



(b)

**Şekil 3.7.** Fidanlarda yapılan ölçümlerden genel görünüm **a)** gövde çapı ölçümü **b)** gövde boyu ölçümü

### 3.2.1.6. Toprak üstü yaş ağırlığı (g)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay sonra ayda 1 defa olacak şekilde, her uygulamadan bir bitki gelişim döneminde sökülüştür. Alınan örneklerde toprak üstü organların hassas terazide yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

### 3.2.1.7. Toprak üstü kuru ağırlığı (g)

Kuru ağırlık ölçümleri için bitkilerden alınan örnekler 65 °C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (ortalama 24 saat) kurutulularak, hassas terazide toprak üstü kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Fidanlarda toprak üstü kuru ağırlık ölçümünden genel görünüm

### 3.2.1.8. Toprak altı yaş ağırlığı (g)

Fidanların saksıya aktarılmasından 2 ay ayda 1 defa olacak şekilde, her uygulamadan bir bitki gelişim döneminde sökülüştür. Alınan örneklerde toprak altı organların hassas terazide yaş ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9.** Fidanlarda toprak altı kısımlarından genel görünüm

### 3.2.1.9. Toprak altı kuru ağırlığı (g)

Kuru ağırlık ölçümleri için bitkilerden alınan örnekler 65°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (ortalama 24 saat) kurularak hassas terazide toprak altı kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

### 3.2.1.10. Klorofil indeksi

Araştırmada klorofil indeksi ölçümü için Spectrum Technologies FieldScout CM1000 Model Klorofil Metre kullanılmıştır. Klorofil miktarı sabah saatlerinde 10:00-12:00 arasında gün ışığında, her bitkinin en alt, orta ve en üstteki yani yaşlı, orta yaşlı ve genç yapraklarında ölçülerek ortalama klorofil miktarı belirlenmiştir.

### 3.2.1.11. Yaprak alan indeksi (m<sup>2</sup>)

Bitkilerde oluşabilecek yaprak alan indeksi değişimini belirleme açısından uygulamaların yapıldığı her bitkiden rastgele olacak şekilde yaprak seçilerek Accupar-LP80 cihazı ile yaprak alan indeksi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

## 3.2.2. Verilerin değerlendirilmesi

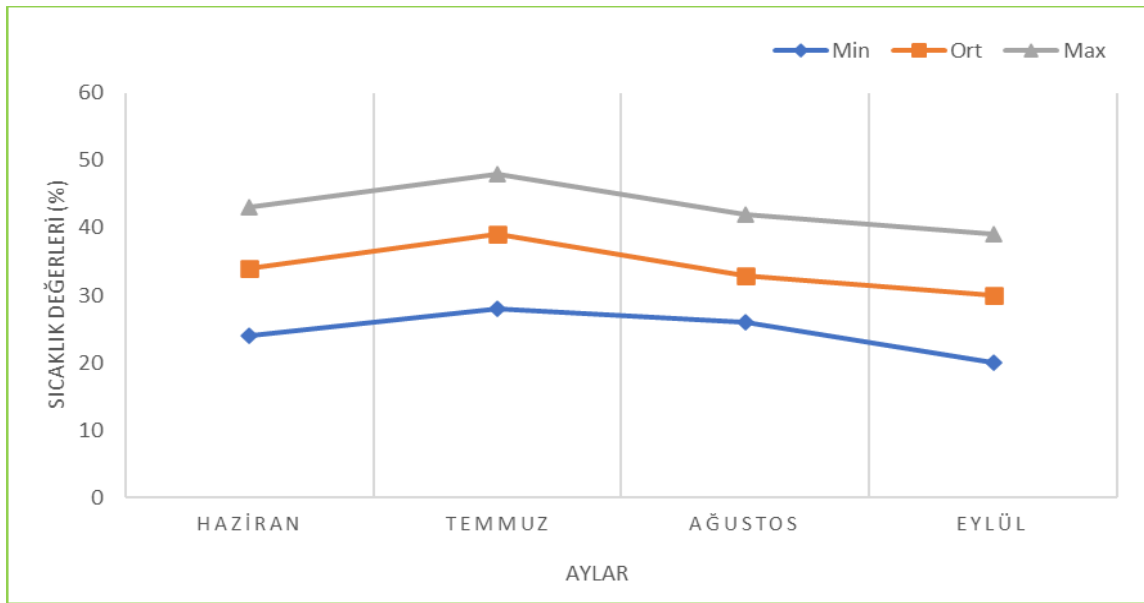
Çalışma 2 farklı saksı tipi, 5 uygulama, her uygulama da 3 tekerrür ve tekerrürde 5 bitki olacak şekilde tesadüf parseller deneme desenine göre planlanmıştır. Araştırma için toplamda 150 bitki (2x5x3x5=150) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen tüm veriler varyans analizi ile değerlendirilerek istatistiksel olarak önemli bulunan özellikler için çoklu karşılaştırma testlerinden LSD testi kullanılmıştır. Bu analizlerin yapılmasında XLSTAT programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. İklimsel Veriler

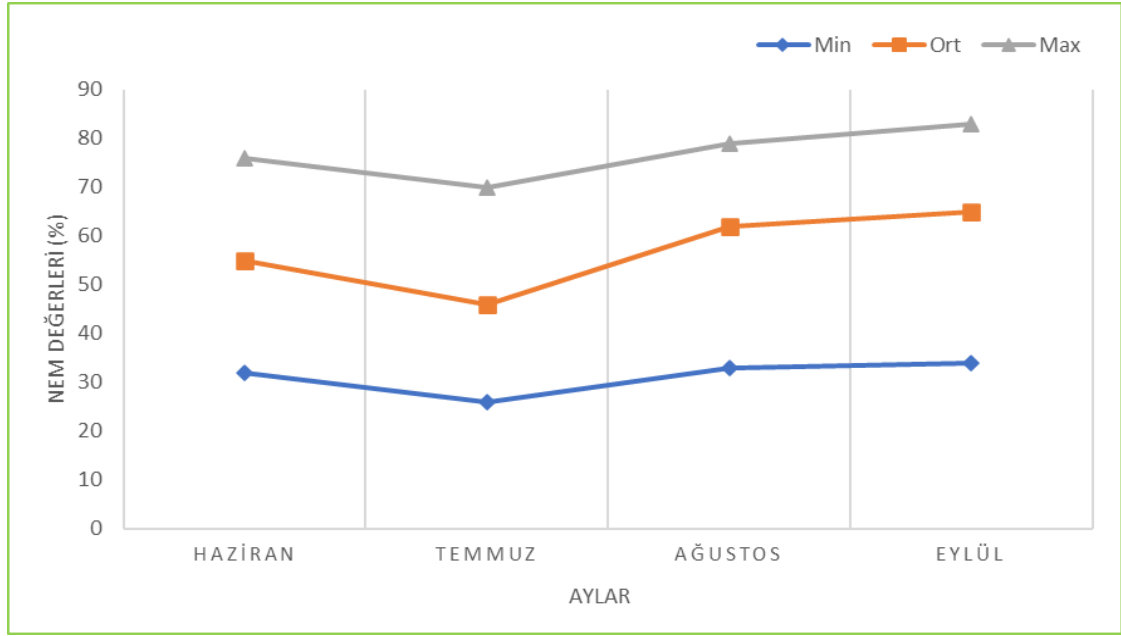
Yetiştirme ortamına ait sıcaklık, nem ve ışık şiddetine ait değerlerin değişimi şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

Fidanların üretim sezonunda ölçümü yapılan hava sıcaklık değerlerinin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri 4 ay boyunca birbirine paralel seyretmiştir. Her 3 sıcaklık değerinde de en yüksek sıcaklık değerleri temmuz ayında kaydedilmiştir. Sıcaklıklar temmuz ayından itibaren düşüş göstermiş ve en düşük sıcaklık değerleri eylül ayında saptanmıştır. Pikan cevizi ekolojik istekler bakımından sıcaklık isteği geniş aralığa sahip bir türdür. Araştırmada elde edilen verilere bakıldığında zaman ölçümlerin yapıldığı tarihlerde ortalama sıcaklıkların 33 °C olması pikanın ideal yetiştirme sıcaklığına yakın sonuçlar alındığını göstermektedir. Bulgular sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde Kaplankıran vd. (1996)’nin yapmış olduğu çalışma ile benzerlik taşıdıkları belirlenmiştir. Çalışmada pikanın vejetasyon döneminde (haziran, temmuz ve ağustos ayları) sıcaklık isteğinin ortalama 27 °C olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Aylara bağlı olarak saptanan sıcaklık değerleri (°C)

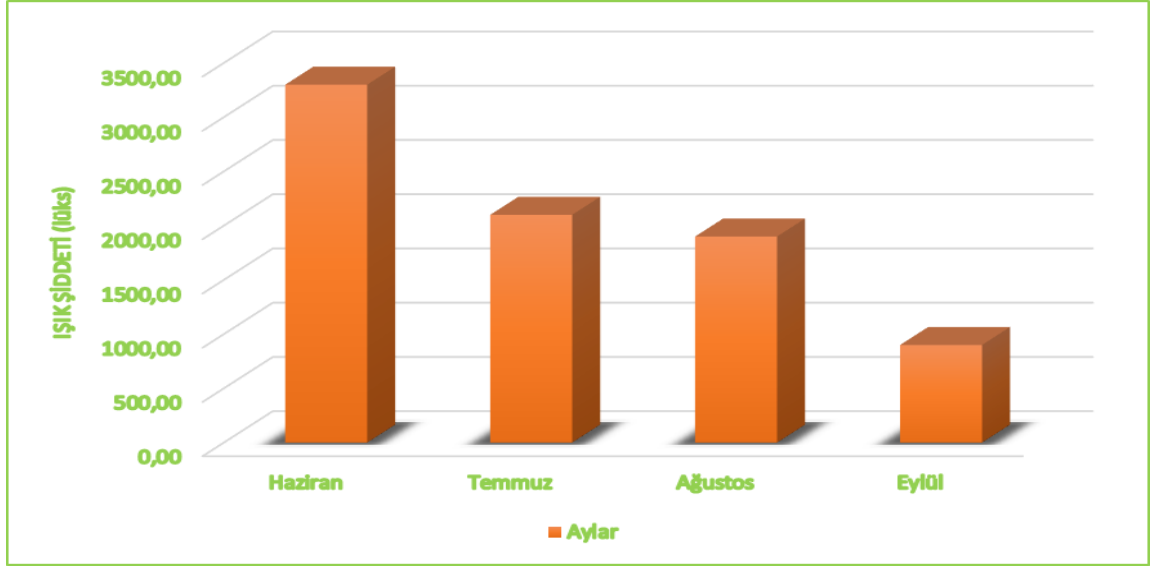
Aşağıda verilen Şekil 4.2’de, aylara bağlı olarak değişen fidan üretim sezonunun nem değerleri gösterilmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde minimum, ortalama ve maksimum nem değerleri birbirine paralel ilerlemiştir. Ölçümü yapılan tüm nem değerleri arasında en düşük nem değeri temmuz ayında kaydedilmiştir. Temmuz ayından sonra nem değerleri yükselmeye başlamış ve en yüksek nem değeri eylül ayında saptanmıştır. Şekil 4.2’de gösterilen nem değerlerine bakıldığında, fidan üretim sezonunda aylara bağlı olarak saptanan ortalama nem değeri %57 olarak kaydedilmiştir. Yapılan çalışmalarda pikanın büyüme dönemi için gerekli olan ideal nem değeri % 55 ve daha az olarak belirtilmiştir (Kuyucu 2009). Bu durumda pikan büyüme ve gelişim dönemi için gereken nem değerleri sağlanmıştır.



**Şekil 4.2.** Aylara bağlı olarak saptanan nem değerleri (%)

Fidanların üretim sezonunda, ışık şiddeti ölçümü değerlerinin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Işık şiddeti ölçüm değerleri incelendiğinde, aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerlerinin haziran ayından itibaren düşüş göstermeye başladığı belirlenmiştir. En yüksek ışık şiddetinin 3300 lüks değeri ile haziran ayına ait olduğu saptanmıştır. En düşük ışık şiddetine ait ölçümün ise 900 lüks değeri ile eylül ayında gerçekleştiği kaydedilmiştir.

Bitkiler temel fizyolojik olayları yönlendiren enzim ve hormonlar ile başta klorofil olmak üzere renk pigmentlerinin oluşumu için ışığa ihtiyaç duyarlar. Her bitkinin ışıklanma isteği farklıdır. Pikan yüksek ışık yoğunluğu seven bitkiler grubunda yer almaktadır. Işık ile bitki gelişim arasındaki önemli ilişkilerden birisi de bazı bitkilerin tam güneş ışığı altında, bazılarının da gölgede en iyi gelişimi yapabilmeleridir. Işık bitkileri için ışık kompensasyon noktası 4200 lüks, gölge bitkileri için 27 lüks kadardır. Bu süreçte bitkilerin büyüme ve gelişmesi açısından ışık şiddetinin ortalama değerlerde olduğu ve fidan üretimi için ideal ışık şiddetinin sağlandığı belirlenmiştir. Haziran ayından sonra ölçülen değerlerde saptanan düşüşün sebebi olarak ise denemenin kurulduğu sera içerisinde fidanların üzerine çekilen gölge tülünün neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerleri (lüks)

#### 4.2. Gövde Çapı (mm)

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde çapı üzerine etkileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü üzere, saksı tipi x uygulama interaksyonunun gövde çapı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyon ortalamasında en yüksek gövde çapı değeri 5.95 mm ile standart saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. Saksı tiplerinin gövde çapı üzerine etkisi incelendiğinde ise standart saksı tipinin 4.90 mm değeri ile hava budamalı saksı tipine (4.71 g) göre daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır (Çizelge 4.1) Uygulamaların gövde çapı üzerine etkilerine bakıldığında en yüksek gövde çapı değeri 5.46 mm ile Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. En düşük gövde çapı değeri ise 4.43 mm ile kontrol uygulamasında olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde çapı üzerine etkileri (mm)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	4.35 c	4.52 c	<b>4.43 D</b>
<b>Vitormone</b>	3.88 d	5.24 b	<b>4.56 CD</b>
<b>Megaflu</b>	5.28 b	4.45 c	<b>4.87 BC</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	5.04 b	4.37 c	<b>4.71 B</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	5.95 a	4.98 b	<b>5.46 A</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>4.90 A</b>	<b>4.71 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.355, Saksı tipi: 0.159, Uygulama: 0.251		

Araştırma bulgularımız, Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada gövde çapını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Çizelge 4.1). Bu bulgular, Zhang vd. (2004)'ün araştırma sonuçları ile benzerlik taşımaktadır. Zira bu araştırmacılar, mikrobiyal gübrelerin kök bölgesinde kolonize olarak tütün bitkisinin büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu yönde etki yaptığını bildirmişlerdir. Ayrıca bulgularımız Benucci vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Bu araştırmacılar, mikrobiyal gübre ile mikorizaların birlikte kullanımının pıkan fidanlarında kök ve gövde gelişimini pozitif yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

### 4.3. Gövde Boyu (cm)

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde boyu üzerine etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonunun, saksı tipleri ve uygulamaların bitki gövde boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Saksı tipi x uygulama interaksyonunun gövde boyu üzerine etkisi incelendiğinde en düşük değer, 17.36 cm ile standart saksı tipinin Vitormone uygulamasında, en yüksek değer ise 43.67 cm ile yine aynı saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. Saksı tiplerinin gövde boyu üzerine etkileri incelendiğinde ise standart saksı tipi 28.51 cm değeri ile en yüksek değeri vermiştir. Uygulama ortalamalarının gövde boyu üzerine etkilerine bakıldığında en yüksek değer 37.16 cm ile Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. Bu uygulamayı 28.62 cm değeri ile Megaflu izlemiştir.

**Çizelge 4.2.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların gövde boyu üzerine etkileri (cm)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	22.30 de	23.20 d	<b>22.75 D</b>
<b>Vitormone</b>	17.36 f	29.35 bc	<b>23.36 D</b>
<b>Megaflu</b>	28.62 c	28.62 c	<b>28.62 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	30.62 b	21.53 e	<b>26.07 C</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	43.67 a	30.65 b	<b>37.16 A</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>28.51 A</b>	<b>26.67 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 1.408, Saksı tipi: 0.63, Uygulama: 0.996		

Uygulamalar arasında Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanın gövde boyu üzerine etkisinin diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği yukarıda bildirilmiştir. Bulgular, Ortakçı (1999)'un araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacı, turuncu bitkisi üzerinde farklı mikoriza türlerinin gübre alımı üzerine etkilerini incelemiş, elde edilen sonuçlarda gövde boyu gelişimi açısından pozitif etki yaptığını bildirmiştir. Ayrıca araştırma bulgularımız, Uçgun vd. (2009)'un araştırma sonuçları ile benzerlik taşımaktadır. Araştırmacılar, MM 106 elma anacına uygun mikoriza türü bulmayı amaçladıkları çalışma sonucunda, farklı mikoriza

türlerinin gövde çapı ve gövde boyu üzerine olumlu etki yaptığını belirtmişlerdir.

#### 4.4. Yaprak Sayısı (adet)

Çizelge 4.3’de farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkileri verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonunun yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnteraksyonun yaprak sayısı üzerine etkileri incelendiğinde, hava budamalı saksı tipinin Vitormone uygulaması 18.43 adet ile en yüksek değer olarak Çizelge 4.3’de verilmiştir. Saksı tiplerinin yaprak sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuş ve uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkileri ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Uygulama ortalamaları incelendiğinde en yüksek yaprak sayısı değeri 15.57 adet ile Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada belirlenmiştir. En düşük yaprak sayısı değeri ise kontrol uygulamasında (12.54 adet) saptanmıştır.

**Çizelge 4.3.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	12.00 f	13.08 def	<b>12.54 C</b>
<b>Vitormone</b>	13.23 def	18.43 a	<b>15.83 A</b>
<b>Megaflu</b>	14.75 bc	13.62 cde	<b>14.18 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	15.48 b	12.37 ef	<b>13.92 B</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	17.13 a	14.00 cd	<b>15.57 A</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>14.52</b>	<b>14.30</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 1.314, Saksı tipi: Ö.D.*, Uygulama: 0.929		

\*Ö.D.: Önemli Değil

Bulgularımız yaprak sayısı açısından değerlendirildiğinde, Vitormone uygulamasının tek başına ya da Trüf Mantarı ile birlikte kullanıldığı uygulamanın diğer uygulamalara göre başarılı sonuç verdiği Çizelge 4.3’de görülmektedir. Yaprak sayısı açısından elde edilen bulgular Reddy vd. (1996)’nın bulguları ile benzerlik taşımaktadır. Zira bu araştırmacılar, kireçli topraklarda farklı mikoriza türlerinin bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda *G. macrocarpum* ve *G. Mosseae* mikoriza türlerinin yaprak sayısını önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen bulgular Chen vd. (1996)’nin bulguları ile de benzerlik göstermektedir. Zira bu araştırmacılar, mikrobiyal gübrelerde yer alan kök bakterilerinin gövde ve yaprak gelişimine olumlu yönde etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yukarıda belirtilen bulgularımızın benzerlik taşıdığı diğer bir araştırmada, Pulatkan ve Var (2010), mikorizanın kök gelişimini destekleyerek bitkilerin bol yapraklı olmasına olumlu fayda sağladığını bildirmişlerdir.



#### 4.5. Bitki Boğum Arası Mesafesi (cm)

Çizelge 4.4’de saksı tipi x uygulama interaksyonu, saksı tipleri ve uygulamaların bitki boğum arası mesafesi üzerine etkileri verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonunun bitki boğum arası mesafesi üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İnteraksiyonun bitki boğum arası mesafesi üzerine etkisine bakıldığında, en düşük değer hava budamalı saksı tipinin Vitormone uygulamasında (1.34 cm) belirlenmiş ve en yüksek değer ise standart saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarını birlikte kullanıldığı uygulamada (2.53 cm) saptanmıştır. Saksı tiplerinin bitki boğum arası mesafesi üzerine etkilerine bakıldığında ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların bitki boğum arası mesafesi üzerine etkileri incelendiğinde, ortalamaların 2.41 cm ile 1.47 cm değerleri arasında değişiklik gösterdiği Çizelge 4.4’de verilmiştir. En yüksek bitki boğum arası mesafesi değeri interaksyonda olduğu gibi Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamada saptanmıştır.

**Çizelge 4.4.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların bitki boğum arası mesafesi üzerine etkileri (cm)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	1.83 e	1.76 e	<b>1.80 D</b>
<b>Vitormone</b>	1.60 f	1.34 g	<b>1.47 E</b>
<b>Megaflu</b>	1.92 d	2.07 c	<b>1.95 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	1.96 d	1.83 e	<b>1.89 C</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	2.53 a	2.30 b	<b>2.41 A</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>1.92</b>	<b>1.91</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.083, Saksı tipi: Ö.D.*, Uygulama: 0.059		

\*Ö.D.: Önemli Değil

Yukarıda belirtilen araştırma bulguları sonucunda, bitki boğum arası mesafesi üzerine Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanın diğer uygulamalara göre daha başarılı sonuç verdiği Çizelge 4.4’de belirtilmişti. Nitekim Ortaş vd. (1998)’in yaptıkları çalışma ile araştırma bulgularımız benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar, mısır bitkisinde vegetatif gelişimin, mikorizalı ortamda iyi olduğu halde, mikorizasız ortamda zayıf olduğunu belirtmişlerdir. Bulgularımız Çığşar ve Yılmaz (2000)’in araştırma sonuçları ile de benzerlik taşımaktadır. Serada yetiştiriciliği yapılan hıyar bitkisinde mikorizaların, bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerini inceleyen araştırmacılar, çalışma sonucunda mikoriza uygulanan bitkilerde boğum arası mesafesinin pozitif yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular incelendiğinde Trüf Mantarının kökler etrafında oluşturduğu hifler sayesinde Vitormone’nin içerdiği azotobakter ile beraber birbirlerine pozitif etki yaptıkları ve bitki gelişimine fayda sağladıkları düşünülmektedir.

#### 4.6. Toprak Üstü Organların Yaş Ağırlıkları (g)

Toprak üstü ve altı organların yaş ve kuru ağırlık ölçümleri için bitkiler saksılarından çıkarılarak gözlemler yapılmıştır. Saksıdan çıkarılan örnek fidanın görüntüsüne Şekil 4.4’de yer verilmiştir.



**Şekil 4.4.** Toprak üstü ve altı ölçümlerinin yapılması için saksıdan çıkarılan örnek fidandan genel görünüm

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların yaş ağırlık üzerine etkileri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, saksı tipi x uygulama interaksyonu, saksı tipleri ve uygulamaların toprak üstü organların yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Saksı tipi x uygulama interaksyonu incelendiğinde yaş ağırlık bakımından en yüksek değer 12.72 g ile standart saksı tipinin kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Bu interaksyonu 11.27 g değeri ile hava budamalı saksı tipinin Vitormone uygulaması izlemiştir. Saksı tiplerinin yaş ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek yaş ağırlık 6.90 g değeri ile standart saksı tipinde saptanmıştır. Uygulamalar açısından ise Vitormone 8.88 g değeri ile en iyi sonuç vermiştir.

**Çizelge 4.5.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların yaş ağırlık üzerine etkileri (g)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	12.72 a	2.38 f	<b>7.55 B</b>
<b>Vitormone</b>	6.50 d	11.27 b	<b>8.88 A</b>
<b>Megaflu</b>	7.35 c	6.67 d	<b>7.01 C</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	1.16 g	4.58 e	<b>2.87 E</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	6.77 d	2.11 f	<b>4.44 D</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>6.90 A</b>	<b>5.40 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.411, Saksı tipi: 0.184, Uygulama: 0.291		

Toprak üstü organların yaş ağırlıkları açısından, Trüf Mantarının tek başına veya Vitormone ile birlikte kullanıldığı uygulama en düşük sonucu vermiştir. Buna karşılık, Vitormone uygulaması tek başına kullanımı ise en iyi sonucu vermiştir. Elde edilen sonuçlar, Üstüner (2001)'in sonuçları ile farklılık göstermektedir. Zira bu araştırmacı, mikorizanın turunçgillerde kök, gövde ve yaprak gelişimini pozitif yönde geliştirdiğini bildirmiştir. Bulgularımızın, Üstüner (2001)'e göre farklılık göstermesi üzerinde çalışılan bitki türünün farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.7. Toprak Üstü Organların Kuru Ağırlıkları (g)

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların kuru ağırlık üzerine etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnteraksiyon incelendiğinde kuru ağırlık ortalamaları 0.57 g ile 4.87 g değerleri arasında değişim göstermiş ve en yüksek kuru ağırlık standart saksı tipinin kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Saksı tiplerinin kuru ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde ise standart saksı tipi 2.61 g ile hava budamalı saksı tipine göre daha iyi sonuç vermiştir. Uygulamaların kuru ağırlık üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların kuru ağırlık üzerine etkilerine bakıldığında, en yüksek kuru ağırlık 3.32 g ile Vitormone uygulamasında saptanmıştır. En düşük kuru ağırlık ise Trüf Mantarı uygulamasında (1.20 g) kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak üstü organların kuru ağırlık üzerine etkileri (g)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	4.87 a	0.89 f	<b>2.88 B</b>
<b>Vitormone</b>	2.46 d	4.19 b	<b>3.32 A</b>
<b>Megaflu</b>	2.77 c	2.85 c	<b>2.81 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	0.57 g	1.83 e	<b>1.20 D</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	2.37 d	0.95 f	<b>1.66 C</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>2.61 A</b>	<b>2.14 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.22, Saksı tipi: 0.098, Uygulama: 0.155		

Yukarıda belirtilen bulgular sonucunda Trüf Mantarının tek başına veya birlikte kullanıldığı uygulamalar, toprak üstü organların yaş ağırlık değerlerinde olduğu gibi kuru ağırlık değerlerinde de düşük veriler elde edilmiştir. Bulgularımız, Levy vd. (1983)'ün araştırma sonuçları ile farklılık göstermektedir. Araştırmacılar, mikorizanın turunçgillerde bitki su alımını arttırdığını belirtmişlerdir. İncelemeler sonucunda mikorizanın gövde ve yaprak gelişimine olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir. Yukarıda belirtilen bulgularımız, Levy vd. (1983)'ün araştırmasında olduğu gibi Akgün (2003)'ün araştırma sonucu ile de farklılık göstermektedir. Araştırmacı, farklı mikoriza uygulamalarının antepfıstığı anaçları üzerinde kök ve gövde gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda mikorizanın özellikle *G. caledonium*'un gövde yaş

ağırlığını ve gövde kuru ağırlığını arttırdığını bildirmiştir. Araştırma bulguları açısından elde edilen sonuçların farklılığı araştırmalarda kullanılan bitki türleri ile uygulanan mikoriza türlerinin aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sonuçlarda elde edilen farklılığın bir başka sebebi, pikanın ekto-mikorizal ilişki grubunda yer alırken turunçgiller ve antepfıstığının endo-mikorizal ilişki grubunda yer alması olarak düşünülmektedir.

#### 4.8. Toprak Altı Organların Yaş Ağırlıkları (g)

Çizelge 4.7’de farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı yaş ağırlıkları üzerine etkileri verilmiştir. Bu çizelgede interaksiyonun yaş ağırlık üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. İnteraksiyon ortalamasının yaş ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde en düşük değer 3.53 g ile hava budamalı saksı tipine ait kontrol uygulamasında kaydedilmiştir. İnteraksiyonda olduğu gibi saksı tipleri ve uygulamaların da yaş ağırlık üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Saksı tiplerinin yaş ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek yaş ağırlık 16.95 g ile standart saksı tipinde saptanmıştır. Uygulamaların yaş ağırlık üzerine etkilerine bakıldığında ise en yüksek yaş ağırlık değeri kontrol uygulamasında 19.87 g olarak saptanmış ve bu uygulamayı sırasıyla Megafllu (15.34 g), Vitormone (12.25 g), Vitormone + Trüf Mantarı (11.42 g) ve Trüf Mantarı (8.37 g) uygulamaları izlemiştir.

**Çizelge 4.7.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı organların yaş ağırlık üzerine etkileri (g)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	36.21 a	3.53 ı	<b>19.87 A</b>
<b>Vitormone</b>	11.24 g	13.25 e	<b>12.25 C</b>
<b>Megafllu</b>	14.18 d	16.50 c	<b>15.34 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	4.40 h	12.34 f	<b>8.37 E</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	18.74 b	4.10 h	<b>11.42 D</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>16.95 A</b>	<b>9.94 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.523 Saksı tipi: 0.234, Uygulama: 0.37		

Araştırma bulguları toprak altı yaş ağırlık açısından incelendiğinde, en yüksek değer kontrol uygulamasında olduğu ve bunu Megafllu uygulamasının izlediğini göstermiştir. Araştırma bulgularımız, bu konuda yapılan Özkan vd. (2004)’ün araştırma bulguları ile farklılık göstermektedir. Araştırmacılar, turunç anaçlarında mikoriza, fosfor ve mikoriza + fosfor uygulamalarının bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda mikorizanın tek başına ve kombinasyonlu uygulanması halinde turunç anaçlarında kök yaş ve kuru ağırlık miktarını önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Araştırma bulguları açısından elde edilen farklılığın araştırmada kullanılan bitki türlerinin ve uygulamalarda kullanılan mikoriza ile gübrelerin aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.9. Toprak Altı Organların Kuru Ağırlıkları (g)

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı organların kuru ağırlık üzerine etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonu, saksı tipleri ve uygulamaların kuru ağırlık üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnteraksiyon incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık değeri 6.19 g ile standart saksı tipinin kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Saksı tiplerinin kuru ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde ise 2 farklı istatistiksel grup olduğu Çizelge 4.8’den izlenebilmektedir. Saksı tiplerinde en yüksek kuru ağırlık değeri 3.71 g ile standart saksı tipinde saptanmıştır. Uygulamaların kuru ağırlık üzerine etkisine bakıldığında, en yüksek kuru ağırlık 4.59 g ile Megaflu uygulamasında belirlenmiştir. En düşük kuru ağırlık ise 2.63 g ile Trüf Mantarı uygulamasında belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların toprak altı organların kuru ağırlık üzerine etkileri (g)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	6.19 a	0.99 g	<b>3.59 B</b>
<b>Vitormone</b>	2.85 e	3.16 d	<b>3.00 C</b>
<b>Megaflu</b>	3.04 de	6.13 a	<b>4.59 A</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	1.82 f	3.43 c	<b>2.63 D</b>
<b>Vitormone + Trüf mantarı</b>	4.65 b	0.74 h	<b>2.69 D</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>3.71 A</b>	<b>2.89 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.207, Saksı tipi:0.093, Uygulama: 0.147		

Saksı tipi x uygulama interaksyonunun kuru ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde, yaş ağırlık değerlerinde olduğu gibi standart saksı tipinin kontrol uygulaması en iyi kuru ağırlık değerini vermiştir. Uygulamaların kuru ağırlık değerlerine bakıldığında ise Megaflu uygulamasının diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği yukarıda belirtilmişti. Bulgularımız, Matsubara vd. (1994)’ün araştırma bulguları ile farklılık taşımaktadır. Araştırmacılar 17 farklı sebze türünde 2 farklı mikorizanın bitki kök kuru ağırlık üzerine etkisini incelemiş ve mikoriza uygulamalarının kuru ağırlık değerlerine pozitif yönde etki sağladığını bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların farklılığı, araştırmada kullanılan bitki türlerinin ve uygulamada mikoriza türlerinin aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yaş ve kuru ağırlık değerleri arasında ki farklılığın, kontrol uygulamasında bulunan bitkilerdeki su oranının diğer uygulamalardaki bitkilere göre daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### 4.10. Klorofil İndeksi

Çizelge 4.9’da farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkileri verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonu, saksı tipleri ve uygulamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İnteraksiyonun klorofil indeksi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değer 231.33 ile standart saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanda belirlenmiştir. Bu interaksyonu standart saksı tipinin Vitormone uygulaması (204.00) izlemiştir. En düşük klorofil indeks değeri, hava budamalı saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama (100.67) olarak kaydedilmiştir. Saksı tiplerinin klorofil indeksi üzerine etkisi incelendiğinde ise standart saksı tipinin 184.07 değeri ile hava budamalı saksı tipinden (152.27) daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır. Uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisine bakıldığında, kontrol (186.83) ve Vitormone (183.00) uygulaması en yüksek değerleri vererek aynı istatistiki grupta yer almışlardır.

**Çizelge 4.9.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkileri

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	188.33 c	185.33 c	<b>186.83 A</b>
<b>Vitormone</b>	204.00 b	162.00 e	<b>183.00 A</b>
<b>Megaflu</b>	164.33 e	177.00 d	<b>170.67 B</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	132.33 f	136.33 f	<b>134.33 D</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	231.33 a	100.67 g	<b>166.00 C</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>184.07 A</b>	<b>152.27 B</b>	
<b>LSD<sub>5</sub></b>	Saksı tipi x Uygulama: 5.708, Saksı tipi: 2.553, Uygulama: 4.036		

Bulgular sonucunda Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanın klorofil indeksi üzerine etkisinin diğer uygulamalardan daha iyi sonuç verdiği yukarıda belirtilmiştir. Bulgularımız, Akay ve Karaarslan (2012)’nin yaptıkları araştırma ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar kudret narı (*Momordica charantia*) bitkisi üzerinde mikorizanın bitki büyüme ve gelişme periyotlarına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, mikorizanın yaprak klorofil miktarını önemli oranda arttırdığını ve bitkinin makro besin elementi alımına pozitif etki yaptığını bildirmişlerdir. Adak vd. (2020)’nin araştırma sonuçları ile de benzerlik taşıyan bulgularımıza ait bilgiler yukarıda belirtilmiştir. Araştırmacılar, topraksız çilek yetiştiriciliğinde mikorizanın ve yetiştirme ortamı hacminin bitki vegetatif gelişmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında, mikorizanın gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil indeks değerini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

#### 4.11. Yaprak Alan İndeksi (m<sup>2</sup>)

Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak alan indeksi üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Saksı tipi x uygulama interaksyonu yaprak alan indeksi üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İnteraksiyonun yaprak alan indeksi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değerin 0.73 m<sup>2</sup> ile standart saksı tipinin Trüf Mantarında olduğu belirlenmiştir. Bu interaksyonu aynı istatistik grubunda yer alan standart saksı tipinin Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama (0.68 m<sup>2</sup>) izlemiştir. Saksı tiplerinin yaprak alan indeksi üzerine etkisini incelediğimizde ise en yüksek yaprak alan indeks değeri 0.62 m<sup>2</sup> ile standart saksı tipinde belirlenmiştir. Uygulamaların yaprak alan indeksi üzerine etkisine bakıldığında en yüksek yaprak alan indeksi 0.53 m<sup>2</sup> değeri ile Vitormone uygulamasında saptanmıştır. Bu uygulamayı sırasıyla aynı istatistik grubunda yer alan, Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama (0.46 m<sup>2</sup>), Trüf Mantarı (0.44 m<sup>2</sup>) ve kontrol (0.41 m<sup>2</sup>) uygulamaları izlemiştir. En düşük yaprak alan indeksi ise 0.29 m<sup>2</sup> değeri ile Megaflu uygulamasında kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Farklı saksı tiplerinde değişik uygulamaların yaprak alan indeksi üzerine etkileri (m<sup>2</sup>)

Uygulamalar	Saksı Tipleri		Uygulama Ort.
	Standart	Hava Budamalı	
<b>Kontrol</b>	0.49 b	0.35 c	<b>0.41 B</b>
<b>Vitormone</b>	0.66 a	0.40 c	<b>0.53 A</b>
<b>Megaflu</b>	0.55 b	0.28 f	<b>0.29 C</b>
<b>Trüf Mantarı</b>	0.73 a	0.15 e	<b>0.44 B</b>
<b>Vitormone + Trüf Mantarı</b>	0.68 a	0.28 d	<b>0.46 B</b>
<b>Saksı Tipi Ort.</b>	<b>0.62 A</b>	<b>0.23 B</b>	
<b>LSD%5</b>	Saksı tipi x Uygulama: 0.092, Saksı tipi: 0.041, Uygulama: 0.065		

Araştırma bulgularımız, Vitormone uygulamasının tek başına veya Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanın yaprak alan indeksi üzerine olumlu etki yaptığını göstermiştir. Araştırma bulgularımız, Çiğşar vd. (2000)'in araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar, hıyar bitkilerine endo-mikoriza enfekte ederek bitki besin elementi alımları ve bitki büyüme ve gelişme durumu üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda ise enfekte edilen endo-mikorizanın bitki besin elementi alımını arttırdığını, bitki büyümesine olumlu yönde etki yaptığını ve diğer birçok kriter gibi yaprak alan indeks değerini de olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak mikrobiyal gübrenin içermiş olduğu azotobacterler sayesinde bitkinin topraktan bitki besin elementi ve su alımını arttırdığı ve sonucunda yaprak alanında olumlu etki yaptığı düşünülmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Farklı saksı tipinde değişik uygulamaların pikanda fidan yetiştiriciliği üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar alınmıştır. Araştırmada çeşit olarak Wichita, saksı tipi olarak standart ve hava budamalı saksılar kullanılmıştır Uygulama olarak ise kontrol, Vitormone, Megafllu, Trüf Mantarı ve Vitormone + Trüf Mantarı denenmiştir.

1. Gövde çap büyümesi açısından en iyi sonuç standart saksı tipinin ve uygulama olarak ise Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama sonucu elde edilmiştir.
2. İncelenen kriterlerden gövde boyu açısından da gövde çapına benzer sonuçlar alınmıştır.
3. Bitki büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkileyen yaprak sayısının saksı tiplerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar açısından ise Vitormone uygulamasının tek başına veya Trüf Mantarının birlikte kullanılması, diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuç verdiği saptanmıştır.
4. İncelenen bir diğer kriter olan bitki boğum arası mesafesinin saksı tiplerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar açısından yine Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama daha başarılı bulunmuştur.
5. Toprak üstü organların yaş ve kuru ağırlık değerleri bakımından diğer tüm kriterlerde olduğu gibi saksı tipi açısından standart saksı ve uygulama açısından Vitormone daha iyi sonuç vermiştir.
6. Toprak altı organların yaş ve kuru ağırlık değerleri, toprak üstü organların yaş ve kuru ağırlığında olduğu gibi standart saksı tipinde daha başarılı sonuç alınmış, uygulamalar açısından ise toprak üstü organların yaş ve kuru ağırlık değerlerinden farklı bir sonuç elde edilmiş ve Megafllu uygulaması daha iyi sonuç vermiştir.
7. Fizyolojik parametreler açısından diğer tüm uygulamalarda olduğu gibi standart saksı tipi en iyi sonucu vermiştir. Uygulamalar açısından ise klorofil indeksinde Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulama, yaprak alan indeksi bakımından ise Vitormone uygulaması daha iyi sonuç vermiştir.

Araştırma sonucunda, tüplü pikan fidanı yetiştiriciliğinde saksı tipi olarak standart saksı, uygulama olarak ise Vitormone + Trüf Mantarının birlikte kullanıldığı uygulamanın %5 oranında kullanılması önerilmiştir



## 6. KAYNAKLAR

- Adak, N., Yavuzlar, E. E., Karadal, S. ve Durmaz, B. 2020. Topraksız çilek yetiştiriciliğinde mikoriza ve yetiştirme ortamı hacminin vejetatif gelişim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 292-300.
- Akay, A. ve Karaarslan, E. 2012. Mikoriza aşılınmış kudret narı (*Momordica charantia*) bitkisine farklı dozlarda fosforlu ve demirli gübre uygulamasının yaprak klorofil içeriğine etkisi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Der.* 2(3): 103-108.
- Akgün, A. 2003. Bazı mikoriza türlerinin farklı antepfıstığı anaçlarının kök ve gövde gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Anonim 1: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Menu/57/Teknik-Bilgiler> [Son erişim tarihi: 24.06.2022].
- Appleton, B. 1993. Nursery production alternatives for reduction or elimination of circling tree roots. *J. Arboriculture* 19:383-388
- Arias, A. 2000. Plant growth promoting microorganisms in uruguay: status and prospects. proc.5<sup>th</sup> int. conf. plant growth promoting rhizobacteria, Brasil.
- Arnold, M.A. and Struve, D. 1989. Growing green ash and red oak in CuCO<sub>3</sub>-treated containers increases root regeneration and shoot growth following transplant. *J. Amer. Soc. Hare Set.* 114:403-406.
- Arnold, M.A. and McDonald, G.V. 1999. Accelerator containers alter plant growth and the root zone environment. *J. Environ. Hort.* 17(4):168-173.
- Babuın, M. F., Echeverria, M., Menendez, A. B. and Maiale, S. J. 2016. Arbuscular mycorrhizal pecan seedlings alleviate effect of restricted water supply. *Hortscience*, 51(3), 212-215.
- Bagyaraj, D. J. and Manjunath, A. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-dissolving bacterium (*Bacillus circulans*) on plant growth and 32p-uptake. *Soil. Biol. Biochem.* 13:105-108.
- Benucci, G. M. N., Bonito, G., Falini, L. B., Bencivenga, M. and Donnini, D. 2012. Mycorrhizal inoculation of pecan seedlings with some marketable truffles. *Acta Mycologica*, 47(2).
- Bilderback, T. E. and Fonteno, W. C. 1987. Effects of container geometry and media physical properties on air and water volumes in containers. *Journal of Environmental Horticulture*, 5(4), 180-182.
- Bilderback, T.E. and Fonteno, W.C. 1991. Effects of container geometry and substrate physical properties on air and water volumes in containers. *J. Environ. Hart.* 5:180-182.
- Bonito, G., Smith, M. E., Nowak, M., Healy, R. A., Guevara, G., Cázares, E. and Vilgalys, R. 2013. Historical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaeae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *PloS one*, 8(1), e52765.
- Burr, T. J., Schroth, M. N. and Slow, T. 1978. Increased potato yields by treatment of

- seed pieces with specific strains of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida*. *Pytopathology* 68, 1377-1383.
- Cao, F., Zhou, J., Guan, D., Zhou, B., Zhao, B., Ma, M., Qin, J. and Li, J. 2015. Influence of 34-years of fertilization on bacterial communities in an intensively cultivated black soil in northeast China. *Soil Biology and Biochemistry*, 90, 42-51.
- Cao, F., Wei, Y., Wang, X., Li, Y. and Peng, F. 2019a. A study of the evaluation of the pecan drought resistance of grafted 'Pawnee'trees from different seedling rootstocks. *HortScience*, 54(12), 2139-2145.
- Cao, F., Wang, X., Liu, Z., Li, Y. and Peng, F. 2019b. Differential protein analysis of pecan hardwood cuttings. *HortScience*, 54(9), 1551-1557.
- Casales, F. G., Van der Watt, E. and Coetzer, G. M. 2018. Propagation of pecan (*Carya illinoensis*): A review. *African Journal of Biotechnology*, 17(18), 586-605.
- Cavagnaro, T. R., Jackson, E.L., Six, J., Ferris, H., Goyal, S., Asami, D. and Scow, K.M. 2006. Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant and Soil*, 282: 209–225.
- Chiu, H. J. J. 1979. Seasonal changes in rootability and rooting substances in mature and juvenile pecan cuttings (Doctoral dissertation, Oklahoma State University).
- Chen, Y., Mei, R., Lu, S., Liu, L. and Kloepper, J. W. 1996. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth-promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. *Utkhede, RS & Gupta, VK (Ed.) Management of soil born diseases. Ludhiana. Kalyani Publishers*, 165-184.
- Conner, P. 2007. Effect of nitrogen fertigation on first-year pecan seedling growth. *HortTechnology*, 17(4), 491-495.
- Cigsar, I. and Yilmaz, M. A. 2000. Detection of grapevine viruses by serological methods in South-East Anatolia. In Extended Abstracts 13th Meeting of ICGV, Adelaide (p. 143).
- Davidson, H. Mecklenburg, R. and Peterson, C. 2000. *Nursery Management: Administration and Culture*, 4 ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Esau, K. 1965. *Plant Anatomy*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Fernández Bidondo, Bompadre, M. J., Colombo, R. P., Silvani, V. A., L., Pardo, A. G., Ocampo, J. A. and Godeas, A. M. 2018. Pomegranate transplant stress can be ameliorated by *Rhizophagus intraradices* under nursery management. *Journal of soil science and plant nutrition*, 18(3), 772-789.
- Ferrini, F., Nicese, F.P., Mancuso, S. and Giuntoli, A. 2000. Effect of nursery production method and planting techniques on tree establishment in urban sites: preliminary results. *J. Arboriculture* 26(5):281-283.
- Fiorino, P., Nicese, F.P., Mingrone, M. and Riva, L. 1998. Effect of different type of container on nursery-grown European hornbeam (*Carpinus betulus* 'Pyramidalis'). *Atti IV Giornate Scientifiche SOL, San Remo, Italy, 1-3 Apr.* p.199-200.
- Furlani, P.R., Zanetti, M. and Bataglia, O.C. 2009. Citrus nursery production in soilless

- culture. *Acta Hort.* (ISHS) 843:255-260.
- Gilman, E.F. and Beeson, Jr. RC. 1996. Nursery production method affects root growth. *J. Environ. Hort.* 14:88-91.
- Gilman, E.F. 2001. Effect of nursery production method, irrigation, and inoculation with mycorrhizae-forming fungi on establishment of *Quercus virginiana*. *J. Arboriculture* 27:30-39.
- Gilman, E. F., Harchick, C. and Wiese, C. 2009. Pruning roots affects tree quality in container-grown oaks. *Journal of Environmental Horticulture*, 27(1), 7-11.
- Girardi, E.A., Mourão Filho, F.A.A., Graf, C.C.D. and Olic, F.B. 2005. Vegetative growth of citrus nursery trees related to the container volume. *Fruits, Cirad/EDP Sciences* v.60, p.101-105.
- Gül, M. ve Akpınar, M. G. 2006. Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 15-27.
- Güneş, A., Turan, M., Şahin, F. ve Haliloğlu, K. 2009. Organik tarımda biyogübrelerin kullanımı. <http://docplayer.biz.tr/20773345-Organik-tarimda-biyogubrelerin-kullanimi-adem-gunes-1-metin-turan-1-fikrettin-sahin-2-kamil-haliloglu-3.html> [Son erişim tarihi: 23.06.2022].
- Grauke, L.J. 1990. USDA-ARS Pecan breeding program: national collection of genetic resources for pecans and hickories. <https://cgwu.usda.gov/CARYA/PECANS/wichita.htm> [Son erişim tarihi: 23.06.2022].
- Hanna, W. and Bashaw, E. C. 1987. Apomixis: It's identification and use in plant breeding 1. *Crop Science*, 27(6), 1136-1139.
- Harley, J. L. and Smith, S. E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London.
- Harris, J.R. and Gilman, E.F. 1991. Production method affects growth and root regeneration of leyland cypress laurel oak and slash pine. *J. Arboriculture* 17:64-69.
- Heerema, R. 2021. Pecan Cultivars for New Mexico. [https://pubs.nmsu.edu/\\_h/H659/index.html](https://pubs.nmsu.edu/_h/H659/index.html) [Son erişim tarihi: 23.06.2022].
- Herrera, E. A. 1995. Economic comparison of removing pecan trees and planting young trees and transplanting established, mature trees. *HortTechnology*, 5(3), 212-214.
- Hooker, J. E. and Atkinson, D. 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi-induced alteration to tree-root architecture and longevity. *P. Z. Pflanzenernähr, Bodenk*, 159. 229-234.
- Huang, H., Ullah, F., Zhou, D. X., Yi, M. and Zhao, Y. 2019. Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses. *Frontiers in plant science*, 10, 800.
- Jeffries, P. and Dodd, J. C. 1991. The use of mycorrhizal inoculants in forestry and agriculture. IN: D.K. Arora et al. (Eds.) *Handbook of Applied Mycology. Soil and*

- Plants. vol. 1. Marcel Dekker. USA.
- Kaplankıran, M., Toplu, C. ve Demirköser, T.H. 1996. Pıkan yetiştiriciliğinde üzerinde durulması gereken ekolojik faktörler. *J.Agricultural Faculty MKÜ*, 1(1),1-6.
- Keever, G. J., Cobb, G. S. and McDaniel, R. 1986. Effects of container size, root pruning, and fertilization on growth of seedling pecans. *Journal of Environmental Horticulture*, 4(1), 11-13.
- Khan, Z. U., McNeil, D. L. and Samad, A. 1998. Root pruning of apple trees grown at ultra-high density affects carbohydrate reserves distribution in vegetative and reproductive growth. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 26(4), 291-297.
- Kloepper, J. W. and Schroth, M. N. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. proc.in: 4<sup>th</sup> int. conf. plant path. bact. angers, 879-882.
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M. and Schroth, M.N. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature* 286, 885-886.
- Kloepper, J.W. and Schroth, M.N. 1981a. Plant growth-promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. *Phytopathology* 71: 642-644.
- Kloepper, J.W. and Schroth, M.N. 1981b. Development of a powder formulation of rhizobacteria for inoculation of potato seed pieces. *Phytopathology* 71, 590- 592.
- Kuyucu, A. 2009. Pıkan cevizi. <https://www.tropikmeyveci.com/tropik-meyve-agaclari/pikan-cevizi-2/> [Son erişim tarihi: 23.06.2022]
- Levy, Y., Dodd, J.C. and Krikun, J. 1983. Effect of irrigation, water salinity and rootstock on the vertical distribution of vasicular-arbuscular mycorrhiza in citrus roots. *New Phytologist*, 95: 397-403.
- Lucy, M., Reed, E. and Glick, B.R. 2004. Applications of free living plant growthpromoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 86: 1-25.
- Luz, W. C. 2000. Plant Growth Promoting Rhizobacteria in graminicolus crops in Brazil. In Proc.5<sup>th</sup> Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- March, H.W. and Appleton, B.L. 2004. Use of air-root-pruning containers in patin-pot systems. *Prot. Southern Nursery Assn. Res. Conf.* 49:51-53.
- Marjanović-Jeromela, Mladenović, E., Jocić, S., Ćuk, N., Ćukanović, J., Jocković, M. and Cvejić, S. A. 2020. Effect of plant density on stem and flower quality of single-stem ornamental sunflower genotypes. *Horticultural Science*, 47(1), 45-52.
- Marozzi, G., Sánchez, S., Benucci, G. M. N., Bonito, G., Falini, L. B., Albertini, E. and Donnini, D. 2017. Mycorrhization of pecan (*Carya illinoensis*) with black truffles: *Tuber melanosporum* and *Tuber brumale*. *Mycorrhiza*, 27(3), 303-309.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Academic Press London.

- Marx, D. H. 1979. Synthesis of *Pisolithus* ectomycorrhizae on pecan seedlings in fumigated soil. Res. Note SE-283. Asheville, NC: US Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 4 p.,283.
- Mathers, H. M., Lowe, S. B., Scagel, C., Struve, D. K. and Case, L. T. 2007. Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. *HortTechnology*, 17(2), 151-162.
- Matsubara, Y., Harada, T. and Yakuwa, T. 1994. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on seedling growth in several species of vegetable crops. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 63(3): 619-628.
- Maynard, B.K., Brothers, CT. and Johnson, W.A. 2000. Control of root circling with copper in co-extruded nursery containers. Proc. Southern Nursery Assn. Res. Conf. 45:81-84.
- McCraw, B. D. and Smith, M. W. 1998. Root pruning and soil type affect pecan root regeneration. *HortTechnology*, 8(4), 573-575.
- Miller, B. M. and Graves, W. R. 2019. Root pruning and auxin alter root morphology of hickories. *HortScience*, 54(9), 1517-1520.
- Mosse, B. 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. research bulletin, Hawaii: Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. 82 pp [Research Bulletin 194]
- Ortakçı, D. 1999. Değişik Mikoriza Türlerinin Turunç Bitkisinde Fosfor ve Çinko Alımına Olan Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- Ortaş, I, Gök, G., Çakmak, İ., İbrikçi, H., Gür, K., Torun, T., Onaç, I., Ergün, B. ve Çoşkan, A. 1998. Effect of VA-Mycorrhizae Inoculation and Phosphorus Application on Maize Growth and Mycorrhizal Infection of Maize. In: M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, Menemen-İzmir-TURKEY, pp. 229-235.
- Ouedraogo, F. B., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T. and Rohla, C. T. 2018. Alternate methods of transplanting pecan trees. *HortTechnology*, 28(6), 795-798.
- Ouedraogo, F. B., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T. and Rohla, C. T. 2020. Effects of pruning at planting on pecan trunk development and total shoot growth. *HortTechnology*, 30(2), 248-250.
- Özkan, C.F., Ateş, T., Kelten, M., Taşdemir, T. ve Arpacıoğlu, A. 2004. VA Mikoriza uygulamasının bazı turunçgil anaçlarının çöğür gelişimine etkisi. Türkiye 4. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Antalya, 163-166.
- Pokomy, F. A. and D. Sparks 1967. Studies of air-layering pecans: Effect of date of propagation, wounding, in indol-3-butyric acid on rooting of air-layered pecan terminals, *Carya illinoensis* Koch Cv. Stuart. *Hort. Sci.* 2:1-2.
- Pulatkan, M. ve Var, M. 2010. Ormancılık ve peyzaj mimarlığında mikoriza aşılı

- fidanların kullanımı ve faydaları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Cilt IV sayfa 1431-1438.
- Reddy, B., Bagyaraj, D.J. and Mallesha, B.C. 1996. Selection of efficient VA mycorrhizal fungi for acid lime. *Indian Journal of Microbiology*, 36:1, 13-16.
- Rezende, L. de P., Amaral A.M. do, Carvalho S.A. de. and Souza M. 1995. Volume de
- Romeiro, V. R. S. 2000. Preliminary results of PGPR research at the Universidade Federal de Viçosa. Brasel, Proc. In: 5<sup>th</sup> Int. Conf. Plant Path. Bact.
- Saka, A. K., İslam, A., ve Pekşen, A. 2017. Trüf mantarı yetiştiriciliği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 329-334.
- Schultz, R. C. and Thompson, J. R. 1990. Nursery practices that improve hardwood seedling root morphology. *Tree Planters' Notes*, 41(3), 21-32.
- Smith, M. W. 2008. Relationship of trunk size to selected canopy size parameters for native pecan trees. *HortScience*, 43(3), 784-786.
- Smith, M. W. and Goff, W. D. (2014). Patch budding pecan: girdling, tipping, age, and size of budwood and rootstock for budding; girdling, 2, 3, 5-triiodobenzoic acid and 6-benzylaminopurine for bud forcing. *HortTechnology*, 24(5), 512-518.
- Sparks, D. 1992. Pecan cultivars: the orchard's foundation. Pecan Production Innovations., Watkinsville, Ga.
- Sparks, D. 2002. Rainfall governs pecan stand homogeneity in native, wild habitats. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(5), 860-868.
- Sparks, D. 2005. Adaptability of pecan as a species. *HortScience*, 40(5), 1175-1189.
- Splivallo, R., Fischer, U., Gobel, C., Feussner, I. and Karlovsky, P. 2009. Truffles regulate plant root morphogenesis via the production of auxin and ethylene. *Plant physiology*, 150(4), 2018-2029.
- Stromberger, A. 2002. Root deformities in plantations of container-grown stock; consequences for growth, stability and stem quality. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 52:108-113.
- Suslow, T.V. 1978. Growth and yield enhancement of sugar beet by pelleting seed with specific *Pseudomonas* spp. (Abstrc) *Phytopathology*. News 12 (9), 40.
- Thomas, P. 2000. Trees: their natural history. Cambridge University Press, Cambridge, U.K
- Thompson, T. E. and Grauke, L. J. 1994. Genetic resistance to scab disease in pecan. *HortScience*, 29(9), 1078-1080.

- Uçgun, K., Atasay, A. Akgül, H., Ay, Z., Küçükyumuk, Z., Koçal, H., Bakıcı, S., Kaymak, S., Özongun, Ş., Gargın, S. ve Akpınar, Ç. 2009. MM 106 Elma klon anacında mikoriza uygulamalarının bitki gelişimine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (2):187-192.
- Üstüner, Ö. 2001. Değişik harç ortamlarında mikoriza türlerinin turunç bitkisinin büyüme ve kök gelişimine etkisinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (Yüksek Lisans Tezi).
- Wall, L.G. 2000. Consequens of an overview on plant growth promoting rhizobacteria work in Argentina The field should be wider. In: Proc.5<sup>th</sup> Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- Wang, H., Li, X., Shen, D., Oiu, Y. and Song, J. 2014. Diversity evaluation of morphological traits and allicin content in garlic (*Allium sativum* L.) from China. *Euphytica*, 198(2), 243-254.
- Wells, M. L. and Prostko, E. P. (2010). Effects of soil-applied imazapic on pecan production. *HortTechnology*, 20(2), 427-430.
- Wells, L. 2014. Pecan planting trends in Georgia. *HortTechnology*, 24(4), 475-479.
- Wells, L. 2017. Response of young pecan trees to irrigation in a humid climate. *HortScience*, 52(3), 457-462.
- Whipps, J M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52, 487–511
- Whitcomb, C.E. 2003. Plant production in containers II. 1,100 pages. Lacebark Inc. Stillwater, OK.
- Wood, B. W., Payne, J. A. and Jones, O. 1990. Transplanting bearing pecan trees. *HortScience*, 25(8), 916-918.
- Wood, B. W., Payne, J. A. and Grauke, L. J. 1994. An overview of the evolution of the US pecan industry. *Pecan technology*, 1-11.
- Wood, B. W. 1996. Establishing pecan transplants. *HortTechnology*, 6(3), 276-279.
- Woodroof, J. G. and Woodroof, N. C. 1934. Pecan root growth and development. *J. Agr. Res.*, 49(6), 511-530.
- Wu, O. S. and Xia, R.X. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163: 417–425.
- Zehnder, G.W., Murphy, J.F, Sikora, E.J. and Kloepper, J.W. 2001. Application to rhizobacteria for induced resistance. *Eur. J. Plant Pathol.* 107, 39–50.
- Zhang S., Reddy M.S. and Kloepper J.W. 2004. Tobacco growth enhancement and blue mold disease protection by rhizobacteria: Relationship between plant growth promotion and systemic disease protection by PGPR strain 90-166. *Plant and Soil*,

262, 277-288.

Zhang, R., Peng, F. R., Yan, P., Cao, F., Liu, Z. Z., Le, D. L. and Tan, P. P. 2015. Effects of root pruning on germinated pecan seedlings. *HortScience*, 50(10), 1549-1552.



## ÖZGEÇMİŞ

**Seray Eylem ÇAKIR**

[serayeylemcakir@gmail.com](mailto:serayeylemcakir@gmail.com)



### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2014-2018	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

### MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Partner Satış Temsilcisi	Bayer Türk Kimya
04.2022- Devam Ediyor	Satış Departmanı, Akdeniz