



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**AEROPONIC YÖNTEM İLE AMERİKAN ASMA ANACI ÇELİKLERİNİN
KÖKLENME PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Deniz İPEK

Birinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ danışmanlığında hazırlamış olduğum “AEROPONIC YÖNTEM İLE AMERİKAN ASMA ANACI ÇELİKLERİNİN KÖKLENME PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

12/08/2024

Deniz İPEK

JÜRİ KABUL VE ONAY

Deniz İPEK tarafından hazırlanan “**Aeroponic Yöntem ile Amerikan Asma Anacı Çeliklerinin Köklenme Performanslarının Araştırılması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28.08.2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan) : Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ

.....

Üye :Doç. Dr. Volkan OKATAN

.....

Üye :Dr. Öğr. Üyesi Seda SUCU

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET
AEROPONIC YÖNTEM İLE AMERİKAN ASMA ANACI ÇELİKLERİNİN
KÖKLENME PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI

İpek, Deniz
Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ
Ağustos 2024, x + 48 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılan üç asma anacının aeroponik sistemde köklenme performansını incelemiştir. Ocak ayında dinlenme döneminde alınan asma çelikleri, gerekli ön işlemlerden sonra aeroponik sisteme yerleştirilmiş ve köklenme süreçleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Aeroponik sistem, köklenme sürecinde kök uzunluğu, kök sayısı ve köklenme oranında önemli iyileşmeler sağlamıştır. Hastalık ve zararlı etmenler açısından yapılan günlük kontrollerde herhangi bir olumsuz durum gözlemlenmemiştir.

Çalışmanın sonuçları, aeroponik sistemlerin köklenme performansını artırmadaki olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Bu sistemlerin sunduğu avantajlar, tarımda sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından önemlidir. İklim değişikliği ve tarımsal alanların azalması gibi küresel zorluklar göz önüne alındığında, aeroponik sistemlerin gelecekte daha geniş bir uygulama alanı bulması beklenmektedir.

Çalışmada sonucunda en yüksek kök uzunluğu 17,77 cm ile 110R de gözlemlenirken en düşük kök uzunluğu 7,1 cm ile 1103P anacında gözlemlenmiştir. Köklenme oranı bakımından 1103P anacında 25ppm IBA uygulamasında %76,67 ve 100 ppm IBA uygulamasında %73,33 oranında en yüksek köklenme oranı gözlemlenmiştir. En düşük köklenme ise 110R anacında 100 ppm IBA uygulama dozunda ve kontrol gurubunda %10 oranında gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aeroponic, Köklendirme, IBA, Asma anaçları

ABSTRACT
INVESTIGATION ON ROOTING PERFORMANCE OF AMERICAN VINE
ROOTSTOCK CUTTINGS BY AEROPONIC METHOD

İpek, Deniz
Master's Thesis, Horticulture
Advisor: Asst. Prof. Dr. Hakan KARADAĞ
August 2024, x + 48 pages

This study examined the rooting performance of three grapevine rootstocks in the aeroponic system, commonly used in Türkiye. Grapevine cuttings taken during the rest period in December were placed in the aeroponic system after the necessary pretreatments, and the rooting processes were evaluated in detail. During the rooting process, the aeroponic system significantly improved root length, root number, and rooting rate. No negative situation regarding disease and harmful factors was observed in the daily controls.

The study's results revealed the positive effects of aeroponic systems in increasing rooting performance. The advantages offered by these systems are essential in terms of sustainability and productivity in agriculture. Considering global challenges such as climate change and the decrease in agricultural areas, aeroponic systems are expected to find a more comprehensive application area in the future.

As a result of the study, the highest root length was observed in 110R with 17.77 cm, while the lowest root length was observed in 1103P rootstock with 7.1 cm. The highest rooting rate was observed in 1103P rootstock with 25 ppm IBA application at 76.67% and in 100 ppm IBA application at 73.33%. The lowest rooting was observed at a 10% rate in 110R rootstock with 100 ppm IBA application dose and in the control group.

Keywords: Aeroponic, Rootstock rooting, IBA, Vine rootstocks

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME SAYFASI	ii
JÜRİ KABUL VE ONAY	iii
ÖZET (TÜRKÇE)	iv
ABSTRACT (İNGİLİZCE)	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
GİRİŞ	1
LİTERATÜR ÖZETİ	10
MATERYAL VE YÖNTEM	15
Çalışmada Kullanılan Bitkisel Materyal	15
Anaç Çeliklerinin Alınması	16
IBA Uygulaması	16
Yapılan Gözlemler	18
Köklenme Oranı	18
Kökçüklerin gelişimi	19
Kök uzunluğu	20
Kök sayısı	20
Kök yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmesi	21
Hastalık Durumu	21
Deneme Planı	22
Aeroponik Köklendirme Sistemi	22
Çeliklerin Köklendirme Ünitesine Yerleştirilmeleri	28
BULGULAR	29
Köklenme oranları	31
Sürgün uzunlukları	32
Yaprak sayısı	33
Sürgün sayısı	33

Kök sayısı	34
Kök çapı	34
Kök uzunluğu	35
Kök yaş ve kuru ağırlıkları	35
TARTIŞMA	37
SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKÇA	44
Yazarın Özgeçmişi	



ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme planı	22
Çizelge 4.1. Çelik köklenme oranları	31
Çizelge 4.2. Köklenme oranı istatistiksel analiz	32
Çizelge 4.3. En uzun dal gelişimi istatistiksel analiz	32
Çizelge 4.4. Yaprak sayısı istatistiksel analiz	33
Çizelge 4.5. Sürgün sayısı istatistiksel analiz	33
Çizelge 4.6. Kök sayısı istatistiksel analiz	34
Çizelge 4.7. Kök çapı istatistiksel analiz	34
Çizelge 4.8. Kök uzunluğu istatistiksel analiz	35
Çizelge 4.9. Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları	35

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Hidroponic sistem ve aeroponic sistem şematik görünüm	5
Şekil 3.1.	Anaçların araziden alınması ve hazırlanması	16
Şekil 3.2.	Anaçlara IBA uygulaması	17
Şekil 3.3.	Çeliklerin köklenme durumları	18
Şekil 3.4.	Kök kalınlıklarının ölçülmesi	19
Şekil 3.5.	Kök uzunluklarının ölçülmesi	20
Şekil 3.6.	Kök yaş ve kuru ağırlıklarını belirlenmesi	21
Şekil 3.7.	Köklendirme havuzları	23
Şekil 3.8.	Sulama sistem parçaları	24
Şekil 3.9.	Isıtma ekipmanları	24
Şekil 3.10.	Sulama sistem ekipmanları	26
Şekil 3.11.	Havalandırma ekipmanları	26
Şekil 3.12.	Köklendirme sistem genel görünümü	27
Şekil 3.13.	PLC Otomasyon ünitesi	27
Şekil 3.14.	IBA uygulaması ve çeliklerin sisteme yerleştirilmesi	28
Şekil 4.1.	Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenme sürecinde incelenmesi	29
Şekil 4.2.	Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenmeleri	30
Şekil 4.3.	Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenmeleri	30
Şekil 4.4.	Köklendirme sisteminden çıkarılan çeliklerin verilerinin alınması	31

KISALTMALAR

FUAB: Fidan Üreticileri Alt Birliği

FAO : Food and Agriculture Organization

IBA : indol-3-bütirik asit



1. GİRİŞ

Ülkemiz fidancılık sektörü son yıllarda oldukça hızlı gelişim göstermiş ve 2021 yılı itibariyle sertifikalandırılan meyve ve asma fidan/anaç materyal miktarları 138.011.542 adet olarak bildirilmiştir. 2021 yılında 44 türde 56.878.323 sertifikalı fidan üretimi yapılmıştır. Son 20 yılda üretimin neredeyse 31 bin kat artması ticarete de doğrudan yansımış ve 2002 yılında 96.000 dolar olan ihracat miktarı 2021 yılında 30 milyon dolar seviyelerine ulaşmıştır. FUAB verilerine göre ülkemizde 3 yabancı sermayeli, 11 yerli-yabancı sermayeli ve 886 yerli sermayeli olmak üzere toplam 900 kayıtlı fidancılık işletmesi bulunmaktadır (FUAB, 2022).

Ülkemizde bağcılık ve fidancılık sektörünün son yirmi yılda %40 oranında artarak gelişmesi (FUAB, 2022) fidancılık sektöründe kullanılan materyallere talebin de bu gelişme ile orantılı olarak artmasına neden olmaktadır. Toprakların bozulması, toprak kaynaklı hastalıklar, yüksek üretim maliyetleri, sulama suyu yetersizliği gibi sebepler ile bu materyallerin üretimi konusunda problemler yaşanmaktadır. Öncelikle üretim sisteminde toprak kullanılmayan, su ve besin maddelerinin düşük oranda kullanıldığı işçiliğin kolay olduğu bir yöntem ile sektörün bu probleminin önüne geçilip daha hızlı bir şekilde hastalıktan arı materyaller üretmek gerekmektedir.

FAO verilerine göre, 2022 yılı itibariyle dünya genelinde 7.7 milyon hektar alanda yaklaşık 77.1 milyon ton üzüm üretilmiştir. Türkiye'deki bağ alanı 400.998 ha'dır. Ülkemiz dünya ülkeleri bağ alanı sıralamasında İspanya, Çin, Fransa ve İtalya ülkelerinden sonra 5. sırada yer almaktadır (Anonim, 2023).

Ülkemiz bağcılık için optimum iklim ve toprak koşullarına sahiptir. Ülkemizde dünyada üzüm yetiştiriciliği, işlenmesi ve farklı şekillerde değerlendirilmesi bakımından önemli bir yere sahiptir. Özellikle sofralık ve kurutmalık üzüm sektöründe üst sıralarda yer almaktadır. Ancak sahip olduğumuz genetik kaynak ve üretim potansiyelimize rağmen topraklarımızın büyük bir bölümü floksera zararlısı ile bulaşıktır. Bu durum bağcılığın ülkemizde aşılı asma fidanı kullanılarak yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Flokseranın

yaptığı zararın önlenmesi amacıyla farklı anaçlar kullanarak önleneceğinin anlaşılmasının ardından aşılı asma fidanı üretimi ülkemizde ve dünyada oldukça fazla yaygınlaşmıştır. Asmanın yetiştirilmesinde toprak ve çevre koşullarının yanı sıra seçilen anacın da önemli bir rolü bulunmaktadır (Gargın ve ark., 2011). Ülkemizde değişik toprak tiplerine adapte olabilen, kurağa, kirece, tuzluluğa, filoksera ve nematodlara dayanımı yanında *V.vinifera* çeşitleri ile uyuma yetenekleri farklı olan çok sayıda anaç kullanılmaktadır (Yağcı ve Erdem, 2019).

Bitkisel üretim ve yetiştirme sektörü geliştikçe ülkemizde fidancılık sektörü de hızla gelişmektedir. 2021 yılı itibari ile sertifikalandırılan meyve ve asma fidan/anaç materyal miktarları 138.011.542 adet olarak bildirilmiştir. Son 20 yılda üretim 40 kat civarında artmıştır (FUAB, 2022). Özellikle dış ticaretin geliştiği sektörde önemli miktarda ihracat rakamlarına ulaşılmıştır. Özellikle mavi sertifikalı fidan üretimi uluslararası pazar için önemlidir. Mavi sertifikalı fidan üretiminin en fazla baskı altına alan faktör ise toprak kaynaklı hastalıkların bulunmasıdır. Fidan ticaretinde hastalıklı materyal birinci derecede sınırlayıcı faktör olmaya devam etmektedir. Sektörün bu hızla gelişmesi beraberinde bazı sorunları getirmektedir. Başta üretim maliyetlerinin artması olmak üzere, üretim materyallerinde yaşanan tedarik sorunları üreticileri zor durumda bırakmaktadır. Fidan üretimi için sertifikalandırılmış anaç ve kaleme ihtiyaç vardır. Artan üretim miktarına bağlı olarak anaç temini konusunda da ülkemizde önemli arz sorunu baş göstermektedir. İthalatçı ülkelerin sertifikalı ürün zorunluluğu getirmesi sektörün geleceğini tehdit etmektedir. Bu sorunun önüne geçilebilmesi için hızlı ve ekonomik çözümler gerekmektedir. Topraksız tarım sistemlerini en büyük avantajlarından biri hastalık ve zararlılardan arı fidan üretiminin mümkün olmasıdır. Aeroponik sistem gibi hızlı ve verimli bir çoğaltma yöntemi kullanımı sektörün söz konusu sorunlarının çözümüne önemli katkılar sağlayacaktır.

Sektörün hızla gelişmesi beraberinde bazı sorunları da getirmiştir. Özellikle üretim maliyetlerinin artması ve standart üretim materyallerindeki tedarik sorunları üreticileri zor durumda bırakmaktadır. Sertifikalandırılmış anaç ve fidanlara olan ihtiyaç, özellikle ihracat için mavi sertifikalı fidan üretiminde 3 nolu damızlık parsellerinin kurulma zorunluluğuyla karşılanmaktadır. Artan üretim miktarları, anaç temini konusunda önemli bir arz sorunu yaratmaktadır. İthalatçı ülkelerin sertifikalı ürün şartı, sektörün geleceğini tehdit etmektedir. Bu sorunların çözümü için hızlı ve ekonomik çözümler üretilmesi

gerekmektedir. Verimli bir çoğaltma yönteminin geliştirilmesi bu sorunlara çözüm getirebilir.

Meyve ve asma fidan üretiminde çeşitlerin özelliklerini muhafaza ederek çoğaltmanın yolu, vejetatif üretim metotlarından biri olan aş, doku kültürü ve çelikle çoğaltmadır. Aş, en yaygın kullanılan yöntem olsa da, klonal anaçların çoğaltılmasında doku kültürü veya çelikle çoğaltmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Doku kültürüyle fidan üretimi, önemli miktarlarda mali yatırım ve teknik bilgi gerektirmektedir. 2019'da 2.000.000 milyon fidan üretimi için gerekli olan doku kültürü yatırımı 4.921.666 TL olarak hesaplanmıştır (FUAB, 2022). Yüksek yatırım maliyetleri, fidancılar için olumsuz bir durum oluşturmakta ve klasik yöntemlere devam edilmektedir.

Çelikle çoğaltma ise aş için gerekli klonal anaçların yanı sıra bazı meyve çeşitlerinin kendi kökleri üzerinde çoğaltılmasında da kullanılmaktadır. Bunun dışında büyük ekonomik değere sahip olan ve önemi giderek artan pek çok süs bitkisinin çoğaltılmasında da çelikle çoğaltma yönteminden yararlanılmaktadır. Çelikle çoğaltma çoğunlukla gövde veya bitkinin diğer kısımlarından alınan parçaların perlit, torf, kum, toprak veya bunların karışımı ile hazırlanan ortamlarda köklendirilmesinden sonra saksılara veya doğrudan araziye şaşırtılması şeklinde yapılmaktadır.

Son yıllarda ilkim değişiklikleri, nüfusun hızla artması, kırsal alanlardan kent merkezlerine göçün hızla devam etmesi ve tarım işçiliğinin genç nesillere aktarılamaması, ekilebilir arazi kaybı, pestisit direnci ve su sıkıntısı gibi faktörler sürdürülebilir tarımı yani bitkisel üretim ve yetiştirme sektörünü tehdit etmektedir. Hızla gelişen bu sektör içerisinde yeni yöntem ve tekniklerin geliştirilmesi öncelikli hale gelmiştir. Bu sebeple tarım tekniklerinde alternatif yeni teknolojiye ayak uyduran, güncel ve ekonomik üretim yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu tekniklerden biri de son yıllarda birçok ülkede üretim amacıyla kullanılan aeroponik sistemdir. Sistem kapalı ve kontrollü ortam şartlarında özellikle tek yıllık sebzelerin üretiminde kullanılmaktadır (Şimşek ve Gül, 2018).

Aeroponik sistem ile ilgili araştırmalar 20. yüzyılın ilk çeyreğinde başlamış olup, toprak-sız yetiştirme yöntemi olarak istikrarlı bir şekilde ilerlemiştir. 1940’ların başında ürün yetiştirmeden ziyade genellikle araştırma amacı ile kullanılmıştır. Klotz 1944 yılında ha-vada bitki yetiştirmeyi araştırdı ve bitki köklerine su buharı ile besin verme yöntemini tanımladı. 1990’larda NASA uzayda ve dünyada topraksız ve çok az su ile bitki yetiştirme üzerine çalışmalar yaptı ve yöntemin çok verimli olduğunu kanıtladı (Kumari ve Kumar, 2019).

Aeroponik sistemde bitkiler havada destek sisteminde bulunmakta olup besin maddeleri kök bölgesine ortamla olarak 30 mikron byklğinde su buharı şeklinde püskürtülerek verilir. 30 mikron damlacık byklğı sayesinde su damlacıkları sis olarak bir süre ha-vada kalma eğilimi gösterirler. Besinler su ile buhar şeklinde verildiği için sulama suyu ve besin maddeleri verimli kullanılır. Özellikle sulama suyunun geri dönüştürülerek tek-rar kullanılabilmesi önemli derecede su ve besin maddesi tasarrufu sağlamaktadır. Geri dönüşüme alınan sulama suyu bir karıştırıcı yardımıyla belirli aralıklarda karıştırılarak bitki besin maddelerinin dibe çökmesi engellenir ve etkin bir biçimde kullanılması sağla-nır. Besin maddeleri bitkinin köküne doğrudan ulaştığı için bitki, bu besin maddelerine ulaşım için enerji harcamaz. Kökler oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarına tam ulaşım yaptığı için bitkiler daha hızlı büyüme ve gelişme gerçekleştirir. Toprak kaynaklı hastalık ve zararlılar için yaşama ortamı yoktur. Nemli ortam olması sebebiyle belirli pe-riyotlarda mantari hastalık gelişimine karşı sistem dezenfekte edilmektedir. Yetiştiricilik kapalı ve kontrollü bir ortamda yapılmaktadır bu sebepten dolayı ürün hasat işçiliği ko-laydır (Sahoo, 2020).

Aeroponik sistem bitkinin klasik olarak toprak veya başka herhangi bir yetiştirme ortamı yerine destek yardımı ile havada bydğı topraksız kültür tekniklerinden biridir. Aero-ponik terimi Yunancadan alınmıştır ve Latince hava ve emek anlamına gelen “Aero” ve “ponik” terimlerinden oluşur. Bitki kök bölgesi tamamen karanlık ve kontrollü or-tamda bulunmakta olup besin ve suyu havaya püskürtülen karışımdan temin etmektedir (Lakhiar ve ark., 2020).

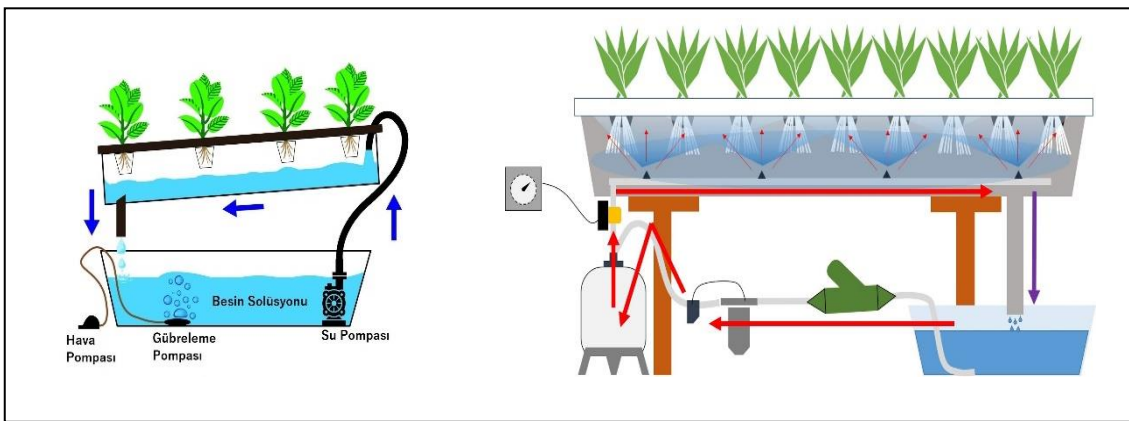
Ülkemizde fidan materyallerinin köklendirilmesi amacıyla kullanılmayan bir teknik olan aeroponik sistem, toprak vb. materyal kullanmadan destek sistemi ile havada duran asma

çeliklerine 30 mikron büyüklüğün de su buharı şeklinde besin maddelerinin püskürtülerek uygulandığı bir modern üretim sistemidir (Sahoo, 2020).

Bitkilerin hidroponik (hydroponic) ve aeroponic (aeroponic) gibi topraksız veya substratsız yetiştirilmesi, tarımsal yüksek teknoloji olarak kabul edilmekte ve başta sebze yetiştiriciliği olmak üzere tarımın farklı alanlarında kullanılmaktadır. Topraksız yetiştiricilik olarak da adlandırılan topraksız tarım başlığı altında, son yıllarda büyük ilgi gören hidroponik ve aeroponik gibi yenilikçi teknikleri kapsamaktadır (Lakhiar vd., 2018).

Hidroponik yöntem, bitkilerin köklerinin doğrudan besin çözeltisi içinde büyüdüğü bir sistemdir. Bu çözelti, bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm besin maddelerini içerir ve bitkilerin optimum şekilde büyümesini sağlar. Bu yöntemde toprak yerine, bitki kökleri suyun içinde asılı veya bir ortamda desteklenmiş bir şekilde bulunur.

Aeroponik ise bitkilerin köklerinin havada asılı olduğu bir sistemdir. Burada bitki köklerine su ve besin çözeltisi sis şeklinde püskürtülerek uygulanır. Bu sayede bitki kökleri, havada serbestçe asılı kalır ve gerekli besinleri emerek büyüme gerçekleştirir.



Şekil 1.1. Hidroponik sistem ve aeroponic sistem şematik görünüm

Bu yöntemlerin tarımdaki kullanımı, birçok avantajı beraberinde getirir. Örneğin, su kullanımı daha verimli olabilir çünkü hidroponik ve aeroponik sistemlerde su geri

dönüştürülebilir. Ayrıca, bitkilerin daha kontrollü bir ortamda büyümesi ve hastalıklara karşı daha az duyarlı olmaları gibi faktörler, bu yöntemlerin tercih edilmesine sebep olmaktadır.

Genellikle şehir içi tarım, sera koşulları ve sınırlı arazi kullanımı gibi durumlarda bu topraksız tarım teknikleri önemli bir çözüm olabilir. Yüksek teknoloji gerektirmelerine rağmen, bu yöntemler tarımda sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından önemli potansiyele sahiptir.

Ayrıca, araştırmalar bu yöntemlerin gelecekte dünya genelinde gıda güvencesine katkı sağlayabileceğini ve tarımın geleneksel pratiklerine kıyasla daha az kaynak kullanımı gerektirebileceğini göstermektedir. Bu yönüyle, hidroponik ve aeroponik gibi topraksız tarım teknikleri, tarımın gelecekteki yüzünü şekillendirebilecek önemli uygulamalardır.

Aeroponic sistem, farklı yetiştirme sistemleriyle karşılaştırıldığında birçok açıdan en iyi bitki yetiştirme teknolojisidir. Sistem hızla ivme kazanan, popülerliği artan ve en hızlı büyüyen modern tarım sektörüdür. Doğal kaynakların yetersiz olduğu çeşitli ülkelerde sebze, fidan vb. üretiminde etkin olarak kullanılabilir.

Bitki kökleri %100 nem seviyesinde tutulan bir odacıkta havada asılı ve solüsyonla ince sprey ile beslenir. Bu ortamda böylece bitki köklerinde 10 kata kadar hızla artan büyüme metabolizması belirtilerek ihtiyaç duyulan oksijenin absorbe edilmesini sağlar ve buharlaşma nedeniyle su kaybı neredeyse yoktur. Bu yöntem otomatize olarak periyodik ince bir sis ile kökler ıslatılarak büyüme gerçekleşir.

Aeroponik Sistemin Avantajları;

- Toprak kaynaklı hastalık ve zararlılardan arı yetiştiricilik
- %98 daha az su kullanımı,
- %60 daha az gübre kullanımı, Besin çözeltisi yeniden kullanım için kolayca geri dönüştürülebilir.
- Pestisit ve herbisit kullanımını neredeyse %100 azaltır
- Bitki verimini %45 ila %75 oranında maksimuma çıkarır.

- Sistem dikey tarıma izin vererek birim alandan yüksek verim sağlar
- Bitki ihtiyaç duyduğu karbondioksit ve oksijenin %100'ünü yapraklara, gövdelere, köklere alır ve köklenme süresini kısaltarak büyümeyi hızlandırır.
- Geleneksel üretim tekniklerine, doku kültürü ve topraksız üretim sistemlerine göre 10 kata kadar daha başarılı olabileceği ve patates gibi bitkilerde tohumdan daha hızlı çoğalma fırsatı sunabileceği ifade edilmiştir.
- Tek yıllık bitkilerin hasadında yoğun köklenme sağlayabileceği belirtilmiştir.

Aeroponik Sistemin Dezavantajları;

- Bitki yetiştiricisinin sistemi çalıştırmak için belirli bir düzeyde yeterliliğe sahip olması gerekir.
- Yetiştiricinin, sistemdeki bitki büyümesi için gerekli besin maddesinin uygun miktarı hakkında bilgi sahibi olması gerekir.
- Sistem ilk yatırım maliyeti diğer sistemlere göre bir miktar pahalıdır.
- Sistemin kontrolünü sağlayan temel olarak sabit yüksek basınç pompaları, atomizasyon nozulları, EC ve pH ölçüm cihazları, sıcaklık, ışık yoğunluğu ve nem sensörleri ve zamanlayıcıdır.

Çelikle çoğaltma için tasarlanan sistemde perlit, torf veya toprak gibi köklendirme ortamlarına gerek duyulmamaktadır. Çeliker havada asılı olarak tutulmakta olup, çeliğin dip kısmına verilmesi gereken su ve köklenmeyi uyarıcı maddeler sprey şeklinde uygulanmaktadır. Bu durum çelikle çoğaltma yastıkları için gerekli substrat maliyeti yanında bunların hazırlanması için gereken işçilik gereksinimini de ortadan kaldırmaktadır.

Çelikle çoğaltmada köklenme performansını önemli oranda düşüren etkenlerden birisi çeliklerin dip kısmından görülen çürümelerdir. Perlit gibi iyi havalandırılan ortamların kullanıldığı durumlarda bile yüksek oranda çürümeler gözlenmektedir. Özellikle köklenme süreci uzun olan türlerde çürüme oranı da zamana bağlı olarak artmaktadır. Aeroponic köklendirme sisteminde bu sorun önemli ölçüde azalmaktadır.

Aeroponic sistemde köklenmeyi uyarıcı gelişme düzenleyiciler daha etkili şekilde uygulanabilmektedir. Çeliklerin herhangi bir substrata batırılarak yapıldığı klasik çoğaltma yönteminde gelişme düzenleyici uygulaması dikim önce bir defada yapılmaktadır veya sonradan enjektör yardımı ile tek çeliklere uygulama yapılmaktadır. Bu tür uygulamalar yoğun işçilik gerektirmektedir. Aeroponic sistemde gelişme düzenleyici istenen zamanda ve sürede çeliklerin alt kısmına sprej şeklinde uygulanabilmektedir. Bu uygulama şekliyle istenen zamanda ve bir veya birden fazla tekrarlı uygulama yapma imkânı elde edilebilmektedir.

Bazı çalışmalarda, teşvik edicilerin dikimden hemen önce değil de köklenme sürecinin farklı zamanlarında uygulanmasının daha etkili olabileceğini bildiren sonuçlar elde edilmiştir (Güneş ve Okatar 2020). Aeroponic sistem sayesinde istenen zamanda ve istenen oranda gelişme düzenleyici uygulaması yapılabilmektedir. Ayrıca sprej şeklinde verilecek gelişme düzenleyici tekrar depoya döneceği için daha az uyarıcı madde kullanarak daha etkili ve ekonomik uygulamalar yapılabilmektedir.

Fidancılık sektörü için bir diğer önemli sınırlayıcı faktör ise toprak kaynaklı hastalık ve zararlılardır. Yoğun üretimden kaynaklı toprak yorgunlukları uzun vadede üretimi olumsuz etkilemektedir. Başta kanser olmak üzere, virüs, nematod gibi karantina uygulanan bazı hastalık ve zararlıların artışı fidan üreticisini olumsuz yönde etkilemekte, önemli miktarda ekonomik ve zaman kayıplarına neden olmaktadır. Aeroponic Köklendirme Sistemi projesi ile tasarlanan sistemde çelikler köklendikten sonra da uygun besin çözeltisi ile sprej şeklinde beslenerek sistemde bekletilebilecektir. Bu sayede fidanlar satış aşamasına kadar sistemde sağlıklı şekilde geliştirilebilmektedir. Bu durum toprak kaynaklı hastalıklardan arı fidan yetiştiriciliğine önemli katkı sağlayacaktır.

Klasik çelikle çoğaltma yönteminde köklendirme ortamından çıkarılan çelikler saksılara veya araziye şaşırtıldığında bazı tür ve çeşitlerde önemli kayıplar ortaya çıkmaktadır. Aeroponic sistemde köklenen çelikler fidan aşamasına gelinceye kadar besin çözeltisi ile beslenebileceğinden bu kayıplar en az seviyelerde olmaktadır. Yine doku kültürü ile çoğaltılan bitkiciklerin dış ortama alıştırılmasında da bu sistemden yararlanılabilmektedir. Yapılan bir çalışmada aeroponic ve doku kültürü yöntemlerinde

kullanılan kimyasalların maliyet analizi yapılmıştır. 1000 adet fidan üretimim için doku kültürü ile çoğaltmada 17,47 dolar maliyet hesaplanırken Aeroponic sistem için 2,18 dolar maliyet hesaplanmıştır. Aeroponic sistemin doku kültürüne oranla hem kolay hem hızlı hem de düşük maliyetli olması yanında bir diğer avantajı da doku kültürü ortamında üretilen bitkilerin Aeroponic ortamda hızlı ve etkin bir şekilde köklendirilebilecek olmasıdır. Bu avantaj sistemin tercih edilebilirliğini artıracak önemli faktörlerden birisidir.

Dünya üzerinde var olan tatlı su kaynakları, ülkelerin tarım ve gelişmişlik durumlarına göre değişmekle birlikte %70 ile %95 oranında tarımsal sulamada kullanıldığı belirtilmiştir (Doll, 2002; Hewit, 2013; Oweis, 2013). Türkiye, su kaynaklarının kıt olduğu bir bölge olan Ortadoğu'da yer almaktadır. 2000'li yıllardan önce su zengini kabul edilebilecek durumda iken, günümüzde su sıkıntıları yaşayan ülkeler grubunda bulunmaktadır. Aküzüm ve ark. (2019) yapmış oldukları araştırmada tarımsal üretimden kaynaklı su kayıplarını ve sulama kaynaklı problemleri ortaya koyarak, kontrollü su kullanımının ülkemizin sürdürülebilir kaynaklarının korunması açısından önemini ortaya koymuştur. Bu sistemde, spreysel şekilde çeliklere uygulanacak su tekrar depoya döneceği şekilde tasarlandığı için su daha etkin kullanılarak, önemli oranda su tasarrufu sağlanmaktadır.

Bu çalışmada aeroponik sistem ile Ülkemiz fidancılık ve bağcılık sektörü için çok büyük öneme sahip Amerikan Asma Anaçlarının çelik ile köklendirilmesini yapıp sonuçların literatürde sunulması hedeflenmektedir. Özellikle hastalıktan arı üretim materyalleri elde edebilmek adına ülkemizde kullanılmayan bu yeni yöntemin yaygınlaşması ve üretimin her alanında işçilik ve maliyetlerin düşürülmesi hususunda Türk tarımına fayda sağlanması amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Topraksız yetiştiricilik olarak da bilinen topraksız tarım, son yıllarda büyük ilgi gören hidroponik ve aeroponik gibi çeşitli yenilikçi teknikleri kapsamaktadır (Lakhia vd., 2018). Bu yöntemler, bitki büyümesi için gerekli unsurları sağlamak üzere besin açısından zengin çözeltiler veya sisli ortamlar kullanarak topraksız bitki yetiştirmeyi içerir (Rani vd, 2022).

Rajan ve Sravani (2021), aeroponic, hidroponic gibi yöntemler ile ilgili yapmış olduğu çalışmada modern tekniklerin kullanılmasının, meyve yetiştiriciliği endüstrisi için bir nimet olduğunu belirtmiştir. Aeroponic tarım, bir hidroponik teknik şekli ve bir tür dikey tarımdır (Kumari ve Kumar, 2019). Kullanılacak sistem ile ekonomik, standart, hastalık ve zararlılardan arı fidan ve köklü anaç üretilecek, birim alandan alınan ürün miktarı artırılabilir. Aeroponik olarak oluşturulmuş kökler, toprakta oluşturulan köklere kıyasla optimum yanal köklenme ve bol miktarda kılcal kök oluşturması açısından oldukça avantajlıdır. Ayrıca bu yaklaşım, kök sistemine kolay erişim avantajı sağlar (Peterson ve Krueger, 1988).

Aeroponic sistemin, mükemmel havalandırma, su kullanım verimliliği, daha az zaman ve yer gereksinimi, mevsimsel bağımsızlık, hastaliksız bitki üretimi ve büyük ölçekli bitki üretimi vb. açısından geleneksel çoğaltma yöntemlerinden daha üstün olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Sharma vd. (2018) her dem yeşil bir ağaç türünde (*Tamarix aphylla* L. Karst) yaptıkları çelikle çoğaltma çalışmalarında aeroponic ortam kullanmışlar ve başarılı sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar çok düşük oksin konsantrasyonları (1-10 ppm) kullanmalarına rağmen aeroponic ortamdaki bazı uygulamalardan % 80'in üzerinde köklenme başarısı elde etmişlerdir. Köklenme ortamı olarak toprak kullandıklarında ise hiçbir hormon uygulamasında köklenme başarısı %'50'yi geçememiştir. Aynı çalışmada, hormon uygulaması yapılmayan kontrol çelikleri aeroponic ortamda %41.6 oranında köklenme başarısına sahip olurken, toprağa dikilen çeliklerin hiçbirisi adventif kök oluşturmamıştır.

Tokunaga vd. (2020), Afrika, Latin Amerika ve Güneydoğu Asya'da yaygın olarak çelikle çoğaltılan Caysana (*Manihot esculenta* Crantz) bitkisinin çoğaltılma sürecinde toprak kaynaklı birçok yeni hastalığın ortaya çıktığını görerek bu sorunu gidermek ve hastalıklardan ari bitki fidan yetiştirmek için aeroponic sistemde çelikle çoğaltma konusunda denemeler yürütmüşlerdir. Denemeler sonucunda, aeroponic sistemin hastalıktan ari bitki yetiştirmede etkili olduğu ayrıca bu sistemdeki çeliklerin toprağa dikilen çeliklere kıyasla daha kısa sürede köklendiği, köklenme yüzdesinin ve çelik başına kök sayısının da belirgin şekilde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada doku kültürüne kıyasla aneorobik sistemdeki bitkilerin daha hızlı geliştiği ve kurulum maliyetinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Mehandru ve ark. (2014) Hindistan'da yetiştirilen bazı endemik bitkilerin çekikle çoğaltılmasında aeroponic kültürün etkisini test etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarda farklı hormon formu ve dozlarının etkisini incelemişler ve deneme sonucunda kullandıkları bütün türlerde aeoponik ortamın toprak ortamına kıyasla belirgin şekilde daha başarılı sonuçlar verdiğine dikkat çekmişlerdir. Aeroponik olarak köklenen tüm bitkicikler, bahçe toprağı içeren çoklu torbalara transfer edildiğinde başarılı bir şekilde hayatta kalmıştır. Üç bitkinin tümünde, başarılı köklenme ve klonların üretilmesi için ortalama sürenin, geleneksel çoğaltma yöntemine kıyasla aeroponik çoğaltma yoluyla daha kısa olduğu ortaya konulmuştur.

Lakhiar ve ark. (2020), yapmış oldukları araştırmada, Aeroponik sistemin, su ihtiyacını azalttığı ve önemli ölçüde yer ve toprak tasarrufu sağladığı için topraksız sistemin devrimi niteliğinde ve daha sürdürülebilir yöntemlerden biri olduğunu araştırma sonucu olarak ortaya koymuştur.

Uysal (2021), Gaziantep Orman Fidanlık Şefliği, Osmaniye Orman Fidanlık Şefliği, Hatay Serinyol Orman Fidanlık Şefliği ve HMKÜ kampüs fidanlık alanında 14 farklı peyzaj bitkisi türünden toplam 98 adet hastalıklı fidan üzerinde yapmış olduğu çalışmada örneklerin 81'inde, toprak kökenli hastalık etmenleri saptamıştır. Bu etmenlerin tanımlanmasına yönelik olarak morfolojik sonuçlar değerlendirildiğinde; farklı konukçulardan elde edilen hastalık etmenlerinden 12 adedi, *Ceratobasidium* sp, 8'i

Fusarium, 14'ü Macrophomina, 13'ü Rhizoctonia, 4'ü Phytophthora ve 10'u Dactylonectria olarak saptanmış; geriye kalan 20 tanesi de Phoma, Pestalotiopsis, Diaporthe, Didymella ve Neopestalotiopsis fungusları olarak belirlenmiştir.

Bu yöntemler umut verici çözümler sunsa da hâlâ çözülmesi gereken zorluklar var. Örneğin, topraksız sistemlerin ekonomik açıdan uygulanabilirliği ve bunların döngüsel ekonomi modellerine entegrasyonu, sürdürülebilir tarım uygulamalarında haklı yerlerini alma ihtiyacını vurgulayan son araştırmaların konusu olmuştur (Gonnella ve Renna, 2021). Ek olarak, topraksız tarımda, özellikle hidroponik ve dikey tarımda bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmalardan yararlanmanın fizibilitesi, verimliliğin ve beslenme kalitesinin artırılması açısından ilgi konusu olmuştur (Dhawi, 2023).

Bu yöntemler, bitki büyümesi için gerekli unsurları sağlamak üzere besin açısından zengin çözeltiler veya sisli ortamlar kullanarak topraksız bitki yetiştirmeyi içerir (Rani vd, 2022). Akıllı sensör tekniklerinin ve IoT platformlarının kullanılması, bu sistemleri daha da geliştirerek mikro iklim ve besin yönetimi gibi çevresel faktörlerin hassas kontrolüne olanak tanıdı (Sagheer vd, 2020; Roffi ve Jamhari, 2023). Topraksız yetiştirme sistemlerinin benimsenmesi, kapalı sistemlerin açık sistemlere kıyasla ekolojik faktörler açısından daha verimli olduğu kanıtlanan Akdeniz seralarında özellikle öne çıkmıştır (Sharma vd, 2022).

Hidroponik tarımın faydaları ekolojik verimliliğin ötesine uzanıyor. Ayrıca, özellikle kentsel tarım ve COVID-19 salgını bağlamında küresel gıda güvenliği için potansiyel bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Pulighe ve Lupia, 2020; , Misganaw, 2021). Özellikle kentsel çiftçilik, gıda güvensizliği, depresyon ve kaygı gibi sorunları çözme potansiyelinin yanı sıra yoğun nüfuslu bölgelerde taze ürün sağlamadaki rolü nedeniyle artan ilgi görmüştür (Misganaw, 2021). Ek olarak, topraksız sistemlerin kentsel ortamlara entegrasyonu, tarım ve mimariyi birleştirmenin bir yolu olarak vurgulanmakta ve kentsel büyümenin zorluklarını ele alan bir sentez sunmaktadır (Marcynuk, 2011).

Nishchitha ve ark. (2023) tarafından, kesim başına farklı tomurcuk sayıları bulunan (T1, T2, T3) dut (*Morus sp.*) çeliklerini Aroponic sistemde (S1) ve fidanlık altında (S2) köklendirilerek karşılaştırma yapılmıştır. Dut (*Morus sp.*) çeliklerinin parametreleri ve fidanlık durumları dikimden 15, 30, 45 ve 60 gün sonra değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda maksimum kök uzunluğu (26,9 cm), kök sayısı (46,8), kök biyokütlesi (1,17), sürgün sayısı (6,63), sürgün uzunluğu (24,55) değerleri Aeroponik sitemde köklendirilen 3 tomurcuklu dut çeliklerinden (S1T3) elde edilmiştir. Çalışmalarda Aeroponik sistemin etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Şimşek ve Gül (2018) tarafından, 4 farklı yaprak dökmeyen, odunsu süs bitkisi türünde (*Ficus nitida Retusa*, *Pittosporum tobira nana L.*, *Buxus sempervirens L.* ve *Nerium oleander L.*) 3 farklı köklendirme ortamı (torf+perlite, mil ve aeroponik ortam) kullanılarak çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda seçilen bitki türlerinin hepsinde Aeroponik sistemin diğer klasik köklendirme sistemlerine göre köklendirmede daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Regas ve ark. (2021), çalışmalarında *Cannabis sativa L.*'nin Aeroponik sistem ile klonal çoğaltmada verimliliğin standardizasyonunu kanıtlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada 2 tür kenevir (Kiraz Şarabı ve Kırmızı Robin) kullanılarak çelikler IBA ile muamele edilmiş ve sisteme dikilmiştir. Çalışma ile Aeroponik sistemde istenilen sonuçların elde edildiği ve geleneksel yöntemlere kıyasla zaman tasarrufu sağladığı belirtilmiştir.

Rostami ve Mohavedi (2016) tarafından, kediotu (*Valeriana officinalis L.*) bitkisini Aeroponik sistemde üretiminin fizibilitesini ve NAA hormonunun farklı konsantrasyonlarının (0, 0.1, 0.3 ve 0.5 mg/l) morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla çalışma yapılmıştır. Sistemin kök uzunluğu, kök hacmi ve diğer parametrelerde başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

2015 yılında süs bitkileri üzerine aeroponik sistem ile çelik köklendirme üzerine çalışmış diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir. Şimşek ve Gül (2018) yapmış oldukları çalışmada özellikle *Ficus nitida Retusa*, *Nerium oleander L.* ve *Buxus*

sempervirens L. bitki türlerinin köklendirme çalışmalarında oldukça başarılı sonuçlar elde etmiş ve aeroponik sistemin bu bitkiler için uygun olabileceğini belirtmişlerdir.

Yukarıda verilen literatür bilgilerinden açıkça görülmektedir ki basitçe tasarlanmış aeroponic sistemden bile oldukça başarılı sonuçların alınabileceği açıkça görülmektedir.

Sonuç olarak, hidroponik ve aeroponik gibi topraksız yetiştirme yöntemleri, çeşitli tarımsal ve çevresel zorlukları çözme potansiyeline sahip yenilikçi yaklaşımlar olarak ortaya çıkmıştır. Uygulamaları hassas kontrollü sera yetiştiriciliğinden kentsel tarıma kadar uzanıyor ve gıda güvenliği, ekolojik sürdürülebilirlik ve kentsel gelişim için çözümler sunuyor.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada Kullanılan Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak 110R, 1103Paulsen ve 5BB Amerikan asma anaçları kullanılmıştır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve Floksera için en dayanıklı olarak bilinen anaçlardır.

Çalışmada kullanılacak 110R, 1103 Paulsen ve 5BB Amerikan Asma Anaçları Tokat ilinde üretim yapan özel firmadan temin edilmiştir.

110 R anacı; 1945 yılından bu yana bilinen ve en çok kullanılan anaçlar arasında yer almaktadır. Kuvvetli gelişen bir anaç olduğundan üzerine aşılana üzüm çeşidinin olgunlaşmasını geciktirmektedir. %17'ye kadar aktif kirece ve kurağa çok dayanan bir anaçtır. Köklenme yeteneği çok zayıftır (Yağcı ve Erdem, 2019).

1103 Paulsen anacı, 110 R de olduğu gibi kuvvetli gelişmekte olup alt katmanı nemli ve killi-kireçli topraklara da iyi adapte olmakta aktif kirece %17-18 civarında dayanmaktadır. Toprakta mevcut 0.6 g NaCl/kg oranındaki tuza dayanabilen anacın köklenme ve aşı tutma oranı yüksektir (Yağcı ve Erdem, 2019).

5 BB anacı; Kuvvetli bir anaç olup vegetasyon süresi 420 A anacına nazaran kısadır. 5BB anacı nemli ve killi topraklara uyabilen bir anaçtır. Çok kurak toprakları sevmemekte %20 civarında aktif kirece ve nematodlara iyi dayanmaktadır. Köklenmesi iyi olmasına karşın bağdaki aşılamalarda bazı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Arazideki yerinde aşılamalarda kalemden çok fazla sayıda kökler oluşmaktadır (Yağcı ve Erdem, 2019).

3.1.1. Anaç Çeliklerinin Alınması



Şekil 3.1. Anaçların araziden alınması ve hazırlanması

Arazide ilk kesimleri yapılan anaçlar Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulu olan Aeroponic köklendirme ünitesine ulaştırılmıştır. Araziden taşınmaları aşamasında su kaybetmemeleri amacıyla nemlendirilmiş malzeme ile sarılarak plastik poşetlerde taşınmıştır.

Köklendirme ünitesine ulaştırılan anaçlar ön yıkamaya tabi tutularak üzerlerindeki yabancı maddelerden arındırılmıştır. Boylama işlemlerinin ardından IBA uygulaması için sayılarak destelenmiştir.

3.2. IBA Uygulaması

Köklenmenin teşvik edilmesi amacıyla IBA uygulaması yapılmıştır. Aeroponic sistemde spreyleme yöntemi uygulanmasından dolayı çeliklerin yıkanmalarını engellemek ve IBA'nın çelik bünyesine nüfuz etmesini sağlamak amacıyla düşük dozlarda uzun süreli daldırma uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamaya yavaş daldırma adı verilir. Yavaş daldırma daha düşük dozlardaki (20-200 ppm) IBA solüsyonuna çeliklerin dip kısımlarının 4-24 saat aralığında, genellikle 12 saat süreyle batırılması şeklinde tanımlanmıştır. Çalışmada

Çelikler 24 saat boyunca +4°C'de karanlık bir ortamda (95 ml saf su + 5 ml etil alkol) 0-25-50-100 ppm dozları kullanılarak IBA çözeltisinde 24 saat bekletilerek sisteme alınmıştır (Demirbaş, 2019; Anonim, 2022).

Denemede odun çelikleri kullanılmış olup elikler Ocak ayında sisteme yerleştirilmiştir. Aeroponik köklendirme sistemine yerleştirilen asma anacı çeliklerinde periyodik gözlemler ve ölçümler yapılmıştır. Sisteme yerleştirilen elikler Nisan ayına kadar köklendirme ünitesinde tutulup ardından fidan torbalarına şaştırılmıştır.



şekil 3.2. Anaçlara IBA uygulaması (Orjinal)

3.3. Yapılan Gözlemler

3.3.1. Köklenme Oranı (%):

Sisteme yerleştirilen çeliklerden köklenenlerin sayısının toplama olan oranları % olarak hesaplanmıştır.



şekil 3.3. Çeliklerin köklenme durumları (Orjinal)

3.3.2. Kökçüklerin gelişimi:

Çelik üzerinde oluşacak kök/kökçüklerin eni (mm), boyu (mm) ve sayısı sayılarak hesaplanmıştır. Köklerin kalınlıkları kompas kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Kök kalınlıklarının ölçülmesi (Orjinal)

3.3.3. Kök uzunluğu



Ŗekil 3.5. Kök uzunluklarının  l  lmesi (Orjinal)

Kök uzunlukları cetvel kullanılarak tek tek  l  lm  Ŗ ve kaydedilmiŖtir.

3.3.4. Kök sayısı

Anaç üzerinde oluŖan tüm kökler sayılarak ortalama kök sayıları hesaplanmıŖtır.

3.3.5. Kök yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmesi



Şekil 3.6. Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Her uygulamadan 3 adet bitki kökü yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla kökler alınmıştır. Alınan kökler hassas terazi kullanılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonar 100 °C etüv içerisinde kurutularak hassas terazi yardımıyla kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.3.6. Hastalık Durumu

Sisteme yerleştirilen çeliklerde hastalık durumu gözlemleri yapılarak (%) şeklinde veriler alınmıştır.

3.4. Deneme Planı

Çalışmada 3 farklı asma anacı üzerine 4 farklı IBA dozunun köklenme üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 çelik kullanılacak şekilde deneme dizayn edilmiştir. Anaçların kabin üzerindeki yerleşimi tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS Paket programı ile yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneme planı

Anaç	0 ppm	25 ppm IBA	50 ppm IBA	100 ppm IBA	
110 R	3x10	3x10	3x10	3x10	120 Çelik
1103Paulsen	3x10	3x10	3x10	3x10	120 Çelik
5BB	3x10	3x10	3x10	3x10	120 Çelik

3.5. Aeroponik Köklendirme Sistemi

Çalışmamız Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulu olan Aeroponik Köklendirme sisteminde yürütülmüştür.

Aeroponik köklendirme ünitesi metal kabinlerden imal edilmiş olup köklere su ve besin maddesi karışımı çözeltinin spreyci yöntemiyle verilmesi prensibine dayanmaktadır. Kabinlerde alttan ısıtma sistemi mevcut olup sıcaklık ve nem kontrolleri sensörler yardımıyla yapılmaktadır. Sistem üç katlı, her katta her biri 2 m² çoğaltma alanına sahip 3 kabinden oluşmaktadır. Bu şekilde her katta 6, toplamda ise 18 m²'lik çelik köklendirme alanı oluşmaktadır. Kasaların derinliği 40 cm, katlar arasındaki mesafe ise 50 cm olarak tasarlanmıştır.

Odun ve yeşil çeliklerin köklendirilmesi amacıyla farklı ortamlarda yapılan çalışmalarda türe ve çeşide göre değişmekle beraber çelik boyları ortalama 10 – 30 cm arasında değişiklik göstermiştir. Çeliklerin tür ve çeşide göre değişmekle birlikte 5-15 cm alt kısımda kalmakta ve geri kalanı da üst kısımda kalmaktadır.

Çeliklerin alt kısımlarının bulunacağı havuzlar paslanmaz galvanizli panel malzemeden 200x100x40 mm ölçülerinde bütün olarak üretilmiştir.



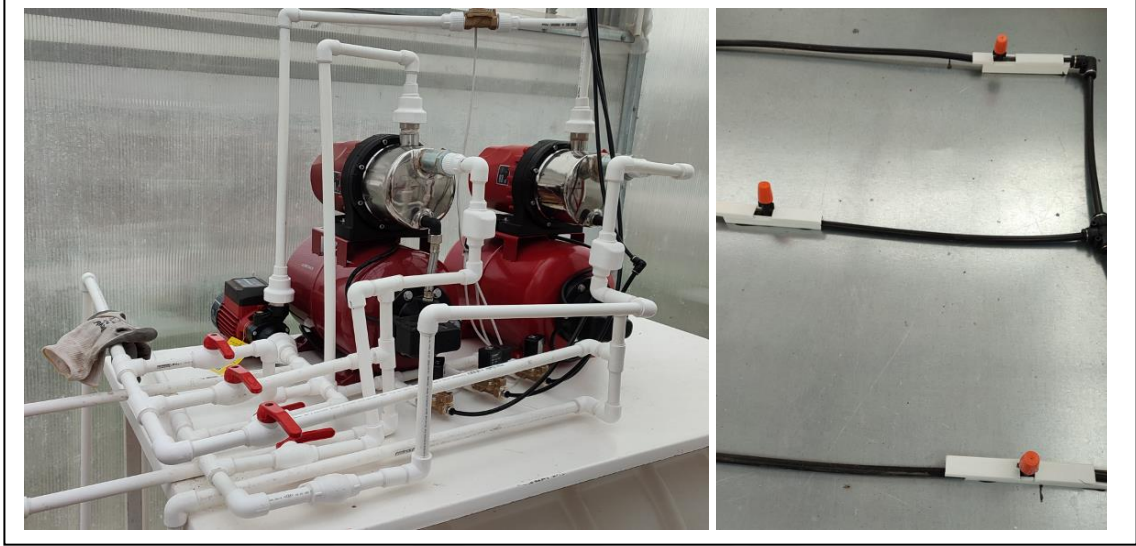
Şekil 3.7. Köklendirme havuzları

Havuz içerisine sulama sistemi yerleştirilmiştir (Şekil 7). Sulama sistemi nemlendirme esasına göre çalışmaktadır. Kabin içerisine kurulan mistleme nozulları ile çeliklerin köklenecek bölgeleri nemlendirilmektedir. Sulama başlıkları 0.30 mm (30 μ) ayarlanabilir püskürtme çapına sahiptir.

Kabinin üst bölgesine yerleştirilen sisleme nozulları ihtiyaç doğrultusunda çeliklerin üst kısımlarını nemlendirmektedir. Yeşil çelik veya odun çeliği kullanımına göre üst kısımdaki nozullar otomasyona bağlı olarak çalışmaktadır. Sulama sisteminde bütün kabinler birbirinden bağımsız farklı zaman aralıklarında çalışma özelliğine sahiptir.

Çalışmada kullanılan anaçların sulanması için zamanlayıcı kullanılmıştır. Alt kısımların nemlendirilmesi amacıyla 20 dakika aralıklarla 20 saniye boyunca mistleme yöntemiyle

su verilmiştir. Üst kısımlarda ise kış şartları olması ve bitkilerin daha az su kaybetmeleri nedeniyle 40 dakikada aralıklarla 10 saniye nemlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.8. Sulama sistem parçaları

Köklendirme sistemlerinin çalışma prensibinde çeliklerin alt kısımlarının sıcak, üst kısımlarının ise serin tutulmaları gerektiği belirtilmiştir. Üst aksamın serin tutulması ile çelikler daha sıcak olan alt aksama yoğunlaşır ve kök oluşturmaya çalışırlar. Bu prensip doğrultusunda kabinlerin alt kısımları ısıtıcı pedler ile sabit sıcaklıkta tutulmaları sağlanmıştır. Öngörülen sıcaklık değerleri 22-24 °C aralığıdır.



Şekil 3.9. Isıtma ekipmanları (Orjinal)

Isıtıcı pedler otomasyon sistemine bağlı sıcaklık sensörlerinin verileri doğrultusunda çalışmaktadır. Kabin içi belirtile sıcaklığın üzerine çıktığı zaman kapanıp düştüğü zaman devreye girmektedir. Kabin içi sıcaklık aralığı 20-22  C arasında ayarlanmış olup ısıtıcılar kabini bu sıcaklık aralıklarında tutmuştur.

Havuzların etrafı ısı kaybının en aza indirilmesi ve enerji tasarrufu amacı ile izolasyon malzemesi ile kaplanmıştır. Köklendirme havuzu 6 mm polietilen izolasyon malzemesi ile kaplanıp onun üzerine de 5 mm kompozit kaplaması yapılmıştır. Bu sayede hem görseli hem de izolasyonu sağlanmıştır. Kabin alt kısımları ise özel yapışkan kaplama malzemesi ile kaplanmıştır.

Köklendirme havuzlarının st ve yan kısımları açılabilir özellikte 5 mm pleksi ile kapatılmıştır. İhtiyaç doğrultusunda açılıp kapanma veya sökülebilir özelliktedir. Sisleme için kullanılacak su depodan sağlanmaktadır. Sistem kurulumunda bir adet 500 lt iki adet 200 lt plastik su deposu kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Sulama sistem ekipmanları (Orjinal)

Köklendirme kabini içerisinde ve kabinler arasında hava döngüsünün sağlanabilmesi amacıyla sirkülasyon fanları yerleştirilmiştir. Nem ölçüm ve sıcaklık sensörleri verilerine göre fanlar control ünitesine bağlı olarak çalışmaktadır.



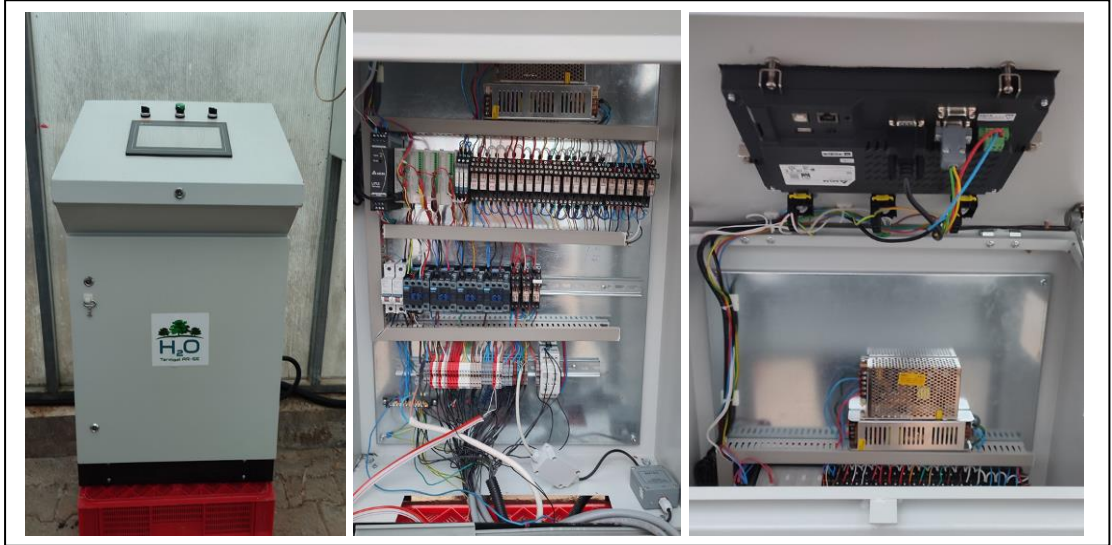
Şekil 3.11. Havalandırma ekipmanları (Orjinal)

Sistemin dış yüzeyi tamamen 5 mm beyaz kompozit malzeme ile kaplanmıştır. Kompozit özellikle dış şartlara dayanıklı ve işlenebilir bir malzeme olması bakımından tercih

edilmiştir. Görselliği ve işlevselliği yanında önemli derecede ısı izolasyonu da sağlamaktadır.



Şekil 3.12. Köklendirme sistem genel görünümü (Orjinal)



Şekil 3.13. PLC Otomasyon ünitesi (Orjinal)

PLC otomasyon sistemleri, köklendirme kabinlerinin işleyişini otomatik hale getirir. Bu sistemler, ısıtma, nemlendirme, bitki besinlerinin uygulanması gibi süreçleri kontrol edebilme yeteneğine sahiptir. Özellikle 9 kabin gibi birden fazla bölümü aynı anda ve birbirinden bağımsız olarak yönetebilme özelliği bulunmaktadır. Sulama, ısıtma ve havalandırma gibi işlemler istenilen zamanlarda gerçekleştirilebilir.

3.6. Çeliklerin Köklendirme Ünitesine Yerleştirilmeleri



Şekil 3.14. IBA Uygulaması ve çeliklerin sisteme yerleştirilmesi (Orjinal)

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında ülkemizde yoğun olarak kullanılan üç asma anacının aeroponic sistemde köklenme performansları incelenmiştir. Aralık ayında dinlenme döneminde alınan çelikler ön işlemlerin ardından sisteme yerleştirilerek köklenme performansları incelenmiştir.



Şekil 4.1. Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenme sürecinde incelenmesi

Sisteme yerleştirilen çeliklerin hastalık oluşma ve nem durumları günlük rutin olarak kontrol edilmiştir (Şekil 4.1). Köklendirme aşaması süresince herhangi bir hastalık ve zararlı etmeni gözlemlenmemiştir. Çalışma kapsamında herhangi bir ilaç kullanımına ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak sürenin uzaması, mevsim değişikliği ve tür değişikliği gibi durumlarda mantar oluşumu için fungusit kullanılabilir.



Şekil 4.2. Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenmeleri



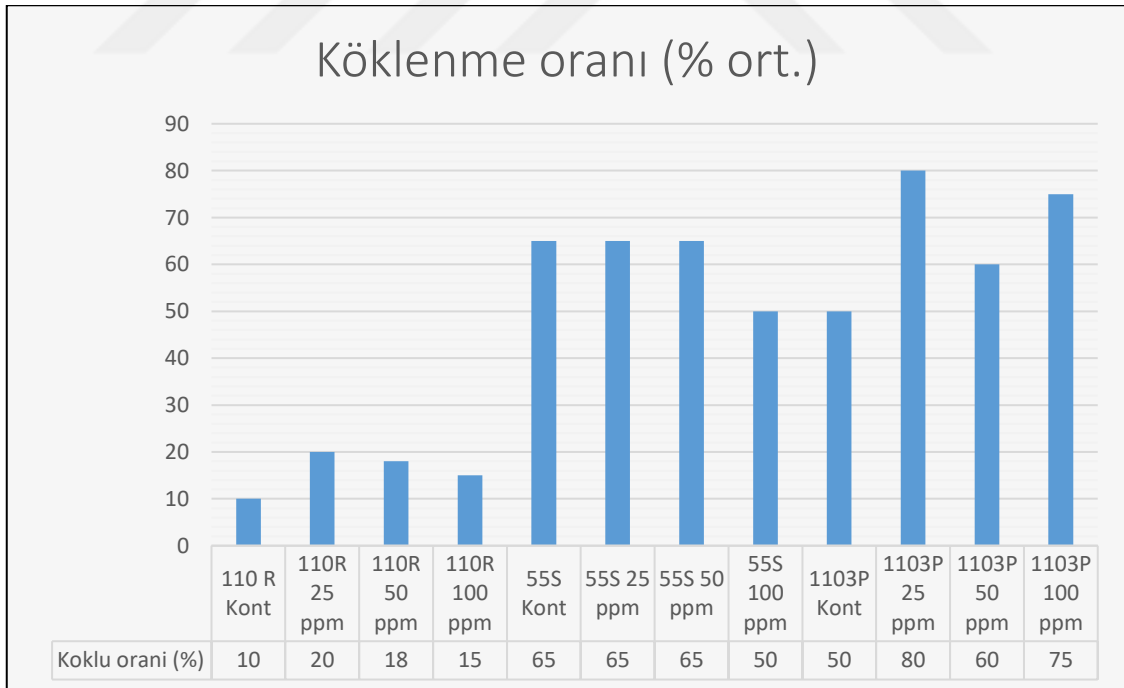
Şekil 4.3. Sisteme yerleştirilen çeliklerin köklenmeleri (Orjinal)



Şekil 4.4. Köklendirme sisteminden çıkarılan çeliklerin verilerinin alınması

4.1. Köklenme oranları

Çizelge 4.1. Çelik köklenme oranları (% ortalama)



Çizelge 4.2. Köklenme oranı istatistiksel analiz

Köklenme Oranı		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	10.00 c	63.33 ab	46.67 abc
25 ppm	20.00 bc	63.33 ab	76.67 a
50 ppm	16.67 bc	63.33 ab	50.00 abc
100 ppm	10.00 c	50.00 abc	73.33 a

Köklenme oranları istatistiksel anlamda incelendiği zaman aralarında anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir. En yüksek köklenme oranı 1103P anacında 25ppm IBA uygulamasında %76,67 olarak gözlemlenirken en düşük köklenme oranları ise %10 ile 110R anacının control ve 100 ppm IBA uygulanan dozlarında gözlemlenmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda da 110R anacının köklenme oranının oldukça düşük olduğu belirtilmiştir.

4.2. Sürgün uzunlukları

Çizelge 4.3. En uzun sürgün gelişimi istatistiksel analiz

Sürgün uzunluğu		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	12.500 ab	10.930 ab	14.827 ab
25 ppm	7.557 b	14.227 ab	17.177 a
50 ppm	10.335 ab	12.167 ab	17.860 a
100 ppm	11.930 ab	12.400 ab	17.677 a

En uzun sürgün gelişimine bakıldığında istatistiksel bakımdan anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır. En uzun sürgün gelişimi 50 ppm IBA uygulaması ile 1103P çeşidinde görülürken en kısa sürgün gelişimi ise 25ppm IBA uygulaması ile 110R çeşidinde gözlemlenmiştir.

4.3. Yaprak sayısı

Çizelge 4.4. Yaprak sayısı istatistiksel analiz

Yaprak Sayısı		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	5.500 a	4.073 a	6.350 a
25 ppm	6.110 a	5.100 a	6.967 a
50 ppm	4.250 a	4.467 a	6.390 a
100 ppm	6.670 a	4.550 a	5.387 a

Yaprak sayısı bakımından istatistiksel anlamda farklılık bulunmazken en fazla yaprak sayısı 6.967 oranla 25 ppm IBA uygulamasında 1103P anacında gözlemlenirken en az yaprak sayısı ise 4.073 ile 5BB kontrol uygulamasında gözlemlenmiştir.

4.4. Sürgün sayısı

Çizelge 4.5. Sürgün sayısı istatistiksel analiz

Sürgün Sayısı		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	1.0000 ab	0.7633 b	1.0167 ab
25 ppm	1.1100 ab	1.2233 ab	1.4600 a
50 ppm	0.9150 ab	1.2267 ab	1.5033 a
100 ppm	1.0000 ab	0.9500 ab	1.2467 ab

Sürgün sayısı bakımından istatistiksel anlamda farklılık bulunmazken 1.5033 ile 1103P anacında 50ppm IBA uygulama dozunda en yüksek oranda bulunmuştur.

4.5. Kök sayısı

Çizelge 4.6. Kök sayısı istatistiksel analiz

Kök Sayısı		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	3.500 cd	9.567 a	8.617 ab
25 ppm	4.223 bcd	9.623 a	9.477 a
50 ppm	3.585 cd	8.523 ab	9.113 a
100 ppm	2.670 cd	8.200 abc	7.910 abc

Yapılan analiz sonucunda kök sayısı bakımından istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur. En yüksek kök sayısı 9.567 ile 5BB anacında 25ppm IBA uygulama dozunda gözlemlenirken en düşük kök sayısı ise 2.670 ile 110R anacında 100 ppm IBA uygulama dozunda gözlemlenmiştir.

4.6. Kök çapı

Çizelge 4.7. Kök çapı istatistiksel analiz

Kök Çapı		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	0.7206a	0.5333 a	0.7667 a
25 ppm	0.8500 a	0.7200 a	0.6133 a
50 ppm	0.6980 a	0.5612 a	0.5000 a
100 ppm	0.9800 a	0.9714 a	0.4600 a

Analiz sonucunda kök çapı bakımından istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. En yüksek kök çapı 0.98 değeri ile 110R anacında 100 ppm IBA uygulama dozunda gözlemlenmiştir.

4.7. Kök uzunluğu

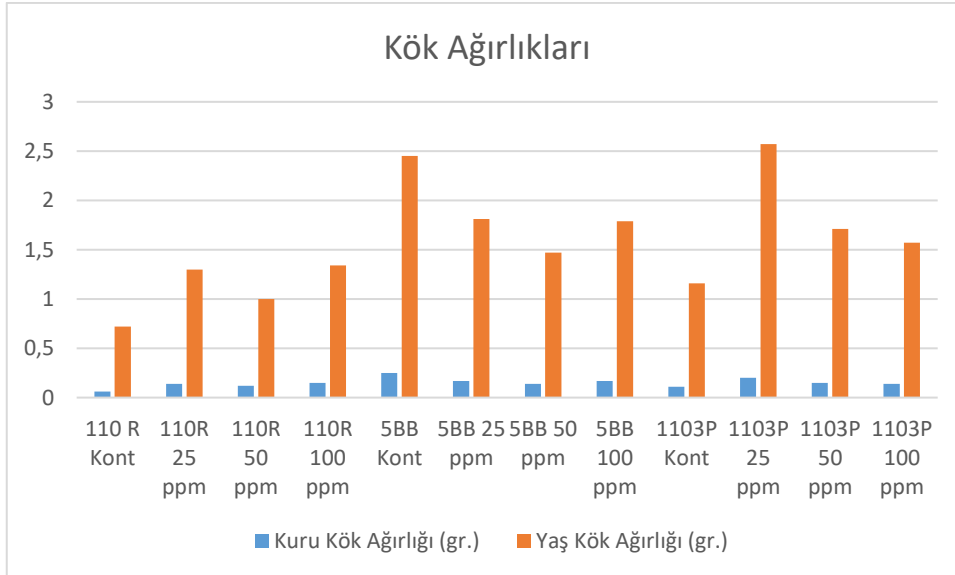
Çizelge 4.8. Kök uzunluğu istatistiksel analiz

Kök uzunluğu		Anaçlar	
IBA Dozları	110R	5BB	1103P
Kontrol	12.781 b	9.240 bcde	7.580 cde
25 ppm	12.380 bc	7.330 de	9.937 bcde
50 ppm	9.490 bcde	8.057 bcde	8.653 bcde
100 ppm	17.770 a	12.215 bcd	7.097 e

Analizler sonucunda kök uzunlukları arasında uygulamalar açısından istatistiki bakımından anlamlı farklılıklar dörölmüştür. En uzun kök oluşumu 100ppm IBA uygulamasında 110R anacında gözlemlenirken en kısa kök oluşumu ise 1103P anacında 100ppm IBA uygulamasında gözlemlenmiştir.

4.8. Kök yaş ve kuru ağırlıkları

Çizelge 4.9. Kök yaş ve kuru ağırlıkları



Ortalama olarak en fazla yaş kök ağırlığı 25ppm IBA uygulamasında 1103P anacında gözlemlenirken en az yaş kök oluşumu ise 110R Kontrol anacında gözlemlenmiştir.

Ortalama olarak en fazla kuru kök ağırlığı kontrol uygulamasında 5BB anacında gözlemlenirken en az kuru kök oluşumu ise 110R Kontrol anacında gözlemlenmiştir.

Çalışma sonuçları, aeroponik sistemlerin asma anacının köklenme performansı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Özellikle köklenme kök uzunluğunun ve kök sayısının önemli derecede iyileştiği gözlemlenmiştir. Aeroponik sistemlerin asma anacı yetiştiriciliğinde uygulanabilirliğini ve verimliliğini açıkça göstermektedir.

İklim değişikliği ve tarımsal alanların azalması gibi küresel zorluklar göz önüne alındığında, aeroponik sistemlerin gelecekte daha da önem kazanacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, asma gibi yüksek ekonomik değere sahip bitkilerin üretiminde aeroponik sistemlerin sunduğu avantajlar, tarımda sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından kritik bir rol oynayacaktır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, ülkemizde yaygın olarak kullanılan üç farklı asma anacının aeroponik sistemdeki köklenme performansları incelenmiştir. Aeroponik sistemler, geleneksel topraklı tarım yöntemlerine kıyasla birçok avantaj sunmakta ve özellikle köklendirme süreçlerinde önemli verim artışları sağlamaktadır. Çalışmada, Aralık ayında dinlenme döneminde alınan asma çelikleri kullanılmış, bu çelikler gerekli ön işlemlerden geçirildikten sonra aeroponik sisteme yerleştirilerek köklenme performansları detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Son yıllarda gündemde olan ve üreticiler arasında kabul görmeye başlayan topraksız tarım yöntemleri hakkında birçok farklı akademik çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan araştırmalar ışığında topraksız tarım tekniklerinin tarım sektörünün geleceğinde önemli bir yer tutacağı kanaatine varılmıştır. Aeroponic köklendirme projesi fikri bu temel üzerine yerleştirilmiş ve sektördeki bir ihtiyacı karşılamayı hedeflemiştir. Topraksız tarım konusunda araştırmacıların bulgularına göre;

Kaur vd. (2023), Birleşmiş Milletler FAO raporuna göre, dünya çapında muazzam bir gıda talebi olacak ve bu talebin 2050 yılına kadar %70 oranında artması beklendiğini belirtmiştir. Azalan kaynaklar, küresel nüfus ve iklim değişikliği gibi temel parametreler, geleneksel tarım için zorlayıcı hale geliyor. Günümüz senaryosunda, topraksız tarım teknikleri gibi modern tarım uygulamaları, çiftçilerin yukarıdaki zorluklardan kurtulmasına yardımcı olacağını belirtmiştir.

Armi vd. (2023) marul üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, Hidroponik ve aeroponik sistemler, organik gübreler gibi bileşenlerin adaptasyonu ve önemli bulunan besin mevcudiyetini etkileyen diğer faktörler nedeniyle önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Her iki sistem de bitki boyu, yaprak sayısı, taze bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı ve sürgün-kök oranı gibi büyüme parametrelerini etkilemiştir. Ayrıca marulda verim ve kalite parametrelerini de artırdığını ortaya koymuşlardır.

Kratsch vd (2006), yapmış olduğu bir çalışmada, Aeroponik, bitkileri kontrollü bir kök bölgesi atmosferiyle korumak için diğer topraksız kültür sistemlerine uygun bir alternatif olarak tanımlamıştır. Araştırmada programlanabilir bir zamanlayıcı tarafından kontrol edilen ekstra ince sis nozulları, köklere periyodik olarak besin çözeltisi püskürtür. O₂'nin

kök nodüllerinin oluşumu üzerindeki etkileri üzerine yapılan bir çalışma sırasında, 4 hafta sonra bitkilerin %100 hayatta kalması ve bol miktarda nodülasyon ortaya çıktını belirtmiştir. Araştırma sonucunda aeroponic sistemi; ucuz malzemelerle inşa edilmesi kolay, rizosfer biyolojisi için birçok uygulamaya sahip ve daha önce kullanılan sistemler arasında benzersiz olarak tanımlanmıştır.

Baciu vd (2023), yapmış olduğu çalışmada, dikey tarım tekniklerinin kontrollü bir ortamda dut yetiştiriciliğine uygulanabilirliğini ve bunların daha sürdürülebilir ve daha güvenli bir tarım uygulamasına yönelik umutlarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda aeroponic sistemin özellikle dut gibi daha geniş bir fonksiyonel bitki koleksiyonuna uyarlanabileceğini belirtmiştir.

2004 yılında “AeroFarms”ın kurucusu Ed Harwood, mikrofiber malzemede marul yetiştirmek için aeroponik bir sistem geliştirmiş, patentli aeroponik teknolojisi sayesinde AeroFarms, New Jersey'deki tesisinde dünyanın en büyük kapalı dikey çiftliğini kurmuştur. Bu teknolojiyle çiftlik, yılda iki milyon pounda kadar pestisit kullanılmadan yapraklı yeşillik üretip satma kapasitesine sahiptir Anonymous, (2023).

Aeroponik, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini sağlayan toplam bir sistemdir. Temel olarak, besinlerin su sisi içinde doğrudan çıplak kök sistemine sağlandığı bir hava su kültürüdür. Böylece, geleneksel toprak ve su ortamı sistemlerinde çoğunlukla sınırlayıcı bir büyüme faktörü olan oksijen ve su, yeterli düzeyde sağlanır. Besin solüsyonunun tekrar kullanılması nedeniyle gübre ve su kullanımında da ekonomiklik sağlar. Tesisler, mevsimsel ürün türü, büyüme sırası vb. dikkate alınmaksızın (temizlik veya bitki değiştirme nedeniyle oluşan kesintiler hariç) sürekli olarak çalıştırılabilir. Ayrıca sistem, yoğunluk ve ek boyut nedeniyle yerden tasarruf sağlar. Büyüme sürecinin maksimum kontrolüne izin vermesine rağmen aeroponik, sanayileşmiş tarıma çok iyi uyum sağlayacağı belirtilmiştir (Nir, 1982).

Aeroponic tarım sisteminin birçok avantajı ortaya konulmuş, özellikle ucuz ve erişilebilir bir teknoloji olması, hızlı, yıl boyu kullanım imkanı ve katlı sistem sayesinde birim alandan yüksek verim sağlanması araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Gurley, 2020;

Rodriguez, 2013) aeroponik teknolojisinin teknik ve ekonomik yönlerini Latin Amerika'da geliştirilen diğer mini yumru üretim sistemleriyle (geleneksel, yarı hidroponik ve fiber-çimento fayans teknolojisi) karşılaştırmalı karşılaştırmasını ortaya koymuştur. Araştırma metodolojileri: 3 yıllık nakit akışlarının ve aeroponik üretim kayıtlarının kaydı, ekonomik ve teknik araştırmalar, teknoloji yöneticileriyle derinlemesine araştırma. Sonuçlar, Uluslararası Patates Merkezi (CIP) tarafından desteklenen aeroponik yöntemin, yüksek çoğalma oranları (1:45'e kadar), alan başına yüksek üretim verimliliği (m² başına > 900 mini yumru), su ve kimyasallardan tasarruf dahil olmak üzere çeşitli avantajlara sahip olduğunu göstermektedir. Aeroponik tekniğin en büyük dezavantajı, teknik bir kesinti veya elektrik kesintisi durumunda bitkilerin hayatta kalmasını sağlayacak hiçbir substrat bulunmadığından, geri dönüşü olmayan hasar veya tamamen kayıp olasılığıdır (Li, 2018). Bu amaçla sistemlere jeneratör veya ikinci bir alternatif enerji kaynağı sağlanması riskler için önemli bir çözüm sunacaktır.

Aeroponic köklendirme amaçlı kurulan sistemin etkinliğinin ortaya onulması amacıyla, farklı köklendirme sistemleri (perlite ortamı ve aeroponic sistem), farklı büyüme düzenleyici dozları (IBA'nın farklı konsantrasyonları) ve çelik alma dönemlerinin karadut, erguvan yeşil ve odun çeliklerinin köklenme performansına olan etkisi araştırılmıştır.

Öncelikle, köklenme performansını değerlendiren kriterler arasında çürüme oranı, kallus oranı, köklenme oranı, kök uzunluğu, kök çapı ve kök sayısı gibi faktörler bulunmakta.

Kök kalitesi açısından da bu sistemde belirgin iyileşmeler gözlenmiş, özellikle aeroponic ortamında daha uzun, kalın ve daha fazla sayıda kök elde edilmiştir.

1930'larda bitki büyümesini düzenleyen kimyasallar olarak oksinlerin keşfi ve bunların gövdede tesadüfi köklenmeyi teşvik etme yetenekleri ortaya konulmuştur. Yıllar, oksinin kesimlerdeki emilimi ve translokasyonunun yanı sıra oksinin zamanlamasının etkileri hakkında bilgi sağlamıştır. Bazal hızlı daldırma yöntemi, toz uygulama yöntemi ve seyreltik ıslatma yöntemi, uygulama için en sık kullanılan yöntemler olmuştur. Günümüze kadar devam eden çok çeşitli başka oksin uygulama yöntemleri rapor edilmiştir. Bitki kalitesini artıracak oksin uygulama tekniklerinin daha da geliştirilmesi için fırsatların mevcut olduğu belirtilmiştir (Blythe, 2007).

Kallus oluşumu, çelikle çoğaltma sürecinde önemli bir adım olarak belirtilmiş. Yüksek IBA dozlarının özellikle aeroponic sistemde kallus oluşumunu artırdığı ve dolaylı olarak köklenmeyi desteklediği görülmüştür.

Benzer şekilde, yüksek IBA dozlarının aeroponic ortamda kallus oluşumu üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır.

Regas vd (2021), kenevir üzerine yapmış olduğu bir çalışmada; aeroponik sistemler kullanılarak kenevirin verimli bir klonal yayılma tekniğinin standardizasyonunu açıklamaktadır. 'Ana bitki' görevi gören "Kiraz Şarabı" ve "Kırmızı Robin" (CBD a/a %17-20) adlı iki kenevir türünden birincil sürgün kesimleri çıkarıldı. Sisteme yerleştirilmeden önce kesilen kesimlerin bazal kısmında kök gelişimini uyarmak için bir oksin öncüsü (indol-3-bütirik asit) uygulandı. Solüsyon nitrojen, fosfor ve potasyum da dahil olmak üzere gerekli makro besinleri içerdiğinden beslenme desteği sağlamak için çeliklere her üç günde bir besin sisi solüsyonu hafifçe buğulandı. Aeroponik sistem su deposu, 5,0-6,0 arasında bir pH aralığını ve 20-22 °C arasında bir su sıcaklığını korudu. Sürgün ucu çeliklerine, kök gelişimi gerçekleşene kadar 10 gün boyunca günde 24 saat ışık verildi ve bunun üzerine köklü çelikler araştırma amacıyla dikildi. Burada açıklanan yöntem, geleneksel yöntemlerden kaynaklanan potansiyel zaman kısıtlamalarını hafifleterek kenevirin eşeysiz yayılması için daha etkili bir yol sağladığı belirtilmiştir.

Odun çeliklerinde çürüme oluşmamasının, düşük sulama miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmüş. Bu, odun çeliklerinin daha düşük nem ortamında daha iyi köklenme başarısı gösterebildiği şeklinde yorumlanabilir.

Perlit ortamı, köklenme performansı açısından aeroponic sistemle karşılaştırıldığında farklı sonuçlar vermiş. Özellikle erguvan yeşil çeliklerinde aeroponic sistem daha başarılı sonuçlar vermiş.

Yüksek IBA dozlarının genellikle köklenme performansını artırdığı gözlenmiş. Ancak bu etki, çelik türüne ve köklendirme ortamına göre değişkenlik göstermiştir (Akakpo, 2014).

Sukhjit (2015), yapmış olduğu çalışmada, 2011–12 ve 2012–13 yıllarında PAU Bölgesel Araştırma İstasyonunda Shan-i-Punjab Şeftali'nin odun çeliklerinin İndol-3-bütirik asit (IBA) ile farklı işlemlerle köklenmesini araştırmıştır. Kesimlerin taban kısmı 1000ppm, 2000ppm, 3000ppm, 4000ppm, 5000ppm ve kontrol (IBA tedavisi olmadan)

1-2 dakika süreyle IBA uygulanmış fidan yetiştiriciliği için önerilen kültürel uygulamalar takip edilerek açık tarla koşullarında dikilmiştir. 1-2 dakika boyunca 3000 ppm IBA ile muamele edilen çeliklerin en yüksek filizlenme yüzdesi, hayatta kalma yüzdesi, ortalama kök sayısı, ana kökün uzunluğu, kök çevresi, kök ağırlığı, köklenme gün sayısını önemli ölçüde aldı başarı sağladığını belirtmiştir. Bir araştırma, IBA'nın köklenme oranını artırdığını ve kök kalitesini iyileştirdiğini gösterdi (Özdemir et al., 2018).

Erguvan bitkisinin çoğaltılmasının diğer bitkilere göre daha düşük başarı oranlarıyla sonuçlandığı, literatürde de ifade edilen bir durum olarak belirtilmiştir. Yılmaz ve Yıldız (2020) yapmış oldukları çalışmada; Erguvan (*Cercis siliquastrum*), manolya (*Magnolia soulangeana*), söğüt yapraklı ispir (*Spiraea salicifolia*), Japon ayvası (*Chaenomeles japonica*), filbahri (*Philadelphus coronarius saxifragaceae*), leylak (*Syringa vulgaris*), oya ağacı (*Lagerstroemia indica*) ve gülhatmiden (*Alcea rosea*) alınan yeşil çeliklerin köklenme performansı üzerine indol bütirik asit (IBA) uygulamasının etkisini incelenmiştir. Erguvan çeliklerine 8000 ppm diğer türlerden alınan çeliklere ise 2000 ppm IBA uygulaması yapılmıştır. Erguvan çelikleri hem kontrol (0 ppm) hem de 8000 ppm IBA uygulamasında düşük oranda (% 6 ve % 10) bir köklenme başarısı göstermiştir.

Çalışmalar ayrıca çürüme oranının nem düzeyiyle ilişkili olduğunu öne sürmektedir. Daha düşük sulama miktarının, özellikle odun çelikleri gibi bitki materyallerinde çürümeyi azaltabileceği ve bu ortamlarda daha iyi köklenme sağlayabileceği belirtilmiştir (Salisbury ve Ross, 1992).

Farklı bitki türlerinin çelikle çoğaltma sürecindeki başarı oranları konusunda da literatürde benzer bulgular mevcut. Örneğin, bazı bitki türlerinin çelikle çoğaltılmasının daha zor olduğu ve düşük başarı oranlarına sahip olduğu araştırmalarla desteklenmektedir (Hartmann et al., 2011).

Ayrıca, çelik alma zamanının köklenme üzerindeki etkisiyle ilgili çalışmalar da mevcut. Bazı bitki türleri için belirli bir mevsim veya dönemde alınan çeliklerin daha iyi köklenme oranlarına sahip olduğunu belirten araştırmalar bulunmaktadır.

Bu literatürden elde edilen bulgular, çalışmanın gözlemlediği sonuçları destekler nitelikte. Özellikle büyüme düzenleyicilerin, köklenme ortamlarının ve çelik alma zamanının köklenme performansı üzerindeki etkilerini anlamak için önceki araştırmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Sağlam ve ark. (2023), 16 farklı asma anacının perlit ortamında köklenme performanslarının incelenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada en düşük köklenme oranının %33 ile 110R anaconda gözlemlemiştir (Tablo 4.1). Çalışmamızda benzer şekilde 110R anacının köklenmesinde %30 oranında başarı sağlanmıştır. Benzer şekilde 5BB ve 1103P çeşitlerinde %100 başarı sağlanmıştır.

Hollanda, yoğun tarımsal faaliyetleri ve yenilikçi tarım teknolojileri ile bilinen bir ülkedir. Ülkede yapılan bir araştırma, ticari seralarda aeroponik sistemlerin kullanımının domates ve salatalık gibi yüksek değerli ürünlerde verimi %30'a kadar artırdığını göstermiştir. Bu sistemlerin, su kullanımını %70 oranında azaltarak sürdürülebilir bir üretim yöntemi sunduğu da kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Hollanda'da üzüm bağcılığında kullanılan aeroponik sistemler, köklendirme süresini önemli ölçüde kısaltmış ve geleneksel topraklı sistemlerle karşılaştırıldığında daha sağlıklı ve güçlü kök yapıları geliştirilmiştir (Nederhof et al., 2010).

ABD'nin Kaliforniya eyaleti, üzüm üretiminde dünyanın önde gelen bölgelerinden biridir. Burada yapılan bir vaka çalışması, aeroponik sistemlerin geleneksel topraklı yetiştirme yöntemlerine kıyasla %50 daha hızlı köklenme sağladığını ve köklerin daha iyi besin alımıyla güçlendiğini ortaya koymuştur. Bu sistemin, özellikle üzüm bağlarının geniş ölçekli ticari üretiminde tercih edilmesi, su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde büyük avantajlar sunmaktadır. Çalışma, aynı zamanda işçilik maliyetlerinin düşürülmesi ve ürün kalitesinin artırılması gibi ekonomik avantajları da vurgulamaktadır.

Japonya, sınırlı tarım alanları ve yoğun nüfusu nedeniyle yenilikçi tarım teknolojilerini benimsemiştir. Tokyo'da bir dikey tarım girişimi, aeroponik sistemleri kullanarak yılda 12 farklı mahsul döngüsü gerçekleştirmeyi başarmıştır. Geleneksel tarım yöntemleriyle bu düzeyde bir üretim mümkün olmazken, aeroponik sistemler bitkilerin büyüme hızını artırmış ve ürün kalitesini iyileştirmiştir. Özellikle asma gibi bağcılık bitkilerinde bu sistemlerin kullanılması, geleneksel bağcılıkta karşılaşılan hastalık risklerini de azaltmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma, aeroponic ortamda 110R, 1103 Paulsen ve 5BB asma anaçlarının farklı dozlarda büyüme düzenleyicinin (IBA) çelikle çoğaltılmasındaki performansına odaklanmıştır. Asma anacı çeliklerinde, aeroponic sistemde yüksek düzeyde IBA uygulamalarının kallus oluşumu ve köklenme oranları üzerinde olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, bitki türlerinin çelikle çoğaltılmasında kullanılan büyüme düzenleyicilerin ve köklendirme sistemlerinin seçiminin, köklenme performansını etkileyebileceğini vurgulamaktadır.

Aeroponic sistemde yüksek IBA dozlarının özellikle köklenme performansını ve kök kalitesini artırdığı göz önüne alındığında, çelikle çoğaltma sürecinde bu faktörlerin optimize edilmesinin bitki yetiştiriciliği açısından önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca, çelik alma zamanı ve çoğaltma ortamının bitki türlerine göre farklı sonuçlar doğurduğu da dikkate alınmalıdır. Bu bulgular, bitki çoğaltma süreçlerinin geliştirilmesi ve bitki yetiştiriciliği uygulamalarında daha etkili stratejilerin belirlenmesi açısından önemli bir katkı sunabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, ülkemizde yaygın olarak kullanılan asma anaçlarının aeroponik sistemlerde başarıyla köklendirilebileceğini ve bu yöntemin gelecekte daha geniş bir uygulama alanı bulabileceğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmaların, bu bulguları daha da desteklemesi ve aeroponik sistemlerin asma yetiştiriciliğinde daha yaygın olarak kullanılmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2022. Ankara Üniversitesi açık Ders Notları
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/10945/mod_resource/content/0/Konu%205.pdf
- Anonim, 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim tarihi: 02.10.2023)
- Akakpo, D., Amissah, N., Yeboah J., Blay, E., (2014) "Effect of Indole 3-Butyric Acid and Media Type on Adventitious Root Formation in Sheanut Tree (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) Stem Cuttings," American Journal of Plant Sciences, Vol. 5 No. 3, 2014, pp. 313-318. doi: 10.4236/ajps.2014.53043.
- Anonymous, (2023). Modern Farmer.
<https://web.archive.org/web/20150425225526/http://modernfarmer.com/2015/03/say-hello-to-the-soon-to-be-worlds-largest-indoor-vertical-farm/> Erişim tarihi: 28.12.2023
- Armı R. Patoliya, Laxmi D. Chauhan, Urmila B. Bambhaniya, Solanki V. D., Pajja N. A., Bhoya R. N., Chitroda R. L., Kanwar D. R. And Thumar K. P (2023). Hydroponics And Aeroponics System For Lettuce Crop. Peer Reviewed & Refereed | International Multidisciplinary Journal Of Applied Research. Volume-3 / Year –10 / Issue –6 / January – 2023
- Aküzüm, T., Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2019). Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 3(1), 67-74. Retrieved from <http://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/86>
- Blythe, K.E., Sibley J.L., Tilt, K.M., Ruter, J.M. (2007). Methods of Auxin Application in Cutting Propagation: A Review of 70 Years of Scientific Discovery and Commercial Practice. Journal of Environmental Horticulture (2007) 25 (3): 166–185. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-25.3.166>
- Baciu, E.-D.; Baci, G.-M.; Moise, A.R.; Dezmirean, D.S. 2023. A Status Review on the Importance of Mulberry (*Morus* spp.) and Prospects towards Its Cultivation in a Controlled Environment. Horticulturae, 9, 444. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040444>
- Dhawi, F. (2023). Role of Plant Growth Promoting Microorganisms (PGPMs) and Applicability in Hydroponic and Vertical Farming. Metabolites , 13 (2), 247. <https://doi.org/10.3390/metabo13020247>
- Doll, P. ve Siebert, S. (2002). Global Program For Irrigation Water. Water Resources Research, 38 (4), 8-1. <https://doi.org/10.1029/2001WR000355>
- Demirbaş, A., 2019. Yağ Gülü (*Rosa Damascena* Mill.)’Nde Çelik Alma Zamanı Ve

Hormon Uygulama Şekillerinin Köklenme Oranı ve Fidan Gelişimi İle Bünyesel Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. ISPARTA

FAO 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 11.11.2022)

FAUB, 2022. Fidancılık Sektör Analizi Ve Geliştirme Raporu. Ankara 2022.

Gargın, S., İşçi, B., Altındışli, A., 2011. 41 B Amerikan Asma Anacı İle Aşılı Bazı Üzüm Çeşitlerinin Aşı Uyuşma Katsayıları Üzerine Bir Araştırma. C.B.Ü. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yıl:2011 Cilt:1 Sayı:15

Gurley, W.T. (2020) Aeroponics: Growing Vertical. CRC Press 6000 Brooken Sound Parkway Nw, Suite 300, Boca Raton ISSN: 978-0-367-40953-1

Gonnella, M. ve Renna, M. (2021). Evolution Of Soilless Systems Towards Ecological Sustainability In A Circular Economy Perspective. Is It Really The Opposite Of Organic Farming? Agricultural Science, 11 (5), 950. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050950>

Güneş, M., Okatar, F. (2020). Rosadumalis, R. canina ve R. villosa Kuşburnu Türlerine Ait Bazı Üstün Genotiplerin Yarı-odun Çelikleriyle Çoğaltılması . Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 9 (2) , 133-139
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/57304/780415>

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). Plant propagation: Principles and practices. Prentice Hall.

Hewitt, K. (2013). Water efficiency use in agriculture: Evaluation of the use of allocated water in food production. Bachelor's Honors thesis, University of Colorado. <https://core.ac.uk/download/pdf/54845616.pdf>

Kratsch, H.A., Graves, W.R., Gladon, R.J. (2006). "Aeroponic system for control of root-zone atmosphere" Environmental and Experimental Botany, Volume 55, Issues 1–2, Pages 70-76 ISSN 0098-8472, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.10.002>.

Kaur, G., Upadhayaya, P., Chawla, P. (2023). The Study of Sensors in Soil-Less Farming Techniques for Modern Agriculture. In: Kumar, H., Jain, P.K., Goel, S. (eds) Recent Advances in Intelligent Manufacturing. ICAME 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1308-4_24

Kumari, R., Kumar, R., 2019. Aeroponics: A Review on Modern Agriculture Technology. Indian Farmer 6(4): 286-292; April-2019

Lakhiar, I. A., Gao, J., Syed, T. N., Chandio, F. A., & Buttar, N. A. (2018). Modern plant

- cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 338-352.
- Lakhiar, I. A., Gao, J., Syed, T. N., Chandio, F. A., Tunio, M. H., Ahmad, F., & Solangi, K. A. (2020). Overview of the aeroponic agriculture—An emerging technology for global food security. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 13(1), 1-10.
- Mehandru, P., Shekhawat, N.S., Rai, M.K. et al. (2014). Evaluation of aeroponics for clonal propagation of *Caralluma edulis*, *Leptadenia reticulata* and *Tylophora indica* – three threatened medicinal Asclepiads. *Physiol Mol Biol Plants* 20, 365–373.
<https://doi.org/10.1007/s12298-014-0240-8>
- Mateus-Rodriguez, J. F., Haan, S. d., Andrade-Piedra, J., Maldonado, L., Hareau, G., Barker, I. K., & Benítez, J. (2013). Technical And Economic Analysis Of Aeroponics And Other Systems For Potato Mini-Tuber Production In Latin America. *American Journal of Potato Research*, 90(4), 357-368.
<https://doi.org/10.1007/s12230-013-9312-5>
- Marcynuk, A. (2011). Urban growth: a synthesis of agriculture and architecture (Doctoral dissertation, Carleton University).
- Misganaw, C.D. (2021). The Practice of Urban Farming is the Most Valuable Tool in the Fight Against Famine, Depression, Anxiety and the Spread of Coronavirus. <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/aff>
- Nishchitha, GA, Bhaskar, RN, Bharathi, Başkan Yardımcısı ve Anusha, HG (2023). Aeroponic system is a boon for rain-fed mulberry cultivation and increases productivity. *J Pharm Innov J* , 12 (3), 4480-4.
- Nir, I. (1982). Growing Plants In Aeroponics Growth System. *Acta Hortic.* 126, 435-448
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1982.126.49>
- Nederhoff, E., & Stanghellini, C. (2010). Water Use Efficiency of Tomatoes. *Practical Hydroponics and Greenhouses*, (115), 52–59.
<https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.484066941930798>
- Oweis, TY (2013). Agricultural water management under conditions of scarcity: The need for a paradigm shift. *Revista Científica de Producao Animal* , 15 (1), 22-30.
<http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n1p22-30>
- Özdemir, G., Akçay, U. Ç., & Genç, M. (2018). Effects of different auxins and concentrations on rooting of olive cuttings (cv. 'Gemlik'). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(3), 343-349.
- Peterson L, A., Krueger A, R., An intermittent aeroponic system. *Crop Sci.* 1988;28:712–713. doi: 10.2135/cropsci1988.0011183X002800040033x.

- Pulighe, G. ve Lupia, F. (2020). Food first: The COVID-19 pandemic and the lockdown of cities contribute to a broader vision of urban agriculture. *Sustainability*, 12 (12), 5012.
- Regas, T., Han, J. H., Pauli, C. S., Park, S. H. (2021). Employing Aeroponic Systems for the Clonal Propagation of Cannabis. *J. Vis. Exp.* (178), e63117, doi:10.3791/63117 (2021).
- Rostami, M., Movahedi, Z. (2016). Evaluating the effects of Naphthaleneacetic acid (NAA) on morpho-physiological traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.) in aeroponic system. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 6(3), 1751-1759.
- Rajan, R. P., Sravani, G. C., (2021). Advanced and modern fruit production techniques: A review. *The Pharma Innovation Journal* 2021; 10(7): 938-943
- Roffi, T. M., Jamhari, C. A. (2023). Internet Of Things Based Automated Monitoring For Indoor Aeroponic System. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 13(1).
- Rani, R. S., Kumar, H. V., Mani, A., Reddy, B. S., & Rao, C. S. (2022). Soilless Cultivation Technique, Hydroponics-A Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 41(13), 22-30.
- Regas, T., Han, J. H., Pauli, C. S., Park, S. H. (2021). Employing Aeroponic Systems for the Clonal Propagation of Cannabis. *J. Vis. Exp.* (178), e63117, doi:10.3791/63117 (2021).
- Sharma, A., Manpoong, C., Devadas, V. S., Kartha, B. D., Pandey, H., & Wangsu, M. (2022). Crop hydroponics, phyto-hydroponics, crop production, and factors affecting soilless culture. *ACS Agricultural Science & Technology*, 2(6), 1134-1150.
- Sagheer, A., Mohammed, M., Riad, K. ve Alhajhoj, M. (2020). A cloud-based IoT platform for precise control of hydroponic greenhouse cultivation sensors, 21 (1), 223. <https://doi.org/10.3390/s21010223>
- Sağlam, H., Çalkan Sağlam, Özlem, Karakoyun, M. (2023). A Study on the Determination of Rooting Characteristics of Some Vine Rootstocks. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(1), 103–108. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7664498>
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. (1992) *Weed Technology* , Volume 6 , Issue 1 , March 1992. pp. 238 DOI: <https://doi.org/10.1017/S0890037X0003462X>
- Sahoo, D. 2020. Aeroponics System of Cultivation in Horticultural Crops. *Just Agriculture The Future of Agri Innovation*. Vol.1 Issue-1 P:32-40, September, 2020

- Sukhjit, K. 2015. "Effect of different treatments of Indole-3-butyric acid (IBA) on the rooting and growth performance of hardwood cuttings of peach (*Prunus persica* L. Batch)". *Agricultural Science Digest*. Volume : 35, Issue : 1 First page : (41) Last page : (45) Print ISSN : 0253-150X. Online ISSN : 0976-0547. Article DOI : 10.5958/0976-0547.2015.00008.7
- Şimşek, A., Gül, A., 2018. Süs Bitkisi Fidanı Üretiminde Aeroponik (Aerofog) Sistemi ile Diğer Klasik Köklendirme Ortamlarının Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 22, Sayı 2, 760-767, 2018 DOI: 10.19113/sdufbed.91314
- Sharma, U.,Kataria, V., Shekhawat, N.S., 2018. Aeroponics for adventitious rhizogenesis in evergreen haloxerictree *Tamarix aphylla* (L.) Karst.: influence of exogenous auxins and cutting type. *Physiol Mol Biol Plants* (January–February 2018) 24(1):167–174 <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0493-0>
- Tokunaga, H., Anh, N, H., Dong, N, D., Ham, L, H., Hanh, N, T., Hung, N., Ishitani, M., Tuan, L, N., Utsumi, Y., Vu N,A., Seki, M. 2020. An Efficient Method Of Propagating Cassava Plants Using Aeroponic Culture, *Journal of Crop Improvement*, 34:1, 64-83, DOI:10.1080/15427528.2019.1673271
- Uysal, A., Kurt, Ş., Kara, M., Soylu, S. & Soylu, E. M. (2021). Bazı Fidanlıklarda Görülen Toprak Kökenli Fungusların Belirlenmesi . *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (1) , 142-149 . DOI: 10.29133/yyutbd.720126
- Yağcı, A., Erdem A., 2019. Amerikan Asma Anaçlarının Kullanım Nedenleri Ve Bazı Anaçların Özellikleri. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik/AMERIKAN%20ANACLARI%20ADEM%20YAGCI.pdf>
- Yılmaz, G., Yıldız, K. (2020). Bazı Önemli Dış Mekan Süs Bitkilerine Ait Yeşil Çeliklerin Köklenme Performansları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 373-380.