



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 63-70, 2024

Received: 9-Aug -2024 Accepted: 11-Dec-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1530990>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Tıbbi Nane (*Mentha piperita* L.) Bitkisinin Fide Gelişim Döneminde Uygulanan Farklı BAP, IBA ve IAA Hormon Dozlarının Büyüme ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri

Muhammed Said YOLCU^{*1} , Agah ÖKSÜZ² , Ferzat TURAN³ , Emrah GÜLER⁴ 

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. muhammedsaidyolcu@subu.edu.tr

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. agah_55@outlook.com

³ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. ferzatturan@subu.edu.tr

⁴Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 14020, Bolu, Türkiye. emrahguler@ibu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışma, *Mentha piperita* L. bitkisinde BAP, IBA ve IAA hormonlarının 50 ve 100 ppm dozlarının büyüme ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, “Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri” desenine göre sera koşullarında üç tekrar ile yapılmıştır. İncelenen parametreler arasında fide ve kök uzunlukları, fide ve kök yaş ile kuru ağırlıkları, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite (CUPRAC ve FRAP) bulunmaktadır. Çalışma sonucunda; fide kuru ağırlığı dışındaki büyüme parametrelerinde hormon uygulamalarının kontrole göre önemli etkisinin olduğu, fide uzunluk, fide yaş ağırlık ve kök kuru ağırlıklarında en yüksek değerler BAP50 uygulamalarından, kök uzunluğunda en yüksek değer IBA50, kök yaş ağırlığında ise IAA50 uygulamalarında tespit edilmiştir. Uygulanan sentetik biyostimülanların antioksidan aktiviteler ile toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Biyostimülant, Fide Gelişim, Tıbbi nane, Toplam Fenolik Madde

*¹Sorumlu Yazarın E-posta Adresi: muhammedsaidyolcu@subu.edu.tr

Effects of Different BAP, IBA, and IAA Hormone Doses on Growth and Biochemical Parameters during the Seedling Development Period of Medicinal Mint (*Mentha piperita* L.) Plant

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of BAP, IBA, and IAA hormones at doses of 50 and 100 ppm on growth and biochemical parameters in *Mentha piperita*. The research was carried out under greenhouse conditions with three replications, following a “Completely Randomized Experimental Design”. The parameters examined included seedling and root lengths, seedling and root fresh and dry weights, total phenolic content, and antioxidant activity (CUPRAC and FRAP). The results indicated that, except for seedling dry weight, hormone applications had significant effects on growth parameters compared to the control. The highest values for seedling length, seedling fresh weight, and root dry weight were observed with BAP50 treatments, the highest root length was with IBA50, and the highest root fresh weight was with IAA50 treatments. It was found that the applied synthetic biostimulants had no significant effect on antioxidant activities and total phenolic content.

Keywords: Antioxidant, Biostimulant, Seedling Development, Medicinal Mint, Total Phenolic Content

1. Giriş

Önemli uçucu yağ bitkilerinden tıbbi nane veya pepermint (*Mentha × piperita* L.), 28 sinonime sahip, 30-90 cm boyunda, dik ve dörtgen gövdeleri olan, genellikle mor veya morumsu renk tonlarında çok yıllık aromatik otsu bitki türüdür. Yaprakları açık yeşil, oval biçimde, karşılıklı dizilimli, kısa saplı ve kenarları dişli, 4 ile 5 cm uzunluğunda olup, çiçekleri mor veya kırmızımsı renkte ve genellikle göze çarpmayan braktlarla çevrili sahte salkımlar şeklindedir. Bitkinin meyvesi dört elipsoidal çekirdekten oluşmaktadır [1]. Peppermint (*M. × piperita*) türü, Avrupa'ya özgü olmakla birlikte Doğu ve Kuzey Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri ve Afrika'da yaygın olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, dünya genelinde kültürü yapılmaktadır [1].

M. × piperita, *M. aquatica* ve *M. spicata*'nın doğal melezi olup, Ballıbabagiller ailesi olarak bilinen Lamiaceae familyasına ait bir türdür. *Mentha* cinsi, yaklaşık 61 tür ve 13 doğal melez içermektedir [2, 3].

Mentha piperita, bünyesinde sekonder metabolitler bakımından birçok grubu barındırmaktadır. Bunlardan başlıcaları; flavonoidler (%53), fenolik asitler (%42), lignanlar ve stilbenler (%2,5) gibi farklı alt gruplar, terpenoidlerden, monoterpen (%52) ve seskiterpenoidler (%9). Ayrıca, nanede aldehitler (%9), aromatik hidrokarbonlar (%9), laktonlar (%7) ve alkol (%6) bulunduğu ve menton bileşeninin uçucu yağlar arasında (%35–60) oranda bulunan ana bileşen olduğu bilinmektedir [4]. *Mentha piperita* halk arasında ateş, soğuk algınlığı, ağız ve boğaz iltihapları, sindirim sistemi, antiviral, antimantar tedavisinde kullanıldığı ve antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, biyopestisit, larvisid, antikanser, radyasyon koruyucu, genotoksisite ve anti-diyabetik aktivite gösterdiğine ait yapılan çalışmalarla kanıtlanmış geniş kullanıma sahip bir tıbbi bitki türüdür [4]. Tıbbi nanenin yaprak ve çiçeklerine ait çay ve uçucu yağı birçok alanda kullanılmaktadır.

Bitki biyostimülanları, genellikle bitkilerin besin içeriğini artırmak, abiyotik stres toleransını geliştirmek ve/veya mahsul kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılan, sentetik veya doğal olabilen çeşitli maddeler ya da mikroorganizmalardır [5].

Özellikle sentetik sitokinlerden biri olan BAP (6-benzylaminopurine), meristematik dokularda hücre bölünmesini ve protein sentezini teşvik etmekte, böylece hücre ve doku büyümesini hızlı ve etkili bir şekilde desteklemektedir [6]. Çeşitli bitkilerde yapılan araştırmalar, BAP uygulamalarının büyüme parametrelerini artırdığını, yaprak sayısında ve klorofil içeriğinde artış sağladığını ve antioksidan seviyelerini yükselttiğini göstermiştir [7, 8, 9, 10].

İndol asetik asit (IAA), oksin grubuna ait bir biyostimülant olup bitkilerin stres toleransını artırmada ve büyüme ile gelişmelerini teşvik etmede etkili bir hormon olduğu bilinmektedir [11]. Araştırmalar, IAA uygulamalarının çimlenmeyi hızlandırdığını, hücre bölünmesini artırdığını ve kök ile sürgün oluşumunu desteklediğini ortaya koymuştur [12, 13]. Ayrıca, oksin grubunda yer alan indol bütirik asit (IBA) biyostimülantı, kök oluşumunu teşvik

ettiği ve bitkilerin morfolojik parametrelerini etkilediği, yaprak çapını ve uzunluğunu arttırdığı bildirilmektedir [12].

Bu çalışma, IBA, IAA ve BAP hormonlarının farklı dozlarda yapraktan uygulamalarının, tıbbi nane bitkisinin fide gelişim dönemindeki büyüme ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Çalışma, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin TABTEM arazisindeki serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün tescil edilmemiş *Mentha piperita* klonları kullanılmıştır.

2.2. Metod

Deneme, "Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri" deneme deseni kullanılarak üç tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, tıbbi nane fidelerine BAP, IBA ve IAA hormonlarının 50 ve 100 ppm'lik solüsyonları uygulanmıştır. Toplam 21 adet 2 litrelik saksı kullanılmış ve bunlara elenmiş bahçe toprağı (2/3) ile Klassman (1/3) markasına ait torf eklenmiştir. Saksılar, seradaki zemin düzgünleştirildikten sonra 20 cm sıra üzeri ve 30 cm sıra arası olacak şekilde yerleştirilmiştir. Saksılar seraya yerleştirildikten sonra, su tutma kapasiteleri 285 ml olarak ölçülmüş ve her birine ortalama 285 ml su verilmiştir. Fideler 03.11.2023 tarihinde dikilmiştir ve toprakla temas eden alt yapraklar mantar hastalığı riskini önlemek amacıyla koparılmıştır. Deneme süresince saksılara ihtiyaç duydukları zaman aralıklarında yeterli su verilmiştir. BAP ve IBA hormonları NaOH ile IAA hormonu ise %96 etil alkol ile çözülmüş ve saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Hormon çözeltileri, ışığa karşı korumak amacıyla alüminyum folyo ile kaplanmış 1 litrelik püskürtme şişelerine doldurulmuş ve buzdolabında saklanmıştır. İlk hormon uygulamaları 05.01.2024 tarihinde, ekimden yaklaşık 2 ay sonra yapılmıştır. Hormon çözeltileri, her saksıya ortalama 10 ml olacak şekilde püskürtülmüş ve uygulamalar 4 gün arayla 3 kez tekrarlanmıştır. Deneme, bitki boyu ölçümleri yapıldıktan sonra 19.01.2024 tarihinde tamamlanmıştır ve deneme toplamda yaklaşık 2.5 ay sürmüştür. Deneme süresince gündüz ortalama sıcaklık 15 °C, gece ise 4 °C olarak ölçülmüştür [14].

Bitkilerin kökleri, topraktan suyla yumuşatılarak ayrılmış ve kök uzunlukları cetvelle ölçülmüştür. Fidelerin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Toprak üstü kısımlar ve kökler, kağıt keselerde 108 saat boyunca 35 °C'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

2.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Toplam fenolik içerik, [15]'e göre Folin–Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlendi. Öncelikle, 250 µL Folin–Ciocalteu reaktifi ile 50 µL ekstrakt çözeltisi bir tüpe eklenip, toplam hacim distile su ile 3 mL'ye tamamlandı. Beş dakika inkübasyonun ardından, tüpe 750 µL %20 Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilip karıştırıldı. Çözüm, 90 dakika boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiş ve sonra absorbans 765 nm'de UV-Vis spektrofotometresinde (Agilent Cary-60, Santa Clara, CA, ABD) ölçüldü. Galik asit standardı eğrisi, 50, 100, 150, 200 ve 300 µg/mL konsantrasyonlarındaki çözeltiler kullanılarak oluşturuldu ve toplam fenol içeriği galik asit eşdeğeri (mg GAE/100 g kekik kuru ağırlık) olarak raporlandı.

2.4. FRAP İndirgeme Kapasitesi Tayini

FRAP indirgeme kapasitesi tayini için, 0,3 M sodyum asetat tamponu (pH: 3,6), 10 mM 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazine (TPTZ) çözeltisi, 20 mM FeCl₃ ve 2 mM FeSO₄ çözeltileri hazırlandı. Çalışma çözeltisi, tampon, TPTZ ve FeCl₃ çözeltilerininin 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Standart grafik oluşturmak için 2 mM FeSO₄ çözeltisi ile 593 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır ve numuneler üç farklı konsantrasyonda test edilmiştir. Sonuçlar, mg ekstrakt/µmol Fe²⁺ eşdeğeri olarak raporlandı [16].

2.5. CUPRAC İndirgeme Kapasitesi Tayini

CUPRAC indirgeme kapasitesi tayini, daha önce bildirilmiş yöntemin revize edilmiş versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Bitki ekstratları farklı konsantrasyonlarda (10, 20, 40 µg) tüplere alındı. Üzerine 0,25 mL CuCl₂ çözeltisi (0,01 M), 0,25 mL etanolik neokuprin çözeltisi ve 0,25 mL CH₃COONH₄ tamponu (1 M) eklendi.

Karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, 450 nm'de absorbans ölçüldü [17]. Sonuçlar, troloks eşdeğerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2.6. İstatistiksel veriler

İstatistiksel analizler, COSTAT (sürüm 6.03) yazılımı ile yapılmıştır. Sonuçlar Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri deneme desenine göre analiz edilmiş olup, F değerler hesaplanarak önemli çıkan parametrelerde karşılaştırmalar LSD testi ile yapılmıştır.

Deneme sürecine ait bazı şekiller aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Toprak ve torf karışımı



Şekil 2: Hormon uygulamaları



Şekil 3: Morfolojik ölçümler

3. Bulgular ve Tartışma

Tıbbi nane bitkisinin fide gelişim döneminde uygulanan hormonların tüm büyüme parametreleri üzerinde istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli etkilerinin olduğu Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Tabloyu incelediğimizde, hormon uygulamalarının büyüme parametreleri açısından farklı sonuçlara neden olduğu görülmektedir. Fide uzunluğu ve fide yaş ağırlığı açısından en yüksek ortalama değerler sırasıyla 14.90 cm ve 4.31 g ile BAP50 uygulamasından elde edilirken, en düşük ortalama değerler kontrol grubundan bulunmuştur. Kök uzunluğu bakımından en yüksek ortalama değer 32.40 cm ile IBA50 uygulamasından, en düşük ortalama değer ise 26.97 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığında ise en yüksek ortalama 6.21 g ile IAA50 uygulamasında, en düşük ortalama ise 4.41 g ile IBA100 uygulamasında gözlemlenmiştir. Kök kuru ağırlık ortalaması bakımından en yüksek ortalama değer 0.91 g ile kontrol grubundan, en düşük ortalama değer ise 0.60 g ile BAP50 uygulamasından elde edilmiştir. Kök kuru ağırlık bakımından en yüksek ortalama değer 1.01 g ile BAP50, en küçük ortalama değer ise 0.38 g ile kontrol grubu olmuştur.

Tablo 3.1: Bazı sentetik biyostimülanların tıbbi nane bitkisinin büyüme parametrelerine etkileri

Sentetik Biyostimülant	Fide Uzunluk (cm)	Fide Yaş Ağırlık (g)	Kök Uzunluk (cm)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Fide Kuru Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)
Kontrol	11.27 B	1.59 C	26.97 B	5.38 AB	0.91 A	0.38 C
BAP50	14.90 A	4.31 A	30.20 AB	4.90 AB	0.60 B	1.01 A
BAP100	12.33 AB	2.82 B	29.30 AB	5.06 AB	0.72 AB	0.67 BC
IBA50	14.20 A	3.97 AB	32.40 A	6.08 A	0.89 A	0.94 AB
IBA100	13.93 A	3.92 AB	28.00 B	4.41 B	0.66 B	0.96 A
IAA50	13.93 A	3.44 AB	32.30 A	6.21 A	0.79 AB	0.84 AB
IAA100	13.47 AB	3.17 AB	30.50 AB	5.30 AB	0.74 AB	0.80 AB
LSD (0.05)	11.08	1.18	3.68	1.39	0.19	0.28
CV (%)	2.60	20.35	7.03	14.99	15.05	20.56

Orkide bitkisinde yapraktan uygulanan 100 ppm BAP hormonunun koltuk altı meristemlerinden yanıl sürgünlerin çıkmasına neden olduğu tespit edilmiştir [18]. Bu durum, bitkinin çoğalma yeteneğini artırdığı ve yeni sürgünlerin oluşumunu teşvik ettiğini göstermektedir. Önceki çalışmalarda da BAP hormonunun bitki büyümesini etkileyerek farklı fizyolojik değişikliklerin indüksiyonunu sağladığı gösterilmiştir [19, 20, 21]. Geçmiş yıllarda yapılan BAP ile ilgili çalışmalar, en uygun dozun bitki türüne bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca, BAP hormonunun hücre

büyümesini ve uzamasını teşvik ederek protein sentezini de artırarak büyüme parametrelerini artırdığı sonucu da ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular, BAP'ın bitki büyümesini desteklemede önemli bir rol oynadığını çalışma sonuçlarımız ile de göstermektedir.

Maş fasulyesinde yapraktan uygulanan 150 mg/l BAP hormonunun, kontrol grubuna göre belirgin bir şekilde bitki boyunu artırdığı, bitki başına yaprak sayısını ve yaprak çapını artırdığı, kök nodül sayısında da artışa neden olduğu ve bu durumun bitkinin azot fiksasyonu yeteneğini artırdığını, klorofil ve karotenoid miktarlarında da artışlara neden olarak fotosentez aktivitesini artırdığı gözlemlenmiştir [22].

Sitokinler, hücre döngüsü, kök uzaması, hücre bölünmesi, çenek genişlemesi, sürgün dallanması, kloroplast gelişimi ve yaprak yaşlanması gibi birçok önemli fizyolojik süreçte rol oynamaktadır [23]. Kök uzaması, gravitropizma, kök tüyü ve lateral kök gelişimi genellikle IAA tarafından düzenlenmektedir [24, 25, 26]. Maviyemiş bitkisinde IAA uygulamaları kök uzunluğunu ve ağırlığını artırdığı [27], maş fasulyesinde IAA'nın kök ve sürgünlerin yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığı [28], çim bitkisinde ise kök üstü ve altı ağırlıklarını artırdığı gözlemlenmiştir [29]. Çalışmamızda IAA hormonunun etkileri, literatürdeki bulgularla uyumlu sonuçlar göstermektedir.

IBA'nın yapraktan uygulanmasının buğdayın morfolojik, biyokimyasal ve verim parametrelerini iyileştirmede etkili bir hormon olduğu [30], serçedili bitkisinde yapraktan 75 ppm IBA uygulamasının bitki boyu, kök uzunluğu ve biyokütleyi kontrole göre artırdığı [31], kumzambağında IBA, bir oksin olarak kök üretimi ve uzaması için en iyi desteği sağladığı bildirilmektedir [32]. IBA uygulamasına bağlı olarak en yüksek kök uzunluğunun elde edilmesi literatürce desteklenmektedir.

Tablo 3.2: Bazı sentetik biyostimülanların *Mentha piperita* L. bitkisinin biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri

Sentetik Biyostimülant	CUPRAC (mM/g TE)	FRAP (mM/g AAE)	Total Fenolik Madde (mg/g GAE)
Kontrol	5,10	1,24	0,37
BAP50	4,38	1,06	0,28
BAP100	4,68	1,11	0,31
IBA50	5,53	1,30	0,38
IBA100	4,69	1,16	0,32
IAA50	4,97	1,19	0,37
IAA100	4,99	1,25	0,37
LSD (0.05)	öd	öd	öd
CV (%)	19,61	14,19	18,18

TE: Troloks Eşdeğeri, AAE: Askorbik Asit Eşdeğeri, GAE: Gallik Asit Eşdeğeri

Mentha piperita bitkisinin fide gelişim döneminde uygulanan hormonların; CUPRAC, FRAP ve toplam fenolik madde ölçümlerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 3.2).

Tablo 3.3: Bazı sentetik biyostimülanların *Mentha piperita* L. bitkisinin incelenen parametreler arasındaki korelasyon tablosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1								
2	0.972**	1							
3	0.637	0.566	1						
4	0.024	-0.094	0.717	1					
5	-0.535	-0.585	0.080	0.696	1				
6	0.973**	0.995**	0.568	-0.100	-0.591	1			
7	-0.197	-0.233	0.351	0.722	0.895**	-0.223	1		
8	-0.223	-0.283	0.225	0.586	0.828*	-0.249	0.951**	1	
9	-0.287	-0.387	0.291	0.731	0.855*	-0.347	0.904**	0.943**	1

1: Fide Uzunluk, 2: Fide Yaş Ağırlık, 3: Kök Uzunluk, 4: Kök Yaş Ağırlık, 5: Kök Kuru Ağırlık, 6: Fide Kuru Ağırlık, 7: CUPRAC, 8: FRAP, 9: Total Fenolik Madde Miktarı

Tablo 3.3'e göre; fide uzunluğunun; fide yaş ağırlık ile fide kuru ağırlık arasında %1 düzeyinde pozitif bir ilişki içerisinde olduğu, fide yaş ağırlığının; fide kuru ağırlığı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu, kök kuru ağırlığının; CUPRAC antioksidan aktivite arasında %1, FRAP antioksidan aktivite ve total fenolik madde arasında ise %5 düzeyinde olumlu ilişkisinin olduğu, CUPRAC antioksidan aktivitenin; FRAP ve total fenolik madde miktarı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu, FRAP antioksidan aktivitenin; total fenolik madde miktarı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu görülmektedir.

4. Sonuç

Yapraktan uygulanan hormonların antioksidan aktiviteler ve toplam fenolik madde miktarı açısından kontrole kıyasla pek etkisinin olmadığı ancak büyüme parametreleri üzerinde anlamlı bir katkısının olduğu görülmüştür. Fide uzunluğu ve yaş ağırlığı açısından en iyi sonuçlar BAP50 uygulamasında elde edilirken, kök uzunluğu bakımından ise IBA50 uygulaması öne çıkmıştır. Bu bulgular, tıbbi nane yetiştiriciliğinde hormon uygulamalarının dikkatlice seçilerek bitki gelişimi üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle BAP50 ve IBA50 gibi belirli hormon konsantrasyonlarının kullanımı, bitki büyümesini teşvik etmek ve verimliliği artırmak için değerlendirilebilir. Çalışmada uygulanan hormonlara yönelik sürdürülebilir tavsiye verebilmek için uygulanan hormonların bitkide kalıntı sonuçlarının değerlendirilmesi, farklı dozlarının ve tarla denemelerinin kurulması önerilmektedir.

5. Beyanname

5.1 Rakip Çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.2 Yazarların Katkıları

Sorumlu Yazar Muhammed Said YOLCU: Araştırma ve/veya makale için fikir ya da hipotezin oluşturulması, sonuçlara ulaşmak için gereç ve yöntemlerin planlanması, deneylerin yapılması, verilerin düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, bulguların mantıklı açıklanması ve sunumu için sorumluluk almak, araştırma sırasında literatür taraması ile ilgili sorumluluk almak, yazının tümü veya asıl bölümün oluşturulması için sorumluluk almak, makaleyi teslim etmeden önce sadece imla ve dil bilgisi açısından değil aynı zamanda entelektüel içerik açısından yeniden çalışma yapmak.

Yazar Agah ÖKSÜZ: Çalışmanın yürütülmesi, verilerin alınması ve düzenlenmesi.

Yazar Ferzat TURAN: İstatistiksel analizlerin yapılması, literatür taranması, makale yazımında katkı sağlaması.

Yazar Emrah GÜLER: Analizlerin yürütülmesi, sonuçların yorumlanması ve düzenlenmesi

5.3 Etik Kurul Onayı

Etik onayına ihtiyaç yoktur.

5.4 Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesi için ortam sağlayan SUBÜ'e bağlı TABTEM Kurumu çalışanlarına teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- [1] Singh, R., Shushni, A.M.M., & Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 8, 322–328.
- [2] Benabdallah, A., Boumendjel, M., Aissi, O., Rahmoune, C., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2018). Chemical composition, antioxidant activity and acetyl cholinesterase inhibitory of wild *Mentha* species from Northeastern Algeria. *South African Journal of Botany*, 116, 131–139.
- [3] Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., & Satya, S. (2011). Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Industrial Crops and Products*, 34, 802–817.
- [4] Mahendran, G., & Rahman, L.U. (2020). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (*Mentha* × *piperita* L.) A review. *Phytotherapy Research*, 34(9), 2088–2139.

- [5] Patrick, D.J. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulture*. 196, 3 - 14.
- [6] Mayerni, R., Eka Pratiwi, E., & Warnita, W. (2015). Shoot multiplication of quinine plant (*Cinchona ledgeriana* Moens) with several concentrations of kinetin on in vitro. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(2), 57-61.
- [7] Rulcová, J., & Pospíšilová, J. (2001). Effect of benzylaminopurine on rehydration of bean plants after water stress. *Biologia Plantarum*, 44, 75-81.
- [8] Taiz, L., and Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* (5th ed. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts).
- [9] Nourafcan, H., Sefidkon, F., Khalighi, A., Mousavi, A., Sharifi, M. (2014). Effects of IAA and BAP on chemical composition and essential oil content of lemon verbena (*Lippia citriodora* H.B.K). *J Herb Med* 5:25–32
- [10] Hemmati, N., Cheniany, M., & Ganjeali, A. (2020). Effect of plant growth regulators and explants on callus induction and study of antioxidant potentials and phenolic metabolites in *Salvia tebesana* Bunge. *Botanica serbica*, 44(2), 163-173.
- [11] Yang, Y., Wang, Q.L., Geng, M.J., Guo, Z.H. and Zhao, Z. (2011). Effect of Indole-3-Acetic Acid on Aluminum-Induced Efflux of Malic Acid from Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil*, 346: 215–230.
- [12] Sevik, H., and Guney, K. (2013). Effects of IAA, IBA, NAA, and GA3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *ScientificWorldJournal* 2013:909507. doi: 10.1155/2013/909507
- [13] Kumlay, A.M., & Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: bitki hormonları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2), 47-56.
- [14] Anonim (2024) <https://www.accuweather.com/tr/tr/arifbey/320558/november-weather/320558?year=2023> Erişim Tarihi: 02/08/2024
- [15] Waterhouse, A.L. (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*, 6(1), I1-1.
- [16] Sachett, A., Gallas-Lopes, M., Conterato, G.M.M., Herrmann, A.P., & Piato, A. (2021). Antioxidant activity by FRAP assay: in vitro protocol. *Protocols*, <http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.btqnmv6>
- [17] Ak, T., & Gülçin, I. (2008). Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. *Chemico-biological interactions*, 174(1), 27-37.
- [18] Lee, H.B., Im, N.H., An, S.K., & Kim, K.S. (2021). Changes of growth and inflorescence initiation by exogenous gibberellic acid3 and 6-benzylaminopurine application in *Phalaenopsis* orchids. *Agronomy*. 11(2), 196.
- [19] Shekhawat, M.S., Kannan, N., Manokari, M., Revathi, J. (2012). In vitro propagation of *Oldenlandia umbellata* L.—a highly medicinal & dye-yielding plant of coromandel coast. *Int J Recent Sci Res* 3(9):758–761
- [20] Krishnan, S.R.S., Siril, E.A. (2017). Enhanced In Vitro Shoot Regeneration in *Oldenlandia umbellata* L. by Using Quercetin: A Naturally Occurring Auxin-Transport Inhibitor. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.*, 87(3), 899–904.
- [21] Deng, Z.C., Jin, H., He, H. (2015). An efficient micropropagation system for *Morinda officinalis* How. (Rubiaceae). an endangered medicinal plant. *J Agric Sci Tech* 17:1609–1618
- [22] Sarker, B.C., Talukder, M., and Roy, B. (2021). Chlorophyll synthesis. growth and yield performance of summer mung bean CV. BARI MOOG-6 in response to BAP and NAA. *Bangl. J. Bot.* 50. 209–217.
- [23] Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*, 6th edn. Sinauer Associates Inc, Publishers, Sunderland
- [24] Pei, S., Qiu-Ying, T., Jie, C., Wen-Hao, Z., (2010). Aluminium-induced inhibition of root elongation in *Arabidopsis* is mediated by ethylene and auxin. *Journal of Experimental Botany* 61:347–356.
- [25] Luo, J., Zhou, J.J., Zhang, J.Z., (2018). Aux/IAA gene family in plants: molecular structure, regulation, and function. *International Journal of Molecular Sciences* 19:259
- [26] Anfang, M., Shani, E. (2021). Transport mechanisms of plant hormones. *Current Opinion in Plant Biology* 63:102055.
- [27] Akbulut, M., Bakoğlu, N., Baykal, H., & Şavşatlı, Y. (2015). Maviyemişlerde (*Vaccinium corymbosum* L.) çelikle üretimde farklı hormon dozlarının köklenme üzerine etkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 52-56.
- [28] Ali, B., Hayat, S., Hasan, S.A. and Ahmad, A. (2008). A comparative effect of IAA and 4-Cl-IAA on growth, nodulation and nitrogen fixation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(1), 35-41.
- [29] Zhu, C., Jiang, R., Wen, S., Xia, T., Zhu, S., & Hou, X. (2023). Foliar spraying of indoleacetic acid (IAA) enhances the phytostabilization of Pb in naturally tolerant ryegrass by limiting the root-to-shoot transfer of Pb and improving plant growth. *PeerJ*, 11, e16560.
- [30] Bashir, Z., Hussain, K., Iqbal, I., Nawaz, K., Siddiqi, E.H., Javeria, M., ... & Ali, S.S. (2021). Improvements of crop productivity in wheat (*Triticum aestivum* L.) by the applications of phytohormones. *Pak. J. Bot.*, 53(2), 585-595.
- [31] Lin, L., Ma, Q., Wang, J., Lv, X., Liao, M. A., Xia, H., ... & Liang, D. (2018). Effects of indole-3-butyric acid (IBA) on growth and

- [32] Redhwan, A., Acemi, A., & Özen, F. (2023). Effects of plant growth regulators on in vitro seed germination, organ development and callogenesis in *Pancreaticum maritimum* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 154(1), 97-110.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).