



## Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(1), 44-52, 2024

Received: 15-May-2024 Accepted: 25-Jun-2024

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

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1484526>



SAKARYA UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES

# İstanbul Kekığı (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) Bitkisinin Fide Gelişim Döneminde Uygulanan Sentetik Biyostimülantların'ın Büyüme ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri

Muhammed Said YOLCU<sup>1</sup> , Bayram Ali SOYDAŞ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Sakarya Uygulama Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

## ÖZ

Bu araştırma İstanbul kekığı (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) bitkisinin fide gelişim döneminde IAA, IBA ve BAP hormonlarının 50 ppm ve 100 ppm dozlarının yaprakтан uygulamalarının büyüme parametreleri ile bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme "Tek Faktörlü Tam Şansa Bağlı Parseller" deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada; fide ve kök uzunlukları, fide ve kök yaş ağırlıkları, fide ve kök kuru ağırlıkları, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite (CUPRAC ve FRAP) parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda; tüm hormonların kontrole göre büyüme değerlerini arttırdığı, BAP hormonunun 100 ppm dozunun kök uzunluğu dışındaki tüm büyüme parametrelerinde en yüksek değerleri verdiğini, kök uzunluğunda ise en yüksek değere IAA hormonunun 50 ppm'lik dozunda ulaşıldığı tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarına IBA hormonunun 50 ppm uygulamasından ulaşıldığı, CUPRAC antioksidan aktivite yöntemine göre en yüksek değer BAP hormonunun 50 ppm uygulamasından, FRAP antioksidan aktivite yöntemine göre ise en yüksek değer kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Biyostimülant, Fide Gelişim, İstanbul kekığı, Origanum, Toplam Fenolik Madde

## The Effects of Synthetic Biostimulants Applied During Seedling Development of Istanbul Oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) on Growth and Biochemical Parameters

### ABSTRACT

This research was conducted to determine the effects of foliar applications of IAA, IBA, and BAP hormones at 50 ppm and 100 ppm doses on growth parameters and some biochemical parameters during the seedling development period of Istanbul oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). The experiment was carried out under greenhouse conditions using a "Single Factor Completely Randomized Parcels" experimental design with three replications. In the study, seedling and root lengths, seedling and root fresh and dry weights, total phenolic content, and antioxidant activity (CUPRAC and FRAP) parameters were investigated. As a result of the study, it was determined that all hormones increased growth values compared to the control, and the 100 ppm dose of BAP hormone gave the highest values in all growth parameters except root length, while the highest value in root length was achieved with the 50 ppm dose of IAA hormone. The highest total phenolic

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazarın E-posta Adresi: [soydasbayramali@gmail.com](mailto:soydasbayramali@gmail.com)

content was reached with the 50 ppm application of IBA hormone, the highest value according to the CUPRAC antioxidant activity method was obtained from the 50 ppm application of BAP hormone, and according to the FRAP antioxidant activity method, the highest value was determined from the control applications.

**Keywords:** Antioxidant, Biostimulant, Seedling Development, *Origanum*, Total Phenolic Content

## 1 Giriş

*Origanum* cinsi Lamiaceae familyasına mensup, çoğunlukla Akdeniz bölgesinde yayılış gösteren 39 tür ile temsil edilmektedir [1]. Türkiye'de bu cinse ait, 14'ü endemik olmak üzere 23 tür bulunmaktadır [2]. Türkiye'de *Origanum vulgare* türüne ait dört alt tür bulunmaktadır. Bunlar: *O. vulgare* ssp. *gracile*, *O. vulgare* ssp. *hirtum*, *O. vulgare* ssp. *viride* ve *O. vulgare* ssp. *vulgare*'dir [3].

Ülkemizde İstanbul kekığı olarak bilinen *O. vulgare* ssp. *hirtum*, türü uçucu yağ kalitesi ve konsantrasyonu bakımından en iyi kekikler arasında olduğu ve popüleritesinin gittikçe arttığı bilinmektedir [4].

Türkiye, dünya kekik pazarında öncü bir ülke konumundadır ve kekik, ülkenin önemli ihracat kalemlerinden biridir. Türkiye, dünya kekik ticaretinin yaklaşık %80'ini sağlayarak bu alandaki etkinliğini göstermiştir. Ülke genelinde kekik ihracatının yaklaşık %90'ı, *Origanum* cinsine ait türlerden gelmektedir. Bu türler içinde, özellikle *Origanum onites* L. ve *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, en çok yetiştirilen ve hasat edilen türler arasında yer almaktadır [5]. İstanbul kekığının doğada uçucu yağ oranının %1-6,1, kültürü yapılan durumlarda ise %1,2-5,7 olduğu bildirilmiştir [6].

Karvakrol ve timol, *Origanum* cinsine ait bitkilerde uçucu yağ ana bileşenlerini oluşturduğu ve bu bileşenleri,  $\gamma$ -terpinen, psimen, linalol, terpinen-4-ol ve sabinen hidrat takip ettiği bildirilmektedir [7].

İstanbul kekığı herba ve yapraklarından baharat olarak, yağı ise birçok endüstride kullanılmaktadır. Kekik, Akdeniz mutfağında yaygın bir baharat olarak bilinmekte ve çok yönlü kullanımıyla dikkat çekmektedir. Özellikle uçucu yağı, güçlü antioksidan, antibakteriyel ve antifungal özellikleri sayesinde birçok sektörde kullanılmaktadır. Gıda ve içecek sanayisinde, ürünlerin korunması ve daha uzun süre taze kalabilmesi için tercih edilirken, temizlik, kozmetik ve eczacılık alanlarında da önemli bir yere sahiptir. Tamamlayıcı tıpta tercih edilen kekik, çiftlik balıkçılığında besin desteği ve arıcılıkta ise nektar kaynağı olarak kullanılır, bu çeşitlilik onu oldukça fonksiyonel bir bitki yapmaktadır [8-10].

Bitki biyostimülanları, genel olarak besin içeriğini artırmak, abiyotik stres toleransını iyileştirmek ve/veya mahsul kalite özelliklerini geliştirmek amacıyla bitkilere farklı şekil ve zamanlarda uygulanabilen herhangi bir uyarıcı madde (sentetik veya doğal) veya mikroorganizmalara verilen genel bir addır [11].

İlk sentetik sitokinlerden olan BAP (6-benzylaminopurine), meristem dokusunda hücre bölünmelerine ve protein sentezine yardımcı olduğu ve hücre ve doku büyümesini desteklemede hızlı ve etkili bir şekilde etki gösterdiği bildirilmektedir [12]. Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda BAP uygulamalarının

büyüme parametrelerini arttırdığı, yaprak sayısında ve klorofil miktarında kontrole göre artışlara neden olduğu, enzimsel ve enzimsel olmayan antioksidanları arttırdığına ait çalışmalar mevcuttur [13-15].

İndol asetik asidin (IAA) oksin grubundan bir biyostimülant olduğu, strese karşı bitkinin dayanıklılığının artırılmasında, bitki büyüme ve gelişmesini teşvik etmede etkili bir hormon olduğu bilinmektedir [16]. Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda; IAA uygulamalarının çimlenmeyi arttırdığı [17], hücre bölünmesini arttırdığı, kök ve sürgün oluşumunu kontrol altında tutulmasında görev aldığı bilinmektedir [18]. Oksin grubundan olan indol bütirik asit (IBA) hormonu; kök oluşumunu arttırdığı, morfolojik parametreleri etkilediği, yaprak çapı ve boyunu arttırdığı bildirilmektedir [17].

Bu çalışma, farklı dozlarda IBA, IAA ve BAP sentetik biyostimülantların yapraktan uygulamalarının fide gelişim döneminde olan İstanbul kekığı bitkisinin büyüme ve biyokimyasal parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma; Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesine ait Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi içerisindeki serada yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan İstanbul kekığı (*Origanum onites* ssp. *hirtum*) fideleri ticari bir firmadan temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Deneme, “Tek Faktörlü Tam Şansa Bağlı Parseller” desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada tıbbi İstanbul kekığı fidelerine, bitki büyüme ve gelişiminde etkileri olduğu bilinen BAP, IAA ve IBA hormonlarının 50 ve 100 mg/l dozları uygulanmıştır. Çalışmada 42 adet 2 lt'lik saksılar kullanılmıştır. Bu saksılara ince elenmiş bahçe toprağı (4/3) ile Klassman TS1 marka torfdan (4/1) hazırlanmış homojen karışım eklenmiştir. Çalışmanın yürütüleceğı serada saksıların yerleştirileceğı zemin, tırmık ile düzeltilip ardından silindir çekildikten sonra 20 cm sıra üzeri, 30 cm sıra arası olacak şekilde saksılar yerleştirilmiştir.

Saksılar seraya yerleştirildikten sonra su tutma kapasiteleri 285 ml olarak ölçülmüş ve dikimden önce her bir saksıya ortalama 285 ml su verilmiştir. Bu işlemden sonra fideler saksılara ortalama 3 cm derinliğinde olacak şekilde 03.11.2023 tarihinde dikilmiştir. Dikim yapılırken bitkilerin alt iki yaprağı toprak ile temas etmesi halinde mantari hastalık oluşturmaması için elle koparılıp atılmıştır. Haftada bir olacak şekilde her saksıya ortalama 100 ml su deneme süresince verilmiştir. Deneme kurulumundan sonlanmasına kadar geçen süreçte hava durumuna ait gündüz ve gece ortalama dereceleri: 03.11.2023-03.12.2023: gündüz 18°C, gece 6°C. 03.12.2023-03.01.2024: gündüz 15°C, gece 3°C. 03.01.2024-22.01.2024: gündüz 12°C, gece 2°C [19].

BAP ve IBA hormonları NaOH ile, IAA hormonu ise %96'lık etil alkol ile çözündürülmüş ve saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Hazırlanan hormon çözeltileri 1 lt'lik püskürtme şişelerine doldurulmuş, ışıktan

etkilenmemesi için alüminyum folyo ile sarılmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir. Yapıktan ilk hormon uygulamaları 05.01.2024 tarihinde (ekimden ortalama 2 ay sonra) yapılmıştır. Çalışma kış aylarında yürütülmesi nedeniyle büyüme ve gelişim yaz aylarına göre daha yavaş olduğu ve bu nedenle hormon uygulaması geciktirilmiştir. Hormon uygulamalarında saksıdaki fidelere yapıktan ortalama 10 ml olacak şekilde püskürtülerek uygulanmıştır. Hormon uygulamaları 4 gün arayla 3 defa olacak şekilde yapılmıştır. Deneme bitki boyu ölçümleri alındıktan sonra 19.01.2024 tarihinde sonlandırılmıştır. Deneme ortalama 2,5 ay sürmüştür.

### 2.3. Büyüme Parametreleri Ölçümü

Bitkilerin kökleri topraktan su ile yumuşatılıp ayrıştırıldı. Daha sonra kök uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülüp tespit edilmiştir. Fide ve kök yaş ağırlıkları hassas terazide ölçüldü. Fidelerin toprak üstü kısımları ve kökleri kese kâğıdına konulup etüve 108 saat boyunca 35 °C olacak şekilde konulmuş ve kuruması sağlanmıştır. Daha sonra fide ve kök kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme aşaması ve ölçümlere ait bazı görseller aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Saksıda İstanbul kekiği



Şekil 2. Hormon uygulaması



Şekil 3. Kök uzunluğu ölçümü

### 2.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Toplam fenolik içerik, [20]'a göre Folin–Ciocalteu yöntemi kullanılarak değerlendirildi. İlk olarak, 250 µL Folin–Ciocalteu reaktifi ve 50 µL ekstrakt çözeltisi bir tüpe eklenerek, toplam hacim distile su ile 3 mL'ye ayarlandı. 5 dakikalık bir inkübasyon süresinin ardından, %20'lik (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi 750 µL olarak eklenip, tüpler karıştırıldı. Oluşan çözüm, 90 dakika boyunca oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletildi ve ardından absorban UV-Vis spektrofotometresinde (Agilent Cary-60, Santa Clara, CA, ABD) 765 nm'de ölçüldü. Galik asit standardı eğrisi, 50, 100, 150, 200 ve 300 µg/mL konsantrasyonlarında aynı prosedürün tekrarlanmasıyla oluşturuldu. Toplam fenol içeriği, galik asit standardı eğrisi kullanılarak galik asit eşdeğeri olarak ifade edildi (mg GAE/100 g kekik kuru ağırlık).

### 2.5. FRAP İndirgeme Kapasitesi Tayini

Başlangıçta 0,3 M sodyum asetat tamponu (pH: 3,6), 10 mM 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazine (TPTZ) çözeltisi, 20 mM FeCl<sub>3</sub> ve 2 mM FeSO<sub>4</sub> çözeltileri hazırlandı. Çalışma çözeltisi, tampon çözelti, TPTZ ve FeCl<sub>3</sub> çözeltilerinin 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla elde edildi. Standart grafik oluşturmak için 2

mM FeSO<sub>4</sub> çözeltisi ile 593 nm'de absorbans ölçümleri yapıldı, ardından numuneler en az üç farklı konsantrasyonda ölçüldü. Sonuçlar, mg ekstrakt/ $\mu$ mol Fe<sup>2+</sup> eşdeğeri olarak raporlandı [21].

## 2.6. CUPRAC İndirgeme Kapasitesi Tayini

Bu metotta daha önce bildirilen yöntemin kısmen değiştirilmiş hali kullanıldı. Bitki ekstratlarından farklı konsantrasyonlarda (10, 20, 40  $\mu$ g) tüplere alındı. Üzerine 0,25 mL CuCl<sub>2</sub> çözeltisi (0,01 M), 0,25 mL etanolik neokuprin çözeltisi ve 0,25 mL CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> tampon çözeltileri (1 M) eklendi. Karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, 450 nm'de absorbans değerleri köre karşı ölçüldü [22]. Ölçüm sonuçları troloks, gallik asit ve bütilhidroksianisol (BHA) gibi standart antioksidanlarla karşılaştırılarak değerlendirildi.

## 2.7. İstatistiksel Veriler

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri COSTAT (sürüm 6.03) paket programı ile çoklu karşılaştırma testleri ise LSD testine göre yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

İstanbul kekiğinin fide gelişim döneminde uygulanan hormonların tüm büyüme parametreleri üzerine istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli etkisinin olduğu Tablo 3.1'de görülmektedir. Tablo 3.1 incelendiğinde büyüme parametreleri bakımından kontrol grubunun en düşük değerleri aldığı ve hormon uygulamaları arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlık, kök yaş ağırlık ve kök kuru ağırlık bakımından en yüksek değerler sırasıyla, 10,67 cm, 4,17 g, 0,64 g, 4,68 g, 0,85 g ile BAP 100 uygulamasından elde edilmiştir. Kök uzunluğu bakımından en uzun değer ise 30,75 cm ile IAA 50 uygulamasında tespit edilmiştir.

**Tablo 3.1.** Bazı sentetik biyostimülanların İstanbul kekiği 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	5,67 D	0,67 D	24,50 E	1,56 C	0,24 D	0,16 E
BAP50	8,10 BC	2,90 B	26,25 CDE	1,73 C	0,58 AB	0,59 BC
BAP100	10,67 A	4,17 A	25,00 DE	4,68 A	0,64 A	0,85 A
IBA50	10,09 AB	2,27 BC	27,75 BC	3,52 B	0,45 BC	0,49 CD
IBA100	7,00 CD	1,74 C	27,00 BCD	4,05 AB	0,55 AB	0,41 D
IAA50	7,77 BCD	1,65 C	30,75 A	3,59 AB	0,31 CD	0,67 B
IAA100	8,77 ABC	2,41 BC	29,00 AB	3,52 B	0,51 AB	0,54 BCD
LSD (0.05)	2,42	0,77	2,11	1,11	0,15	0,14
CV (%)	16,74	19,71	4,43	19,61	19,07	16,16

Maş fasulyesinde yapraktan uygulanan 150 mg/l BAP hormonunun kontrole göre bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, yaprak çapı, kök nodül sayısı, klorofil ve karotenoid miktarlarını arttırdığı tespit edilmiştir [23]. Orkide bitkisinde, yapraktan uygulanan 100 ppm BAP hormonunun, koltuk altı meristemlerinden

yanal sürgünlerin çıkışında etkili olduğu [24], BAP'ın, birçok bitkide diğer sitokininlere göre sürgün indüksiyonunda üstünlüğü *Oldenlandia umbellata* [25, 26], *Morinda officinalis* [27] çalışmalarıyla belirlenmiştir. Önceki yıllarda BAP ile yapılmış çalışmalarda en uygun dozun bitkiye göre değiştiği ve BAP hormonunun hücre büyümesi, uzamasına ve protein artışı gibi fizyolojik değişiklikleri indükleyerek başta büyüme parametrelerini arttırdığı çalışma sonuçlarımızla da gösterilmiştir.

Sitokininlerin hücre döngüsünde, kök uzamasında, hücre bölünmesinde, çenek genişlemesinde, sürgün dallanmasında, kloroplast gelişiminde ve yaprak yaşlanmasında önemli rolleriyle bilinmektedir [28]. Kök uzaması, kök tüyü gelişimi ve lateral kök gelişimi gibi bazı temel fizyolojik aktivitelerin IAA hormonu tarafından düzenlendiği bildirilmektedir [29-31]. Maviyemiş bitkisine uygulanan IAA hormonunun kök uzunluk ve ağırlığında artışlara neden olduğu [32], maş fasulyesinde IAA uygulamalarının kök ve sürgünlerin yaş ve kuru ağırlıklarını arttırdığını [33], çim bitkisinde IAA uygulamalarının kök üstü ve alt aşamaların ağırlıklarını arttırdığı bildirilmiştir [34]. Çalışmamızda IAA hormon uygulamasının sonuçları ile literatür paralellik göstermektedir.

**Tablo 3.2.** Bazı sentetik biyostimülanların İstanbul kekığı bitkisinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri

Biyostimulant	CUPRAC (mM/g TE)	FRAP (mM/g AAE)	TFMM (mg/100g GAE)
<b>Kontrol</b>	4,28 B	1,32 A	31,00 C
<b>BAP50</b>	5,91 A	1,22 AB	38,55 B
<b>BAP100</b>	5,78 A	1,08 ABC	39,40 AB
<b>IBA50</b>	5,84 A	1,12 ABC	43,87 A
<b>IBA100</b>	4,98 AB	0,86 C	37,73 B
<b>IAA50</b>	5,62 A	1,01 BC	41,80 AB
<b>IAA100</b>	5,21 AB	0,96 BC	37,50 B
<b>LSD (0.05)</b>	13,58	15,71	7,23
<b>CV (%)</b>	1,27	0,29	4,88

AAE: Askorbik Asit Eşdeğeri, GAE: Gallik Asit Eşdeğeri, TE: Troloks Eşdeğeri, TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

İstanbul kekığının fide gelişim döneminde uygulanan hormonların; CUPRAC ve FRAP yöntemlerine bağlı yapılan antioksidan aktiviteler ile toplam fenolik madde miktarı üzerine istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli etkisinin olduğu Tablo 3.2'de görülmektedir. Serbest radikalleri süpürme aktivitesi olarak kabul edilen CUPRAC yönteminde diğer uygulamalara kıyasla BAP50 uygulamalarında tespit edilen antioksidan aktivite 5,91 mM/g TE ile daha yüksek sonuç verirken, en düşük CUPRAC aktivitesi ise 4,28 mM/g TE ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir. Bir diğer antioksidan aktivite belirleme yöntemi olan FRAP sonuçlarına göre ise en yüksek antioksidan aktivite 1,32 mM/g TE ile kontrol uygulamalarından, en düşük aktivite 0,86 mM/g TE ile IBA100 uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 3.2). Toplam fenolik madde miktarı bakımından en yüksek değer 43,87 mg/100g GAE ile IBA50 uygulamalarından, en düşük değer ise 31,0 ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir.

Tablo 3.2 değerlendirildiğinde antioksidan aktivite testlerinin birbirinden sonuç itibariyle farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Bu farklılıkların temelinde; örnek hazırlama, analiz yöntemi, farklı mekanizmalar (CUPRAC bakır indirgemeye bağlı bir yöntem iken, FRAP demir indirgemeye ait bir yöntem), testlerin duyarlılık seviyeleri gibi farklılıkları barındırıyor olması olabilir. IBA, *Thymus vulgaris* ve *Origanum vulgare*'de toplam flavonoid üretimini artırırken, *Ocimum basilicum*'da azalttığı bildirilmektedir [35, 36]. Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda; BAP ve farklı sitokin hormonlarının daha fazla sekonder metabolit (polifenol) üretimini arttırdığı, hücre farklılaşmasına neden olduğu bildirilmektedir [37].

#### 4. Sonuç

Uygulanan sentetik biyostimülanların, incelenen parametreler üzerine kontrole göre olumlu etkilerinin olduğu, kök uzunluğu bakımından IAA50 dozunun en uygun doz olabileceği, kök uzunluğu dışındaki incelenen büyüme parametrelerinde BAP100 dozunun öne çıkan en uygun biyostimülan olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı bakımından en uygun hormon dozunun IBA50 olabileceği, antioksidan aktivite bakımından ise test yöntemlerine göre sonuçların değişebildiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının tavsiye edilebilirliği için tarla şartlarında denemelerin yapılması ve doz aralığının artırılması tavsiye edilmektedir.

#### 5. Beyanname

##### 5.1. Çıkar Çatışması

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

##### 5.2. Yazarların Katkıları

Makalenin yürütülmesi, istatistiksel analizlerin yapılması ve yayına hazır hale getirilmesinde yazarların eşit katkıları olmuştur.

##### 5.3. Teşekkür

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

#### 6. Kaynakça

- [1] Sozmen, F., Uysal, B., Kose, E.O., Aktas, O., Cinbilgel, I., Oksal, B.S. (2012). Extraction of the essential oil from endemic *Origanum bilgeri* P.H Davis with two different methods: comparison of the oil composition and antibacterial activity. *Chem. Biodivers*, 9, 1356–1363.
- [2] Duman, H. (2000). *Origanum* L. In: *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 11 (pp. 207-208). Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- [3] Sarikurkcu, C., Zengin, G., Oskay, M., Uysal, S., Ceylan, R., Aktumsek, A. (2015). Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils. *Industrial Crops and Products*, 70, 178-184.
- [4] Skoufogianni, E., Solomou, A.D., Danalatos, N.G. (2019). Ecology, cultivation and utilization of the aromatic Greek oregano (*Origanum vulgare* L.): A review. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 545-552.

- [5] Bayram, E., Arabacı, O. (2021). Cultivation of Oregano. In: *Oregano – The genus Origanum (Lamiaceae): Taxonomy, Cultivation, Chemistry, and Uses* (pp. 462) Ed. Tuncay Dirmenci, Nova Science Publiser, Inc., New York. ISBN:978-1-68507-315-2.
- [6] Tınmaz, A.B., Başer K.H.C., Karik, Ü., Kürkçüoğlu, M., Öztürk, M. (2009). Determination of quality specifications of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* populations growing in marmara region of Turkey. *Acta Horticulture*, 826, 153-158. doi:10.17660/ActaHortic.2009.826.21.
- [7] Azizi, A., Yan, F., Honermeier, B. (2009). Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial crops and products*, 29(2-3), 554-561.
- [8] Beltrán J.M.G., Espinosa C., Guardiola F.A., Ángeles Esteban M. (2018). In vitro effects of *Origanum vulgare* leaf extracts on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) leucocytes, cytotoxic, bactericidal and antioxidant activities. *Fish & Shellfish Immunology*, 79, 1-10.
- [9] Dutra, T.V., Castro, J.C., Menezes, J.L., Ramos, T.R., Prado, I.N., Junior, M.M., Mikcha, J.M.G. Abreu Filho, B.A. (2019). Bioactivity of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil against *Alicyclobacillus* spp. *Industrial Crops & Products*, 129, 345-349.
- [10] Guan, W., Ren, X., Li, Y., Mao, L. (2019). The beneficial effects of grape seed, sage and oregano extracts on the quality and volatile flavor component of hairtail fish balls during cold storage at 4 °C. *LWT*, 101, 25-31.
- [11] Patrick, D.J. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulture*, 196, 3-14.
- [12] 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.
- [13] Rulcová, J., Pospíšilová, J. (2001). Effect of benzylaminopurine on rehydration of bean plants after water stress. *Biologia Plantarum*, 44, 75-81.
- [14] Taiz, L., Zeiger, E. (2010). Responses and adaptations to abiotic stress. In: *Plant Physiology*, Fifth Edition (pp. 755-778). Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.
- [15] 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* HBK). *Journal of Herbal Drugs*, 5(1), 25-32.
- [16] Yang, Y., Wang, Q.L., Geng, M.J., Guo, Z.H., Zhao, Z. (2011). Effect of Indole-3-Acetic Acid on Aluminum-Induced Efflux of Malic Acid from Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Soil*, 346, 215–230.
- [17] Sevik, H., Guney, K. (2013). Effects of IAA, IBA, NAA, and GA3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *The Scientific World Journal*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/909507>
- [18] 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.
- [19] Anonim. (2024). <https://www.accuweather.com/tr/tr/arifbey/320558/november-weather/320558?year=2023> (10.05.2024)
- [20] Waterhouse, A.L. (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*, 6(1), I1-1. [21] Sachett, A., Gallas-Lopes, M., Conterato, G.M.M., Herrmann, A.P., Piatto, A. (2021). Antioxidant activity by FRAP assay: in vitro protocol. *Protocols*, <http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.btqrmv6>
- [22] Ak, T., Gülçin, I. (2008). Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. *Chemico-biological interactions*, 174(1), 27-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbi.2008.05.003>
- [23] Sarker, B.C., Talukder, M. 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. doi: 10.3329/bjb.v50i2.54075
- [24] 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.
- [25] 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
- [26] Krishnan, S.R.S., Siril, E.A. (2015). 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*, 87, 899-904. <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0672-0>
- [27] 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.
- [28] Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. 6th edn. Sinauer Associates Inc. Massachusetts



- [29] Sun, P., Tian, Q.Y., Chen, J., Zhang, W.H. (2010). Aluminium-induced inhibition of root elongation in *Arabidopsis* is mediated by ethylene and auxin. *Journal of Experimental Botany*, 61(2), 347-356. DOI 10.1093/jxb/erp306
- [30] 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(1),259 DOI 10.3390/ijms19010259
- [31] Anfang, M., Shani, E., (2021). Transport mechanisms of plant hormones. *Current Opinion in Plant Biology*, 63, 102055. DOI 10.1016/j.pbi.2021.102055
- [32] 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.
- [33] Ali, B., Hayat, S., Hasan, S.A., 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.
- [34] 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.
- [35] Karalija, E., Paric, A. (2011). The effect of BA and IBA on the secondary metabolite production by shoot culture of *Thymus vulgaris* L. *Biol Nyssana*, 2(1), 29-35.
- [36] Karalija, E., Neimarlija, D., Cakar, J., Paric, A. (2016). Elicitation of biomass and secondary metabolite production, antioxidative and antimicrobial potential of basil and oregano induced by BA and IBA application. *European Journal of Medicinal Plants*, 14(4), 1-11.
- [37] Aslam, M., Sultana, B., Anwar, F., Munir, H., Zengin, G., Aktümsek, A. (2015). Changes in Antioxidant Attributes of Mint (*Mentha arvensis* L.) as Affected by Foliar Application of Selected Plant Growth Enhancers. *Philippine Agricultural Scientist*, 98(4), 374-381.



© 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/>).