



Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Temel Besin Ortamlarının ve Büyüme Düzenleyici Tiplerinin Etkisi

Selcan ÖZYALIN¹, Cennet YAMAN^{2*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bahçe Tarımı Programı, 66300 Akdağmadeni-Yozgat/Türkiye, ²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66100 Yozgat/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-4831-8600>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2364-8171>

✉: cennet.yaman@yobu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, tıbbi ve ticari değeri yüksek olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nin *in vitro* çoğaltımı ve *in vitro* çoğaltılan bitkilerin dış ortama aktarılma başarısı incelenmiştir. Eksplant kaynağı olarak bitkilerin nodal kısımları kullanılmış ve *in vitro* sürgün gelişimi üzerine farklı besin ortamlarının (MS ve B5) ve kök gelişimi üzerine çeşitli büyüme düzenleyicilerinin (IAA; Indol asetik asit ve IBA; Indol bütirik asit) farklı dozlarının (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 mg L⁻¹) etkisi araştırılmıştır. MS ortamı, *in vitro* bitki çoğaltımı için önemli olan daha fazla sürgün sayısı ve vitrifikasyon göstermeyen sürgünler elde edilmesinde B5 ortamına göre daha etkili bulunmuştur. *In vitro* şartlarda en iyi köklenme 1.0 mg L⁻¹ IBA içeren ortamda gözlenmiş, fakat 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren ortamından elde edilen *in vitro* köklü ve köksüz sürgünler diğerlerine göre daha yüksek oranda aklimatize başarısı sergilemiştir. Aklimatize olan bitkilerin hepsi arazi koşullarına başarılı bir şekilde aktarılmış ve canlılıkları devam etmiştir. Sonuç olarak, tıbbi adaçayının tek bir genotipinden hızlı bir şekilde daha sağlıklı bitkilerin çoğaltılmasının belirlenmesi, ticareti ve ıslah çalışmaları için alternatif çoğaltım olanağı sunmaktadır.

Tarımsal Biyoteknoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.12.2021

Kabul Tarihi : 13.09.2022

Anahtar Kelimeler

Salvia officinalis

Mikroçoğaltım

Besin ortamı

Köklendirme

Aklimatizasyon

Effect of Basic Nutrient Media and Growth Regulatory Types on *In vitro* Propagation of Common Sage (*Salvia officinalis*)

ABSTRACT

In this study, *in vitro* propagation of common sage (*Salvia officinalis* L.), which has high medicinal and commercial value, and the success of transferring *in vitro* propagated plants to external environment were investigated. The nodal parts of plants were used as explant source, and the effects of different nutrient media (MS and B5) on shoot growth *in vitro* and different doses (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 mg L⁻¹) of various growth regulators (IAA; Indole acetic acid and IBA; Indole butyric acid) on root growth were investigated. MS medium had higher shoot number than B5 medium, and found to be more effective in obtaining shoots without vitrification, which is important for *in vitro* plant propagation. *In vitro*, the best rooting was observed in the medium containing 1.0 mg L⁻¹ IBA, but *in vitro* rooted and unrooted shoots obtained from the medium containing 1.0 mg L⁻¹ IAA showed higher acclimatization success than the others. All of the acclimatized plants were successfully transferred to the field conditions and their vitality continued. As a result, it offers an alternative propagation opportunity to determinate quickly reproduction of healthier plants from a single genotype of common sage for trading and breeding.

Agricultural Biotechnology

Research Article

Article History

Received : 06.12.2021

Accepted : 13.09.2022

Keywords

Salvia officinalis

Micropropagation

Media

Rooting

Acclimatization

Atıf İçin: Özyalın, S., & Yaman, C (2023). Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *In vitro* Çoğaltımı Üzerine Temel Besin Ortamlarının ve Büyüme Düzenleyici Tiplerinin Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (3), 600-609. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1033321.

To Cite: Özyalın, S., & Yaman, C (2023). Effect of Basic Nutrient Media and Growth Regulatory Types on *In vitro* Propagation of Common Sage (*Salvia officinalis*). *KSU J. Agric Nat* 26 (3), 600-609. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1033321

GİRİŞ

Salvia, tüm dünyada süs, farmakolojik ve ekolojik anlamda önemli olan *Lamiaceae* familyasının en büyük cinsidir ve dünya genelinde yaklaşık 900 tür içerir (Ghorbani & Esmailzadeh, 2017). *Salvia* cinsinin yüz türü Türkiye’de bulunur ve bunların yaklaşık 50’si endemiktir (Tursun ve ark., 2021). Tıbbi adaçayı olarak bilinen *Salvia officinalis* L., en yaygın *Salvia* türlerinden biridir. Tıbbi adaçayı 60 cm ile 100 cm arasında değişen boylarda, beyaz, mavi veya mor çiçekli, yaprakları beyazımsı griden gümüş rengine kadar değişen renkte ve tüylü, çok yıllık, yarı çalimsı ve saçak köklere sahip bir bitkidir (Bahtiyarca Bağdat, 2006; Elmas, 2021). Akdeniz ülkelerine özgü farmasötik bitkilerden biri olmasına rağmen dünya çapında tıbbi ve gıda amaçlı olarak yetiştirilmektedir (El-Feky & Aboulthana, 2016; Khare ve ark., 2019). Tıbbi adaçayı Türkiye florasında doğal yayılış göstermemektedir (Dumanoglu & Sönmez, 2021). Ancak, TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2020 verilerine göre Türkiye’nin Antalya, Denizli, Burdur, Kütahya, Muğla, Tekirdağ, Manisa, Düzce, Adana, Ankara, Eskişehir, Uşak, Şanlıurfa, İzmir, Hatay, Kayseri illerinde tıbbi adaçayı kültürü yapılmaktadır (Anonim, 2021). Tıbbi Adaçayı, eski zamanlardan beri geleneksel tıpta terlemeyi azaltmak, boğaz ağrısı için gargara olarak, adet döngüsünün düzenini iyileştirmek ve menopozda sıcak basmaları azaltmak, gastroenterit ve diğer enfeksiyonlarla savaşmak, genel olarak lipid durumunu ve karaciğer fonksiyonunu iyileştirmek, iştahı iyileştirmek, sindirim ve zihinsel kapasiteyi geliştirmek için kullanılmaktadır (Anonymus, 2021; Yaman, 2021). Hatta, Ghorbani & Esmailzadeh (2017)'e göre adaçayının insanlar üzerindeki şu ana kadar onaylanmış klinik farmakolojik etkileri arasında hafıza ve bilişsel işlevlerin iyileştirilmesi, özellikle boğaz ağrısı için ağrının giderilmesi ve kan şekerinde (HbA1c ve tokluk glikoz dahil) ve lipid profilinde (özellikle yüksek yağlı lipoprotein, HDL’de bir artış) önemli iyileşme gibi etkiler yer almaktadır. Bu türün biyolojik ve farmakolojik özelliklerinden sorumlu olabilecek fenolik bileşikler ve uçucu yağ gibi iki ciddi sekonder metabolit grubuna sahiptir (El-Feky & Aboulthana, 2016). Tıbbi adaçayının uçucu yağı, hipotansif ve hipoglisemik özelliklere, anti-spazmodik etkilere, anti-inflamatuar potansiyele ve merkezi sinir sistemi depresan aktivitesine sahip seskiterpenler, monoterpenler, triterpenoidler, oleanolik asit ve ursolik asit içeren bir bir karışımdır (Khare ve ark., 2019). Rosmarinik asit ve türevleri, *S. officinalis* türündeki fenolik asitlerin önemli bir kısmını oluşturur (Lu & Foo, 1999) ve radikal süpürücü aktivitelerinden ve terapötik özelliklerinden sorumludur (El-Feky & Aboulthana, 2016). Son zamanlarda tıbbi bitkilerin herbal çayları (infüzyon

veya dekoksasyon) hem zevk hem de sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle tüketimi popüler hale gelmekte olup, önemli tıbbi bitkilerden biri olan tıbbi adaçayının herbal çayları da birçok ülkede bu amaçla tüketilmektedir (Atoui ve ark., 2005). Aynı zamanda aromaterapi, parfümeri, kozmetik sektöründe; baharat, bitkisel boya ve gıda koruyucu olarak da birçok kullanım alanına sahiptir (Bahtiyarca Bağdat, 2006). Tıbbi adaçayının geleneksel ve endüstriyel kullanımları nedeni ile yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır.

Tıbbi adaçayı, generatif olarak tohumla, vejetatif olarak ise çelikle çoğaltılabilmektedir (Ayanoğlu ve Özkan, 2000; Kara ve ark., 2011). Genel olarak, *Salvia* türlerinin tohum kabuğu etrafında müsülajımsı yapı içermesinden dolayı tohumdan çimlenme oranlarının düşük olduğu bilinmektedir (Yaman, 2020). Aghilian ve ark. (2014) çalışmalarında *Salvia officinalis* türünün çimlenme oranını %45 olarak kaydetmiştir. Bu nedenden dolayı, tıbbi adaçayı çoğaltımında çelikle üretim tercih edilmektedir. *Salvia officinalis* bitkisinin çelikle çoğaltılmasında oksin uygulamalarının, çeliklerin köklenmesinde önemli derecede olumlu etkiler gösterdiği, özellikle yapılan araştırmalarda IBA uygulamasının kök oluşumuna en önemli etkiyi yaptığı bildirilmiştir (Ayanoğlu & Özkan, 2000; Kara ve ark., 2011). Fakat çelikle çoğaltmada, kök oluşum oranları türler arasında önemli değişkenlikler göstermektedir (Kara ve ark., 2011). Son zamanlarda bitkilerin çoğaltımı için alternatif bir yöntem olan doku kültürü teknikleri de kullanılmaktadır. Doku kültürü, çeşitli nedenlerden dolayı (dormansi, embriyonun gelişmemesi, çeliklerin köklenmemesi vb.) generatif veya vejetatif çoğaltılmasında sorunlar yaşanan bitkilerin çoğaltılmasında, ticari değeri yüksek olan türlerin hızlı çoğaltımı ve nesli tehlike altında bulunan türlerin korunması için kullanılan önemli bir çoğaltma yöntemidir.

Salvia türleri için doku kültürü ile çoğaltılması hakkında çalışmalar her geçen gün artmaktadır (Türkmen, 2009; Zayova ve ark., 2016; Uyanık, 2017; Yadav ve ark. 2019) Bu kapsamda daha önceki çalışmalarda *S. officinalis* türü üzerinde hücre ve kallus kültürleri, sürgün ve saçak kök kültürleri ile *in vitro* çoğaltma kültürleri yapılmıştır (Kintzios ve ark., 1999; Bolta ve ark., 2003; Grzegorzcyk ve ark. , 2005; Grzegorzcyk ve ark., 2006; Tawfik & Mohamed, 2007; Irina, 2008; Lemraski ve ark., 2014). Ekonomik değeri yüksek olan bu *Salvia* türünün son zamanlarda artan taleplerinden dolayı yetiştiricilik alanları da artmaktadır. Bu çalışma ile tıbbi adaçayının generatif ve çelikle üretmeye alternatif çoğaltma yöntemi olan *in vitro* yöntemle çoğaltılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, tıbbi ve ticari değeri yüksek olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) türünün arazi koşullarında deneme kurma potansiyeline sahip

olabilecek bitki materyalinin *in vitro* şartlardan çoğaltılması, köklenmesi ve *in vitro* şartlarda köklenen/köklenmeyen bitkilerin aklimatizasyon (dış ortama alıştırmaya) başarısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Yalova-Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilen (2019) *Salvia officinalis* L. (tıbbi adaçayı) tohumları bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Eksplant Kaynağı

Eksplant kaynağı olarak, iklimlendirme odasında kontrollü şartlarda (24 ± 2 °C, %60 nem ve 16/8 saat ışık/karanlık periyodu) kültüre alınan tohumlardan elde edilmiş bitkilerin (2 aylık) nodal kısımları kullanılmıştır. Herbir eksplant tek nodal içeren 1 cm uzunluğunda kesilmiştir.

Eksplant Sterilizasyonu

Eksplantlar, %20'lik ticari çamaşır suyu çözeltisi (% 5 sodyum hipoklorit (NaOCl)) içinde arada çalkalanarak 15 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Steril saf su ile 4 kez 5'er dk süre ile durulanmıştır. Eksplantlar dikim yapılmadan önce alt kısmından birkaç mm kesilerek besin ortamına dikilmiştir.

Sürgün Kültür Şartları

Sürgün gelişimi için Grzegorzycyk-Karolak ve ark. (2020) ve Rostami ve ark. (2022) çalışmaları modifiye edilerek uygulanmıştır. Temel besin ortamları olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) ve B5 (Gamborg, 1970) besin ortamları ayrı ayrı kullanılmış ve her iki besin ortamı 0.25 mg L^{-1} BAP (6-benzil amino pürin), 0.5 mg L^{-1} Kinetin, 1.0 mg L^{-1} IAA (Indol asetik asit) bitki büyüme düzenleyicileri, 30 gr sukroz ve 6.5 gr agar ile desteklenmiştir. Besin ortamlarının pH'sı 1 N NaOH ya da 1 N HCl kullanılarak 5.8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamları $121 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1.2 atmosfer basınç altında 20 dk otoklavda tutularak sterilize edilmiştir.

Eksplantlar hazırlanan her iki steril besin ortamlarına kültüre alınmış ve tüm kültürler 24 ± 2 °C, %60 nem ve 16/8 saat ışık/karanlık periyodunda inkübe edilmiştir. Tüm kültürler 15 günde bir alt kültüre alınmış, deneme için yeterli düzeyde eksplant kaynağı çoğaltımı elde edildiğinde *in vitro* sürgünlerin nodal kısımları kullanılarak denemeler kurulmuştur. Deneme her iki besin ortam için 4 tekerrürlü ve herbir tekerrürde 5 eksplant olacak şekilde tasarlanmıştır. Kültürden 4 hafta sonra denemeler sonlandırılmış ve her iki besin ortamındaki bitkilerin sürgün sayısı (adet), sürgün boyu (cm), yaprak sayısı (adet), yaprak boyu (cm), bitki taze ağırlığı (g) ve bitki kuru ağırlığı

(g) ölçümleri yapılmıştır.

Köklendirme Kültür Şartları

Köklendirme denemesi için eksplant kaynağı 0.25 mg L^{-1} BAP, 0.5 mg L^{-1} Kinetin, 1.0 mg L^{-1} IAA MS besin ortamından elde edilmiştir. Bu ortamda kültür edilen nodal eksplantları her 15 günde bir taze besin ortamına alındı ve 4 haftalık *in vitro* sürgünlerin nodal kısımları kullanılarak aynı ortamlarda mikroçoğaltım yapılmıştır. Yeteri kadar eksplant kaynağı elde edildiğinde yaklaşık 4 haftalık 4-5 yapraklı *in vitro* sürgünler köklendirme denemesi için kullanılmıştır. Köklendirme deneme için *in vitro* sürgünler indol asetik asit (IAA) (0, 0.5, 1.0, 2.0, ve 4.0 mg L^{-1}) veya Indol bütirik asit (IBA) (0, 0.5, 1.0, 2.0, ve 4.0 mg L^{-1}) büyüme düzenleyicileri içeren MS besin ortamında 6 hafta süre ile kültür edilmiştir. Her ortama 30 g sukroz eklenmiş ve 6.5 g agar ile katılaştırılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 4-5 yapraklı bitki olacak şekilde kurulmuştur. Kültürden 6 hafta sonra, kök oluşumu (%), kök sayısı (adet), kök boyu (cm), sürgün gelişimi (%), sürgün sayısı (adet), sürgün boyu (cm), yaprak sayısı (adet) ve taze ağırlıkları (mg) gibi ölçümler alınmıştır.

Aklimatizasyon

Aklimatizasyon için viyollere 2:1 oranında torf:perlit karışımı konulmuştur. Kökleri olmayan tıbbi adaçayı bitkileri 1000 ppm 'lik IBA solisyonuna 5 sn daldırıldıktan sonra viyollere dikilmiştir (Ayanoglu & Özkan, 2000; Kara ve ark, 2011; İzgi, 2020). Tıbbi adaçayı bitkileri köklü ve köksüz olanlar ayrı ayrı olacak şekilde viyollere dikilmiştir. Viyoller şeffaf bir kap içerisine yerleştirilmiş ve benzer bir kap ile de üzeri kapatılmış ve iklim odasında $24 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de, %60 nemde 16/8 saat ışık/karanlık periyodunda kültüre alınmıştır. Gerekli olduğu durumlarda sulama yapılmıştır ve 1 hafta sonra viyollerin üzeri 7 gün süre ile her gün birkaç saat açılarak havalanması sağlanmıştır. Kültürden 2 hafta sonra viyollerin üzeri tamamen açılarak iklim odasında gelişimlerine devam etmiştir. Kültürden 4 hafta sonra bitkiler sera koşullarına alınmış canlılık oranları tespit edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ikiden fazla uygulamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır (Düzgünes ve ark., 1983). İki uygulama arasında analiz edilen parametreler açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t Testi kullanılmış ve p değerinin 0.05 veya daha küçük olması anlamlı kabul edilmiştir. Veriler içerisinde yüzde değerleri olanlar önce açılı değerlerine dönüştürülmüş, daha sonra varyans analize tabi tutulmuştur (Snedecor and Cochran, 1967). Tüm istatistiksel analizler SPSS bilgisayar paket programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İn vitro Sürgün Gelişimi

Bu çalışmada, ekonomik olarak değerli bir tıbbi ve aromatik bitki olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin *in vitro* çoğaltılabilirliği araştırılmıştır.

Başarılı bir *in vitro* çoğaltımdaki ilk engel, eksplantlarla birlikte ekzojen ve endojen kaynaklı mikroorganizmaların varlığıdır. Yabani kaynaktan elde edilen seçilmiş eksplantlardan steril kültürlerin oluşturulması ön koşuldur. Ancak çok yıllık bitkiler söz konusu olduğunda sterilizasyon işi zorlaşmaktadır (Shekhawat ve ark., 2012; Aghaye & Yadollahi, 2012).

Kontrollü serada yetiştirilmiş tıbbi adaçayı fidelerden alınan nodal eksplantlarının 15 dakika süreyle %20 ticari çamaşır suyu ile muamele edilmesi, %100 başarılı bir şekilde sterilize edilmesinde etkili olmuştur. Uyanık (2017) çalışmalarında doğada yetişen tıbbi adaçayı örneklerinden almış oldukları eksplantlarda %86.7 ile en yüksek sterilizasyonu 20 dakika %15'lik ticari çamaşır suyu uygulamasından elde etmiştir. Aradaki farklılığın sterilizasyon solüsyonunun konsantrasyonundan kaynaklanabileceği gibi eksplant kaynağı olarak kullanılan fidelerin yetiştikleri ortam ve yaşından da meydana gelebilir.

Çok yıllık bitkilerin *in vitro* kültüründe karşılaşılan

diğer bir zorluk ise kültüre alınan eksplantların besin ortamına fenolik bileşik salgılamasıdır. Bitkilerdeki fenolik bileşikler, bitki gelişiminde biyotik ve abiyotik streslere karşı koruma için gerekli olan sekonder metabolitlerdir (Kefeli ve ark., 2003). Ancak, bu fenolik bileşiklerin besin ortamına sızması, eksplantların *in vitro* rejenerasyonuna karşıt olan bazı toksik bileşikler içerebilir (Dibax ve ark., 2005). Ayrıca salgılanan fenolik bileşikler, polifenoloksidazlar ve peroksidaz enzimleri tarafından kolayca oksitlenebilir (Bhat & Chandel, 1991) ve besin ortamının esmerleşmesine/ kararmasına, nihayetinde de eksplantların ölümüne yol açabilir (Laukkanen ve ark., 1999; Arnaldos ve ark., 2001). Birçok bilimsel çalışmada, eksplantların antioksidanlarla ön işleme tabi tutulması ve ortama polifenol adsorbanlarının dahil edilmesinin bu sorunun bir dereceye kadar çözülebileceğini öne sürmüştür (Abdelwahd ve ark., 2008; Jiang ve ark., 2018; Nishchal ve ark., 2018; Raj ve ark., 2020). Bu çalışmada çok yıllık bir bitki olan tıbbi adaçayı eksplantlarının kültür ortamında yok denecek kadar az salgı gözlenmiştir.

Tıbbi adaçayının sürgün gelişimi için 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren MS ve B5 temel besin ortamları ayrı ayrı kullanılmış ve elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tıbbi adaçayında MS ve B5 besin ortamlarının bitki gelişime etkisi

Table 1. Effect of MS and B5 nutrient media on plant growth parameters in medicinal sage

	MS	B5	p
Sürgün sayısı (adet) (<i>Shoot number</i>)	4.19	3.00	0.002**
Sürgün boyu (cm) (<i>Shoot length (cm)</i>)	4.36	5.64	0.003**
Yaprak sayısı (adet) (<i>Leaves number</i>)	35.25	20.67	<0.001**
Yaprak boyu (cm) (<i>Leaves length (cm)</i>)	1.12	1.27	0.305
Bitki taze ağırlığı (g) (<i>Fresh weight (g)</i>)	0.58	0.68	0.006**
Bitki kuru ağırlığı (g) (<i>Dry weight (g)</i>)	0.07	0.06	0.015*

** , p ≤ 0.010. *, p ≤ 0.050

Çizelge 1'deki verilere göre, besin ortamı farklılığı sürgün sayısı, sürgün boyu, yaprak sayısı, bitki taze ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı üzerine istatistiksel olarak etkili bulunmuştur. Bitki çoğaltımında sürgün sayısı önemli bir parametre olduğundan, MS besin ortamı (4.19 adet) B5 ortamına (3.00 adet) göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak, Uyanık (2017) çalışmalarında, endemik *Salvia* türlerinin *in vitro* çoğaltımı üzerine farklı besin ortamlarının (MS, B5, FN, NN) etkisini incelemiş ve en yüksek etkiyi MS ortamında olduğunu vurgulamıştır.

Hiperhidrik olarak da ifade edilen vitrifikasyon (camlaşma), *in vitro* koşullarda bitkilerin vejetatif olarak çoğaltımında meydana gelen en önemli morfolojik ve fizyolojik sorunlardan bir tanesidir. Vitrifikasyonun nedenleri besin ortamındaki oksin, sitokinin, mineral madde, şeker ve agar miktarı, morfolojik ve ekolojik etmenler olarak ifade edilmiştir (Mansuroğlu & Gürel, 2001). Bu çalışmada, Şekil 1'de

de görüldüğü gibi B5 besin ortamında gelişen sürgünlerde camlaşma görülmüştür. Bu durum rejenere olan sürgünlerin herba veriminin daha düşük çıkmasına neden olmuştur. İstatistiki olarak da, B5 ortamında gelişen sürgünlerin taze ağırlıkları daha yüksek olmasına rağmen herba verimleri ise MS ortamında gelişen bitkilere göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 2). Bazı bilim adamları *Salvia* türleri için 1.0 mg L⁻¹ dozundan daha yüksek BAP içeren MS ortamlarında rejenere sürgün sayısında vitrifikasyon oranının artmasına neden olduğunu vurgulamıştır (Echeverrigaray ve ark., 2010; Grigoriadou ve ark., 2020). Petrova ve ark. (2015) çalışmalarında ise *Salvia officinalis* türünün BAP ve IAA içeren MS besin ortamlarında gelişen sürgünlerin en fazla %5'de oranında vitrifikasyon olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada, MS ortamında gelişen sürgünlerde normal bir morfolojide olduğu ve önceki literatürleri desteklediği gözlenmiştir.



Şekil 1. 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA ile desteklenmiş tıbbi adaçayımın ayrı ayrı MS (a) ve B5 (b) ortamlarında mikroçoğaltılması

Figure 1. Micropropagation of common sage supplemented with 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA in separately MS (a) and B5 (b) media

İn vitro Köklendirme

MS ortamında daha iyi gelişim gösteren tıbbi adaçayı sürgünlerinin *in vitro* kök gelişimi üzerine iki farklı oksin (IAA ve IBA) büyüme düzenleyicisi ve farklı dozlarının (0, 0.5, 1, 2, 4 mg L⁻¹) etkisi incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Avato ve ark. (2005), *S. officinalis*’in kök oluşumu için oksin takviyesinin gerekli olmadığını bildirmiştir. Aynı şekilde birçok bilim adamı bazı *Salvia* türleri içinde benzer ifadeye bulunmuştur (Chen ve ark., 2005; Echeverrigaray ve ark., 2010). Bu çalışmada da bitki büyüme düzenleyicileri olmadan kontrol ortamındaki

sürgünlerin %50 kök oluşumunu teşvik ettiği ve büyüme düzenleyicisi içeren ortamlardan (IAA için %31.3 ve IBA için %25.0) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Irina (2008), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*)’nın *in vitro* köklendirilmesinde IBA’nın tek başına köklenmeye etkisinin olmadığını, NAA’nın ise tek başına ve kinetin ile kombine bir şekilde uygulandığında daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Erişen ve ark. (2020) çalışmalarında *Salvia sclarea* türünün *in vitro* sürgünlerinin köklenme frekansı üzerine IBA’ın IAA’dan daha düşük etki gösterdiğini, fakat NAA en yüksek etkiye sahip olduğunu rapor etmiştir.

Çizelge 2. Tıbbi adaçayında IAA ve IBA içeren MS ortamının köklenme üzerine etkileri

Table 2. Effects of MS medium containing IAA and IBA on rooting in medicinal sage

Büyüme Düzenleyicileri Growth regulators	Doz Dose (mg L ⁻¹)	Kök oluşumu Root formation (%)	Kök sayısı Root number (adet)	Kök uzunluğu Root length (cm)			
Kontrol (Control)		50.0	a	1.8±0.2	d	1.8±0.3	b
	0.5	25.0	ab	3.8±0.2	b	1.1±0.2	c
	1.0	50.0	a	2.0±0.1	d	1.8±0.4	b
	2.0	25.0	ab	0.9±0.1	e	0.9±0.1	c
	4.0	25.0	ab	3.2±0.5	c	0.3±0.1	d
	Ort.	31.3		2.5		1.0	
IBA Indole butyric acid	0.5	0.0	b	0.0	f	0.0	d
	1.0	41.7	a	5.3±0.7	a	2.5±0.1	a
	2.0	33.3	ab	2.0±0.3	d	1.9±0.1	b
	4.0	25.0	ab	1.7±0.4	d	0.8±0.1	c
		Ort.	25.0		2.3		1.3

Ancak, bir bitkinin toprağa tutunabilmesi için kök oluşumunun önemli olduğu kadar kök sayısının fazla olması da önemlidir. Uygulamada büyüme düzenleyicileri bulunan ortamlarda kök sayısının kontrole (1.8 adet) göre daha yüksek olduğu, hatta IAA (2.5 adet)’in IBA (2.3 adet)’dan daha etkili olduğu kaydedilmiştir. Birçok çalışmada da benzer sonuçlar vurgulanmıştır (Echeverrigaray ve ark., 2010; Erişen

ve ark., 2020). Kök uzunlukları incelendiğinde, 1.8 cm ile kontrol grubu IAA (1.0 cm) ve IBA (1.3 cm)’dan daha yüksek bulunmuştur.

Kök gelişimi üzerine büyüme düzenleyici dozlarının etkisi incelendiğinde kontrolden daha etkili ortamlar olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Kök teşviği üzerine IAA ve IBA’nın 1.0 mg L⁻¹ dozlarının (sırasıyla %50.0 ve %41.7) kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer almış

ve 1.0 mg L⁻¹ IBA kök sayısı (5.3 adet) ve kök uzunluğu (2.5 cm) üzerine en güçlü etkiyi göstermiştir. Bu çalışma ile benzer olarak, Petrova ve ark. (2015) *S. officinalis in vitro* sürgünlerinin kök gelişimi üzerine 1.0 mg L⁻¹ IBA'nın diğer konsantrasyon ve uygulamalara göre daha yüksek etki sergilediğini

bildirmiştir. Tawfik ve Mohamed (2007), çalışmasında IBA kullanarak *in vitro* *S. officinalis* sürgünlerini köklendirmiş ve köklendirme ortamına ilave edilen askorbik asitin köklenmeye etkisinin olduğunu ifade etmiştir.

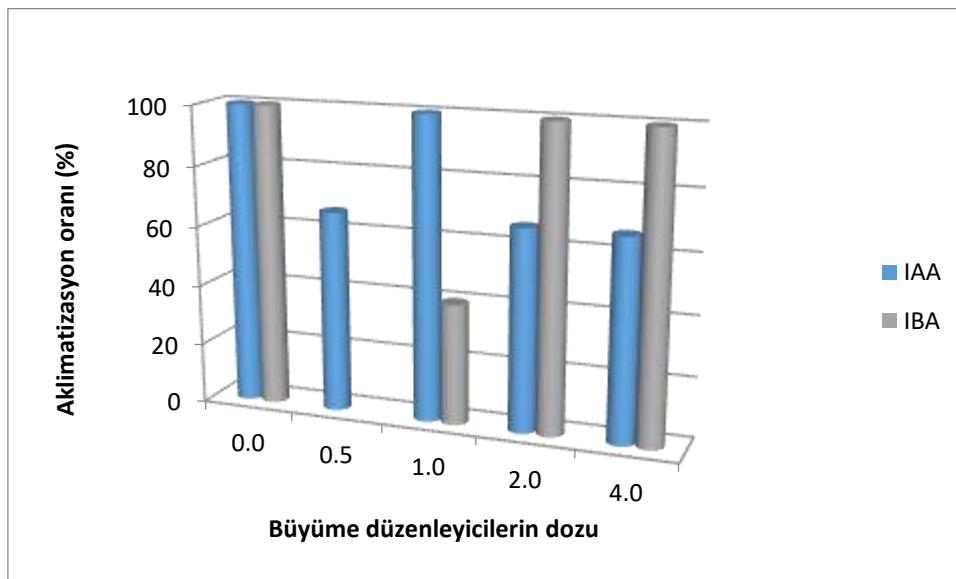


Şekil 2. 1.0 mg L⁻¹ IAA (a) ve IBA (b) içeren MS besin ortamında köklenen tıbbi adaçayı bitkileri
Figure 2. Medicinal sage plants rooted in MS nutrient medium containing 1.0 mg L⁻¹ IAA (a) and IBA (b)

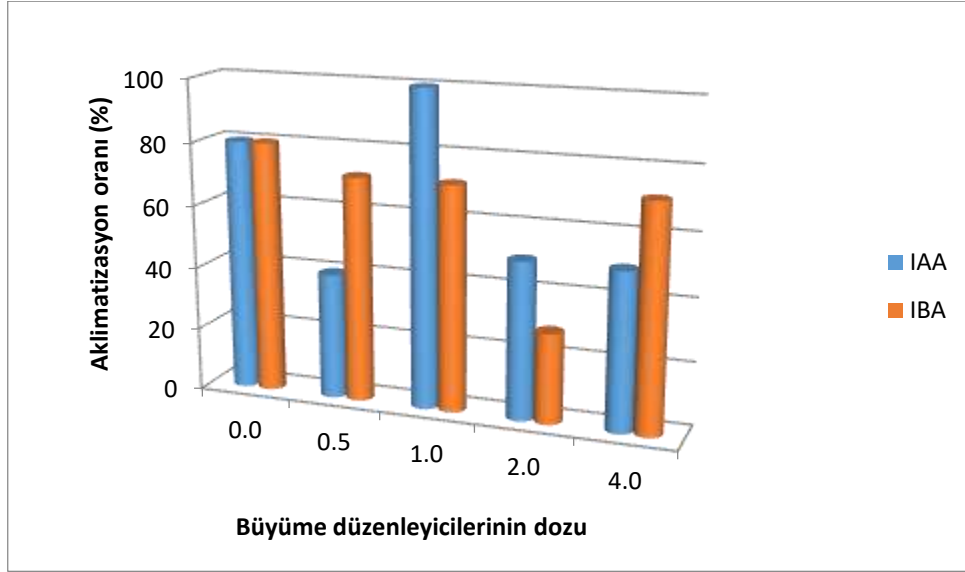
Aklimatizasyon

Uygulanan in vitro ortamlardan elde edilen hem köklü hem de köksüz bitkilerin aklimatizasyon oranları belirlenmiştir. Torf:perlit (1:1) içeren viyollere aktarılan köklü bitkiler, bir yetiştirme odasında, 24°C'lik sabit gece/gündüz sıcaklığı altında, 16 saatlik bir ışık fotoperiyodunda başarıyla iklimlendirilmiştir (Şekil 3). Aynı zamanda köksüz sürgünler 1000 pm konsantrasyonundaki IBA büyüme düzenleyicisinde 5 sn bekletilmiş ve daha sonra torf:perlit içeren viyollere aktarılmış ve kontrol dahil IAA ve IBA'dan türetilen sürgünlerin bir kısmının köklendiği gözlenmiştir (Şekil 4).

Köklü bitkiler içerisinde aklimatize oranları Şekil 4'de verilmiş ve kontrol bitkileri, 1.0 mg L⁻¹ IAA, 2.0 mg L⁻¹ IBA ve 4.0 mg L⁻¹ IBA uygulamalarından elde edilen köklü bitkiler %100 aklimatize oranına sahip olmuştur. Köksüz bitkilerden ise 1.0 mg L⁻¹ IAA uygulamasından elde edilen sürgünler %100 canlılık aklimatize göstermiştir. Sonuç olarak, *in vitro* köklendirme çalışmasında kullanılan 1.0 mg L⁻¹ IAA uygulamasından elde edilen fide ve sürgünlerin aklimatize ve aklimatize olan bitkilerin arazi koşullarında adapte olma oranlarının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 3. IAA veya IBA içeren ortamlardan elde edilen köklü tıbbi adaçayı bitkilerinin aklimatizasyon oranları (%)
Figure 3. Acclimatization rates (%) of rooted common sage seedling by IAA or IBA



Şekil 4. IAA ve IBA içeren ortamlarda köklenmeyen tıbbi adaçayı bitkilerinin aklimatizasyon oranları (%)
Figure 4. Acclimatization rates (%) of rootless seedlings of common sage by IAA or IBA

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*)'nın *in vitro* çoğaltımı protokolü belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı besin ortamlarında gelişimi incelenen tıbbi adaçayının MS ortamında daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan köklendirme için IBA ve IAA'nın köklenmeye etkileri incelenmiş ve 1.0 mg L⁻¹ IBA'nın tıbbi adaçayının köklenmesinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aklimatizasyon aşamasında 1.0 mg L⁻¹ IAA ortamından gelen köklü veya köksüz bitkilerin daha başarılı bir şekilde dış ortama adapte olmuştur. Bu nedenle, köklendirme için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ekonomik olarak değerli olan ve her geçen zamanda kültür alanı genişleyen *S. officinalis* L. bu yöntemle hızlı bir şekilde aynı klonal özelliğe sahip bitkiler üretilir ve bu bitkiler ıslah çalışmalarında ve kültür denemelerinin kurulmasında alternatif üretim amacıyla kullanılabilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdelwahd, R., Hakam, N., Labhilili, M., & Uduoa, S.M. (2008). Use of an Adsorbent and Antioxidants to Reduce the Effects of Leached Phenolics in *In vitro* Plantlet Regeneration of Faba Bean. *African Journal of Biotechnology*, 7, 997-1002.

Aghaye, R.N.M., & Yadollahi, A. (2012). Micropropagation of GF 677 Rootstock. *Journal of*

Agricultural Science, 4, 131-138.

Aghilian, S., Khajeh-Hosseini, M., & Anvarkhah, S. (2014). Evaluation of Seed Dormancy in Forty Medicinal Plant Species. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 7(10), 760-768.

Anonim, (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Alınma Tarihi: 12.10.2021).

Anonymus, (2021). *Herbalpedia*. <http://www.herbworld.com/learningherbs/sage.pdf> (Alınma Tarihi: 15.10.2021).

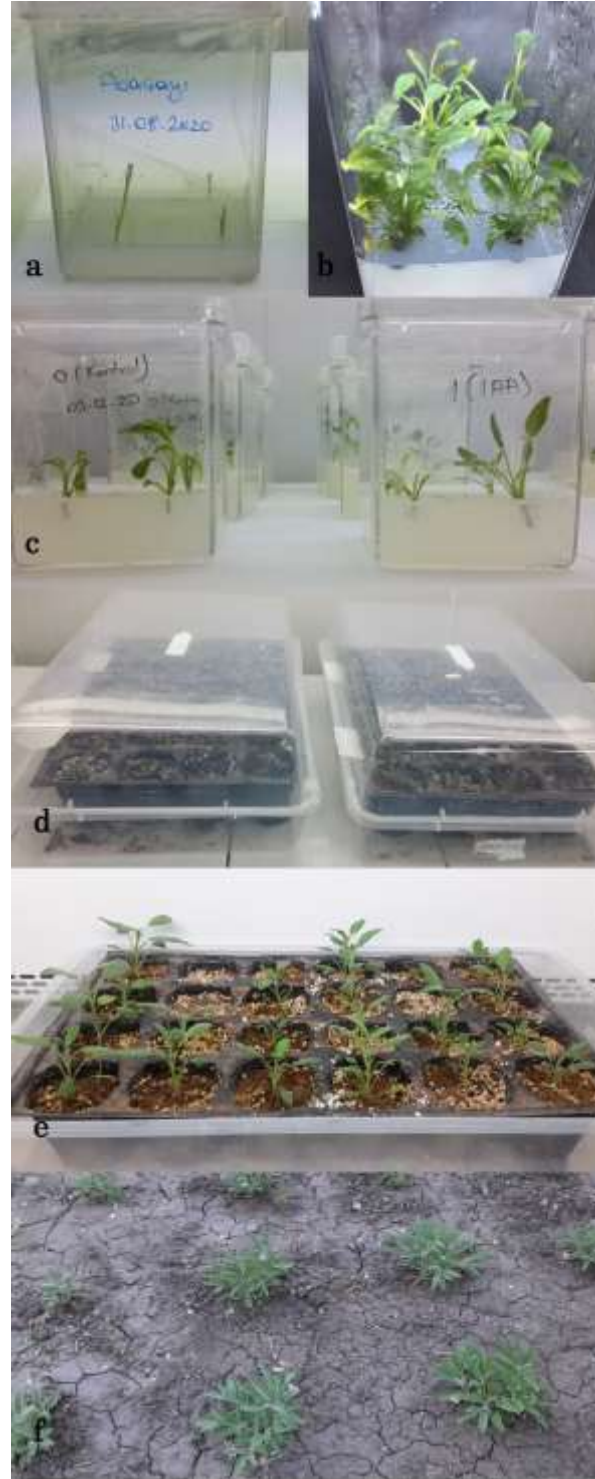
Arnaldos, T.L., Munoz, R., Ferrer, M.A., & Calderon, A.A. (2001). Changes in Phenol Content During Strawberry (*Fragaria x ananasa*, cv. Chandler) Callus Culture. *Physiologia Plantarum*, 113, 315-322.

Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. (2005). Tea and Herbal Infusions: Their Antioxidant Activity and Phenolic Profile. *Food Chemistry*, 89(1), 27-36.

Avato, P., Fortunato, I.M., Ruta, C., & D'Elia, R. (2005). Glandular Hairs and Essential Oils in Micropropagated Plants of *Salvia officinalis* L. *Plant Science*, 169(1), 29-36.

Ayanoğlu, F., & Özkan, C.F. (2000). Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Çeliklerinde Kök Oluşumu ve Gelişimi Esnasında Mineral Element Konsantrasyonunda Meydana Gelen Değişiklikler ve IBA Etkisi. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 24, 677-682.

Bahtiyarca Bağdat, R. (2006). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1-2), 19-28.



Şekil 5. Tıbbi adaçayının *in vitro* çoğaltımı ve dış ortama aktarılması: a) eksplantların steril edilmesi, b) 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA içeren MS ortamında mikroçoğaltım, c) *in vitro* sürgünlerin köklendirilmesi, d) köklü ve köksüz *in vitro* sürgünlerin aklimatize edilmesi, e) aklimatize edilen bitkilerin serada büyütülmesi, f) *in vitro* koşullardan geliştirilen bitkilerin tarladaki görünümü (iki ay sonra).

Figure 5. *In vitro* propagation and acclimatization of common sage: a) sterilization of explants, b) micropropagation in MS medium containing 0.25 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ Kinetin, 1.0 mg L⁻¹ IAA, c) rooting of shoots, d) acclimatization of rooted and rootless shoots, e) Growing of acclimatized plants in greenhouse, f) appearance in field of plants developed from *in vitro* conditions (after two months).

- Bhat, S.R., & Chandel, K.P.J. (1991). A Novel Technique to Overcome Browning in Tissue Culture. *Plant Cell Reports*, 10, 358-361.
- Bolta, Z., Baricevic, D., & Raspor, P. (2003). Biomass Segregation in Sage Cell Suspension Culture. *Biotechnology Letters*, 25, 61-65.
- Chen, U.C., Shiau, Y.J., Tsay, H.S., & Hsia, C.N. (2005). Influence of Cytokinin and Ventilating Container Closure on Shoot Proliferation and Hyperhydricity of *In vitro Salvia miltiorriza* Culture. *Journal Taiwan Agricultural Research*, 54, 93-102.
- Dibax, R., Eisfeld, C.L., Cuquel, F.L., Koehler, H., & Quoirin, M. (2005). Plant Regeneration from Cotyledonary Explants of *Eucalyptus camaldulensis*. *Scientia Agricola (Piracicaba Brazil)*, 62, 406-412.
- Dumanoglu, Z., & Sönmez, Ç. (2021). Farklı Sürelerde Depolanan Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Tohumlarının Karşılaştırmalı Olarak Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 365-375.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., & Gürbüz, F. (1983). *İstatistik Metotları 1*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:862, Ankara.
- Echeverrigaray, S., Carrer, R.P., & Andrade, L.B. (2010). Micropropagation of *Salvia guaranitica* Benth. through Axillary Shoot Proliferation. *Brazilian Archives Biology Technology*, 53, 883-888.
- El-Feky, A.M., & Aboulthana, W.M. (2016). Phytochemical and Biochemical Studies of Sage (*Salvia officinalis* L.). *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences*, 4(5), 56-62.
- Elmas, S. (2021). Türkiye’de Adaçayı Yetiştiriciliği ve Ticari Önemi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 298-332.
- Erişen, S., Kurt-Gür, G., & Servi, H. (2020). *In vitro* Propagation of *Salvia sclarea* L. by Meta-Topolin, and Assessment of Genetic Stability and Secondary Metabolite Profiling of Micropropagated Plants. *Industrial Crops and Products*, 157, 112892.
- Gamborg, O.L. (1970). The Effects of Amino Acids and Ammonium on the Growth of Plant Cells in Suspension Culture. *Plant Physiology*, 45, 372-375.
- Ghorbani, A., & Esmaeilzadeh, M. (2017). Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and Its Components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7, 433-440.
- Grigoriadou, K., Triikka, F.A., Tsoktouridis, G., Krigas, N., Sarropoulou, V., Papanastasi, K., Maloupa, E., & Makris, A.M. (2020). Micropropagation and Cultivation of *Salvia sclarea* for Essential Oil and Sclareol Production in Northern Greece. *in vitro Cellular Developmental Biology Plant*, 56, 51-59.
- Grzegorzcyk, I., Bilichowski, I., Mikiciuk-Olasik, E., & Wysokińska, H. (2005). *In vitro* Cultures of *Salvia officinalis* L. as a Source of Antioxidant Compounds. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 74, 17-21.
- Grzegorzcyk, I., Królicka, A., & Wysokińska, H. (2006). Establishment of *Salvia officinalis* L. Hairy Root Cultures for the Production of Rosmarinic Acid. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 61c, 351-356.
- Grzegorzcyk-Karolak, I., Hnatuszko-Konka, K., Zarzycka, M. & Kuźma, Ł. (2020). The Stimulatory Effect of Purine-Type Cytokinins on Proliferation and Polyphenolic Compound Accumulation in Shoot Culture of *Salvia Viridis*. *Biomolecules*, 10(2), 178.
- Irina, G. (2008). Effects of Different Plant Hormones on *Salvia officinalis* Cultivated *In vitro*. *International Journal of Botany*, 4(4), 430-436.
- İzgi, M.C. (2020). Farklı IBA (Indol-3-Bütirik Asit) Dozları ve Köklendirme Ortamlarının Bazı Tıbbi Bitkileri Köklenmesi Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 9-16.
- Jiang, W., Hua, S., Zhou, X., Han, P., Lu, Q., & Qiu, Y. (2018). Assessment of Genetic Stability and Analysis of Alkaloids Potential in Micropropagated Plants of *Croomia japonica* Miquel, an Endangered, Medicinal Plant in China and Japan. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 135(1), 1-12.
- Kara, N., Baydar, H., & Erbaş, S. (2011). Farklı Çelik Alma Dönemleri ve IBA Dozlarının Bazı Tıbbi Bitkilerin Köklenmesi Üzerine Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(2), 71-81.
- Kefeli, V.I., Kalevitch, M.V., & Borsari, B. (2003). Phenolic Cycle in Plants and Environment. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 2, 13-18.
- Khare, R., Upmanyu, N., Shukla, T., Jain, V., & Jha, M. (2019). Compendium of *Salvia officinalis*: an Overview. *Current Traditional Medicine*, 6, 300-311.
- Kintzios, S., Nikolau, A., & Skoula, M. (1999). Somatic Embryogenesis and *In vitro* Rosmarinic Acid Accumulation in *Salvia officinalis* and *S. fruticosa* Leaf Callus Cultures. *Plant Cell Reports*, 18, 462-466.
- Laukkanen, H., Häggman, H., Kontunen-Soppela, S., & Hohtola, A. (1999). Tissue Browning of *In vitro* Cultures of Scots Pine: Role of Peroxidase and Polyphenol Oxidase. *Physiologia Plantarum*, 106, 337-343.
- Lemraski, M.G., Eftekhari, M., Faraji, M., & Zarrini, S.S. (2014). Study of Callus Induction in Common Sage (*Salvia officinalis* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(7), 386-389.
- Lu, Y., & Foo, L.Y. (1999). Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. *Phytochemistry* 51, 91-94.

- Mansuroğlu, S., & Gürel, E. (2001). *Mikroçoğaltım*. (Bitki Biyoteknolojisi: Doku Kültürü ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya: Edi. Babaoğlu M, Gürel E, Özcan S), 262-281.
- Murashige, F., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-492.
- Nishchal, N., Mir, H., Rani, R., & Pal, A.K. (2018). Effect of Antioxidants in Controlling Phenol Exudation in Micropropagation of *Litchi* cv. Purbi. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 31(4), 1-7.
- Petrova, M., Nikolova, M., Dimitrova, L., & Zayova, E. (2015). Micropropagation and Evaluation of Flavonoid Content and Antioxidant Activity of *Salvia officinalis* L. *Genetics and Plant Physiology*, 5(1), 48-60.
- Raj, P., Jakhar, M.L., Ahmad, S., Chahar, S., & Jat, K.A. (2020). Study on Effects of Antioxidants in Micropropagation of Bael (*Aegle marmelos* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(1), 1687-1690.
- Rostami, F., Radjabian, T., & Abrishamchi, P. (2022). Enhancement of Phenolic Acids Accumulation in *Salvia Abrotanoides* (Kar.) Sytsma Shoot Cultures under Elicitation with Nitric Oxide. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 149(1), 441-453.
- Shekhawat, N.S., Phulwaria, M., Harish Rai, M.K., Kataria, V., Shekhawat, S., Gupta, A.K., Rathore, N.S., Vyas, M., Rathore, N., Vibha, J.B., Choudhary, S.K., Patel, A.K., Lodha, D., & Modi, R. (2012). Bioresearches of Fragile Ecosystem/ Desert. *Proceedings of the National Academy Of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 82, 319-334.
- Snedecor, G.W., & Cochran, W.G. (1967). *Statistical Methods*. The Iowa State University.
- Tawfik, A.A., & Mohamed, M.F. (2007). Regeneration of *Salvia* (*Salvia officinalis* L.) Via Induction of Meristematic Callus. *In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 43, 21-27.
- Tursun, A.O., Sipahioglu, H.M., & Telci, I. (2021). Genetic Relationships and Diversity Within Cultivated Accessions of *Salvia officinalis* L. in Turkey. *Plant Biotechnology Reports*, 15(5), 663-672.
- Türkmen, O.S. (2009). *Kazdağı'nda Yetişen Oğulotu, Adaçayı ve Kekik Türlerinin Doku Kültürü Yöntemiyle Muhafazası ve Çoğaltılması* (Tez no: 259335). [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Uyanık, M. (2017). *Türkiye'de Tehlike Altındaki Bazı Endemik Salvia Türlerinin İn vitro Çoğaltımı ve Tarla Şartlarına Adaptasyonu*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yadav, A., Kothari, S.L., Kachhwaha, S., & Joshi, A. (2019). *In vitro* Propagation of Chia (*Salvia hispanica* L.) and Assessment of Genetic Fidelity Using Random Amplified Polymorphic DNA and Intersimple Sequence Repeat Molecular Markers. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 7(01), 42-47.
- Yaman, C. (2020). *Bazı Salvia Türlerinin İn vitro Çimlenmesi ve Önemi*. International Eurasian Conference on Biotechnology and Biochemistry (BioTechBioChem 2020) 16 - 18 Aralık 2020, Ankara.
- Yaman, C. (2021). Tıbbi Adaçayının (*Salvia Officinalis* L) Herbal Çaylarındaki Mineral İçeriği Üzerine Örnek Miktarı ve Uygulama Süresinin Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 336-343.
- Zayova, E., Nikolova, M., Dimitrova, L., & Petrova, M. (2016). Comparative Study of *In vitro*, *Ex Vitro* and *In Vivo* Propagated *Salvia hispanica* (Chia) Plants: Morphometric Analysis and Antioxidant Activity. *AgroLife Scientific Journal*, 5(2), 166-173.