

Süs Bitkisi Fidanı Üretiminde Aeroponik (Aerofog) Sistemi ile Diğer Klasik Köklendirme Ortamlarının Karşılaştırılması

Azize ŞİMŞEK*1, Atila GÜL1

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 32000, Isparta

(Alınış / Received: 26.11.2016, Kabul / Accepted: 19.09.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 05.12.2017)

Anahtar Kelimeler

Süs bitkisi,
Üretim teknikleri,
Köklendirme ortamı,
Aeroponik sistem.

Özet: Bitkisel üretim ve yetiştirme sektörü ekonomik açıdan önemli katkı sağlayan ve giderek gelişmekte olan bir sektör konumundadır. Bu sektör içinde yeni teknikler ve yöntemlerin geliştirilmesi öncelikli hale gelmiştir. Bu çalışmada amaç; süs bitkisi üretim tekniği kapsamında önem kazanan aeroponik sisteminin diğer köklendirme ortamları ile karşılaştırılması ve uygulanabilirliğinin test edilmesidir. Bu amaçla süs bitkisi fidanı üretiminde en çok kullanılacak herdem yeşil ve odunsu 4 bitki (*Ficus nitida* Retusa, *Pittosporum tobira* L., *Buxus sempervirens* L. ve *Nerium oleander* L.) türü seçilmiştir. Bu bitkilerin gövde çelikleri, serada 3 farklı köklendirme ortamında (torf+perlit, mil ve aeroponik ortamında) köklendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada gözlem ve incelemeler için kökçüklerin gelişimi, boyu ve sayısı, çelik yaşama yüzdesi, yapraklanma sayısı ve durumu, hastalık durumu, dal sayısı, en uzun yan dal boyu, çelik tepe sürgünü çapı gibi göstergeler değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerle SPSS ortamında analizler (Varians ve Duncan testi) yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda aeroponik sisteminin diğer sistemlere göre *Ficus nitida* Retusa, *Buxus sempervirens* L., *Pittosporum tobira nana* L., *Nerium oleander* L. gibi türlerde başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Ornamental Plant Seedlings in The Production Aerofog (Aeroponic) Comparison with Other Classic Rooting Environment System

Keywords

Ornamental plant,
Cultivation techniques,
Rooting environment,
Aeroponics system.

Abstract: Plant production and growing industry contributing economically important and is a sector which is gradually developing. Development of new techniques and methods in this sector has become a priority. The purpose of this study; it has gained importance within the scope of ornamental plant production techniques aerofog system is to test the feasibility and compared with other rooting environment. For this purpose, most commonly used in the production of seedlings of ornamental plants can be evergreen and woody 4 plants (*Ficus nitida* Retusa, *Pittosporum tobira nana* L., *Buxus sempervirens* L. and *Nerium oleander* L.) species was selected. Stem cuttings of these plants were rooted in the greenhouse environment 3 different rooting media (peat + perlite, shafts and aeroponics media) have tried rooted. The development of rootlets for research and observations in the study, length, and number of steel survival, foliation number and status, disease status, number of branches, the longest lateral length, rolling hills shoot diameter were evaluated. With the obtained data analyzed with SPSS (Variance and Duncan test) programme. According to the these data, it was determined that aerophonics system has been found successfully for rooting than outhere classic rooting systems to, *Ficus nitida* Retusa, *Buxus sempervirens* L. *Pittosporum tobira nana* L., and *Nerium oleander* L. in species

1. Giriş

Geçmiş Osmanlı İmparatorluğu dönemine dayanan süs bitkileri üretimi, bir döneme adını verecek kadar önemsenmiş, soğanlı bitkilerle başlayan ticaret, 1940'lı yıllardan bu yana kesme çiçek ve saksılı bitkilerle devam etmiştir. Süs bitkileri sektörü

yaklaşık 65,4 milyon \$ üretim değeri sağlamaktadır. Süs bitkileri genel bir kavram olup; kesme çiçekler, iç mekan (saksı-salon) süs bitkileri, dış mekan süs bitkileri, doğal çiçek soğanları (geofitler) olmak üzere dört alt grupta incelenmektedir (Sayın ve Sayın, 2004).

Kesme çiçekler, kitlesel olarak üretilebilmesi ve taşıma kolaylığı nedeniyle dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ticareti en fazla yapılan süs bitkileri grubudur. Dünyada 50 milyar Dolar olarak tahmin edilen süs bitkisi üretim ve ticaretinin 24,7 milyar Dolarlık bölümünü kesme çiçekler oluşturmaktadır. Süs bitkileri sektöründe dünya pazarını yönlendiren ülkelerin başında Hollanda gelmektedir. ABD ve Japonya’da önemli üretici ülkelerdir (Sayın ve Sayın, 2004).

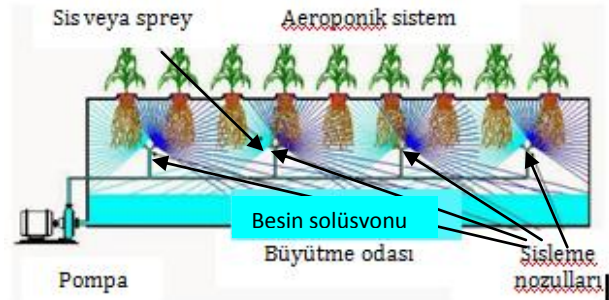
Estetik, fonksiyonel ve ekonomik amaçlarla üretilen dekoratif bitkilere süs bitkileri denilmektedir. Kesme çiçekler ve iç mekan süs bitkileri, dünya ticaretinde % 80’lik payla önemli bir grubu oluşturmaktadır. Ticari anlamda bu sektörün 1940’lı yıllarda başladığı Türkiye’de, toplam 20 ilde süs bitkisi üretimi yapılmaktadır. Başlangıçta Marmara Bölgesinde yaygın olan bu sektör, daha sonraları iklimsel avantajları nedeniyle Akdeniz Bölgesinde gelişim göstermektedir (Ay, 2009).

Özellikle son yıllarda kırsal alanlardan kent merkezlerine göçün hızlı bir şekilde devam ettiği ve Dünya nüfusunun önümüzdeki 40 yılda % 40 oranında artarak 9 milyar olacağı ifade edilmektedir. İklim değişikliği, ekilebilir arazi kaybı, pestisit direnci ve su sıkıntısı gibi faktörler sürdürülebilir tarımı tehdit etmektedir. Bu nedenle tarım tekniklerinde alternatif üretim yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu tekniklerden biri de aeroponik sistemdir (Seedstock, 2015). Aeroponik sistem topraksız bir teknik şeklidir. Kelime olarak “aeroponik” Latince kökenlidir. Aero “hava”, fog ise “sisleme” anlamında olup Aeroponik; hava kültürü ile büyüme anlamına gelmektedir. Tropik iklimlerde yetişen orkideler, bu grup bitkilere örnek verilebilir (Managment, 2014).

Aeroponik toprak ya da bir toplayıcı ortam kullanmadan, bir hava veya buhar ortamında büyüyen bitkiler sürecidir. Aeroponik sistemde büyüyen bitkiler için havadaki karbondioksit, bitki köklerine sis şeklinde besin infüzyonu, su ve yapay ışık kaynakları kullanılmaktadır. Seedstock (2015)’ e göre aeroponik sistem; “Bitkilerin temel gereksinimleri olan nem ve sıcaklık miktarını uygun nem (%70) miktarında ve sıcaklıkta tutulan, karbondioksit seviyesini de yeterli miktarda bulunduran bir sistemdir” şeklinde tanımlamıştır (Şekil 1).

Aeroponik sistem 1970-1980 yıllarında sebze bitkilerinin üretiminde kullanılmaya başlanılarak bir üretim aracı olmuştur (Jensen ve Collins, 1985). Hayden (2006), zencefil bitkisi rizomunun, özel tasarlanmış portatif aeroponik sistemde yetiştirilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Rizomların gübre çözeltisi ile doğrudan teması sağlanarak, spreylerin bulunduğu ara yüzde başarılar elde edilmiştir. Bu gözlem çalışmasında, alttan ısıtma sayesinde zencefil bitkisinin erken büyüme

gerçekleştirdiği ve daha büyük rizomlar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Pagliarulo ve Haydan (2000), 96 adet *Echinacea purpurea* L. (Ekinezya) ve 36 adet *Arctium lappa* L. (Dulavrat otu) bitkileri üzerinde gözlem çalışmaları yapmıştır. Bu çalışmada *Arctium lappa* L. otunun altı ay boyunca muazzam bir şekilde yaprak ve kök büyümesi gerçekleştirdiğini, hasat kökleri olan kalın köklerde arzu edilen renklenmelerin olduğu ve kök kabuklarının olgunlaştığı gözlemlenmiştir. *Echinacea purpurea* L. bitkisi ise ilk başlarda yavaş bir büyüme meydana geldiği ama 3 ay sonra büyümesi hızlanarak Mayıs ayında tam çiçeklenme meydana geldiği belirlenmiştir. *Echinacea purpurea* L. bitkileri arasında büyüklük ve verimde önemli farklılıklar nedeniyle tohumun bir genetik varyasyon özelliğine sahip olduğu öngörülmüştür.



Şekil 1. Aeroponik sistem şematik gösterimi (Anonim, 2015)

Bu çalışmanın amacı, süs bitkisi üretiminde günümüzde kullanılan klasik köklendirme yöntemlerine (perlit+torf karışımı ve mil) alternatif olabilecek ve topraksız üretim olarak kabul edilen aeroponik sisteminin çelik köklendirilmesinde kullanılabilirliğinin ortaya konulmasıdır. Diğer bir deyişle Aeroponik sisteminin, günümüzde yaygın olarak kullanılan köklendirme ortamları ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu çalışma ile aeroponik sisteminin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konulmak suretiyle yapılacak önerilerle bitki üreticilerine önemli katkı sağlanması ve bilgilendirilmesi öngörülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma esnasında kullanılan bitkiler Antalya ilinde bulunan Anadolu Mikrobiyolojik Tarımsal Mühendislik Peyzaj LTD. ŞTİ. şirketinin kendi bünyesinde oluşturmuş olduğu anaçlardan temin edilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan bitki türleri, adetleri, dikim aralıkları ve çelik boyu

Bitki Latince Adı	Adet	Dikim Aralıkları (cm)	Çelik Boyu (cm)
<i>Pittosporum tobira</i> nana	600	6*6	7-10
<i>Ficus nitida</i> Retusa L.	600	5*5	10-15
<i>Buxus sempervirens</i> L.	600	6*6	5-7
<i>Nerium oleander</i> L.	600	6*6	10-15

Tablo 2. Kullanılan bitki materyalleri

Latince adı	İngilizce adı	Türkçe adı	Familiya	Anavatanı
<i>Ficus nitida</i> L.	Laurel fig Indian laurel	Sokak benjamin	Moraceae	Asya-Endonezya
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Common box	Adi şimşir-Osmanlı Şimşiri	Buxaceae	Avrupa-Sibirya
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	Australian laurel	Bodur yıldız çalısı	Pittosporaceae	Avusturya-Çin-Japonya
<i>Nerium oleander</i> L.	Oleander Laurier rose	Zakkum	Apocynaceae	Akdeniz Bölgesi ülkeleri

Söz konusu bu bitkiler, Antalya bölgesinde yaygın olarak kullanılan ve tercih edilen herdem yeşil bitkilerden seçilmiştir. Bu bitkilerin üretimi için sera ortamı tercih edilmiştir.

Denemede kullanılan bitki türleri vejetatif üretim tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Bu amaçla da her çelik materyali aynı anaç bitkiden yumuşak ve sert gövde çelikleri şeklinde alınmış ve aşağıda belirtilen bitki türlerinden ve adetlerde alınarak oluşturulan deneme parsellerine dikilmiştir (Tablo 1).

2.1. Kullanılan bitki materyalleri

Deneme parsellerinde kullanılan bitki materyallerinin isimleri, familyası ve Anavatanı ile ilgili bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada; denemeye alınan bitkiler için köklendirme ortamları olarak; günümüzde kullanılan klasik köklendirme ve yetiştirme ortamlarından perlit+torf karışımı (% 70’i torf, % 30’u perlit), dere mili ve aeroponik ortam kullanılmıştır. Sera koşullarında üç farklı köklendirme ortamı parseli ve kontrol parseli ile birlikte toplam dört parsel olmak üzere üç tekrarlı tesadüf parselleri deneme deseni oluşturulmuştur. Üretim tipi olarak çelik materyaller kullanılmıştır. Aeroponik sistemde köklenen bitki çelikleri daha sonra cocopeat ortamına alınmıştır.

Sera içerisindeki sıcaklık üretim süresi boyunca 20-25°C aralığında kontrol altında tutulmuştur. Her ortamın bir kontrol parseli bulunmaktadır ve sistem içerisinde iki adet 100 lt’lik sulama tankları kullanılmıştır. Kontrol parselleri her ortamda meydana gelebilecek değişimleri gözlememizi sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu tanklardan biri kontrol parsellerine sadece sulama suyu gönderilirken diğer tanktan ortamlara gübreli ve ilacli suyun verilmesi için kullanılmıştır.

Köklendirme ortamlarına bitkilerin dikiminden sonra parsellerde periyodik gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Yapılan işlemler; kökçüklerin gelişimi, boyu (cm), sayısı, çelik köklendirme yüzdesi (%), yapraklanma sayısı (adet), hastalık durumu (%), dal sayısı (adet), çelik tepe sürgünü çapı, en uzun yan dal boyu şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler istatistikî analiz programı olan SPSS programı ortamında analiz edilerek karşılaştırma yapılmış olup önemlilik düzeyleri (0.01 ve 0.001) belirlenmiştir. Parametrik ölçümlerde

Varians analizi yapılarak Duncan testi uygulanmıştır. Non parametrik değerlere sahip ölçümlerde ise Kruskal-Wallis H testi uygulanarak analizler yapılmıştır.

Böylece ayrı üretim teknikleri karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmada takip edilecek yöntem aşamaları Tablo 3.’te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada takip edilecek yöntem aşamaları

1.Aşama	• Kaynak tarama ve güncel bilgilerin elde edilmesi
2.Aşama	• Sera ortamında köklendirme ortamlarının hazırlanması, orijinal bitkilerden çelik materyallerin temini ve çeliklerin tesisi
3.Aşama	• Sera koşullarında gözlem ve incelemelerin yapılması
4.Aşama	• Ölçüm ve gözlem verilerinin bilgisayar ortamına aktarılması ve İstatistik analizin yapılması
5.Aşama	• Sonuç raporunun hazırlanması

Araştırma sırasında tüm ortamlara haftalık olarak 100 lt’lik sulama tankına; Aminoasit (100 ml), Dezenfektan (400 ml), Üre gübresi (10 gr), Sulu bakır (60 gr), Kalsiyum nitrat, NPK ve iz element (250 gr) verilmiştir. Denemede kullanılan bitkilerin çelik alma dönemleri ise Tablo 4.’te verilmiştir.

Tablo 4. Denemede kullanılan bitkilerin çelik alma dönemleri ve ölçüm sayısı

Bitkinin adı	Çelik Alma Dönemi	Ölçümler Dönemleri	Ölçüm Sayısı
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	Mart	1 Haziran-7 Temmuz	5
<i>Ficus nitida</i> Retusa	Mart	1 Mayıs- 7 Haziran	5
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Ekim	15 Aralık-31 Mart	5
<i>Nerium oleander</i> L.	Mayıs	15 Haziran- 22 Temmuz	5

Çelik alma dönemleri olarak bitkilerin en iyi kök verdikleri dönem tercih edilmiştir (Tablo 4). Köklendirme dönemlerine göre iki haftada bir ölçümler yapılmış ve veriler değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Denemeye alınan bitki türlerinin köklendirme ortamlarındaki ölçüm ve gözlem değerleri

Farklı köklendirme ortamlarında kullanılan 4 ayrı bitki türlerinin köklendirme yüzdesi, kökçük gelişimi, yapraklanma sayısı, dal sayısı, en uzun yan dal boyu,

tepe sürgün çapı, hastalık durumlarına yönelik yapılan gözlem ve ölçümlerin aşağıda başlıklar halinde belirtilmiştir.

a. Denemeye alınan bitki türlerinin köklenme yüzdeleri (%)

Bitki türleri içinde köklenme yüzdesinde (%) en başarılı bitki *Nerium oleander* L. olmuştur. Köklendirme ortamlarının hepsinde yüzde yüz başarı elde edilmiştir. Çünkü bu bitki sulu ortamda en iyi kök veren bitkiler arasında yer almıştır. *Buxus sempervirens* L. ve *Ficus nitida* Retusa bitkileri başarılı olmalarına rağmen ortamlar arasındaki köklenme yüzdesi karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar olduğu görülmüştür. *Pittosporum tobira nana* L. ise köklenmede başarı düzeyi çok düşük olmuştur. (Tablo 5.).

Tablo 5. Denemeye alınan bitki türlerinin köklenme yüzdesi (%)

Bitkisel Materyalleri	Köklenme Yüzdesi			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	10	94	76	64
<i>Buxus sempervirens</i> L.	40	90	86	100
<i>Pittosporum tobiranana</i> L.	8	56	44	94

b. Denemeye alınan bitki türlerinin yapraklanma (adet) ortalamaları

Bitki materyalleri arasında yapılan kökçük gelişimi ölçümlerinde; *Nerium oleander* L. aeroponik ortamda 5,62 cm değeri ile en yüksek köklenmeye sahip olmuştur. *Buxus sempervirens* L. bitkisi en yüksek mil ortamında kökçük gelişimi elde edilmiş ve ortamların karşılaştırılmasında ise istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar gözlenmiştir. *Ficus nitida* Retusa bitkisi için aeroponik ortamda en yüksek değere sahip olurken ortamlar arasındaki kökçük gelişimi ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar görülmüştür. *Pittosporum tobira nana* L. bitkisi için ise ortamlar arasındaki kökçük gelişimi ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılık çıkmamıştır (Tablo 6.).

c. Denemeye alınan bitki türlerinin kökçük gelişimi (cm) ortalamaları

Bitki türlerinin yapraklanma sayısının (adet) gözlemi sonucunda; *Ficus nitida* Retusa türünün aeroponik ortamda ortalama 1,29 adet yaprak sayısı ortalaması ile en yüksek değere sahip olduğu gözlenmiştir. *Ficus nitida* Retusa ve *Nerium oleander* L. bitkileri aeroponik ortamda diğer ortamlara göre yüksek değerde olup ortamlar arasındaki yapraklanma sayısı

ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılık vardır. *Pittosporum tobira nana* L. ve *Buxus sempervirens* L. bitkileri için aeroponik ortamdaki değerler diğer ortamlara göre düşük değerde olup ortamlar arasındaki yapraklanma sayısı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar gözlenmiştir (Tablo 7.).

Tablo 6. Denemeye alınan tüm bitki çeşitlerinin kökçük gelişimi (cm)

Bitkisel Materyalleri	Kökçük Gelişimi			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	0,04	3,30	2,22	1,33
<i>Buxus sempervirens</i> L.	0,04	1,54	1,82	3,24
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	0,6	2,56	2,56	1,83
<i>Nerium oleander</i> L.	0,06	5,62	1,36	2,57

Tablo 7. Denemeye alınan bitki türlerinin yapraklanma sayısı (adet) karşılaştırması

Bitkisel Materyaller	Yapraklanma sayısı			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	0,45	1,29	1,15	1,13
<i>Buxus sempervirens</i> L.	0,61	0,98	1,07	1,15
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	0,68	0,96	1,17	1,22
<i>Nerium oleander</i> L.	0,6	1,09	1,09	0,85

d. Denemeye alınan bitki türlerinin dal sayısı (adet) ortalamaları

Bitki türleri arasında *Nerium oleander* L. aeroponik ortamında ortalama 1,73 adet ile en yüksek dal sayısına sahip olmuştur. *Ficus nitida* Retusa türünde aeroponik ortamında diğer ortamlara göre daha yüksek ortalamalarına sahip olmuştur. Her iki tür için de dal sayısı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar vardır. *Buxus sempervirens* L. Ve *Pittosporum tobira nana* L. türlerinde ise herhangi bir dal gelişimi gözlenmemiştir (Tablo 8.).

e. Denemeye alınan bitki türlerinin en uzun yan dal boyu (cm) ortalamaları

Bitki materyalleri arasında *Ficus nitida* Retusa, mil ortamında ortalama 24 cm ile en uzun dal çıkartan bitki olmuştur. Ancak diğer ortamlarda ise daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. Diğer türlerde yan dal oluşturma konusunda bir gelişme kaydedilmemiştir. (Tablo 9.).

Tablo 8. Denemeye alınan tüm bitki çeşitlerinin dal sayısı (adet) ortalamaları

Bitkisel Materyaller	Dal Sayısı (Adet)			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	0,59	1,46	1	0,98
<i>Buxus sempervirens</i> L.	0	0	0	0
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	0	0	0	0
<i>Nerium oleander</i> L.	0,70	1,73	0,74	0,74

Tablo 9. Denemeye alınan tüm bitki çeşitlerinin en uzun yan dal boyu (cm) ortalamaları

Bitkisel Materyaller	En Uzun Yan Dal Boyu (cm)			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	0	3	3	24
<i>Buxus sempervirens</i> L.	0	0	0	0
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	0	0	0	0
<i>Nerium oleander</i> L.	0	0,06	0	0

f. Denemeye alınan bitki türlerinin tepe sürgün çapı (cm) ortalamaları

Bitki türleri arasında *Ficus nitida* Retusa ortalama 2,48 cm ve *Nerium oleander* L. 2,46 cm ile aeroponik ortamında en yüksek tepe sürgünü çapına sahip bitkiler olmuştur *Buxus sempervirens* L. ve *Pittosporum tobira nana* L. bitkileri düşük değerlere sahip olup ortamlar arasındaki tepe sürgün çapı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılık görülmüştür (Tablo 10.).

Tablo 10. Denemeye alınan tüm bitki çeşitlerinin tepe sürgün çapı (cm) ortalamaları

Bitkisel Materyaller	Tepe Sürgün Çapı (cm)			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	0,2	2,48	0,87	0,99
<i>Buxus sempervirens</i> L.	0,02	0,30	0,25	0,35
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	0,06	0,36	0,16	0,10
<i>Nerium oleander</i> L.	0,13	2,46	0,73	0,52

g. Denemeye alınan bitki türlerinin hastalık durumu (%) ortalamaları

Bitki türleri arasında yapılan hastalık durumu (%) karşılaştırılmasında *Pittosporum tobira nana* L. hem torf+perlit ortamında hem de mil ortamında %56 ile en fazla hastalığa maruz kalan bitki olmuştur. *Buxus sempervirens* L. türü de torf+perlit ve aeroponik ortamında hastalık durumu yüzdesi fazla olmasına rağmen ortamlar arasındaki hastalık durumu ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel

olarak 0,001 düzeyinde farklılık görülmüştür. *Nerium oleander* L türünde ise diğer türlere göre üç farklı ortamda da hastalık hiç görülmemiştir (Tablo 11.).

Tablo 11. Denemeye alınan tüm bitki çeşitlerinin hastalık durumu (%) ortalamaları

Bitkisel Materyaller	Hastalık Durumu (%)			
	Kontrol Parseli	Aeroponik	Torf+ Perlit	Mil
<i>Ficus nitida</i> Retusa	100	8	8	24
<i>Buxus sempervirens</i> L.	40	10	16	0
<i>Pittosporum tobira nana</i> L.	62	38	56	56
<i>Nerium oleander</i> L.	62	0	0	0

3.2. Elde edilen genel bulgular ve tartışma

Çalışmada kullanılan bitkilerde yapılan gözlem ve ölçümler sonucu elde edilen genel bulgular;

❖ *Ficus nitida* Retusa bitkisi için:

- ✓ Aeroponik sistemde kökçüklerin gelişiminde ortalama 3,30 cm köklenme gerçekleşirken torf+perlit ortamında ortalama 2,22 cm köklenme gerçekleşmiştir. *Ficus nitida* Retusa için en iyi köklenme ortamı torf+perlit ortamı olarak bilinmesine rağmen aeroponik ortamda daha yüksek başarı elde edilmiştir. Ayrıca köklenme konusunda aeroponik ortam, diğer ortamlardan köklenmede 1 hafta erkencilik sağlamıştır ve aeroponik sistemde meydana gelen hastalıklara daha erken müdahale etme imkanı sağlamıştır.
- ✓ Ortamlar arasındaki köklenme yüzdesi karşılaştırılmasında oluşan farklılıkların daha çok sistem içerisinde kullanılan UV lambalarının ve ihtiyaç duyduğu nemin sürekli kontrol altında tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sulama tankında kullanılan suyun içerisine fungusit (Mantari) ilaçların kullanılmasının da etkili olabileceği öngörülmektedir.
- ✓ *Ficus nitida* Retusa bitkisi için ortamlar arasındaki yapraklanma sayısı ve dal sayısı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak meydana gelen farklılığın sistemden düzenli olarak su buharı ile sisteme ilave edilen besin maddelerinin eşit miktarda ve düzenli olarak verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- ✓ MEB (2009)'de *Ficus nitida* Retusa çeliklerinin dikilmiş olduğu köklendirme ortamının sürekli 28-32 °C'de olması ve üzeri naylon veya cam ile örtülmüş üretim ortamında tutulması gerektiği ifade edilmiştir. *Ficus* yetiştiriciliği için ortamın sıcaklığı 28°C'nin altına düşmemesi ve ortalama nem miktarının % 75-80 olması gerektiği belirtilmiştir. MEB (2011) 'de ise özellikle dere yatakları ve akarsu kıyılarında bulunan alüvyonlu topraklarda iyi gelişim gösterdiği belirtilmiştir.

❖ ***Buxus sempervirens L. bitkisi için;***

- ✓ Bu bitki için mil (3,24 cm) ortamında en iyi köklenme elde edilirken aeroponik sisteminde ortalama 1,54 cm köklenme gözlenmiştir. *Buxus sempervirens L.* bitkisi için ortamlar arasındaki köklenme yüzdesi ve kökçük gelişimi karşılaştırılmasında istatistiksel olarak farklılıklar oluşmasının nedeni, mil ortamının köklenme için gerekli olan nem ortamını daha stabil kılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. *Buxus sempervirens L.* bitkisinin sulu ortama dayanıklı olması nedeniyle bitkinin fizyolojik yapısında çok fazla deforme meydana gelmediği gözlenmiştir. MEB (2011)'de besince zengin, nemli, serin, gevşek, humuslu, kireçli topraklarda iyi gelişeceği belirtilmiştir.
- ✓ *Buxus sempervirens L.* bitkisinde dal ve yan dal oluşumu gözlenmemiştir. Bu bitkinin ortamlar arasındaki tepe sürgün çapı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak oluşan farklılığın mil ortamının katyon değişim kapasitesinin yüksek olmasından ve bitki besin elementlerinin daha çabuk alabiliyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- ✓ *Buxus sempervirens L.* bitkisi için mil ortamında hastalık söz konusu olmazken hastalığa yakalanma ortalama değeri (%16) ile en fazla torf+perlit ortamında meydana gelmiştir. En fazla yapraklanma sayısı ölçümleri ortalamalarına bakıldığında; mil ortamında 1,15 adet, torf+perlit ortamında 1,07 adet ve aeroponik ortamda ise 0,98 adet yapraklanma meydana geldiği saptanmıştır. *Buxus sempervirens L.* bitkisi için ortamlar arasındaki hastalık durumu ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun torf+perlit ortamında kök sisteminin sürekli nemli bir ortam içerisinde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aeroponik sistemde ise nem içerisinde gelişmesinin sebebi hem ilaçların kullanılması hem de UV lambalarının ortamı dezenfekte etmesinden kaynaklanmaktadır.

❖ ***Pittosporum tobira nana L. bitkisi için;***

- ✓ Bu bitki için ortamlar arasındaki kökçük gelişimi ortalamalarının karşılaştırılmasında herhangi bir farklılık düzeyi tespit edilememiş olup, köklenmesi için gerekli olan nem, ısı ve su gibi gereksinimleri karşılandığı için başarılı olduğu düşünülmektedir. MEB (2011)'de alınan bu çelikler % 8'lik toz veya 4000 ppm' lik IBA ile muamele edilerek sisleme altında köklendirilebileceği belirtilmiştir.
- ✓ *Pittosporum tobira nana L.* bitkisinde, dal ve yan dal oluşumu meydana gelmediği için değerlerin ortalaması 0 (sıfır) olmuştur. Tepe sürgün çapı en yüksek ortalama ile 0,36 cm ile aeroponik oluştururken, torf+perlit ortamında 0,16 cm ve mil ortamında ise 0,10 cm olarak belirlenmiştir.

En fazla hastalık %56 oranı ile torf+perlit ve mil ortamında meydana gelmiş, aeroponik sistemde ise bu oran %38 olarak saptanmıştır.

- ✓ *Pittosporum tobira nana L.* bitkisi için ortamlar arasındaki yapraklanma sayısı ve tepe sürgün çapı ortalamalarının karşılaştırılmasında meydana gelen farklılığın bu bitkinin topraktan karşıladığı minerallerin torf+perlit ortamından daha hızlı etki edebileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır.

❖ ***Nerium oleander L. bitkisi için;***

- ✓ Bu bitkide aeroponik sisteminde en yüksek oranda köklenme gerçekleşmiştir. Ayrıca bu bitki, aeroponik ortamda dal sayısında en yüksek orana sahiptir. Torf+perlit ortamında yan dal gerçekleştiremezken, aeroponik sisteminde 0,06 cm değerinde yan dal gerçekleşmiştir. Tepe sürgünü olarak ise torf+perlit ortamında ortalama 0,73 cm, mil ortamında 0,52 cm gerçekleştirirken aeroponik sistemde 2,46 cm tepe sürgünü oluşturmuştur.
- ✓ *Nerium oleander L.* bitkisi için ortamlar arasındaki yapraklanma sayısı ve dal sayısı ortalamalarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak 0,001 düzeyinde farklılıklar oluşmuştur. *Nerium oleander L.* bitkisinin bünyesinde bulundurduğu yapraklanma için gerekli olan yüksek su miktarının gerekli nem ve gübreler sayesinde daha hızlı emilim sağladığı ve yapraklanmaya teşvik ettiği düşünülmektedir.
- ✓ MEB (2011)'de *Nerium oleander L.* bitkisinin ılımlı ve nemli iklimleri sevdiği ifade edilerek suyu sevdiği sonucunu çıkarmak mümkündür.

3.3. Aeroponik sistemin diğer köklendirme ortamlarına göre olumlu ve olumsuz yönleri

***Olumlu yönleri (avantajları):**

- Bu çalışma ile aeroponik sistemin, doğal ve sağlıklı bitkileri üretmek için çevre dostu ve teknolojik bir sistem olduğu düşünülmektedir. Süs bitkilerinin köklendirilmesinde yaygın olarak kullanılacak önemli bir potansiyeldir. CIP (2008)'e göre, 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. Bununla birlikte, klonlama için aeroponik sistem kullanılarak kök gelişimi, hayatta kalma oranı, büyüme oranını ve olgunlaşma süresini arttırabilmektedir (Stoner, 1983). Pagliarub ve Hayden (2000) ise tek yıllık bitkilerin hasatında yoğun köklenme sağlayabileceği belirtilmiştir.
- Bu sistem teknoloji ile kombine edilmesi durumunda hızlı kullanım imkanı sunabilecek ve işgücü problemini azaltabilecektir. Karagüzel ve ark. (2006) ve GTHM (2012) yıl boyunca üretim için uygun koşulların sağlanmasında teknolojik gelişmelerden yararlanılması gerektiğini

belirtmektedir. Günümüzde, modern tarım seralarında ısıtma, soğutma, sulama, gübreleme ve ilaçlama sistemleri bulunarak bu işlemlerin hepsinin otomatik olarak kontrol altında yapılması sağlanmaktadır. Aeroponik sistemde yıl boyunca üretim imkanı sağlayabilmektedir. Ayrıca aeroponik sistemde tüm ortamı ısıtmak yerine sistem içerisinde ısıtma sistemi yapılmasına da imkan sunabilmektedir. Gardening (2015) bu sistemin bakım çalışmalarının kolay olduğunu belirtmektedir.

- Aeroponik sistem kontrollü bir sera ortamında uygulamak suretiyle yerel toprak ve iklim koşullarından bağımsız olabilmektedir. Ayrıca aeroponik sistem, kısıtlı bir ortamda bile katlı sistem uygulamaları sonucu çok sayıda bitki üretimine imkan sunabilmektedir. Pagliarulo ve Hayden (2000)'a göre de aeroponik sistemin, sera ortamlarındaki haricinde, bitki yetiştirmek için yerel arazi iklim koşullarından bağımsız, yıl içerisinde birden çok üretim imkanı sağlayabileceğini belirtmiştir.
- Aeroponik sistem ile köklendirme ortamında yabancı otların oluşması söz konusu olmamaktadır. Pagliarub ve Hayden (2000), bu sistemde bitki köklerinde yabancı ot ve diğer bitki kök kirlenmelerinin söz konusu olmayacağını ifade etmiştir.
- Bu sistemle, bitkiler arasında besin ve su rekabetinin ortamdaki kaldırılmasıyla özellikle süs bitkilerinde hızlı bir köklenme ve büyüme gerçekleşebileceği öngörülmektedir. Pagliarub ve Hayden (2000), büyüme ve olgunlaşmada hızlılık sağladığı için verimde artışa neden olabileceği belirtilmiştir.
- Bu sistemde kontrol yapabilmek ve zamanında müdahale etme özelliğine sahiptir. Besin çözeltisi bileşimi, sıcaklık ve manipülasyon uygulama yöntemi ile kök bölgesinde hassas kontrol sağlayabilmektedir (Pagliarub ve Hayden, 2000). Gardening (2015) aeroponik sistemi kök sisteminde daha fazla kontrol imkanı sunduğundan hastalıklara da daha erken müdahale etme imkanı sunabileceğini belirtmiştir.
- Bu sistem, özellikle suyu seven ve geofit bitkiler için köklendirme çok daha uygun olabilecektir.

***Olumsuz yönleri (dezavantajları):**

- Aeroponik sistemin kurulması, tesisi ve bakımı diğer yöntemlere göre daha maliyetli olabilmektedir (Management, 2014).
- Aeroponik sistemde bitki üretim ve yetiştirme çalışmaları için kullanılan teknolojik araç ve gereçler çok ayrıntılı olup aynı zamanda arıza yapma eğiliminde olmaları nedeniyle sürekli kontrol ve müdahale edilmesini gerektirebilmektedir (Management, 2014).
- Aeroponik sistem içerisinde nem ve sıcaklıktan dolayı hastalık gelişimi için uygun ortamlar oluşturabilmektedir. Karagüzel ve ark. (2006) virüsten ari materyallerin kullanımında yaşanan

sıkıntılarının olduğunu ve bunu sektörün zayıf yönlerinden biri olarak değerlendirmiştir. Klasik üretim materyalleri her ne kadar dezenfektanlar kullanılsa da yine de ortamdaki virüsleri yok etmeye yetmemektedir. Ancak bu çalışmada aeroponik sistem hastalıklara uygun zemin oluşturuyor olmasına rağmen sistem içerisinde kullanılan UV lambaları ile sistemin sürekli dezenfekte edildiğinden dolayı bitkilerin kök bölgesinde hastalıkların gelişmesini engellediği de düşünülmektedir. Powerhouse (2015) üretimin kontrollü bir ortamda yapıldığından dolayı hastalık riskini azaltabileceğini de söylemektedir.

4. Sonuç ve Öneri

Günümüz süs bitkisi üretim ve yetiştirme sektöründe yaşanan mevcut sorunlar ve yeni gelişmeler doğrultusunda farklı üretim tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle topraksız köklendirme tekniği olarak bilinen aeroponik sistem giderek önem kazanmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, yaygınlaşmakta olan aeroponik sistemi ile bitki köklendirme yaklaşımının diğer bilinen köklendirme ortamları ile karşılaştırılması ve bazı bitki türleri üzerindeki performansının araştırılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, özellikle *Ficus nitida* Retusa *Nerium oleander* L. ve *Buxus sempervirens* L. bitki türlerinin köklendirme çalışmalarında aeroponik sistemin uygun olabileceği belirlenmiştir.

Aeroponik sistemde üretilecek olan bitkilerin tek besin kaynağı su olduğu için dışarıdan gübre ve iz element takviyesinde bulunulması gerekmektedir. Aeroponik sistem kapalı devre sistemi olduğundan dolayı katlı üretime imkan sunabilmektedir. Bu da az alanda daha fazla bitki üretimini sağlamaktadır. Fakat diğer ortamlarda sisleme ile verilen su aşağıdan süzülerek kaybolmaktadır. Her ne kadar sistemi kurmak pahalı da olsa katlı sistem halinde yapılabiliyor olması, hastalık geliştiğinde hemen fark edilerek müdahale edebilme şansı verdiğinden dolayı ölen bitki sayısını azaltabilmektedir.

Aeroponik sistemin, özellikle nemli ve taban suyu yüksek yerlerde yetişebilen veya su ihtiyacı fazla olabilen türlerin gövde çeliğinin köklendirilmesi için kullanılması mümkündür. Böylece kısa süre içinde ve daha hızlı köklenme ve büyüme gerçekleştirilmesi mümkün olabilecektir.

Sonuçta, aeroponik sistemin diğer köklendirme yöntemlerinden daha avantajlı olabileceği, bazı türler için rahatlıkla kullanılabileceği, dar alanda bile çok sayıda fide elde edilebileceği, az ve kontrollü su ve gübre kullanımı ile maliyetin düşürülebileceği, hastalıklara karşı erken müdahale imkanı sunabileceği ve sektör tarafından rahatlıkla uygulanabileceği belirlenmiştir. Bu sistem, özellikle suyu seven ve geofit bitkiler için köklendirme

çalışmaları için uygun olabileceği gibi kesme çiçekçilik sektöründe de yaygın kullanılabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma için 3470-YL1-13 No'lu Projeye maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim. Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Anadolu Mikrobiyolojik Tarımsal Mühendislik Peyzaj LTD. ŞTİ. Yönetim Kurulu Başkanı Durmuş KOÇ'a, Genel Müdür'ü Mine YALÇIN'a ve Anadolu Mikrobiyolojik Tarımsal Mühendislik Peyzaj LTD. ŞTİ. personeline teşekkür ederim. Ayrıca AHM Makine İklimlendirme Otomasyon İnş. İth. İhr. San. Tic. Ltd. Şti. Genel Müdürü Ali ATA'ya ve şirket personeline teşekkür ederim.

Kaynakça

- [1] Anonim, 2015. Aeroponic system. http://1.bp.blogspot.com/_zPjjysrKCI/VFNTDcry8ml/AAAAAAAAA0k/nL75iLHKBIQ/s1600/Aeroponic-System.jpg (Erişim Tarihi: 20.07.2015).
- [2] Ay, S., 2009. Süs Bitkileri İhracatı, Sorunları ve Çözüm Önerileri: Yalova Ölçeğinde Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. C: 14. S: 3, 423-443. <http://sablon.sdu.edu.tr/fakulteler/iibf/dergi/files/2009-3-22.pdf> (Erişim Tarihi: 18.06.2015).
- [3] CIP, 2008. International Potato Centre. Quality Seed Potato Production Using Aeroponics. Lima. Peru. S:1-47. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/005447.pdf> (Erişim Tarihi: 03.06.2016).
- [4] GTHM, 2012. Süs Bitkileri (Endüstrisi) Sektör Raporu. T.C. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 36s. http://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal_strateji/sus_bitkileri_endustrisi_sektor_raporu.pdf (Erişim tarihi: 16.08.2015).
- [5] Gardening Co, 2015. Aeroponics- Benefits and Disadvantages. <http://www.gardeningsite.com/aeroponics/aeroponics-benefits-and-disadvantages/> (Erişim Tarihi: 17.08.2015).
- [6] Jensen, M.H. Collins, W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. Hort. Rev. 7: 483-558.
- [7] Hayden A.L., 2006. Aeroponic and Hydroponic Systems for Medicinal Herb, Rhizome, and Root Crops. Native American Botanics Corporation P. O. Box 44287, Tuscon, AZ 85733. S: 536-538. <http://hortsci.ashspublications.org/content/41/3/536.full.pdf> (Erişim Tarihi: 03.06.2015).
- [8] Karagüzel O., Korkut A., Özkan B., Çelikel F., Titiz S., 2006. Süs Bitkileri Üretiminin bugünkü Durumu, Geliştirme Olanakları ve Hedefleri, 20s. www.zmo.org.tr/resimler/ekler/e915db6326b6fb6_ek.pdf (Erişim Tarihi. 24.06.2015).
- [9] Managment, 2014. Aeroponic. [ftp://217.219.170.14/Managment Group/Conference Of Entrepreneurship/public/Aeroponic/annaphants.ppt](ftp://217.219.170.14/Managment%20Group/Conference%20Of%20Entrepreneurship/public/Aeroponic/annaphants.ppt) (Erişim Tarihi:12.12.2014).
- [10] MEB, 2009. Bahçecilik Ficus Yetiştiriciliği. Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi. Ankara. Erişim Tarihi: 20.08.2015. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ficus%20Yeti%20C5%9Ftiricilicilik%20C4%9Fi.pdf
- [11] MEB, 2011. Bahçecilik Süs Çalıları, Ankara. 622B00021. Erişim Tarihi: 20.08.2015. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/S%20C3%BCs%20C3%87al%20C4%B1lar%20C4%B1.pdf
- [12] Powerhouse CO, 2015. 15 Benefits of Aeroponic Growing. <http://www.powerhousehydroponics.com/15-benefits-of-aeroponic-growing/> (Erişim Tarihi: 17.08.2015).
- [13] Pagliarulo C. L., Hayden A. L., 2000. Potential For Greenhouse Aeroponic Cultivation Of Medicinal Root Crops. Controlled Environment Agriculture Center, Department of Plant Sciences University of Arizona, PO Box 210038, Tucson, Arizona 85721-0038 USA. http://aces.nmsu.edu/southwestherbs/documents/aeroponic_medicinals.pdf (Erişim Tarihi: 20.07.2015).
- [14] Sayın, C., Sayın B., 2004. Türkiye Süs Bitkileri Üretim ve Pazarlama Yapısının Avrupa Birliği'ne Uyum Açısından Değerlendirilmesi. [www.cengizsayin.com/YAYINLAR/AB_SUS_OPD_\(TOKAT\).pdf](http://www.cengizsayin.com/YAYINLAR/AB_SUS_OPD_(TOKAT).pdf) (Erişim tarihi: 15.12.2014).
- [15] Seedstock CO, 2015. Startup Profile: AeroFarms: Urban Agriculture Aeroponics Systems,. <http://seedstock.com/2011/03/29/startup-profile-aerofarms-systems-urban-agriculture-aeroponics/> (Erişim Tarihi: 20.05.2015).
- [16] Stoner R.J, 1983. Aeroponics Versus Bed and Hydroponic Propagation. Florists' Review, (1)173: 4477.