

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**PEKANDA (*Carya illinoensis* Kosch.) MİKROORGANİZMA
UYGULAMALARININ ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Işın NARLIOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**PEKANDA (*Carya illinoensis* Kosch.) MİKROORGANİZMA
UYGULAMALARININ ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Işın NARLIOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEKANDA (*Carya illinoensis* Kosch.) MİKROORGANİZMA
UYGULAMALARININ ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Işın NARLIOĞLU
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2024

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEKANDA (*Carya illinoensis* Kosch.) MİKROORGANİZMA
UYGULAMALARININ ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Işın NARLIOĞLU
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 12/02/2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU (Danışman)

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

ÖZET

PEKANDA (*Carya illinoensis* Kosch.) MİKROORGANİZMA UYGULAMALARININ ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Işın NARLIOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU

Ocak; 36 sayfa

Pekan, ekonomik potansiyeli yüksek bir sert kabuklu meyve türüdür. Ülkemize uzun yıllar öncesinde girmesine rağmen, henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. Bunun en büyük nedenleri; fidan üretim periyodunun uzun zaman alması, özel sektörde güvenilir ve ismine doğru aşıllı fidana zor ulaşılması ve kamuda fidan üretiminin sınırlı olması gösterilebilir. Pekanda fidan üretiminde en yaygın yöntem, çöğür üzerine istenilen çeşitlerin aşılınması şeklindedir. En önemli darboğazlardan birisi ise çöğürlerin aşuya gelme süresinin oldukça uzun olmasıdır. Çöğürlerin aşuya gelme süresinin kısaltılması konusunda dünyada yapılan çalışmalar da sınırlıdır. Bitki gelişimi üzerine olumlu etkilere sahip olan mikroorganizma faaliyetlerinin, çöğür gelişimini kısaltabileceği düşünülmektedir. Bu hipotezden yola çıkılarak planlanan bu çalışmada, bazı biyolojik preparatların pekanda çöğür gelişiminin hızlandırılması üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla bitkisel materyal olarak Wichita çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Biyolojik preparat olarak ticari ürün olan Proex®, mikoriza olarak Trüf mantarı ve EndoRoots Soluble® denenmiş akabinde tepe budaması uygulaması yapılmıştır. Çalışma kapsamında, tohumların çimlendikten sonra uygulamalar birbirinden farklı olarak kontrol, Proex® (1lt suya 50ml), Trüf mantarı (1lt suya 10gr), EndoRoots Soluble® (1lt suya 1 gr), olmak üzere toplam 4 uygulama yapılarak ve her sakısıya 50 ml verilmiştir. Ortam olarak ise 2:1:1 oranında torf, perlit ve vermikülit karışımı kullanılmıştır. Fidanların saksıya aktarımından sonra, uygulamalar 15 günde bir defa olacak şekilde, 4 hafta süresince sulandırılarak yapılmıştır. Biyolojik preparat uygulamasının ardından tüm uygulamalarda bitkilerin yarısına tepe budaması yapılmıştır. Uygulamalardan sonra gövde çapı, gövde boyu, yaprak sayısı, toprak altı organların yaş ve kuru ağırlıkları, klorofil indeksi ölçümleri yapılarak veriler elde edilmiştir.

Denemede farklı biyolojik preparat ve tepe kesimi uygulamalarının, çöğürlerde büyüme ve gelişme parametrelerinde başarılı bir gelişim göstermiştir. Çöğürlerin aşuya gelme süresinde gövde çapında en etkin biyolojik preparat olan Proex® bulunurken tepe kesimi tüm uygulamalarda gelişmeyi arttırmış ve en başarılı sonucuda Proex® uygulaması sonrası yapılan tepe kesiminden alınmıştır. Mikoriza olarak kullanılan Trüf

mantarı ve EndoRoots Soluble® ise Proex® kadar etki göstermemiştir. Gövde çapı, klorofil ve bitki boyu ölçümlerinde Proex® uygulaması en başarılı sonucu vermiştir. Kümülatif bitki boyunu Proex® %49,3 oranında arttırmıştır. Kök yaş ağırlıkları ile saçak kök kuru ağırlığında ise EndoRoots Soluble® en yüksek değeri vermiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Carya illinoensis* Kosch., Çöğür gelişimi, Mikoriza, Mikrobiyal gübre.

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ



ABSTRACT

THE EFFECTS OF MICROORGANISM APPLICATIONS ON DEVELOPMENT OF PECAN (*Carya illinoensis* Kosch.) SEEDLINGS

Işın NARLIOĞLU

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İlhami TOZLU

January 2024; 36 pages

Pecan is a hard-shelled fruit species with high economic potential. Although it is entered our country many years ago, it has not yet become widespread enough. The biggest reasons for this are; the long production period of saplings, the difficulty in accessing reliable and properly grafted saplings in the private sector and the limited production of saplings in the public sector. The most common method of sapling production is grafting the desired varieties on the rootstock. One of the most important bottlenecks is that the time it takes for the seedlings to be grafted is quite long. There are also limited studies in the world on shortening the time to inoculation. It is thought that microorganism activities, which have positive effects on plant development, can be shorten the development of the seedling. Based on this hypothesis, the aim of this study was to determine the effects of some biological preparations on the acceleration of the development of the shoots in pecan.

For this purpose, seeds of Wichita variety were used as plant material. Proex®, a commercial product as biological preparation, Truffle mushroom and EndoRoots Soluble® as mycorrhiza were tried and then top pruning was applied. Within the scope of the study, after the germination of the seeds, a total of 4 treatments were made as control, Proex® (50 ml per 1 l water), Truffle (10 g per 1 l water), EndoRoots Soluble® (1 g per 1 l water) and 50 ml was given to each pot. A mixture of peat, perlite and vermiculite at a ratio of 2:1:1 was used as medium. After the transfer of the seedlings to the pots, the applications were made once every 15 days for 4 weeks. After the biological preparation application, half of the plants were top pruned in all treatments. After the treatments, stem diameter, stem length, number of leaves, wet and dry weights of underground organs, chlorophyll index were measured and data were obtained.

In the experiment, different biological preparations and top pruning treatments showed a successful development in the growth and development parameters of the seedlings. Proex® was the most effective biological preparation in terms of stem diameter in the inoculation time of the shoots, while the top cut increased the growth in all treatments and the most successful result was obtained from the top cut after Proex® application. Truffle and EndoRoots Soluble® used as mycorrhiza were not as effective

as Proex®. Proex® treatment gave the most successful results in stem diameter, chlorophyll and plant height measurements. Proex® increased cumulative plant height by 49.3%. In root fresh weight and fringe root dry weight, EndoRoots Soluble® gave the highest value.

KEYWORDS: *Carya illinoensis* Kosch., Microbial fertilizer, Mycorrhiza, Seedling development.

COMMITTEE: Assist. Prof. Dr. İlhami TOZLU

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

Assoc. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ



ÖNSÖZ

Ülkemizin iklimsel özelliklerinin her bölgede farklılık göstermesi; dünya üzerinde talep edilen pek çok değerli minör bitkinin yetiştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu husus, ülkemizin farklı ürünler için bölgede ve dünyada önemli bir aktör olmasına fırsat sağlamaktadır. Bu bağlamda ekonomik değeri yüksek, bitkilerin özellikle üretim materyali yetiştiriciliğinin araştırılmalara konu edinilmesi gerekmektedir.

Tarımsal üretim için elzem olan bu hususlar, çalışma kapsamında irdelenmiştir. Bu çalışmada endo/ekto mikorizaların ve bakteri uygulamalarının pekan çöğürü yetiştiriciliği üzerine etkileri araştırılmış ve bu tezde tartışılmıştır. Tarımsal üretimin geliştirilmesinde oldukça önemli ekonomik potansiyele sahip bir ürün olan pekannın bu potansiyele ulaşmasında kaliteli fidan üretimi oldukça önemlidir. Endo ve ekto mikorizaların, bakteri uygulamaları ile karşılaştırmalı bir şekilde, çöğür gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sağladığı çıktıların yeni akademik çalışmalara ışık tutması ve üreticinin pikan çöğürü yetiştiriciliği üzerine çalışmanın çıktılarından istifade etmesi, bir araştırmacı olarak en büyük temennimdir.

Gerçekleştirdiğim çalışma sürecinde teknik ve teorik bağlamda muhtelif sorunlarla karşı karşıya kaldım. Bu sebeple sürecin başarılı bir şekilde idare edilmesi ve sonuçlandırılmasında, beni yalnız bırakmayan danışmanımın, hocalarımla ve değerli dostum Yiğiter Rahim TOPBAŞ'ın payı büyüktür. Araştırma süreci boyunca, teorik, teknik ve manevi desteği ile yanımda olan, yardımını esirgemeyen ve çalışmaya büyük bir değer katan kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU'ya öncelikle teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın uygulamalı ve metodolojik süreçleri benim için muhtelif zorlukları beraberinde getirdi. Bu bağlamda çalışmanın baştan sona her sürecinde desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK'e ayrıyeten teşekkürlerimi borç bilirim. Bununla birlikte, çalışma sürecimde alet ekipman ve gereç desteği bağlamında değerli hocam Doç. Dr. Özer ÇALIŞ'ın destekleri olmadan bu çalışmayı sonuçlandıramazdım. Kendisine çok teşekkür ederim.

Çalışmanın istatistik değerlendirmesi ve yorumlanması ise popülasyon genetiği üzerine önemli çalışmalarını bulunan Dr. Öğr. Üyesi Nur KOÇ KOYUN'un destekleri olmadan tamamlanamazdı, Bu sebeple kendisine en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm bunların yansısı, çalışma boyunca azmimi kaybetmememin en önemli sebeplerinden biri olan; değerlendirmeleri ile çalışmaya büyük katkı sağlayan kıymetli dostum Ziraat Müh./Kimya Teknisyeni Yiğiter Rahim TOPBAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Pekan	3
2.2. Pekanın Çoğaltılması ve Kültürü	4
2.3. Mikoriza ve Bitkisel Üretimde Mikoriza Çalışmaları.....	5
2.4. Bitki Gelişimini Destekleyen Rizobakteriler (PGPR).....	8
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Bitkisel materyal	10
3.1.2. Saksı tipi ve yetiştirme ortamı.....	10
3.1.3. Kullanılan biyolojik gübreler, içerikleri.....	10
3.1.4. Uygulamalar	11
3.2. Metot	12
3.2.1. İklimsel verilerin kaydedilmesi	12
3.2.2. Çöğürlerde yapılan ölçümler	13
3.2.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)	13
3.2.2.2. Sürgün çap değişimi (mm).....	13
3.2.2.3. Kök sayısı (adet)	13
3.2.2.4. Kök uzunluğu (cm)	13
3.2.2.5. Kök ağırlığı (g)	13
3.2.2.6. Kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı (g)	13
3.2.2.7. Kazık ve saçak kök kuru ağırlığı (g).....	14
3.2.2.8. Klorofil indeksi	14
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16

4.1. Çevresel Ölçümler	16
4.2. Bitkisel Ölçümler	17
4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)	18
4.2.2. Gövde çap değişimi (mm)	20
4.2.3. Kök sayısı (adet)	22
4.2.4. Kök uzunluğu (cm)	23
4.2.5. Kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı (g)	23
4.2.6. Kazık kök kuru ağırlığı (g)	24
4.2.7. Saçak kök kuru ağırlığı (g)	25
4.2.8. Klorofil indeksi (FieldSoot CM1000)	27
6. SONUÇLAR	29
7. KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Pekanda (*Carya illinoensis* Kosch.) Mikroorganizma Uygulamalarının Çöğür Gelişimi 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.

12/02/2024

Işın NARLIOĞLU

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
G	: Gram
L	: L
M	: Metre
Min	: Minimum
ml	: Mili-litre
Mm	: Mili-metre
NaCl	:Sodyum klorür
Ort	: Ortalama
ppm	: Milyonda bir

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
EM	: Ektomikoriza
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
kob	: Koloni oluşturan birim
PGPR	: Plant Growth Promoting Rhizobacteria
VAM	: Vesiküler Arbüsküler Mikoriza

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Saksı tipinin genel görünümü	10
Şekil 3.2. Gelişmekte olan çöğürlerin genel görünüşleri	11
Şekil 3.3. Saksıya aktarılmış fidanlardan genel görünüşler	12
Şekil 3.4. Çöğürlerde yapılan gövde çapı ölçümlerinden bir görünüm	13
Şekil 3.5. Çöğürlerin krolofil indeksi ölçümlerinden bir görünüm	14
Şekil 4.1. Aylara bağlı olarak saptanan sıcaklık değeri (°C)	16
Şekil 4.2. Aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değeri (lüks)	17
Şekil 4.3. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının zaman etkisinin sürgün uzunluğu üzerine etkileri (mm)	20
Şekil 4.4. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının zaman etkisinin gövde çapı değişimi üzerine etkileri (mm)	22

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının dönemsel sürgün uzunluğu üzerine etkileri (cm)	18
Çizelge 4.2. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının 60 gün sürecinde bitki büyüme performansları (cm).....	19
Çizelge 4.3. Uygulamalarının kümülatif bitki sürgün uzunluğuna görece etkileri.....	19
Çizelge 4.4. Farklı mikrobiyal gübre ve tepe kesim uygulamalarının gövde çapı için varyans analizi.....	21
Çizelge 4.5. Farklı mikrobiyal gübre ve tepe kesim uygulamaları interaksyonunun gövde çapına etkisi	22
Çizelge 4.6. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök sayısı üzerine varyans analizi	23
Çizelge 4.7. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök uzunluğu üzerine varyans analizi	23
Çizelge 4.8. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı üzerine varyans analizi	24
Çizelge 4.9. Farklı mikrobiyal uygulamalarının kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığına etkisi	24
Çizelge 4.10. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kazık kök kuru ağırlığı üzerine varyans analizi.....	25
Çizelge 4.11. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kazık kök kuru ağırlığı üzerine etkisi	25
Çizelge 4.12. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının saçak kök kuru ağırlığı üzerine varyans analizi.....	26
Çizelge 4.13. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının saçak kök kuru ağırlığı üzerine etkisi	26
Çizelge 4.14. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının krolofil indeksi üzerine varyans analizi	27
Çizelge 4.14. Çöğürlerin krolofil indeksi ortalamaları arasındaki farkları (FieldScout CM1000)	28

1. GİRİŞ

Pekan, *Carya illinoensis* Kosch. Juglandaceae familyasının bir üyesidir. Subtropikal bölgelerde yetiştirilebilen sert kabuklu meyve grubu içerisinde yer alan bir egzotik meyve türüdür (Madden 1974). Pekanın kökeni Amerika'nın Mississippi nehri havzasıdır. Dünyada 30° Kuzey ve 42° Güney enlemleri arasında geniş bir iklim aralığına uyum sağlamıştır (Sparks 1991). Amerika'da pekanın Hikori olarak isimlendirilmesi ve anılması, Algonquian dilindeki sert anlamından gelmektedir. Pekan ismi ise "taşla zor kırılan sert kabuklu meyve" anlamına gelen pacane kelimesinden türemiştir (Brison 1974; Carr 2015). Ülkemizde ise cevize olan benzerliği nedeniyle yaygın olarak 'Pikan Cevizi' şeklinde dilimize girmiştir. Ancak bu isimlendirme klasik ceviz türünün bir çeşidi olarak algılanmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde benzeri bir yanlış isimlendirme durumu, *Vaccinum* cinsine mensup yemişlerin (blueberry ve cranberry) yaban mersini olarak adlandırılmasıdır. Bu yanlış ifade biçimini düzeltmek için blueberry adlı meyve, 'maviyemiş', cranberry ise 'turna yemişi' olarak Türkçeleştirilmiş ve 'Türkiye üzümü meyveler' grubunda kabul edilmiştir (Seydioğlu 2021). Aynı şekilde pekan ise günümüzde ceviz ile aynı familyada olan ve görsel benzerliği bulunan ancak cinsleri dahi farklı olan bu iki türde benzeri bir ifade karmaşası bulunmaktadır. Lakin pekan bir ceviz değildir. Pekan tek başına ayrı bir tür olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bağlamda "pikan cevizi" yerine, "pekan" ifadesinin kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

İnsanların yerleşik yaşama geçmesinden bu yana beslenmesinin önemli bir parçası olan pekan yaklaşık 10.000 yıldır oldukça değerli bir türdür (Wells 2017). İçerdiği yüksek miktarda kalori yanında sağlık için çok değerli biyokimyasallar içermektedir. Birçok çalışma pekan tüketiminin özellikle insan sağlığını tehdit eden kolesterolü düşürmeye (düşük yoğunluklu lipoprotein - LDL), plazma lipit ve lipoprotein kan profilini iyileştirmeye yardımcı olabileceğini göstermiştir. Pekan tüketiminin sadece sağlık üzerindeki etkisi araştırılmamış, aynı zamanda tokoferoller (E vitamini) ve fitosteroller gibi belirli lipid biyoaktif maddelerince zengin olduğu bilinmektedir (Carr 2015). Ayrıca endüstriye de önemli girdiler sağlamaktadır. İşlenmiş gıda üretiminin yansıra pekan; süs bitkisi üretimi, kereste üretimi faaliyetlerinde değerlendirilmektedir (Ouedraogo vd. 2020). Pekan meyvesinin odunsu kısmı yenilebilir değildir. Bu nedenle, pekan üretimindeki küresel artış da kabuk gibi yan ürünlerinin de artmasına yol açmaktadır (Idowu vd. 2017). Pekanın yeşil-dış kabuğunun zengin fenolik madde içeriği ve antioksidan bolluğu sebebiyle kanser tedavisinde kullanılmaya aday bir bitki olabileceği önerilmektedir (Akkafa vd. 2022).

Pekan ağacı 60 metreye kadar boylanabilen ve 200 yıla kadar ömrü olan, uzun bir gençlik kısırlığı evresi (5 ila 12 yıl) ile yaprağını döken bir ağaçtır (Stone 1997). Çeşitlere ve taç büyüklüğüne göre dik, yayvan ve çok yayvan bir büyüme göstermektedir. Bu özelliklerinin yansıra yüksek mantar çeşitliliği ile ektomikorizal simbiyoz oluşturabilen,

ekonomik açıdan önemli bir ağaç türüdür. Pekan cevizinin bir ektomikorizal tür olan trüf mantarı ile önemli etkileşimleri bulunmaktadır (Benucci vd. 2012). Tuber cinsine mensup olan trüf mantarları, diğer mantar türlerine göre nispeten nadir bulunan, ekonomik değeri yüksek, tat ve aroma bakımından değerli türlerdir. En değerli mantar türü *Tuber melanosporum vittad*'tır (Hall vd. 2007). Trüf mantarları bir bütün olarak toprak altında gelişimini tamamlamaktadır. Genellikle dağınık halde yetişmekte olup meşe ormanlarından toplanmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu doğal trüf mantarı türlerini tespit etmek, doğal ve yapay trüf ormanları oluşturulmak amacıyla 2014 yılında Orman Genel Müdürlüğü tarafından "Trüf Ormanı Eylem Planı (2014-2018)" hazırlanmıştır. Bu sayede 23 bin adet aşılı fidan üretilerek trüf ormanları oluşturulmuştur. Trüf aşılı fidan üretimi ve ticareti yeni bir endüstri alanı oluşturmaya başlamıştır (Saka vd. 2017; Balcı 2019).

Dünya üzerinde pekan üretiminin %80'ini Amerika Birleşik Devletleri karşılamaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinin, 2020-2021 yıllarında gerçekleştirdiği pekan üretimi 69,163 bin tondur (USDA 2022). 2021-2022 yılı pekan meyvesi ihracatından elde edilen gelir, 2,85 ve 4,51 USD/lb (6,27 ve 9,92 USD/Kg) arasında değişmektedir. Western, Stuart, Desirable, Wichita, Sumner ve Pawnee piyasada ticareti yapılan başlıca pekan çeşitlerindendir. Amerika Birleşik Devletlerinin pekan ihraç ettiği en önemli alıcılar sırasıyla; Meksika, Kanada, Hollanda, Çin ve Hong Kong'dur (Prabhakar vd. 2020; USDA 2022).

Son yıllarda Türkiye'nin tüketim kültürü içinde yer almaya başlayan pekan üretimi hızlı artış göstermektedir. Fakat ülkemizde üretimin kısıtlı olması, artan talebin karşılanmasında darboğazlara yol açmaktadır. Söz konusu durumun ortadan kaldırılması adına Türkiye, pekan ithalatı gerçekleştirmektedir. Ülkemiz üreticiliğinde ise Akdeniz ve Ege sahil kesimi pekan yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerdir. Bununla birlikte, GAP sahasında da etkin üretim gerçekleştirilebileceğine dair araştırma sonuçları rapor edilmiştir. Türkiye'de ilk pekan araştırmaları, Amerika'dan 1969 senesinde getirilen pekan tohumları ile başlamıştır. Bu araştırmalar bugün halen devam etmektedir. Türkiye'nin pekan üretimi üzerine mevcut yetenekleri ve potansiyeli incelendiğinde, pekan üretiminin ve tüketiminin giderek arttığı bu sebeple; uzun vadede pekan pazarında Türkiye'nin önemli bir rol oynayacağı anlaşılmaktadır (Özdemir 2013). Ülkemize uzun yıllar öncesinde girmesine rağmen, yaygınlaşması henüz istenen düzeyde değildir. Buna en büyük nedenlerden birisi olarak, fidan üretim periyodunun uzun zaman alması ve ayrıca fidan üreten kamu ya da özel kuruluşun sınırlı olması gösterilebilir. Pekanda fidan üretiminde en yaygın yöntem, vejetatif çoğaltma yöntemlerinden aşılı ile çoğaltma yöntemidir. Aşılı ile çoğaltmada ise öncelikle çöğür yetiştirilmesi gerekmektedir. Çöğürlerin aşılıya gelme süresi ise oldukça uzundur. Bu konuda dünyada yapılan çalışmalar da sınırlıdır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Pekan

Carya illinoensis Kosch. Kuzey Amerika'ya özgü bir sert kabuklu türüdür (Johnson 1997). Juglandaceae familyasından 34 ve 50 milyon yıl öncesinde ortaya çıkan *Carya* cinsine aittir. Ağaçları tek evcikli (monoik), heterogametlere sahip yaprak döken ağaçlardır (Thompson vd. 2012). Uygun büyüme için belirli çevresel gereksinimlerin yanı sıra değişen büyüme modellerine sahiptir. Kumlu killi toprağa sahip, verimli iyi drene edilmiş toprakları tercih ederler. Çünkü ağaçlar, yaklaşık 55-60 metre yüksekliğinde, 12 ila 20 metre taç çapına ve 2 metreden fazla gövde çapında olabilir (Sparks 2005; Casales vd. 2018).

Pekan kök sistemi ilk yıl üretilen bir kazık kökten oluşur. İkinci yılda, yan kökler ilkinde dik ve toprak hattına paralel olarak büyür ve özellikle yüzeye yakın olanları toprağa bağlanma işlevi geliştirir. Bunlardan dikey olarak büyüyen su ve besin maddelerini emme işlevine sahip kökler ortaya çıkar (Sparks 2005). Yanal kökler her yöne doğru büyür ve ekolojik koşulların sonucu olarak sürekli ölüm ve değişime (turnover) maruz kalırken, mikorizal kökler yoğun kitleler halinde büyüyen saçak (fibrous) köklerdir (Bonita vd. 2011). Pekan ağacı köklerinin eriştiği alan; habitatın boyuna göre iki katına kadar genişlemesi ve büyümenin ilerlemesi, kuraklık, topraktaki aşırı nem ve 18°C'nin altındaki toprak sıcaklığı ile sınırlanabilir (Wells 2017).

Verim döneminin yüz yıldan uzun sürmesi ve büyük ticari değere sahip sert kabuklular üretmesi sebebiyle önem arz etmektedir. Değişik iklim koşullarında doğal olarak yayılması nedeniyle önemli genetik çeşitlilik sergiler (Sparks 2005). Bu adaptasyon kabiliyeti, pekanın Uruguay, Arjantin, Brezilya, Şili, Peru, Çin, Hindistan, Mısır, Güney Afrika ve Avustralya gibi ülkelerde yetiştirilerek kendi doğal bölgelerinin ötesinde de gelişmesini sağlamaktadır (Oliveirai vd. 2021).

Pekan yetiştiriciliği artmakta ve kırsal alanlarda ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesi için cazip bir seçenek olarak kabul edilmektedir (Filippin 2011). Geniş aralıklı dikimler (18 x 24 m) sayesinde pekan bahçeleri, otlaklar ve hayvancılıkla birlikte ekim sistemlerinin entegre edilmesi gibi uygun agronomik fırsatlar sunmaktadır. Pekanın farklı çevre koşullarına uyum sağlaması, üretim ömrünün uzun olması ve hasat sonrası meyve depolama kolaylığı, yıllık mahsuller ve diğer meyve türleriyle birlikte yetiştirme olanaklarına da izin vermektedir (Duarte ve Ortiz 2001; Oliveirai vd. 2021). Ancak yeni kurulan pekan bahçelerinde daha erken ekonomik verim için genellikle dikim aralıkları yaklaşık 5.3 m x 5.3 m, 5.3 m x 10.7 m ve 9 m x 6 m gibi olarak dikilmektedir (Byford ve Herrera 2005; Witt vd. 1989).

2.2. Pekanın Çoğaltılması ve Kültürü

Pekanın çoğaltılması en uygun şekilde aşılama yoluyla gerçekleştirilir (Ajamgard vd. 2016). Hem anacın hem de aşının kalitesi, çeşit türü ve anaç yaşı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Farsi vd. 2018). Bu nedenle, bölgenin iklimine uygun, güçlü ve kuvvetli anaçlar üreten bir pekan çeşidinin seçilmesi çok önemlidir. Tohum büyüklüğünün çimlenme oranını etkilememektedir (Mceachern 2010). Ülkemizde Burkett ve Wichita çeşitleri yaygın anaç çeşitleridir.

Tohum geliştirmede ilk adım tohum çimlenmesini hızlandırmaktır (Grauke vd. 2003). Yaprak döken meyve ağaçlarında dormansi, ağacın kış boyunca olumsuz iklim koşullarının üstesinden gelmesini sağlamak için gerekli olan doğal bir mekanizmadır (Faust vd. 1997). Fidanlıklarda bitki çoğaltımı için dormansi, fide üretiminde bir engeldir. Çünkü ekimden sonra çimlenme süresini uzatır. Pekanın tohum dormansisinin üstesinden gelmek için katlama önerilmektedir. Katlama, kuru tohumların suya batırıldığı ve ardından uyku halini kırmak için 90 ila 120 gün boyunca soğuk ve nemli bir ortamda saklandığı bir süreçtir. Hasattan hemen sonra, pekan tohumu canlılığı korumak, dormansiyi kırmak ve çimlenmeyi sağlamak için düşük sıcaklıklarda (1°C ila 5°C) saklanmalıdır (Poletto vd. 2016). Yapay katlama süreci, pekanların 1 ila 3 günlük değişken bir süre boyunca bir tank içinde akan suya batırılmasıyla başlar. Daha sonra, fazla suyu yakalamak ve nemi korumak için turba yosunu, sedir talaşı, saksı toprağı veya testere tozu gibi ortamlara yerleştirilir. (Sparks vd. 1974). Fito-hormonlarla 8 gün ıslatılan ve 35 gün boyunca iç mekanda katlanan tohumlar %91 çimlenme ile sonuçlanmıştır (Bonner 1976). Bilan ve Foster (1970) ayrıca çeşitli kimyasal işlemlerin katlamalı ve katlamasız pekan tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Sonuçlar, kimyasal işlemlerin katlamalı ve katlamasız tohumlar için çimlenme üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermiştir. Ayrıca, pekan tohumlarının çimlenmesini hızlandırmak için tek yöntemin katlama olduğunu belirtmişlerdir.

Pekan çöğürlerinin, fidanlığa şaşırtılmasında iki yöntem izlenir: 1) Fideliklere dikim veya 2) Kaplara dikim. Fidelikler yüksek çöğür üretimi sağlar, ancak meyve bahçesine nakledilecek ağaçları transfer etmek daha zordur (Reid 2010). Çıplak köklü bitkiler uyku döneminde (kış) dikilmelidir, plastik kaplardaki fideler ise su açığı sırasında sulanmaları şartıyla yılın herhangi bir zamanında dikilebilir (Wells, 2017).

Keever vd. (1986), aşılama aşamasına ulaşmak için gereken süreyi azaltmak amacıyla kap boyutu ve şekli, kök budaması ve gübreleme oranının Pikan fidelerinin büyümesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sonuçlar, sığ 19 L (49,3 cm) ve 11 L (50,3 cm) kaplara kıyasla 38 L (68,6 cm) ve 19 L (61,7 cm) kaplarda pekan çöğürlerinin boy büyümesinin daha fazla olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, tüm çöğürler ilk büyüme sezonunda aşılama aşamasına ulaşmıştır.

Ticari pekan fidanı endüstrisi halen aşılama yoluyla çoğaltmaya bağımlıdır. Aşılama %75'in üzerinde bir başarı oranı sağlamaktadır (Nesbitt vd. 2002). Ancak, bu

tekniklerin dezavantajları, fidanların aşılınmak için kabul edilebilir bir gövde çapına ulaşmadan önce 2 ila 3 mevsim büyüme gerektirmesidir (Zhang vd. 2015).

2.3. Mikoriza ve Bitkisel Üretimde Mikoriza Çalışmaları

Gıda güvenliği ile ilgili organik tarım, güvenli ve sağlıklı gıdaya yönelik artan talep, sürdürülebilirlik gibi konular gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Toprağı cansız bir ortam olarak gören konveksiyonel tarım uygulamaları, bizi besleyen ve yaşamın devamlılığını sağlayan toprak organizmalarını tahrip etmektedir. Bunlardan biri olan mikoriza, biyolojik gübre olarak değerlendirilebilen, simbiyot bir fungustur.

Bitkilerin bünyelerine toprak minerallerinin alımını arttıran mikorizalar, özellikle yüksek kimyasal gübre giderlerinin olduğu günümüzde mikoriza kaynaklı biyolojik gübreler, çiftçiler tarafından önem kazanmıştır (Avan ve Kotan 2021).

Gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında, kök bölgesi mikorizal funguslarla muamele edilmiş olan bitkilerin daha az kimyasal gübreye ihtiyaç duyduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte mikoriza kullanımının bitkilerde çeşitli biyotik ve abiyotik streslerin toleransını artırarak hastalık ve zararlılara karşı etkili koruma sağladığı, kimyasal mücadele maliyetlerini önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmektedir (Palta vd. 2010).

Rizosfer, hem nicelik hem de nitelik açısından bakteri, aktinomiset ve mantarlardan oluşan benzersiz bir mikrobiyal popülasyon ile karakterize edilir. Kökün 1mm çevresinin oluşturduğu rizosfer olarak isimlendirilen bölgeyi yakından temas içerisinde olan biyolojik popülasyonun hacimsel olarak büyük bir kısmını hifler ile mantarlar oluşturur. Bazı mantarların hifleri bitki köklerine ulaşabilmektedir. Bu durum bazı özel simbiyozların (endomikorizal ilişki) meydana gelmesine sebep olmaktadır. Unger, 1840 senesinde mikoriza denilen özel mikroskobik canlıların yapısına dair ilk gözlemleri gerçekleştirmiştir. Frank 1885’de mantar hifleriyle ağaç köklerinin arasında ki ilişkiyi açıklayan simbiyoz ve mikoriza terimlerini tanımlamıştır (Marks ve Foster 1973). Mikorizalar, ağaç ve çalı türlerini kapsayan birçok bitkilerde bulunur. Mikoriza yani mantar-ağaç birlikteliği çok yaygındır. Mikorizal oluşum orman ağaçları arasında kural gibi yani olmazsa olmaz gibi görünmektedir (Trappe 1962).

Mikorizaların yapı ve morfolojik karakteristikleri taksonomik sınıflandırma için yeterince detaylıdır. En geniş anlamda üç sınıf vardır: ektomikorizalar, endomikorizalar ve ektendomikorizalar. Bunlardan en yaygın olanları endo ve ekto mikorizalardır (Marks ve Foster 1973). Pekan ağaçlarının kök sistemi de mikorizal mantarlarla simbiyotik bir ilişki kurma yeteneğine sahiptir. Emici köklerle bağlantılı olan mikorizalar, ağaçların kök sistemi alanını artırma ve topraktan azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, çinko ve bakır emilimini optimize etmesine olanak tanıyarak üretim artışına neden olur (Bonito vd. 2011). Mikorizalar tarafından kazandırılan makro besin elementleri içinde yer alan Azot; bitki büyümesi, gelişmesi ve klorofil üretiminde önemli roller üstlenmektedir (Almaliotis vd. 1996).

Pekanda yaygın olan mikorizal mantarlar, Ektomikorizalardır. Mikorizalar, köklerle kurdukları enfeksiyon tabanlı bağlar sayesinde, uzunlamasına hatlardan meydana gelen bir mikorizal taşınım hattı yaratabilir. Hifleri tipik olarak emici tüylerin dışında bir kütle oluşturur. Kök enfeksiyonu, hücre enfeksiyonu şeklinde değil özellikle kortikal hücrelerin etrafında, hücreler arası boşluklarda ve orta lamel bölgesinde bir hif ağı geliştirir. Bu hiflerin görünümü, ektomikorizal kökler üzerinde büyüyen mantarın rengine bağlı olarak beyaz, kahverengi, sarı ve siyah arasında değişebilir (Molina 1992).

Endomikorizal mantarlar ise bitki kök hücrelerinin hem içinde hem de dışında büyüme sağlamak için benzersiz bir yeteneğe sahiptir. Endomikoriza olarak sınıflandırılan mantarlar arasında arbusküler mikorizal mantarlar, belirli bitki türleriyle simbiyotik ilişkiler kurma konusundaki uzmanlıklarıyla öne çıkar. Bu özel mikorizal mantar grubu, kök korteksi içindeki hem hücreler arası hem de hücre içi alanlarda gelişir. Ayrıca, kökün dış yüzeyinde gevşek yapılı bir misel büyümesi sergilerler. Eş zamanlı olarak, "arbuskül" olarak bilinen özelleşmiş beslenme hiflerini ve "vezikül" olarak adlandırılan lipid bakımından zengin oval şekilli yapıları kortikal hücrelerin içine doğru uzatırlar. Veziküller, hem mantar hem de bitki tarafından ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilir temel elementleri depolayan besin rezervuarları olarak işlev görür (Smith ve Read 2010).

Vesiküler-arbusküler mikorizal (VAM) mantarların toprak miselleri sadece bitki köklerinin besin alımı için etki alanını genişletmekle kalmaz, aynı zamanda kökleri birbirine bağlayarak küçük miktarlarda besinin bitkiler arasında transfer edilmesini sağlar (Camel vd. 1991). Arbusküler mikorizaların ağaçlarda daha fazla kök üretimi sağlarken, ektomikorizal simbiyozla sahip ağaçlarda daha fazla mikorizal mantar hifleri üretildiği bildirilmişlerdir. Ayrıca primer köklerde kök morfolojisinin değişmediği de belirtilmiştir (Chen vd. 2016).

Kök içindeki mantar uzantılarına ek olarak, sporların da olduğu toprakta ekstraradikal hifler (miselyum) büyür. Ekstraradikal hifler besin maddelerini emer ve bu besinler arbusküllere ve daha sonra da bitkiye geçer. Çünkü ekstraradikal hifler kökten birkaç santimetre uzaklığa kadar uzanabilir. Bu sayede toprakta düşük hareketlilik gösteren, özellikle fosfor, çinko ve bakır besin maddelerinin kullanılabilirliği için önem taşımaktadır (George vd. 1994; Li vd. 1991).

Mikorizal mantarların veya biyolojik gübrelerin topraktaki faaliyetleri bitki gelişimi için büyük önem taşımaktadır. Davies (2008) bu konuyu şu şekilde özetlemiştir: Mikorizalar, hem topraktaki yüzey alanını artırarak hem de verimli su taşınımı için geniş ve aktif yüzey alanını kullanarak bitkilerle simbiyotik ilişkiler kuran, mantar ağlarıdır. Mikorizalar sürgün büyümesini artırır, çeliklerde adventif kök oluşumunu kolaylaştırır bununla birlikte yeniden dikim performansını artırır. Kömür madenlerinin yeniden ağaçlandırıldığı alanlarda veya bozulmuş toprak yapısının hakim olduğu; sıkışma, drenaj ve havalandırma sorunları olan bölgelerde endo ve ekto mikorizal ilişkili bitkilerin

hayatta kalma oranları ve gelişim oranları artmaktadır. Mikorizaların fidanlık üretim süreçlerine dahil edilmesi çok sayıda fırsat yaratabilir. Sonuç olarak, ister çalı ister ağaç formunda olsun süs bitkileri, peyzaja nakledildiklerinde daha fazla stres direnci, gelişmiş hayatta kalma ve yeniden büyüme yeteneği sergilerler.

Yapılan çalışmalarda, farklı mikoriza türlerinin, farklı bitkileri enfekte ettiği anlaşılmıştır.

Elma anacında (MM106) mikoriza uygulamalarının en yüksek mikorizal kolonizasyon oranları *G. mosseae* (%39,16) ve *G. caledonium* (%36,66) türlerinde bulunmuştur. Mikorizanın, bitki çapı üzerinde önemli bir etkisi olurken (*G. mosseae* uygulaması en yüksek) kök yaş ve kuru ağırlığına etkisi olmamıştır (Uçgun vd 2009). Aguín vd. (2004), 196-17, 110 R ve 161-49 Couderc asma anaçlarında *Glomus aggregatum* enfekte edilmesi ile ilk sıra yan köklerin gelişiminin arttırmıştır. Kakao fidelerine (*Theobroma cacao* var. *Ocunare* 60) *Glomus occultum*, *Acaulospora appendicula*, *Glomus manihotis*, *Acaulospora morrowae* ve *Scutellospora pellucida* türleri ile veya bu türler olmadan aşılama yapılmıştır. Bulgular, *Scutellospora pellucida* türleriyle aşılama uygulamasında kakao fidelerinin optimum büyüme sergilediğini göstermiştir. Özellikle, *Scutellospora pellucida* kontrol uygulamasına kıyasla bitki boyunu, kuru ağırlığı ve fosfor, bakır ve çinko alımını önemli ölçüde artırmıştır (Cuenca vd. 1990). Domates bitkisinde (*Solanum lycopersicon*) farklı oranlarda *Glomus fasciculatum*, *Glomus intraradices* ve *Glomus mossee* uygulamalarının bitki gelişimi, verim ve kalite üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Uygulama oranlarının artışı ile bitki büyümesi, verim, meyve çapı, pH ve C vitamini değerlerindeki artış eşlik etmiştir. Aynı zamanda titre edilebilir asitlik, elektriksel iletkenlik ve sertlik değerleri azalmıştır (Öztekin ve Ece 2014).

Topraksız kültürde biber yetiştiriciliğinde iki farklı mikoriza türü (*G. Caledonim* ve *G. clarum*) uygulanan parsellerde iyi bir infeksiyon olduğu görülmüş buna bağlı olarak da özellikle kök gelişimine ait (kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı) bitki gelişim parametrelerinin kontrole göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Yapraklardaki besin içerikleri, bitki başına meyve miktarını artırmıştır. Topraksız kültür ortamında, ortama mikoriza aşılamanın bitki gelişimi, verimi ve verim bileşenlerini artırdığı bildirilmiştir (İkiz 2003). Topraksız tarımda Patlıcan bitkisinde (cv. Faselis F1) mikorizal tür olan *Glomus caledonium* uygulaması; fide gelişimi ve verimde artış sağlamıştır (Yılmaz ve Gül 2009).

Arbusküler Mikorizal Mantarların (AMF'ler) doku kültürü yapılmış kiraz bitkilerinin (*Prunus avium* L.) besin alımı ve kök büyümesi üzerindeki etkisine odaklanan bir başka çalışmada *Glomus clarum*, *Glomus caledonium*, *Glomus etunicatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, türleri aşılama için kullanılmıştır. Mikorizalar ile kolonize edilen kiraz kökleri daha sağlıklı, daha yüksek çinko ve fosfor içeriği sergilemiş ve *G. mosseae* en etkili AMF türü olarak ortaya çıkmıştır (Aka Kaçar vd. 2010).

AMF (*Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita* ve *Glomus mosseae*) uygulamalarının 300 mM NaCl tuzlu toprak koşullarında B33 kabak çeşidinin fide gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, *G. mosseae* ırkının uygulanmasının tuzlu koşullar altında fide gelişimi üzerinde diğer iki türe göre daha olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Abdulhadi 2017). Wu ve Zou (2010), arbusküler mikorizal bir mantar türü olan *Glomus mosseae*'nin ısı stresi koşulları altında Citrus madarın fidelerinin büyümesi, fotosentezi, kök morfolojisi ve besin alımı üzerindeki etkisini araştırmak için bir çalışma yürütmüştür. *G. mosseae* aşılanmış fidelerin, mikoriza muamelesi görmemiş fidelere kıyasla daha üstün kök çapı, bitki boyu, yaprak alanı, kök ve toplam kuru ağırlık, daha yüksek fotosentez oranı, terleme oranı, stoma iletkenliği, daha büyük kök hacmi ve fosfor, kalsiyum ve magnezyum alımında artış sergilediğini göstermiştir.

Ektomikoriza olan Trüf mantarı yüksek ticari değere ve pekan ile çift ürün sisteminde üretilme potansiyeline sahiptir. Trüf mantarı cinsi *Tuber*'in pekan ektomikorizal (EM) topluluklarında bol miktarda olduğu görülür. Avrupa trüf türlerinin pekan ile birlikte yetiştirilmesini belirlemek için Avrupa trüf türlerinin (*Tuber aestivum* Vittad. *T. borchii* ve *T. macrosporum*) mikorizalarının pekan fideleri üzerinde oluşup oluşamayacağını belirlenmiştir. Çöğürler trüf mantarı sporları ile aşılanmış ve 10 ay boyunca serada yetiştirilmiştir. *T. borchii* hem de *T. aestivum* sporları pekan fidanları üzerinde ortalama kök kolonizasyon seviyeleri sırasıyla yaklaşık %62 ve %42 olan iyi oluşmuş ektomikorizalar üretirken, *T. macrosporum* ektomikorizası oluşmamıştır. Pekan üzerindeki bu trüf ektomikorizalarının anatomisi ve morfolojisi karakterize edilmiştir. *T. aestivum* ve *T. borchii*'nin birlikte ekimi pekan yetiştiricileri için ek bir gelir kaynağı olarak umut vaat edebilir, ancak bu simbiyozun tarlaya ekildikten sonra devam edip etmediğini ve trüf mantarı üretiminin bu konukçu tür tarafından desteklenip desteklenemeyeceğini değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Bennuci vd. 2012).

2.4. Bitki Gelişimini Destekleyen Rizobakteriler (PGPR)

Rizosfer biyolojisi neredeyse bir asırdır çalışılmaktadır. Bitki Gelişimini Destekleyen Rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria – PGPR) faydalı aktiviteleri nedeniyle özellikle dikkat çekmiştir. PGPR'ler rizosferde, köklerde ve bunların yüzeylerinde bulunan, doğrudan veya dolaylı olarak bitki büyümesinin kapsamını ve kalitesini artıran heterojen bir bakteri grubudur (Ahmad vd. 2008). Çok sayıda PGPR yaygın olarak köklere bağlanır ve bitki rizosferinde bulunur. Köklerde yaşayan mikroorganizmalar artık 'rizobakteriler' olarak adlandırılmaktadır. *Aeromonas*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* ve *Serratia*'dan gen suşları bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) olarak tanımlanmıştır (Dey vd. 2004; Raj vd. 2004; Tripathi vd. 2005).

Rizosferdeki PGPR çeşitliliği büyük ölçüde bitki türlerine, toprak tipine ve mevcut besin maddelerine bağlıdır (Tilak vd. 2005).

PGPR'ler işlevlerine göre biyo-gübreler (bitkilerin besin maddelerine erişebilirliğini artırma), biyopestisitler (antibiyotik, antifungal metabolitler vb. üreterek hastalıkları, böcek zararlılarını, nematodları vb. kontrol etme), fitostimülatörler (bitki büyüme hormonlarının üretimi) ve kirleticilerin parçalanması ve diğerleri olarak sınıflandırılabilir (Somers vd. 2004, 2005; Tilak ve Manoharachary, 2016).

PGPR'lerin tuz stresi direncindeki potansiyel rolü araştırılmıştır. Domatesler 43 mM NaCl tuzu varlığında *Achromobacter piechaudii* bakteri suşu ile muamele edilmiştir. Bu bakteri domateslerin taze ve kuru ağırlığını önemli ölçüde arttırmıştır (Mayak vd 2004). Soya fasulyesinde (*Glycine max* (L.) Merr.) PGPR uygulamaları geniş bir kök bölgesi sıcaklığı aralığında nodülasyonu ve azot fiksasyonunu artırmıştır.

Erdoğan ve Aysen (2018) 6 uygulamada 3 cinse ait 10 farklı bakteri suşları kullanılmış ve BA 29 anacı üzerine aşılı armutlarda gövdeyi kalınlaştırdığını bildirmiştir. Başka bir PGPR uygulamasında (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* ve faydalı bakteriler içeren) Boysenberry (*Rubus loganbaccus*×*Rubus baileyanus* Britt) çeliklerinin köklenmesi üzerinde kontrol uygulamasına göre kök ağırlığı ve kök sayısını arttırmıştır (Şener ve Duran 2020). Çiçek ve yapraktan iki farklı *Bacillus* suşu ve kombine uygulamaları *Prunus mahaleb* anacı üzerine aşılı 'Kütahya' vişnesinde (*Prunus cerasus* L.) sürgün uzunluğunu arttırmıştır. (Arıkan ve Pırlak 2016).

Başka bir çalışmada, elma (*Malus domestica* L.) cv. Granny Smith üzerinde *Bacillus* M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01'in bitki büyümesini teşvik edici etkileri tek başına veya kombinasyonu şeklinde uygulanmıştır. PGPR suşlarının kök aşılması, kontrole kıyasla kümülatif verimi (%26,0-88,0), meyve ağırlığını (%13,9-25,5), sürgün uzunluğunu (%16,4-29,6) ve sürgün çapını (%15,9-18,4) önemli ölçüde artırmıştır (Karlıdağ 2007)

Çin'de bir grup araştırmacı, pekanın Pawnee çeşidinde farklı toprak tiplerinde rizosfer mikrobiyomunu incelediklerinde, rizosfer bakteri topluluğu kompozisyonu temel olarak *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Acidobacteria* ve *Chloroflexi* içerdiğini, düşük seviyelerde ise *Haliangiaceae*, *Bryobacteraceae* ve *Steroidobacteraceae* gibi türler mevcut olduğunu bulmuşlardır (Tang vd. 2022).

Carya illinoensis Kosch, Western çeşidinde NPK gübresi ve *Pisolithus tinctorius* + *Scleroderma* sp. ve *Trichoderma* sp. ile bir muamele edilmiştir. Ortalama üç yıl sonra, *Pisolithus tinctorius* + *Scleroderma* sp. ve *Trichoderma* sp. uygulanan ağaç gövdeleri NPK gübresine göre %9,5 daha fazla büyümüş, taşıyıcı sürgünlerin uzunluğunda ise NPK gübresi uygulamasında artmıştır. *Trichoderma* sp. ilavesi, her iki besin kaynağı ile değerlendirilen değişkenlerin hiçbirini desteklememiştir (Rivero vd. 2009).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2022-2023 yılları arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama seralarında yürütülmüştür.

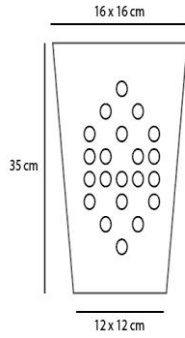
3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak Wichita pekan çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Wichita (Halbert x Mahan), 1959 yılında ıslah edilmiş, dişi çiçekleri erkeklerden önce açan (dikogami), çok erkenci ve verimli olup, ABD'de en fazla tüketimi yapılan çeşittir. Ağacın tacının dik büyümeye eğilimi nedeniyle, sık dikime uygundur. Meyveleri orta irilikte ve meyve iç randımanı yüksektir. Kabuk renginde, kahverengi renk üzerinde siyah çizgi ve benekler mevcut olup, kabuk orta kalınlıkta ve pürüzsüzdür (Rice 1994).

3.1.2. Saksı tipi ve yetiştirme ortamı

Araştırmada hava budama için tasarlanmış özel yapım dörtgen saksı kullanılmış olup, özellikleri; hacim: 7 L, derinliği 35 cm üst kısmı 16x16 cm, alt kısmı ise 12x12 cm ölçülerindedir (Şekil 3.1.). Saksıda ortam olarak torf, perlit ve vermikülit (2:1:1) karışımı kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Saksı tipinin genel görünümü

3.1.3. Kullanılan biyolojik gübreler, içerikleri

Denemede kontrol dışında üç farklı biyolojik preparat kullanılmıştır. Kullanılan biyolojik preparatların özelliklerine aşağıda yer verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısı kob/g olarak ifade edilmiştir.

1. Siyah Trüf: Siyah türüf (*Tuber melanosporum* Vittad.) Tuber cinsine ait *T. Melanosporum* türü kullanılmıştır. (2×10^4 kob/g)

2. EndoRoots Soluble® : %23,5 canlı organizma içermektedir. *Glomus spp*: *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. clarium*, *G. intraradices*, *G. caledonium*, *G. macrocarpium*, *G. margarita*, *G. fasciculatum* toplamda %23,5 canlı organizmalarını ve sabit bileşen olarak %28,7 humik asit, %18 soğuk deniz yosunu, %12 askorbik asit, %6 amino asitler, %2,5 myo-inositol, %1,75 thiamin ve %1 Alfa tocoferel E vitamini içermektedir. (1×10^4 kob/g)

3. Proex®: *Bifidobacterium longum* 10^9 kob/ml, *Bifidobacterium thermophilum* 10^8 kob/ml, *Lactobacillus acidophilus* 10^{11} kob/ml, *Lactobacillus casei* 10^{11} kob/ml, *Lactobacillus helveticus* 10^{11} kob/ml, *Lactobacillus plantarum* 10^{11} kob/ml, *Lactobacillus brevis* 10^{11} kob/ml, *Lactobacillus paracasei* 10^{11} kob/ml, *Lactococcus lactis* 10^{11} kob/ml, *Leuconostoc mesenteroides* 10^{11} kob/ml, *Bacillus subtilis* 10^{11} kob/ml, *Bacillus megatarium* 10^{11} kob/ml, *Bacillus pumilis* 10^{11} kob/ml, *Bacillus licheniformis* 10^8 kob/ml, *Streptomyces acidiscabies*, *Azospirillum sp.*, *Azorhizobium sp.*, *Azoarcus sp.*, *Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium lupini*, *Anabaena sp.*, *Anaboenopsis sp.*, *Azotomonas sp.*, *Azotobacter sp.*, *Beijerinckia sp.*, *Pseudomonas sp.*, oksin, sitokinin, etilen, giberillik asit içermektedir.

3.1.4. Uygulamalar

Tohumlar saf su ile doldurulan kaplarda 72 saat 25 °C de her gün suları yenilenerek 3 gün bekletilmiştir. Tohumlar torf, perlit ve vermikülit (2:1:1) ortamında çimlenebilmesi için viyollere aktarılmıştır. Çimlenme süresince, sıcaklığı 25 °C'nin üzerinde olan ve oransal nem ise %70 oranında olan cam serada tutulmuştur. İlk kotiledon yaprak çıkışı gözlemlenen tohumlar, 13 Mayıs'da saksılara aktarılmıştır. Aktarım sırasında ise tüm çöğürlerin köklerin 3/2' si (5 cm) kesildikten sonra saksı ortamına aktarılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Gelişmekte olan çöğürlerin genel görünümleri

Fidanlar saksıya aktarılmasına müteakip (15 gün sonra) uygulamalara başlanmıştır (Şekil 3.3). Araştırmada, kontrol dışında uygulamaların çözelti hazırlığında 1 L suya 10 gr Trüf mantarı, 1 L suya 1 gr EndoRoots Soluble® ve 1 L suya 50 ml Proex® stok çözeltiler hazırlanmıştır. 10 g trüf, 100 ml distile su ile homojenize edildikten sonra 900 ml su eklenmiştir. Uygulamalar ikişer hafta aralıklarla dört kez tekrar edilmiştir. İlk ölçüm (0. gün ölçümü farklı büyümelerden kaynaklı hatayı minimize etmek için uygulamadan 15 gün sonra yapılmıştır). Fidan dikiminden 60 gün sonra tüm uygulamalarda bitkilerin yarısında tepe budaması (sürgün ucunun 5 cm altından) yapılmıştır.



Şekil 3.3. Saksıya aktarılmış fidanlardan genel görünüm

3.2. Metot

3.2.1. İklimsel verilerin kaydedilmesi

Araştırma süreci boyunca sıcaklık ve ışık yoğunluğunu izlemek için aylık değerlendirmeler yapılmıştır. Sera içindeki meteorolojik üniteye konumlandırılan HOBO U12-012 data logger cihazı kullanılarak saatlik aralıklarla otomatik ölçümler alınmıştır. Işık yoğunluğunu ölçmek için Testo 540 Işık Yoğunluğu (Lux) Ölçer, sabah saatlerinde (10:00-12:00) doğal ışık koşullarında yapılmıştır. Ölçümler bitki büyüme dönemlerinde ve deney süresi boyunca aylık olarak tekrarlanmıştır.

3.2.2. Çögürlerde yapılan ölçümler

3.2.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)

Sürgün uzunluğu, sürgünün çıkış noktasından itibaren tamamının boyu cetvel ile ölçülerek ve 15 gün aralıklarla olacak şekilde kaydedilmiştir.

3.2.2.2. Sürgün çap değişimi (mm)

Anaçların çapı, bir kumpas yardımıyla aşı noktasının 5 cm altından ölçülerek ve 15 gün aralıklarla olacak şekilde kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çögürlerde yapılan gövde çapı ölçümlerinden bir görünüm

3.2.2.3. Kök sayısı (adet)

Kök sayısı, her bir çögürün kazık kökler sayılarak bitki/adet olarak belirlenmiştir.

3.2.2.4. Kök uzunluğu (cm)

Kazık kökün uzunluğu dipten itibaren cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.2.5. Kök ağırlığı (g)

Ağırlıklar yaş ve kuru olmak üzere ikiye ayrılarak, hassas terazi ile tartılmıştır.

3.2.2.6. Kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı (g)

Kazık ve saçak kökler birlikte yaş ağırlıkları hassas terazi yardımıyla ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.7. Kazık ve saçak kök kuru ağırlığı (g)

Kazık ve saçak kökleri birbirinden ayrılarak, 65 °C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (ortalama 24 saat) kurutularak ağırlıkları hassas terazi yardımıyla ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.8. 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.



Şekil 3.5. Çöğürlerin klorofil indeksi ölçümünden bir görünüm

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Düzen adlı deneme desenine göre planlanmış olup, her parselde 3 tekerrür ve her tekerrürde de 14 fidan kullanılmıştır.

Fidan çalışmasında kullanılan materyal sayısı: 3 tekerrür x 4 uygulama (kontrol + 3 mikrobiyal gübre) x 14 bitki. Bu amaçla; toplam 168 fidan kullanılmıştır.

Fidan dikiminden 60 gün sonra tüm uygulamalarda bitkilerin yarısının tepe budaması yapılmıştır. Tepe budaması yapılan ve yapılmayan bitkiler kendi içlerinde karşılaştırılmıştır.

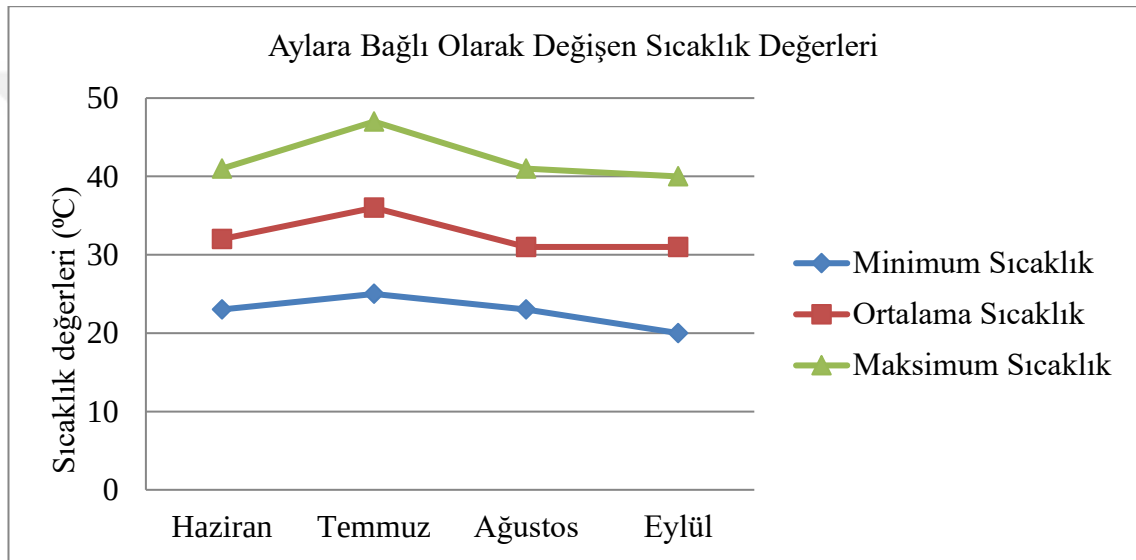
Verilerin analizinde JMP paket programı ve ortalamaların karşılaştırılmasında da LDS testi kullanılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

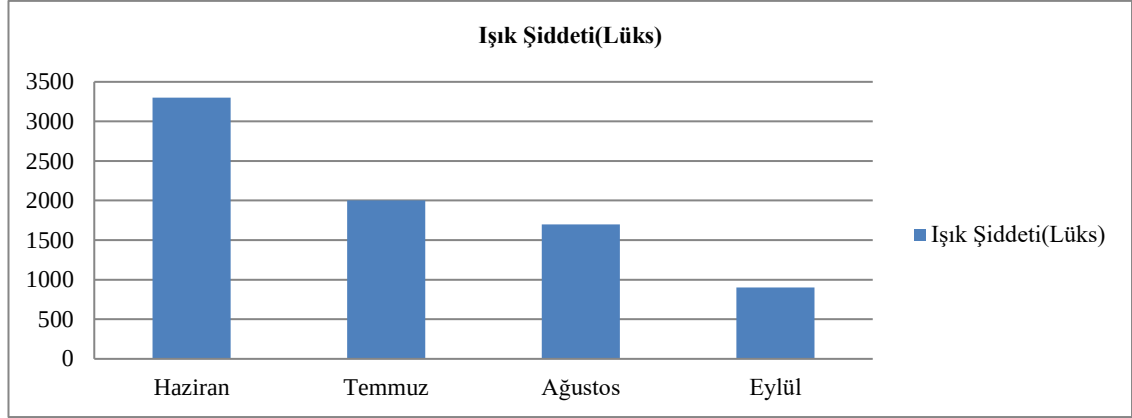
4.1. Çevresel Ölçümler

Sera ortamındaki sıcaklık ve ışık yoğunluğundaki dalgalanmalar Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 gösterilmektedir. Çöğür üretim sezonu boyunca hava sıcaklığındaki aylık değişimler Şekil 4.1’ de göstermektedir. Grafikte, dört ay boyunca minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri arasında eşzamanlı bir model ortaya koymaktadır. Özellikle, her üç kategorideki sıcaklık değerlerinin zirvesi Temmuz ayında gerçekleşmiş, bunu Eylül ayında en düşük seviyeye ulaşana kadar kademeli bir düşüş izlemiştir. Geniş ekolojik sıcaklık gereksinimleriyle tanınan pekan, ölçüm tarihleri boyunca türün optimum büyüme koşullarıyla yakından uyumlu olarak ortalama 32.5 °C sıcaklık sergilemiştir.



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

Çöğür üretim sezonu boyunca ışık yoğunluğu ölçümlerindeki dalgalanmalar Şekil 4.2’ de gösterilmektedir. Verilerin analizi, Haziran ayından itibaren ışık yoğunluğu değerlerinde bir azalma eğilimi olduğunu göstermektedir. Hazirandan, 3300 lüks ile kaydedilen en yüksek ışık yoğunluğuna sahip ay olarak ortaya çıkarken, en düşük değer 900 lüks ile Eylül ayında gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2. Aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerleri (lüks)

Bitki fizyolojisinin ayrılmaz bir parçası olan ışık, başta klorofil üretimi olmak üzere enzimatik ve hormonal sentezler için çok önemlidir. Bitkiler farklı ışık gereksinimleri sergiler ve pekan bitkisi yüksek ışık yoğunluğunu tercih eden kategoriye girer. Işığa maruz kalma ve bitki büyümesi arasındaki ilişki, bazı türlerin tam güneş ışığı tercihinin altını çizerken, diğerleri gölgeli koşullarda gelişir. Işığa bağlı büyüme için eşiği tanımlayan ışık dengeleme noktaları, güneşi seven bitkiler için 4200 lüks ve gölgeye adapte olan türler için 27 lüks olarak belirlenmiştir.

İncelenen dönem boyunca, ışık yoğunluğunun bitki büyümesi ve gelişimi için elverişli ortalama değerler içinde kaldığı ve böylece çöğür üretimi için optimum gereksinimleri karşıladığı görülmüştür. Haziran ayından sonra ölçülen değerlerde gözlenen düşüş, deneyin yürütüldüğü serada çöğürlerin üzerine bir gölge perdesi uygulanmasına bağlanmaktadır.

4.2. Bitkisel Ölçümler

Yapılan bu çalışmada Wichita çöğürlerinde, farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının; sürgün uzunluğu, gövde çap değişimi, kök sayısı, kök uzunluğu, kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı, kazık ve saçak kökün kuru ağırlığı ve klorofil indeksine ait ölçümler yapılmış ve aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)

Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Her zaman diliminde Proex® en yüksek değeri vermiş olup, EndoRoots Soluble®, (15. gün hariç) ve Trüf mantarı ara değer olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama değer ise kontrol grubundan elde edilmiştir. Farklı mikrobiyal gübrelerin, değişen zaman sıralamasındaki ölçümlerinde ise, 60. gün ile Proex® (30,31 cm) uygulamasında en yüksek bitki boyu uzunluğu tespit edilmiştir. Elde edilen en düşük büyüme değerleri 15. gün, kontrol (20,29 cm) olarak görülmüştür (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1). Sürgün uzunluklarının görece etki değerlerinin yüzde dağılımları incelendiğinde, kontrole göre sırasıyla Proex® %49,3, EndoRoots Soluble® %46,1 ve %18,5 ile Trüf mantarı daha iyi bir sonuçla ayrılmışlardır.

Çizelge 4.1. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının dönemsel sürgün uzunluğu üzerine etkileri (cm)

Günler	Uygulamalar					LSD
	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün	SE	
Kontrol	17,28 b*	18,64 b	19,80 b	20,29 b	1,86	2,84
Trüf mantarı	19,07 a	22,17 a	23,30 ab	24,05 ab	0,36	2,22
EndoRoots Soluble®	16,14 c	22,62 a	27,93 a	29,66 a	1,031	6,40
Proex®	19,57 a	23,17 a	29,66 a	30,31 a	1,019	6,32

*: Aynı sütunda aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

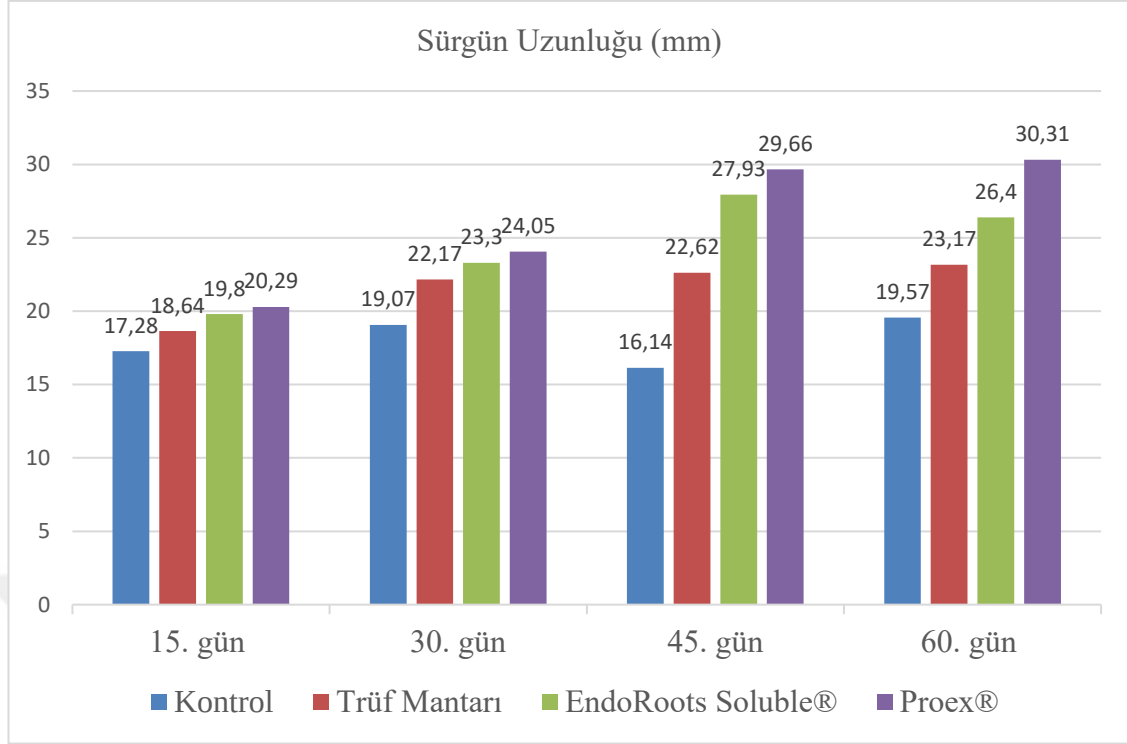
Çizelge 4.2. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının 60 gün sürecinde bitki büyüme performansları (cm)

Günler	Uygulamalar					
	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün	SE	LSD
Kontrol	17,28 c*	18,64 b	19,80 a	20,29 a	0,134	0,83
Trüf mantarı	19,07 b	22,17 a	23,30 a	24,05 a	0,455	2,82
EndoRoots Soluble®	16,14 b	22,62 ab	27,93 ab	29,66 a	1,972	12,23
Proex®	19,57 b	23,17 ab	29,66 ab	30,31 a	1,253	7,77

*: Aynı sütunda aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

Çizelge 4.3. Uygulamaların kümülatif bitki sürgün uzunluğu görece etkileri (%)

Günler	Uygulamalar			
	Kontrol	Trüf mantarı	EndoRoots Soluble®	Proex®
15.	100	10	93,4	13,2
30.	100	18	21,3	24,3
45.	100	17,6	41	33,3
60.	100	18,5	46,1	49,3



Şekil 4.4. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının 60 gün sürecinde grafik olarak bitki büyüme performansları (cm)

Mikrobiyal gübre uygulamalarının sürgün uzunluğuna olan etkisi Arıkan ve Pırlak' ın (2016) vişne (*Prunus cerasus* L.) ağaçlarında yaptığı çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada sürgün uzunluğunun %49,3 artışı saptanmış olup, bu sonuçlar Elma çeşidi (*Malus domestica* L.) cv. Granny Smith üzerine yapılan çalışmayla örtüşmektedir. Elmalarda *Bacillus* M3, *Bacillus* OSU-142 ve *Microbacterium* FS01'in suşlarının kök aşılama, kontrole kıyasla sürgün uzunluğunu (%16,4-29,6) arttırmıştır (Karlıdağ 2007).

4.2.2. Gövde çap değişimi (mm)

Farklı mikrobiyal gübre ve tepe kesimi uygulamaları interaksyonunun gövde çap değişimi üzerine etkileri Çizelge 4.4' de verilerin ortalamaları ve oluşan LSD gruplandırılmaları ise Çizelge 4.5' de verilmiştir ($p < 0,01$). Uygulamalar ayrı ayrı ele alındığında gövde çap değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş, farklı mikrobiyal gübreler ile tepe kesimi uygulamasının interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Mikrobiyal gübrelerin gövde çapı üzerine etkisi; Proex® (4,38 mm) ve Trüf mantarında (4,22 mm) en yüksek olarak tespit edilirken, EndoRoots Soluble® (3,98 mm)'da ise ara sonuç olarak bulunmuştur. En düşük ortalama değer ise kontrol (3,627 mm) grubundan elde edilmiştir.

Tepe kesimi uygulaması bitkilerin gövde çapı üzerine olumlu etki yapmıştır (4,44 mm). Tepe kesimi yapılmayan bitkilerde gövde çapı (3,67 mm) ortalama ile grubun gerisinde kalmıştır.

Tepe kesimi yapılmayan uygulamalarda alınan sonuçlarla ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Uçgun vd. (2009) elma anaçlarında mikoriza uygulamalarının bitki çapını pozitif yönde arttırdığını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra *G. mosseae* ve *G. caledonium* mikoriza türleri elma anacının köklerini en yüksek oranda enfekte eden türler olduğunu belirlemiştir. BA 29 armut anacı çöğürüne uygulanan PGPR bakteri kombinasyonlarının, kontrole göre fidan gövde çapı gelişimini arttırdığını rapor etmişlerdir (Erdoğan ve Aysen 2018).

Çizelge 4.4. Farklı mikrobiyal gübre ve tepe kesim uygulamalarının gövde çapı için varyans analizi

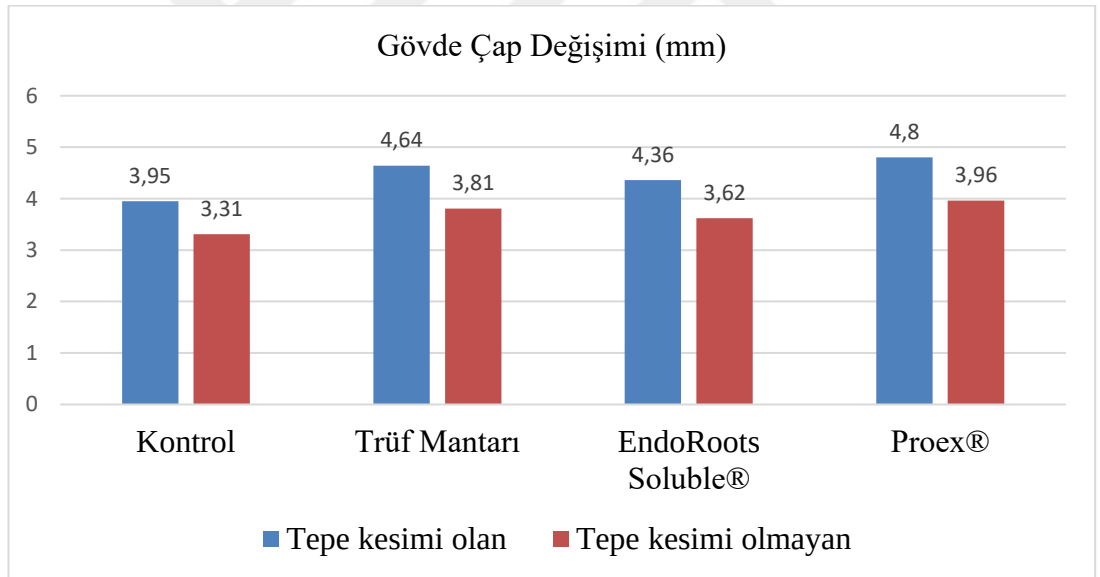
Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	23	6,685	-	-
Uygulama	3	1,941	0,647	8,516**
Budama	1	3,488	3,488	45,913**
Budama x Uygulama	3	0,040	0,013	0,176
Hata	16	1,216	0,076	-
CV %	6,80	-	-	-

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$

Çizelge 4. 5. Farklı mikrobiyal gübre ve tepe kesim uygulamaları interaksiyonunun gövde çapına etkisi

Uygulamalar	Tepe kesimi olan	Tepe kesimi olmayan
Kontrol	3,95 c*	3,31 c
Trüf	4,64 b	3,81 a
EndoRoots Soluble®	4,36 bc	3,62 ab
Proex®	4,80 a	3,96 a
SE	0,113	-
LSD	0,584	-

*: Aynı sütunda aynı harfler istatistiki olarak farklıdır.



Şekil 4.5. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının zaman interaksiyonunun gövde çapı değişimi üzerine etkileri (mm)

4.2.3 Kök sayısı (adet)

Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök sayısına etkilerinin varyans analizi Çizelge 4.6' de verilmiştir. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kazık kök sayıları üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu da pekan için normal olarak beklenen bir sonuçtur. Morfolojisi gereği kazık kök yapmaya eğilimli bir tür olduğu için kök sayısında bir değişiklik göstermemektedir (Sparks 2005; Chen vd. 2016).

Çizelge 4.6. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök sayısı üzerine varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	425,803	-	-
Uygulama	3	2,273	0,758	2,531
Hata	8	2,395	0,299	-
CV %	11	4,668	-	-

*: p<0.05. **: p<0.01

4.2.4. Kök uzunluğu (cm)

Mikrobiyal gübre uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkilerini gösteren varyans analizi Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök uzunluğu üzerine varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	425,803	-	-
Uygulama	3	84,41909	28,1397	1,614786
Hata	8	139,4101	17,42627	-
CV %	6,83	-	-	-

*: p<0.05. **: p<0.01

4.2.5. Kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı (g)

Mikrobiyal gübre uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Uygulamaların yaş kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak p<0.01 hata oranı ile önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer 13,16 g ile EndoRoots Soluble® uygulamasında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Trüf mantarı (25,06

g) ile Proex® uygulamaları (17,34 g) takip etmiştir. En düşük yaş kök ağırlığı değeri, kontrol (9,57 g) olarak kaydedilmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, mikorizaların etkileriye örtüşmektedir. Arbüsküler mikorizaların (endomikoriza) ağaçlarda daha fazla kök üretimi yaptığı bildirilmiştir (Chen vd. 2016).

Çizelge 4.8. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığı üzerine varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	425,803	-	-
Uygulama	3	399,263	133,088	40,116**
Hata	8	26,540	3,318	-
CV %	11,19	-	-	-

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$

Çizelge 4.9. Farklı mikrobiyal uygulamalarının kök (kazık ve saçak) yaş ağırlığına etkisi

Uygulama	Ortalama
Kontrol	9,57 c*
Trüf Mantarı	25,06 a
EndoRoots Soluble®	13,16 b
Proex®	17,34 ab
Standart hata	1,05
LSD	6,52

*: Aynı sütunda aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

4.2.6. Kazık kök kuru ağırlığı (g)

Uygulamaların kazık kök kuru ağırlığı üzerine etkisi ve varyans analizi Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir. Kazık kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak

$p < 0.05$ hata oranı ile önemli bulunmuştur. En yüksek değer (5,67 g) Proex® iken bunu EndoRoots Soluble® (5,40 g) ve Trüf uygulamaları (5,40 g) eşit değerdeki ortalamalarıyla izlemiştir. En düşük kazık kök ağırlığı değeri, kontrol (3,91 g) olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kazık kök kuru ağırlığı üzerine varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	8,45	-	-
Uygulama	3	5,74	1,91	5,65**
Hata	8	2,71	0,34	-
CV %	11,42	-	-	-

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$

Çizelge 4.11. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının kazık kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulama	Ortalama
Kontrol	3,91 c*
Trüf	5,40 ab
EndoRoots Soluble®	5,40 ab
Proex®	5,67 a
Standart hata	0,34
LSD	1,52

*: Aynı sütünde aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

4.2.7. Saçak kök kuru ağırlığı (g)

Varyans analizi Çizelge 4.11’de verilmiş olup, farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının saçak kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak $p < 0.01$ hata oranı ile önemli bulunmuştur. Saçak kök ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değer

(0,87g) ile EndoRoots Soluble® uygulamasında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Trüf mantarı (0,68g) ile Proex® uygulaması (0,50g) takip etmektedir. En düşük saçak kök ağırlığı değeri, kontrol 0,26 olarak kaydedilmiştir.

Benzer sonuçlar, asma anaçlarında mikoriza uygulamalarında elde edilmiştir. Mikoriza uygulamasının kök miktarını artırdığı Aguín vd. (2004) tarafından rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, *Glomus aggregatum* ile yürüttüğü araştırmada mikorizanın asma anaçlarında ilk sıra yan köklerin gelişimini arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.12. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının saçak kök kuru ağırlığı üzerine varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	0,574	-	-
Uygulama	3	0,541	0,180	44,199**
Hata	8	0,033	0,004	-
CV %	11,31	-	-	-

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$

Çizelge 4.13. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının saçak kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

Uygulama	Ortalama
Kontrol	0,26 c*
Trüf	0,68 ab
EndoRoots Soluble®	0,82 a
Proex®	0,5 b
Standart Hata	0,04
LSD	0,22

*: Aynı sütunda aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

4.2.8. Klorofil indeksi (FieldScoat CM1000)

Tüm uygulamalar kontrole göre yapraktaki klorofil miktarını arttırmıştır. Uygulamalarının klorofil indeksi üzerine varyasyon analizi Çizelge 4.13’de gösterilmektedir. Preparatların klorofil indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar içerisinde en yüksek klorofil miktarı 241.79 ile Proex® uygulamasında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla EndoRoots Soluble® 206.88 ile Trüf mantarı uygulamalarından elde edilen 178.90 klorofil miktarları izlemiştir. En düşük klorofil miktarı, kontrol 153,10 olarak kaydedilmiştir.

Bu sonuç, literatür bilgileriyle örtüşmektedir. Mikorizal aktivite klorofil artışını teşvik edebilmektedir (Almaliotis vd. 1996).

Çizelge 4.14. Farklı mikrobiyal gübre uygulamalarının klorofil indeksi üzerine varyasyon analizi

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Genel	11	13927,16	-	-
Uygulama	3	13037,54	4345,85	39,08**
Hata	8	889,62	111,20	-
CV %	5,40	-	-	-

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$

Çizelge 4.15. Çöğürlerin klorofil indeksi ortalamaları arasındaki farkları (FieldScout CM1000)

Uygulama	Ortalama
Kontrol	153,10 c*
Trüf	178,90 b
EndoRoots Soluble®	206,88 ab
Proex®	241,79 a
Standart hata	6,09
LSD	37,77

*: Aynı sütünda aynı harfler istatistiki olarak farksızdır.

6. SONUÇLAR

Pekanda gerçekleştirilen çalışma kapsamında; endomikoriza ve ektomikoriza uygulamaları ile birlikte bakteri uygulaması gerçekleştirilmiş ve tüm uygulamalara tepe budaması yapılmıştır. Çalışma, Wichita çeşidi ile gerçekleştirilmiş; morfolojik veriler ve klorofil miktarına ilişkin veriler alınarak uygulamaların pekan üzerine istatistiki etkisi belirlenmiştir. Çalışma nihayetinde elde edilen sonuçlar göstermiştir ki; değişen zaman aralıklarında biyolojik gübrelerin sürgün boyu üzerinde önemli etkileri tespit edilmiştir. Değişen zaman dilimlerinde diğer tüm biyolojik gübreler arasında Proex® uygulamasının sürgün boyunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte 60. Gün Proex® uygulaması en yüksek sürgün uzunluğuna erişmiştir. Bu durum Proex® uygulamasının sürgün boyunun teşviki adına faydalı olduğuna işaret eder. Gövde çapı üzerine gerçekleştirilen ölçümlerde ise, tepe budaması uygulamasının biyolojik gübrelerle birlikte performansı değerlendirilmiştir. Farklı biyolojik gübreler ile tepe kesimi uygulamasının interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmasına karşın uygulamaların ayrı olarak gövde çap değişimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu bağlamda Proex® uygulaması ile Trüf mantarı uygulaması en önemli iki sonuç olarak belirlenmiş, gövde gelişimini teşvik etmede olumlu yanıtlar vermiştir. Tepe kesimi uygulaması ise tüm uygulamalar içerisinde en yüksek gövde çapı ortalamasına ulaşmıştır. Bu durum tepe kesimi uygulamasının pekan yetiştiriciliğindeki önemine vurgu yapmaktadır. Araştırma kapsamında veri alınan bir unsur ise kök özelliklerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda mikrobiyal gübre uygulamalarının kök sayısı üzerine önemli bir etki etmediği anlaşılmıştır. Lakin yaş kök ağırlığı üzerine gerçekleştirilen ölçümlerde EndoRoots Soluble® uygulamasının yaş kök ağırlığını diğer uygulamalara kıyasla en yüksek düzeyde artırdığı anlaşılmıştır. Kazık köklerin kuru ağırlığı hususunda ise, Proex® uygulaması diğer tüm uygulamalara kıyasla kök ağırlığını en çok artıran uygulama olmuştur. Saçak kök kuru ağırlığında ise, EndoRoots Soluble® yine en yüksek ağırlık ortalamasını yakalamayı başarmıştır. Proex® ve EndoRoots Soluble® uygulamalarının kök gelişimi üzerine gösterdikleri önemli etkiler, Proex® ve EndoRoots Soluble® uygulamalarının kök gelişimi üzerine etki ettiğine işaret olabilir. Öte taraftan klorofil indeksi üzerine gerçekleştirilen taramalarda ise; Proex® uygulaması gerçekleştirilmiş bitkiler, en yüksek klorofil varlığına ulaşmıştır. Bu durum, Proex® uygulamasının klorofil üretimi üzerine olumlu etki ettiğini göstermiştir.

Araştırma sonuçları göstermektedir ki; Proex®, Trüf mantarı, EndoRoots Soluble® ve tepe budama uygulamaları bitkinin kök gelişiminde, gövde gelişiminde ve klorofil birikiminde önemli etkiler yaratabilmektedir. Bu durum, uygulamaların fidan gelişimini teşvik etmek üzerine etkili olabileceğine emareler sergilemektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abdulhadi, S. A. A. 2017. Tuzlu toprak koşullarında çerezlik kabakta arbusküler mikoriza fungi uygulamalarının fide gelişmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 27s.
- Aguín, O., Mansilla, J. P., Vilariño, A., Sainz, M. J. 2004, Effects of mycorrhizal inoculation on root morphology and nursery production of three grapevine rootstocks. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 108-111.
- Ahmad, F., Ahmad, I., and Khan, M. S., 2008, Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities, *Microbiological Research*, 163(2), 173–181 pp.
- Ajam Gard, F. 2022. Selection of pecan cultivars aiming to release vigorous and heat stress tolerant rootstocks. *Journal of Nuts*, 13(1), 57-70.
- Ajamgard F, Rahemi M, Vahdati K 2016 Pikan cevizinin aşılınması için geliştirilmiş tekniklerin geliştirilmesi. *Scientia Horticulturae*. 204, 65-69.
- Ajamgard F, Rahemi M, Vahdati K 2016. Development of improved techniques for grafting of pecan. *Sci. Hortic*. 204:65-69.
- Aka Kaçar, Y., Akpınar, C., Ağar, A., Yalçın Mendi, Y., Serçe, S., Ortaş, I. 2010, The effect of mycorrhiza in nutrient uptake and biomass of cherry rootstocks during acclimatization. *Romanian Biotechnological Letters*, 15, 5246-5252.
- Akkafa, F., Hayırlı, Z., Temiz, E., & Koyuncu, İ. 2022. Pikan Cevizi (*Carya illinoensis*) kabuğunun antikanser aktivitesinin incelenmesi. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(1), 131-136.
- Almaliotis, D., Therios, I., and Karatassiou, M. 1996. Effects of nitrogen fertilization on growth, leaf nutrient concentration and photosynthesis in three peach cultivars. In II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 449 (pp. 529-534).
- Arikan, Ş., ve Pirlak, L. 2016. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, yield and fruit quality of sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Erwerbs-obstbau*, 58(4), 221-226.
- Avan, M., ve Kotan, R. 2021. Fungusların mikrobiyal gübre veya biyopestisit olarak tarımda kullanılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 167-191.
- Balcı, Ö. 2019. Trüf mantarı faydalanma yönetimi ve kültürüne yönelik çalışmalar. XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi Bildiri Özet Kitapçığı, s 38, 12-13.

- Benucci, G. M. N., Bonito, G., Falini, L. B., & Bencivenga, M. 2012. Mycorrhization of pecan trees (*Carya illinoensis*) with commercial truffle species: *Tuber Aestivum* Vittad. And *Tuber Borchii* Vittad. *Mycorrhiza*, 22, 383-392.
- Benucci, G. M. N., Bonito, G., Falini, L. B., & Bencivenga, M. 2012. Mycorrhization of Pecan trees (*Carya illinoensis*) with commercial truffle species: *Tuber aestivum* Vittad. and *Tuber borchii* Vittad. *Mycorrhiza*, 22, 383-392.
- Bilan, M. V., and Foster, C. D. 1970. Effect of various treatments on germination of pecan seed. *Tree Planters' Notes*, 21(2), 10-1.
- Bonito, G., Breneman, T., and Vilgalys, R. 2011. Ectomycorrhizal fungal diversity in orchards of cultivated pecan (*Carya illinoensis*;Juglandaceae). *Mycorrhiza*, 21, 601-612.
- 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 Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *Plos one*, 8(1), e52765.
- Bonner, F. T. 1976. Effects of gibberellin on germination of forest tree seeds with shallow dormancy. In *Proceedings, Second International Symposium on Physiology of Seed Germination*. IUFRO (pp. 21-32).
- Brison, F.R., 1974. Pecan Culture. Capital, Austin, Texas, 292 pp
- Byford, R., and Herrera, E. 2005. Pecan Varieties for New Mexico. Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University.
- Camel, S. B., Franson, R. L., Brown, M. S., Bethlenfalvay, G. J., Reyes-Solis, M. G., and Ferrera-Cerrato, R. 1991. Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium through bulk soil. *Soil Science Society of America Journal*, 55(2), 389-393.
- Carr, E.C. 2015. Bioactive lipid micro-constituents in 20 different commercially-viable pecan [*Carya illinoensis* (wangenh.) K. Koch] cultivars, The University of Georgia, Athens, 79 p.
- Casales, F.G., E. Van der Watt, and G.M. Coetzer. 2018. Propagation of pecan (*Carya illinoensis*): A review. *Afr. J. Biotechnol.* 17(18):586–605.
- Chen, W., Koide, R. T., Adams, T. S., DeForest, J. L., Cheng, L., and Eissenstat, D. M. 2016. Root morphology and mycorrhizal symbioses together shape nutrient foraging strategies of temperate trees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(31), 8741-8746.
- Cuenca, G., Herrera, R., Meneses, E. 1990, Effects of VA mycorrhiza on the growth of cacao seedlings under nursery conditions in Venezuela. *Plant and Soil*, 126, 71-78.

- Davies, F. T. 2008. Opportunities from down under: how mycorrhizal fungi can benefit nursery propagation and production systems. In Combined Proceedings International Plant Propagators' Society (Vol. 58, pp. 539-548).
- Dey R, Pal KK, Bhatt DM. 2004 Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiol Res* 159:371–394
- Duarte, V., and Ortiz, E. R. N. 2001. Podridão de Phytophthora da amêndoa e da casca da noqueira pecan. Doenças causadas por Phytophthora no Brasil. Campinas: Rural, 493-508.
- Erdoğan, U. ve Aysen, K. O. Ç. 2018. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri uygulamalarının armut fidanlarının vejetatif gelişim özelliklerine etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 13-22.
- Farsi, M., Fatahimoghadam, M. R., Zamani, Z., Hassani, D., and Ahmadi, A. 2016. The histology of minigrafting of Persian walnut trees cv. chandler. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 167-177.
- Faust M, Erez A, Rowland LJ, Wang SY, Norman HA 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release, *HortScience* 32:623-629.
- Filippin, I. L. 2011. Viabilidade econômica do cultivo de noqueira pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas).
- George, E., Kothari, S. K., Li, X. L., Weber, E., Marschner, H. 1994. VA mycorrhiza: benefits to crop plant growth and costs. Expanding the production and use of cool season food legumes: A global perspective of persistent constraints and of opportunities and strategies for further increasing the productivity and use of pea, lentil, faba bean, chickpea and grasspea in different farming systems, 832-846.
- Grauke, L. J. 2010. Pecan seed stock selection—Regional implications. *Proc. SE Pecan Grow Assoc*, 103, 42-50
- Hall, M. J., Shelton, R. R., & Austin, J. 2007 . Distribution of pecan phylloxera (Hemiptera: Phylloxeridae) galls within the canopy of pecan (Fagales: Juglandaceae). *Journal of Entomological Science*, 42(4), 596-602.
- Idowu, O. J., Sanogo, S., & Brewer, C. E. 2017. Short-term impacts of pecan waste by-products on soil quality in texturally different arid soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(15), 1781-1791.
- Karlıdag, H., Esitken, A., Turan, M., ve Sahin, F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Scientia Horticulturae*, 114(1), 16-20.

- Keever GJ, Cobb GS, McDaniel R 1986. Effect of container size, root pruning, and fertilization on growth of seedling pecans. *J. Environ. Hortic.* 4(1):11-13.
- Li, X. L., George, E., and Marschner, H. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant and Soil*, 136, 41-48.
- Madden, G. D. 1974. Breeding for the development of pecan *Carya illinoensis* (wang.) K. Koch, seedling rootstocks. Texas A.M University.
- Marks, G. C., and Foster, R. C. 1973. Structure, morphogenesis and ultrastructure of ectomycorrhizae. *Ectomycorrhizae*, 1-41.
- Mayak, S., Tirosh, T., and Glick, B. R. 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant physiology and Biochemistry*, 42(6), 565-572.
- McEachern G 2010. Pikan cevizi tohumu çimlenmesi. Texas A&M Üniversitesi, *College Station*. s.12.
- Molina, R. 1992. Specificity Phenomena in Mycorrhizal Symbioses: Community-Ecological Consequences and Practical Implications Randy Molina, Hugues Massicotte, and James M. Trappe. Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process. *Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process*, 357.
- Nesbitt ML, Goff WD, Stein LA 2002. Effect of sciowood packing moisture and cut-end sealing on pecan graft success. *HortTechnology* 12(2):257-260.
- Oliveira de Oliveira, L., Carlos Beise, D., Damian Dos Santos, D., Caroline Nagel, J., Poletto, T., Poletto, I., & Stefenon, V. M. 2021. Molecular markers in *Carya illinoensis* (Juglandaceae): from genetic characterization to molecular breeding. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96(5), 560-569.
- Ouedraogo, F. B., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T., & Rohla, C. T. 2020. Effects of pruning at planting on pecan trunk development and total shoot growth. *Horttechnology*, 30(2), 248-250.
- Özdemir, M. 2013. Pikan cevizi yetiştiriciliğinin dünya’da ve Türkiye’deki yeri önemi. http://pikan_cevizi_yetistiriciligi.pdf (tarimorman.gov.tr) [Son erişim tarihi: 22.11.2023].
- Öztekin, G. B., and Mehmet, E. C. E. 2014. Sera domates yetiştiriciliğinde symbion vam (*Glomus fasciculatum*) inokulasyonunun bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 35-42.

- Palta, Ş., DEMİR, S., Şengönül, K., Ömer, K. A. R. A., ve ŞENSOY, H. 2010. Arbüsküler mikorizal funguslar (AMF), Bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 87-98.
- Poletto T, Muniz MFB, Poletto I, Stefenon VM, Maciel CG, Rabusque JE 2016. Dormancy overcome and seedling quality of pecan in nursery. *Ciênc. Rural* 46(11):1980-1985.
- Poletto, T., Muniz, M. F. B., Poletto, I., Stefenon, V. M., Maciel, C. G., and Rabusque, J. E. 2016. Dormancy overcome and seedling quality of pecan in nursery. *Ciência Rural*, 46, 1980-1985.
- Raj NS, Shetty NP, Shetty HS 2004 Seed bio-priming with *Pseudomonas fluorescens* isolates enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew. *Int J Pest Manage* 50:41–48
- Rice, N. R. 1994. Assessment of legume and non-legume ground covers and augmentation of aphid predators for low-input pecan management. Doctoral dissertation, Oklahoma State University.
- Rivero, S. T., Moorillon, V. N., and Borunda, E. O. 2009. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource technology*, 100(6), 1992-1998.
- Saka, A. K., İslam, A., & Pekşen, A. 2017. Trüf mantarı yetiştiriciliği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 329-334.
- Sarikhani, H., & Sarikhani-Khorami, H. 2021. Effect of light quality on micropropagation and some morphological properties of cadaman avimag (*Prunus persica* × *P. davidiana*) rootstock. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 8(1), 51-65.
- Seydioğlu, Y. 2021, sera ve açıkta yetiştirilen maviyemişlerin büyüme, verim ve kalite özelliklerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 140 s.
- Smith, S. E., and Read, D.J. 2010. Mycorrhizal symbiosis. *Academic press*.
- Somers E, Ptacek D, Gysegom P, Srinivasan M, Vanderleyden J 2005 *Azospirillum brasilense* produces the auxin-like phenylacetic acid by using the key enzyme for indole-3-acetic acid biosynthesis. *Appl Environ Microbiol* 71:1803–1810
- Somers E, Vanderleyden J, Srinivasan M. 2004 Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet. *Crit Rev Microbiol* 30:205–240
- Sparks, D. 1991. Geographical origin of pecan cultivars influences time required for fruit development and nut size. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, 627-631.
- Sparks, D. 2005. Adaptability of pecan as a species. *Hortscience*, 40(5), 1175-1189.

- Stone, D.E. 1997. *Carya illinoensis*. In: flora of north america editorial committee (Ed.) Flora of North America North of Mexico, Oxford University Press, Oxford, pp. 416–425.
- Şener, S. ve Duran, C. N. 2020. Farklı mikrobiyal gübrelerin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 309-313.
- Tang, Y., Liu, J., Bao, J., Chu, G., and Peng, F. 2022. Soil type influences rhizosphere bacterial community assemblies of pecan plantations, a case study of eastern China. *Forests*, 13(3), 363.
- Thompson, T. E., and Conner, P. J. (2012). Pecan. Fruit breeding, 771-801.
- Tilak KVBR, Ranganayaki N, Pal, KK. 2005 Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Curr Sci* 89(1):136–150
- Tilak, K. V. B. R., & Manoharachary, C. 2016. Eco-friendly Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Crop Improvement. *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity: Vol. 1: Research Perspectives*, 297-309.
- Trappe, J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *The Botanical Review*, 28(4), 538-606.
- Tripathi M, Munot HP, Schouche Y. 2005 Isolation and functional characterization of siderophore- producing lead- and cadmium-resistant *Pseudomonas putida* KNP9. *Curr Microbiol* 50:233–237
- Uçgun, K., Atasay, A., Akgül, H., Ay, Z., Küçükyumuk, C., Koçal, H., Bakıcı, S., Kaymak, S., Özongun, Ş., Gargın, S. 2009, MM 106 elma klon anacında mikoriza uygulamalarının bitki gelişimine etkileri. *TABAD - Research Journal of Agricultural Sciences*, 2, 187-192.
- Wells L 2014. Budding and grafting of pecan. University of Georgia Cooperative Extension Bulletin 1376:1-8.
- Wells, L. 2017. Pecan: America's native nut tree. University of Alabama Press.
- Witt, H. J., Allison, J. R., Daniell, J. W. 1989. Economic analyses of space management practices in high-density pecan groves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114(1), 61-64.
- Woodroof, J. G., and Woodroof, N. C. 1934. Pecan root growth and development. *J. Agr. Res*, 49(6), 511-530.
- Wu, Q.-S., Zou, Y.-N. 2010, Beneficial roles of arbuscular mycorrhizas in citrus seedlings at temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 125, 289-293.
- Yılmaz, E., ve Ayşe, G. Ü. L. 2009. Topraksız ortama arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan (*Solanum melongena* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2009(2), 55-61.

Zhang R, Peng FR, Le DL, Liu ZZ, He HY, Liang YW, Tan PP, Hao MZ, Li YR. 2015. Evaluation of epicotyl grafting on 25- to 55-day-old Pecan Seedlings. *HortTechnology* 25(3):392-396.



ÖZGEÇMİŞ

Işın NARLIOĞLU

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Selçuk Üniversitesi
2016-2020	Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya