

***Anthurium andraeanum* in vitro Kültüründe Besin Ortamı pH'ının Sürgün Rejenerasyonuna ve Gelişimine Etkisi**

Cansu DİNDAR^{1*}, Merve KABAKCI², Uğur ŞİRİN³, Mustafa Ercan ÖZZAMBAK⁴

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın; ORCID: 0000-0002-0592-7513

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın; ORCID: 0000-0002-4097-9896

³Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın; ORCID: 0000-0002-5244-4960

⁴Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-3597-0539

Gönderilme Tarihi: 1 Ekim 2024

Kabul Tarihi: 27 Kasım 2024

ÖZ

Süs bitkileri grupları arasında önemli bir yer tutan iç mekân süs bitkilerinden olan *Anthurium* sp. vejetatif ve generatif olarak çoğaltılabilmekte ancak bu işlemler uzun zaman almaktadır. Aynı zamanda ticari bir üretim için gereken standardizasyonu sağlamakta da güçlük görülmektedir. Kitlesel seri üretim olanaklarından olan *in vitro* kültürde iyi bir çoğaltım protokolü geliştirmek ticari açıdan değer taşımaktadır. Doku kültürü ile üretimde bitkilerin, besin maddeleri alınımında etkili olan pH aralıkları çoğunlukla 5,6-5,8 değerleri arasında olsa da bazı bitkilerin asidik, bazı bitkilerin bazik ortamlarda iyi geliştiği göz önünde bulundurulunca besin ortamının da farklı pH değerlerinde ayarlanması ile bitki gelişimini gözlemlenmek, geliştirilecek protokollerde fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda, bu araştırmada *Anthurium andraeanum*'un *in vitro* kültüründe MS besin ortamının pH'ı 4 farklı değer (4,3, 4,8, 5,3 ve 5,8) olarak ayarlanmıştır. Araştırma sonucunda; eksplant başına oluşan yeni sürgün sayısı 40,33 adet ile kontrol grubunda (pH 5,8) elde edilirken, en düşük değer aynı istatistiki grupta yer alan, 4,3, 4,8, 5,3 pH değerlerinden sırasıyla 3,67 adet, 7 adet, 9 adet olarak elde edilmiştir. 4,3 pH'a sahip ortamda eksplant başına oluşan yeni sürgün sayısı en düşük değeri alırken, aynı ortam, eksplantta gelişen yeni sürgün uzunluğu bakımından en yüksek sonuçları vermiştir. Ölçülen diğer parametrelerde istatistiki olarak bir farklılık belirlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: *in vitro*, doku kültürü, pH, *Anthurium* sp.

Effect of pH Level of Culture Media on Shoot Regeneration in *in vitro* Culture of *Anthurium* sp.

ABSTRACT

Anthurium sp., one of the indoor ornamental plants, which has an important place among ornamental plant groups, can be propagated vegetatively and generatively, but these processes take a long time. At the same time, it is difficult to provide the standardization required for commercial production. Developing a good propagation protocol in *in vitro* culture, which is one of the mass production possibilities, is of commercial value. Although the pH ranges that are effective in the nutrient uptake of plants in tissue culture production are mostly between 5,6-5,8 values, considering that some plants grow well in acidic and some plants grow well in basic environments, it will be beneficial to observe plant growth by adjusting the nutrient medium at different pH values in the protocols to be developed. In this context, in this study, the pH of MS nutrient medium was adjusted to 4 different values (4,3, 4,8, 5,3 and 5,8) in *in vitro* culture of *Anthurium andraeanum*. As a result of the research, the number of new shoots formed per explant was 40,33 in the control group (pH 5,8), while the lowest value was obtained as 3,67, 7 and 9 in the same statistical group with pH values of 4,3, 4,8 and 5,3, respectively. At pH 4,3, the number of new shoots per explant was the lowest value, while the same medium gave the highest results in terms of the length of new shoots per explant. There was no statistical difference in other measured parameters.

Keywords: *in vitro*, tissue culture, pH, *Anthurium* sp.

GİRİŞ

Antoryumlar, *Dieffenbachia*, *Spathiphyllum*, *Philodendron* cinsleri gibi 100'den fazla cinsi içeren *Araceae* familyasında yer almaktadır [1]. *Pothoideae* alt familyasının bir üyesi olarak kabul edilmekte olan *Anthurium* cinsi yaklaşık 1600 tür içermektedir ve Amerikan tropik bölgelerindeki en büyük ve en

karmaşık cinslerden biri olarak bilinmektedir [2]. Antoryumun tür çeşitliliğinin en fazla olduğu doğal yayılış alanı Ekvador, Venezuela, Kolombiya ülkelerinin de dahil olduğu Orta Amerika ile Güney Amerika'nın kuzeyidir [1]. Bu bölgelerde çok çeşitli yaşam alanları ve habitatlarda yaşayabilen cins en çok deniz seviyesinden 1.500 m'ye kadar olan yüksekliklerdeki nemli yağmur ormanlarında yayılış

*Sorumlu yazar / Corresponding author: cansu.dindar@adu.edu.tr

göstermekle birlikte 3.000 m²'nin üzerine kadar yaşam alanı bulmaktadır [3, 4]. *Antoryum* türleri içerisinde bulunan *Anthurium andreanum* ve *Anthurium scherzerianum* dünya pazarında süs bitkisi olarak ticari önemi son derece yüksek türlerdir.

Antoryumlar, parlak gösterişli çiçeklerinin yanı sıra parlaklığını ve canlılıklarını vazoda uzun süre koruyabilmeleri ve aynı zamanda birim alandan elde ettikleri yüksek getiri nedeniyle son derece yüksek verimlilik ile karakterize edilmektedir. Bu özellikleri sayesinde çok sevilen, kolay pazar bulabilen antoryumlar hem nitelikli bir süs bitkisi olarak estetik ihtiyaçları karşılayan bir salon bitkisi [5] hem de kesme çiçek olarak değerlendirilebilmektedir. Kesme çiçek olarak değerlendirildiğinde, yıl boyu çiçek kesimi yapılabilirdiği için tüm yıl kesintisiz pazarlama olanağı sunmaktadır. Dünyadaki başlıca üreticiler Hollanda, Mauritius ve Hawaii'dir. Tropikal kesme çiçekler, toplam kesme çiçek ticaretinin yaklaşık %4-5'ini oluşturmakta, orkideler ve antoryumlar ise bu ticaretin %90'ını kapsamaktadır. Küresel pazarda tropikal kesme çiçek satışında orkide ilk sırayı alırken, antoryum satışları ikinci sırada yer almaktadır [6]. Bu pazarda Hollanda, dünya antoryum ticaretinin lideridir ve çiçek aranjmanlarında son derece popüler olan kesme çiçeklerden biri olan antoryumun üretimi yılda 50 milyondan fazladır.

Antoryumlar tohumla, rizomla, çelikle çoğaltılabildiği gibi günümüzde modern işletmelerde ticari Antoryum üretimi doku kültürü yöntemiyle de yapılmaktadır [7]. Antoryum, klasik çoğaltımında üretimin başlangıcından fide satışına hazır hale gelene kadar geçirdiği süreç itibarıyla uzun süreli bir ürün olarak kabul edilir. Bitkiler fide üretici tesislerinde ne kadar uzun süre kalırsa, hastalık ve zararlı nedeniyle kayıpların artma olasılığı artış göstermekte, dolayısı ile maliyeti de yüksek olabilmektedir.

Klasik çoğaltım yöntemlerinden biri olan, tohumla çoğaltımda elde edilen bitkiler heterojen bir yapı gösterir. Öte yandan ayırma, çelik alma gibi standart vejetatif çoğaltım yöntemleri çok yavaştır ve ticari fide üretimi için yeterli kazanca sahip değildir. Bu bağlamda, *in vitro* kültür yöntemleri, kitlesel üretim ve standardizasyon açısından büyük bir potansiyele sahiptir [8]. Günümüzde bitki biyoteknolojisi ve bitki moleküler biyolojisindeki ilerleme hızlanmakta ve yeni alanlara ulaşmaktadır. Biyoteknolojik yöntemler her ne kadar yeni fırsatlar barındırsa da uygulamaların ticari olarak kullanımı türlere özgü protokollerin geliştirilmesi ile mümkün olabilmektedir [9].

Antoryumda kullanılan *in vitro* yöntemler; somatik embriyogenesis, meristem kültürü ve

organogenesisidir [10]. *In vitro* üretimde her bitki için ayrı geliştirilen protokollerin başarısı, kullanılan çeşide, eksplant tipine, kullanılan ortam bileşenlerine bağlıdır [11]. Antoryum için *in vitro* kültürde birçok çalışma yapılmış ve çeşitli yöntemler denenmiştir. Bunların arasında kallus kültürü [12, 13], anter kültürü [14], meristem kültürü [15] yöntemleri yer almakta, kullanılan hormon ve hormon seviyelerinde değişiklikler [16, 17, 18, 19], şeker konsantrasyonlarında ve kaynağında farklı uygulamalara ait çalışmalara rastlanmaktadır [20, 21, 22]. Antoryumun *in vitro* çoğaltımına yönelik araştırmalarda yapraklar [23, 24, 25, 26, 27], yaprak sapları [28], boğumlar [29, 30], kökler [31], anterler [32], spathe [18] ve tohumlar [33] eksplant kaynağı olarak başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Genotipik farklılıklarından dolayı çeşitlerin *in vitro* çoğaltmada gösterdikleri tepkiler de farklıdır. Bu nedenle her antoryum türü ve çeşidi için uygun *in vitro* çoğaltım protokolleri; uygun eksplant tipleri, uygun bitki büyüme düzenleyici kombinasyonları, uygun şeker kaynağı ve konsantrasyonu gibi faktörler bakımından değerlendirilmeli ve belirlenmelidir. MS besin ortamı, bitkisel doku kültürlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [34]. Besin değeri yüksek MS ortamı başlangıçta tütün (*Nicotiana tabacum*) için geliştirilen bir ortam olmakla birlikte pek çok bitki türünde bitki gelişimini güçlü bir şekilde sağlayabilmektedir. 2012 yılında Winarto ve Teixeira da Silva tarafından antoryum anter kültürü için optimize edilen ve aynı zamanda kallus gelişimini de sağlayan bir ortam (Winarto-Teixeira (WT)) geliştirilmiştir. MS ortamı çeşitli eksplantların (apikal sürgünler, yapraklar, yaprak sapları, genç çiçek salkımları ve kökler gibi) doku kültürü yöntemi ile çoğaltılmasına olanak sağlarken, WT temel ortam bileşimi ise antoryumda anter kültürü için uygun bir ortam olarak nitelendirilmiştir [35].

Doku kültürü yoluyla üretim, kültürü yapılan bitkilerin çoğaltılması için geleneksel çoğaltma teknikleri ile karşılaştırıldığında yer ve zamandan tasarruf, üretimin dış koşullardan etkilenmemesi gibi büyük avantajlara sahiptir. Aseptik koşullarda üretim yapıldığından bitkilerin ihracatı ile ilgili karşılaşılabilecek olası sorunlar da büyük ölçüde azalmaktadır. Günümüzde orkide, krizantem, antoryum, gerbera ve eğrelti otu gibi hem saksılı hem de kesme çiçek süs bitkileri, gelişmiş ülkelerde doku kültürü teknikleri kullanılarak üretilmektedir. Bunlar yurt dışına ya doku kültürü kapları içerisinde ya da doku kültüründen çıkarılmış fidecik olarak ihraç edilebilmektedir [36, 37]. Bu bakımdan çoğu ülke, *in vitro* koşullarda üretilen bitkileri kısa süreli bir karantinanın ardından kabul etmektedir [38]. Doku kültürü yöntemiyle orkide üretiminde ilk sırada yer

alan Tayvan, bu özelliği ile dünyada süs bitkileri üretim ve ihracatında lider konumda olan Hollanda'ya alternatif bir ülke haline gelmiş ve günümüzde doku kültürüyle çoğaltılmış fide ihracatında özellikle orkide üretimi bakımından pazarda yerini almıştır [37].

In vitro çoğaltımda sürgün gelişimi, köklenme, dış koşullara adaptasyon gibi konular besin ortamının içeriğine, inkübasyon ortamının ışık şiddetine, spektrumuna, ortam sıcaklığı gibi etmenlere bağlıdır. Bu bakımdan kullanılan besin ortamının içerisine eklenen her türlü bitki büyüme düzenleyici, şeker kaynağı vb. faktörler çoğaltım protokolünü etkilemektedir. *In vitro* büyüme ve organogenez, besin ortamının pH seviyesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Toprak/ortam reaksiyonu, besin elementlerinin alınımını ve etkinliğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Belli bir pH değerinin altında ve üstünde, besin elementi yarıyışlılığı değişmektedir. Özellikle çoğu türün kök oluşumu için 5,7 ile 6,3 arasında değişen hafif asidik pH değerlerinin uygun olduğu yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur [39, 40].

Bitkilerin besin elementlerinden yararlanması için; besin elementlerinin kök etki alanında (rizosfer) olması ve alınabilir formda bulunması gereklidir [41]. Ayrıca bitkilerin besin maddesi alınımının optimum olması için pH aralıklarının da optimum koşullarda bulunması gerektiği bilinmektedir. pH düştükçe yani ortam asitleştikçe, metallerin (Fe, Zn, Mn, Cu, Al vb.) çözünürlüğü artmakta, bu da metal toksisitesine yol açmaktadır. pH değeri yükseldikçe de metallerin çözünürlüğü azalmakta ve bu durumda Fe, Zn, Mn, Cu ve B gibi besin elementlerinin noksanlıkları ortaya çıkmaktadır [42].

Her bitkinin yetiştirme ortamında farklı pH değerleri isteği olduğu göz önünde bulundurulduğunda *in vitro* besin ortamlarının mineral tuzlar, vitamin ve büyüme düzenleyici içeriklerinin yanı sıra ortam pH'ı bakımından da her bitki için ayrı ayrı düzenlenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Üzerinde çalışılan bitki türünün farklı gelişim özelliklerini gözlemek hedeflendiğinde iyi bir protokol geliştirmek açısından pH isteğinin belirlenmesi fayda sağlayacaktır. Bu çalışma ile *in vitro* kültür ortamında farklı pH değerleri kullanılarak *Anthurium andraeanum* sürgün rejenerasyonunda meydana gelebilecek gelişimsel farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece *Anthurium andraeanum in vitro* kültürü için uygun pH değeri saptanarak uygulanabilir çoğaltım protokolünün belirlenmesi ve sonraki çalışmalar için yol gösterici olabilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Süs Bitkileri Yetiştiriciliği ve Islahı Anabilim dalı doku kültürü laboratuvarında 2023 yılında yürütülmüştür. Ticari olarak doku kültürü ile fide üretimi yapan bir firmadan temin edilen *in vitro Anthurium andraeanum* bitkiciklerinden alınan 5 mm boyundaki sürgünler (eksplantlar) (Şekil 1), MS besin ortamında kültüre alınmıştır.



Şekil 1. Kültüre alınan ortalama 5 mm boyundaki alt kültür bitkicikleri

Metot

Besin Ortamlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu

Çalışmada, hazır MS ortamı karışımı ($4,43 \text{ g.L}^{-1}$) kullanılmış, ortam içerisine 3% (w/v) sakaroz ve 3 ppm BAP (6-benzil aminopürin) + 0,1 ppm NAA (naftalen asetik asit) standart olarak tüm uygulamalara ilave edilmiştir. MS ortamı, bitkisel doku kültürü uygulamaları için standart bir besin ortamı olarak kabul edilmektedir [8]. Çalışmamızda kullanılan miktarlar (3 ppm BAP ve 0,1 ppm NAA) daha önceki antoryum çoğaltım çalışmalarımızda iyi sonuç veren büyüme düzenleyici dozları olarak belirlenmiştir. Daha sonra kontrol grubunun pH'ı 5,8 olarak ayarlanmıştır. Kontrol grubunun yanı sıra 3 farklı pH değeri (4,3, 4,8, 5,3) uygulamaya dahil edilmiştir. Besin ortamlarının pH'ı 0,1 N NaOH veya 0,1 N HCl kullanılarak (Hanna HI9813-5 pH ölçer ile) ayarlandıktan sonra jel yapıcı madde olarak 6 g.L^{-1} agar ilave edilmiş ve agar eriyip homojen bir şekilde ortam içerisinde dağılına kadar mikrodalga fırında tutulmuştur. Daha sonra ortamlar otoklavlanabilir cam tüplere aktarılmış ve 121°C 'de 1 atmosfer basınç uygulayan otoklavda 15 dakika ile sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Kültüre Alma İşlemi

Bu çalışmada *in vitro* antoryum sürgünleri kullanılmıştır. Tek boğumlu, iki yapraklı (yaklaşık 0,5 cm boyundaki) sürgünler, farklı pH seviyelerine

sahip besin ortamlarının bulunduğu kültür kaplarına aktarılmıştır. Aktarım yapılan ortamlardaki antoryum sürgünleri 8 hafta süreyle iklimlendirme odasında 22°C sıcaklık, 14/10 saat aydınlık ve karanlık ışıklandırma koşullarında inkübasyona tâbi tutulmuşlardır. 8 haftalık süre sonunda bitkilerdeki gelişme durumları saptanmıştır. Bu bağlamda eksplantlardaki gelişme farklılıklarının ortaya konması amacıyla, gelişen sürgünlerde bazı ölçümler yapılmıştır.

İncelenen Parametreler

Bu bağlamda kültüre alınan eksplantlarda morfolojik özelliklerden;

•*Yeni Sürgün (Kardeş Sürgün) Sayısı (adet/eksplant) (YSS)*: Deneme gruplarındaki bitkiciklerin ana sürgün üzerindeki yan sürgünler sayılarak adet olarak ifade edilmiş ve kaydedilmiştir.

•*Yeni Sürgün Uzunluğu (cm) (YSU)*: Eksplantlar üzerinde gelişen sürgün uzunlukları cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.

•*Yaprak Sayısı (adet/sürgün) (YS)*: Eksplantlar üzerinde gelişen sürgünler üzerinde yer alan yapraklar sayılarak adet olarak belirlenmiştir.

•*En Uzun Kök Uzunluğu (cm) (EUKU)*: Eksplantlar üzerinde gelişen en uzun kök cetvel yardımıyla ölçülmüş ve cm cinsinden ifade edilmiştir.

Bu parametreler, *in vitro* bitki gelişimini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan kriterlerdir [43].

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Her bir tekerrürde, her uygulama için 3 kültür kabı ve her kapta da 1 adet eksplant kullanılmıştır. Veriler SPSS Version 26 paket programı ile tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş ve önemli çıkan farklılıklar harfler ile gösterilerek belirtilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Anthurium andraeanum'un *in vitro* alt kültüründe, farklı pH değerlerinde gelişimleri gözlemlenen bitkiciklerde ele alınan kriterlerden elde edilen ortalama değerler ve istatistiksel değerlendirme Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışma sonucunda incelenen parametrelerden eksplant başına oluşan yeni sürgün sayısı (YSS) 40,33 adet/eksplant ile kontrol (pH 5,8) ortamında en yüksek değer olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). En düşük değer olarak, 5,3 ve 4,8 pH değeri verileriyle aynı istatistiksel grupta yer alan pH 4,3 ortamı 3,67 adet/eksplant ile tespit edilmiştir. pH 5,8 ortamından önemli düzeyde farklı bulunan diğer iki ortamda da

sırasıyla 9 ve 7 adet/eksplant değerleri alınmıştır. Sürgün sayısındaki bu farklılıklar, pH değişimlerinin *in vitro* koşullarda sürgün gelişimi üzerindeki dikkat çekici etkilerini göstermektedir.

Çizelge 1. Farklı pH değerlerine sahip *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin vejetatif özelliklerine ait ölçüm değerleri

İncelenen Özellikler	pH 5,8 (Kontrol)	pH 5,3	pH 4,8	pH 4,3
Yeni (Kardeş) Sürgün Sayısı (adet/eksplant)*	40,33 a	9,00 b	7,00 b	3,67 b
Yeni Sürgün Uzunluğu (cm)	1,52	1,67	1,42	1,75
Yaprak Sayısı (adet/sürgün)	2,75	3,55	3,60	3,08
En Uzun Kök Uzunluğu (cm)	1,89	3,27	1,97	2,58

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$)

Eksplant başına oluşan yeni sürgünlerin uzunluğu (YSU) bakımından yapılan incelemelerde, farklı pH değerlerinin sürgün uzunluğuna anlamlı bir fark olarak yansımadağı gözlemlenmiştir. Farklı pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılık oluşturmamış olsa da sürgün uzunlukları ortalamaları arasında sayısal farklılık bulunmaktadır. Bu bakımdan eksplantta gelişen en yüksek yeni sürgün uzunluğu (YSU), 1,75 cm ile 4,3 pH değerinden elde edilmiştir. Sürgün çoğaltımı bulgularıyla birlikte değerlendirildiğinde en düşük sürgün sayısını veren 4,3 pH ortamlarında en uzun sürgünün ölçülmesi; bitkinin enerjisini yeni sürgün yapmaya değil, sürgün uzatmaya kullandığı şeklinde yorumlanmıştır. pH'ın ortamdaki besin maddelerinin alınabilirliğini etkilediği iyi bilinmektedir ve pH 5'in altına düştüğünde çoğu besin maddesinin alınımı sınırlı hale gelir [44].



Şekil 2. pH 5,8 olan besin ortamında kültüre alınan bir sürgünden üç hafta sonunda gelişen yeni sürgünler

Araştırmada incelenen diğer parametrelerde (yaprak sayısı ve kök uzunluğu) pH değişimlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi

gözlemlenmemiştir. Yaprak sayısı denemelerde yer alan dört farklı pH seviyesinde 3,60-2,75 adet/sürgün arasında değişiklik göstermiştir. Yaprak sayıları bakımından en yüksek değerler pH 4,8'dan alınmış, bunu sırasıyla pH 5,3, pH 4,3, pH 4,8 ortamları izlemiştir. En uzun kök uzunluğu (EUKU) 3,27 cm ile en yüksek değeri pH 5,3'te gösterirken en düşük değeri 1,89 cm ile pH 5,8 ortamında vermiştir. pH 5,8 hem YS hem de EUKU parametrelerinde en düşük değerleri veren besin ortamı olmuştur. Bu durum, pH'nın tüm bitkisel parametreler üzerinde eşit derecede etkili olmadığını veya bu koşullar altında belirgin bir etkilenme gözlemlenmediğini göstermektedir.

SONUÇ

In vitro kültürlerde sağlıklı bitki büyümesi, sürgün ve kök oluşumu için pH değeri kritik bir faktördür. Yapılan bu araştırma sonucunda, *Anthurium andraeanum*'un *in vitro* kültüründe farklı pH seviyelerinin bürgün çoğaltımı üzerindeki etkilerinin sınırlı düzeyde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan pH değerlerinin (5,8; 5,3; 4,8; 4,3) *in vitro* sürgün gelişiminde yalnızca kardeşlenme (proliferasyon) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar yarattığı belirlenmiştir. İncelenen diğer parametrelerde (sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, kök uzunluğu) ise farklı pH seviyelerindeki ortamlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu bulgular, pH değerlerinde sıklıkla kullanılan 5,8'den daha asidik seçimlerin *Anthurium andraeanum*'un *in vitro* büyüme ve gelişmesi üzerinde tüm parametreler bakımından büyük farklılıklar yaratma konusunda etkili olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte pH 5,8 olarak kullanılan seviye, daha asidik ortamlara göre sürgün çoğalması bakımından daha olumlu bulunmuştur. Devam çalışmalarında pH değerlerini daha geniş bir aralıkta ele alacak şekilde, antoryumda ve farklı bitki türlerinde daha detaylı ölçüm ve gözlemlerle (yaş-kuru ağırlık ölçümü, bitkideki gelişim farklılıklarının biyokimyasal analizlerle ortaya konması, yaprak boyutları gibi) pH'nın etkilerinin tam olarak belirlenmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Alvarez, A.M., Toves, P.J., Vowell, T.S. 2006. Bacterial blight of anthuriums: Hawaii's experience with a global disease. Department of Plant and Environmental Protection Sciences.
2. Díaz-Jiménez, P., Croat, T.B., Cedeño-Fonseca, M., Gómez-Domínguez, H., Ortiz, O.O., Aguilar-Rodríguez, P.A. 2021. *Anthurium perezfarrerae* (Araceae: sect. *Andiphilum*), a new species from Sierra de Juárez, Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92.
3. Croat, T.B. 1986. The distribution of *Anthurium* (Araceae) in Mexico, Middle America and Panama. *Selbyana*, pp:94-99.
4. Muraleedharan, A., Sha, K., Kumar, S., Sujin, G.S., Joshi, J.L., Kumar, C.P.S. 2020. Performance of *Anthurium andraeanum* to different growing media on flowering. *Plant Archives*, 20(1), 3738-3740.
5. Şirin, U. 2021. Süs bitkileri yetiştiriciliği 1. (süs bitkileri üretim teknikleri). Ders notları, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın.
6. Rikken, M. 2010. The European market for fair and sustainable flowers and plants. Trade for Development Centre, Belgian Development Agency, Belgium.
7. Murguia Gonzalez, J. 1996. Evaluation of growing media *Anthurium* in Amatlan de los Reyes, Ver. *Memorias Cientificas (Mexico)*, (2).
8. George, E.F., Hall, M.A., De Klerk, G.J. 2008. Plant propagation by tissue culture. 3rd Edition. The Netherland, The Back Ground Springer, 65-175.
9. Tütüncü, M., Mendi, Y.Y., Uğur, S. 2024. Kesme çiçeklerde biyoteknoloji uygulamaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:583, 385s.
10. Şen, E.Y., Düzgören, B., Karabıyık, S., Yalcin-Mendi, Y. 2022. *Anthurium* breeding by classical and biotechnological methods. In *Agricultural Practices and Sustainable Management in Türkiye*; IKSAD Publishing House: Golbasi, Turkey, pp:121-136.
11. Atak, Ç., Çelik, Ö. 2012. Micropropagation of *Anthurium* spp. *Plant Science Journal*, 40, 241-253.
12. Duan, P.H., Li, X.Z., Wang, Y.S. 2009. Study on relative factors of the callus differentiation culture of *Anthurium andraeanum*. *Chin. Agric. Sci. Bull.* 25(24), 341-343.
13. Farsi, M., Taghavizadeh Yazdi, M.E., Qasemiomran, V. 2012. Micropropagation of *Anthurium andraeanum* cv. Terra. *Afr. J. Biotechnol.* 11(68), 13162-13166.
14. Winarto, B., Teixeira da Silva, J.A. 2012. Influence of isolation technique of half-anthers and of initiation culture medium on callus induction and regeneration in *Anthurium andraeanum*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 110, 401-411.
15. Ruffoni, B., Savona, M. 2005. The temporary immersion system (T.I.S.) for the improvement of

- micropropagation of ornamental plants. Acta Hort. (ISHS) 683, 445-453.
16. Zhu, B.Q., Chai, X.H., Li, J., Zeng, B.D., Wang, X.Y. 2004. Study on the inflorescences tissue culture and rapid propagation of *Anthurium Andraeanum* Lind. Chin. Agric. Sci. Bull. 20(4), 223 (in Chinese with English abstract).
 17. Jiang, L., Lan, T.W., Li, Y.H., Yi, M.S., Liang, C.H., Zhang, Z.S. 2006. Factors influencing callus induction, proliferation and bud differentiation of *Anthurium andraeanum* Lind. Seed 25(11), 26-30.
 18. Reddy, J.M., Bopaiah, A.K. 2012. Studies on the initiation [sic] of callusing and regeneration of plantlets in three different basal media with varied plant growth regulators for the micropropagation of *Anthurium scherzerianum* [sic] using leaf and spathe as explants. Afr. J. Biotechnol. 11(23), 6259-6268.
 19. Thokchom, R., Maitra, S. 2017. Micropropagation of *Anthurium andreanum* cv. Jewel from leaf explants. Journal of Crop and Weed, 13(1), 23-27.
 20. Cen, Y.Q., Jiang, R.M., Deng, Z.L., Ni, D.X. 1993. *In vitro* propagation of *Anthurium andreanum*. Morphogenesis and Effects of Physical and Chemical Factors. Acta Hort. Sin. 20, 187-192.
 21. Norman, D.J., Alvarez, A.M. 1994. Latent infections of *in vitro* anthurium caused by *Xanthomonas campestris* pv. *dieffenbachiae*. Plant Cell Tissue Organ Cult. 39, 55-61.
 22. Yao, Z., Ji, J., Wang, P., Wang, G. 2006. Induction of callus and plantlet regeneration of *Anthurium andraeanum*. J. Jilin Agric. Univ. 28(1), 43-46.
 23. Nhut, D.T., Duy, N., Vy, N.N.H., Khue, C.D., Khiem, D.V., Vinh, D.N. 2006. Impact of *Anthurium* spp. genotype on callus induction derived from leaf explants, shoot and root regeneration capacity from callus. J. Appl. Hort. 8(2), 135-137.
 24. Ge, F.L., Ju, B.C., Jiang, L.P., Ye, D., Li, W. 2008. Study on the tissue culture and plant regeneration of *Anthurium andraeanum* Lind. J. Anhui Agric. Sci. 36(6), 2238-2239, 2242.
 25. Atak, C., Çelik, Ö. 2009. Micropropagation of *Anthurium andraeanum* from leaf explants. Pak. J. Bot. Pak. J. Bot. 41(3), 1155-1161.
 26. Jahan, M.T., Islam, M.R., Khan, R., Mamun, A.N.K., Ahmed, G., Hakim, L. 2009. *In vitro* clonal propagation of *anthurium* (*Anthurium andraeanum* L.) using callus culture. Plant Tissue Cult. Biotechnol. 19(1), 61-69.
 27. Cardoso, J.C., Habermann, G. 2014. Adventitious shoot induction from leaf segments in *Anthurium andreanum* is affected by age of explant, leaf orientation and plant growth regulator. Hort. Environ. Biotechnol. 55(1), 56-62.
 28. Lan, Q.Y., Qiu, Y.P., Zhang, Y.H., Yin, S.H. 2003. Callus inducing and plantlet regeneration from leaf, petiole and stem of different *Anthurium andraeanum* varieties. Acta Bot. Boreal Occident. Sin. 23(6), 1006-1009.
 29. Lima, F.C., Ulisses, C., Camara, T.R., Cavalcante, U.M.T., Albuquerque, C.C., Willadino, L. 2006. *Anthurium andraeanum* Lindl. cv. Eidibel *in vitro* rooting and acclimation with arbuscular mycorrhizal fungi. Rev. Bras. Ciênc. Agrar. (Recife) 1, 13-16.
 30. Te-chato, S., Susanon, T., Sontikun, Y. 2006. Cultivar, explant type and culture medium influencing embryogenesis and organogenesis in *Anthurium* spp. Songklanakarin J. Sci. Technol. 28(4), 717-722.
 31. Chen, F.C., Kuehnle, A.R., Sugii, N. 1997. *Anthurium* roots for micropropagation and Agrobacterium-mediated gene transfer. Plant Cell Tissue Organ Cult. 49, 71-74.
 32. Winarto, B. 2010. Improving growth and regeneration of explants derived from anther culture of *Anthurium* via improving culture media. J. Hort. 20(4), 342-351.
 33. Chitra, R., Ganga, M., Arulmozhiyan, R., Jawaharlal, M. 2011. *In vitro* propagation of *Anthurium andreanum* cv. Temptation. Madras Agric. J. 98(4/6), 118-120.
 34. Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15(3):473-497.
 35. da Silva, J.A.T., Dobránszki, J., Winarto, B., Zeng, S. 2015. *Anthurium in vitro*: a review. Scientia Horticulturae, 186, 266-298.
 36. Govil, S., Gupta, S.C. 1997. Commercialization of plant tissue culture in India. Plant cell, tissue and organ culture, 51, 65-73.
 37. Özzambak, M.E. 2015. Süs bitkilerinde doku kültürü uygulamaları. TÜRKTOB, Nisan-Haziran-2015, 4:16-21.
 38. Dindar, C. 2022. *In vitro* koşullarda farklı dozlarda bor uygulamalarının Mersin (*Myrtus communis* L.)'de morfolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkileri. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
 39. Takayama, S., Misawa, M. 1979. Differentiation in *Lilium bulboscapes* grown *in vitro*. Effect of Various Cultural Conditions. Physiologia Plantarum, 46(2), 184-190.
 40. Aydieh, A.A., M.K. Ibrahimand, I.A. Ibrahim 1999. Propagation and fruiting of pineapple

- (*Ananas comosus* L. Merr.) through tissue culture techniques. 23(1-2):213-228.
41. Lindsay, W.L. 1972. Zinc in soils and plant nutrition. *Advances in Agronomy*, 24, 147-186.
42. İrget, E. 2024. Kesme çiçeklerde mineral beslenme ve gübreleme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:583, 255s, İzmir.
43. Hossain, M.Z., Bahar, M.M., Sarkar, B., Donne, S.W., Ok, Y.S., Palansooriya, K.N., Bolan, N. 2020. Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant. *Biochar*, 2, 379-420.
44. Williams, R.R. 1993. Mineral nutrition *in vitro* a mechanistic approach. *Aust. J. Bot.* 41, 237-251.