



Bozok
Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi
(Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences)

<https://dergipark.org.tr/en/pub/bojans>



e-ISSN: 2822-4604

Araştırma Makalesi

Triptofan Uygulamasının Çilek Yetiştiriciliğinde Vejetatif Büyüme Üzerine Etkileri

Zümrüt TÜRKÖĞLU ÇELİK^{1,*}

¹Atatürk Orman Çiftliği Müdürlüğü, Bitkisel Üretim Müdürlüğü, 06000, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0009-0009-3548-5806>

*Sorumlu Yazar e-mail: zumrut_turkoglu_2@hotmail.com

Makale Tarihçesi

Geliş: 22.11.2023

Kabul: 22.12.2023

DOI: 10.59128/bojans.1394461

Anahtar Kelimeler

Triptofan,
Çilek,
Vejetatif büyüme

Öz: Üzüksü meyveler içerisinde yer alan çilek, ülkemizde uygun tüm yetiştirme koşullarında kolaylıkla yetiştirilebilen bir meyve türüdür. Triptofan hem insan sağlığı hem de bitki büyümesi ve gelişimi üzerine önemli etkileri olan bir aminoasittir. Atatürk Orman Çiftliği seralarında yürütülen bu çalışmanın amacı triptofanın farklı uygulama şekli ve dozlarını çilekte bazı vejetatif büyüme kriterleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla bitki kök uzunluğu, gövde çapı, bitki boyu, yaprak alanı, kuru ağırlık ve kol sayıları ölçülmüştür. Yapılan değerlendirme sonucunda topraktan uygulanan triptofanın 1.0 mM dozu incelenen parametreler üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Atıf Künyesi: Türkoğlu Çelik Z. (2023). Triptofan Uygulamasının Çilek Yetiştiriciliğinde Vejetatif Büyüme Üzerine Etkileri, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(2), 128-133. **How To Cite:** Türkoğlu Çelik Z. (2023). Effects of Tryptophan Application on Vegetative Growth in Strawberry Cultivation, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 2(2), 128-133.

Effects of Tryptophan Application on Vegetative Growth in Strawberry Cultivation

Article Info

Received: 22.11.2023

Accepted: 22.12.2023

DOI: 10.59128/bojans.1394461

Keywords

Triptofan,
Strawberry,
Vegetative growth

Abstract: Strawberry, which is one of the berry fruits, is a type of fruit that can be easily grown in all suitable growing conditions in our country. Tryptophan is an amino acid with important effects on both human health and plant growth and development. The aim of this study conducted in Atatürk Forest Farm greenhouses was to determine the effects of different application methods and doses of tryptophan on some vegetative growth criteria of strawberry. For this purpose, plant root length, stem diameter, plant height, leaf area, dry weight and number of branches were measured. As a result of the evaluation, it was determined that 1.0 mM dose of tryptophan applied through soil had positive effects on the parameters examined.

1.Giriş

Çilek, üzüksü meyve grubunun en önemli üyelerinden birisidir. Her yıl düzenli ürün vermeleri ve yetiştiriciliğinin kolay olması nedeniyle çilek üretimi düzenli olarak artmaktadır. Çilek yetiştiriciliği aile işletmeleri için ideal bir yetiştiricilik türüdür. Aynı zamanda meyvelerinin gıda maddesi olarak değerlendirilebilmesi de önemini gün geçtikçe artırmaktadır. Çilek hem taze tüketilebilen hem de sanayiye elverişli bir meyve türüdür. Reçel, marmelat, dondurma, içki endüstrisi, kozmetik, ilaç endüstrisi gibi alanlarda yaygın kullanıma sahiptir. Derin dondurulmaya elverişli olması çileğin önemini artırmaktadır. Ev ve küçük bahçe işletmelerinde taze olarak satış imkânı bulunmaktadır. Büyük işletmelerde ise endüstriye yönelik büyük ölçüde yetiştirilerek üretim yapılması bakımından çok önemlidirler. Hasattan sonra saklanmaları diğer meyvelere oranla zor ve uzun müddet soğuk depolarda muhafazasının mümkün olmaması dezavantaj gibi gözükse de endüstride büyük alıcı kesimine sahip olması nedeniyle çileğin pazarlanmasında önemli sorunlar çıkmamaktadır. Çilek, enerji, protein, yağ ve karbonhidrat bakımından fakirdir. Ancak doğal antioksidanların yanı sıra; vitamin, mineral, antosiyanin, flavonoidler ve fenolik asitler açısından çilek meyvesi oldukça zengindir. C vitamini içeriği oldukça yüksektir. Zengin elajik asit içeriği nedeniyle anti kanserojen etkisinin yanı sıra antioksidan, antibakteriyel ve anti viral etkileri de vardır. Zengin selüloz içeriğinden dolayı sindirimi kolaylaştırıcı etkisi de vardır (Çağlar ve Demirci 2017).

Dünyada üzüksü meyveler içinde en önemli yeri çilek üretimi almaktadır. Dünya çilek üretimi 2000 yılında 3.299.287 ton iken 2021 yılında 9.175.384 ton olmuştur (FAO, 2021). Türkiye çilek üretimi; 2000 yılında 94.650 da alanda 130.000 ton iken 2022 yılında 222.715 da alanda 728.112 tona ve dekara verim ise 3269 kg/da'a ulaşmıştır. Ülkemizde çilek üretimi sırasıyla Akdeniz, Ege, Marmara, Merkez Anadolu'da bölgelerinde yapılmaktadır. Ülkemizde en fazla çilek üretimi yapan il 240.071 ton ile Mersin ilidir (TÜİK, 2022).

Çilek yetiştiriciliği; her yıl düzenli ürün vermesi ve yetiştiriciliğinin kolay olması nedeni ile tarımsal işletmelerin önemli bir tamamlayıcı bitkisi ve aynı zamanda küçük aile işletmelerinin ideal ürünüdür. Bu özellikleri nedeniyle karlı bir tarımsal üretim dalı olan çilek üretiminden elde edilen gelir, üretici bazında düşünüldüğünde, diğer tarım kolları için de büyük destek sağlamaktadır (Bayram ve ark., 2013)

Triptofan (TRP), β 3-indolyalanine olarak da bilinen oldukça büyük, bitkilerde, hayvanlarda ve insanlarda önemli etkilere sahip bir amino asittir. Bitkiler, TRP'nı başlangıçta 3-fosfoshikimik asit ve ardından korismik asit ve antranilik asitten sentezlemektedir (Meister, 1965). TRP, bitkilerde İndol Asetik Asit (IAA), melatonin (MEL) ve serotonin (SER) hormonunun öncül maddesidir (Yakupoğlu ve ark., 2018). IAA hormonu, hücre zarının esnekliğini, ozmotik basıncı ve hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak hücre büyümesini teşvik eden bir büyümeyi düzenleyicidir. MEL ise yaprağın ve sürgünlerin büyümesini ve yaprak yaşlanmasını düzenlemektedir. Aynı zamanda MEL; soğuk, kuraklık, tuzluluk gibi stres koşullarına bitkilerin tolerans seviyelerini ve antosiyanin miktarını artırdığı da bilinmektedir (Arnao, 2014). Bitkilerde oksinin aktif öncüsü olan TRP (Abbas ve ark., 2013; Hassan ve Bano, 2015; Mustafa ve ark., 2016), dışsal uygulamalarla bitki dokularında oksin seviyesini arttırabilir (Ahemad ve Kibret, 2014). L-triptofan bitkilere, toprak uygulaması (Chen ve ark., 1997; Muneer ve ark., 2009), yapraktan spreyleme (Yassen ve ark., 2010; El-Awadi ve ark., 2011) ve tohum aşamasında (Parvez ve ark., 2000; Abbas ve ark., 2013) olmak üzere çeşitli yollarla uygulanabilir.

Xiaohong ve ark. (2004), çilek üzerine yaptıkları çalışmalarında, triptofanın çilekte büyüme ve meyve kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, triptofanın büyümeyi destekleyebileceği ve meyve kalitesini iyileştirebileceği bildirilmiştir. Mosa ve ark. (2021) elmalarda yaptıkları triptofan uygulamasının meyve kalitesini artırdığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı çilek yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme üzerine etkili olan triptofan dozunun belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Atatürk Orman Çiftliği, Bitkisel Üretim Müdürlüğü üretim alanlarında yer alan ısıtmasız plastik seralarda ve potlar içerisinde yürütülmüştür. Çalışmada Albion çilek çeşidi kullanılmıştır. Nötr gün çilek çeşidi olan Albion çilek çeşidi ile karasal iklim koşullarında bile yüksek verim ve kaliteli çilek üretimi yapılabilmektedir (Balcı ve ark., 2017). Çalışmada kullanılan 2 lt'lik potlar; 1:1 perlit torf karışımı ile doldurularak hazırlanmıştır. Hazırlanan potlara 2021 yılı 6 Haziran tarihinde frigo fide kullanılarak dikim yapılmıştır. TRP uygulamaları ise dikimden yaklaşık 1 ay sonra (bitkiler 4 tam yapraklı olduğunda) yapılmıştır. Kontrol uygulaması (0- TRP dozu) olarak su kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme genel görünüm

3 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme deseni ile kurgulanan çalışmada TRP uygulamaları aşağıdaki Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme Planı

Uygulama Şekli	TRP Dozu (mM)	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür
Toprak	0	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	0.1	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	0.5	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	1.0	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	1.5	15 bitki	15 bitki	15 bitki
Yaprak	0	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	0.1	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	0.5	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	1.0	15 bitki	15 bitki	15 bitki
	1.5	15 bitki	15 bitki	15 bitki

Topraktan uygulanan TRP her bitki kök bölgesine 100 ml'lik çözeltiler şekilde uygulanmıştır. Yaprak uygulaması ise tüm bitki yaprakları ıslatılacak şekilde spreysel şekilde uygulama yapılmıştır. TRP uygulamasından yaklaşık 1 ay sonra bitki sökümleri yapılmıştır. Sökülen bitkilerde aşağıdaki kriterler incelenmiştir.

Kök uzunluğu (cm): Sökülen fidelerin kök uzunlukları cetvelle ölçülerek cm cinsinden verilmiştir.

Gövde çapı (mm): Sökülen fidelerin gövde çapı kumpas yardımı ile mm cinsinden ölçülmüştür.

Bitki boyu (cm): Sökülen fidelerin boyları cetvelle ölçülerek cm cinsinden ölçülmüştür.

Yaprak alanı (cm² bitki⁻¹): ADC BioScientific Area Meter AM300 ile ölçülerek cm² cinsinden kaydedilmiştir.

Kuru ağırlık (mg): Sökülen bitkiler 5 gün boyunca 70 °C'de etüvde kurutulmuştur. Sabit ağırlığa gelen bitkiler hassas terazide tartılarak mg olarak ifade edilmiştir.

Kol sayısı (Adet): Deneme boyunca oluşan kollar sayılarak kaydedilmiştir.

İstatistiki analizler SPSS 20.0 Paket Programında değerlendirilirken, ortalamalar arasındaki farklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesindeki farklar arasındaki önemlilik düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

TRP uygulamalarının çilek bitkisinin bazı vejetatif büyüme kriterlerinin üzerine etkisi Tablo 2'de verilmiştir.

Çilek fidelerinin kök uzunlukları incelendiğinde uygulama şeklinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu, uygulama dozlarının çok önemli olduğu ve Uyg. Şekli x Doz interaksiyonunun ise önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). TRP dozlarının etkisine bakıldığında ise en uzun kök uzunluğu kontrol uygulamasından (41.00 cm) elde edilmiştir. Diğer uygulamalar ise aynı istatistiksel grupta yer almıştır. İnteraksiyon incelendiğinde ise toprak ve yaprak uygulamalarının 0 dozunda (41.00 cm) en iyi sonuç elde edilmiş, en kısa kökler ise toprak uygulamasının 0.5 mM (24.00 cm) TRP uygulamasından elde edilmiştir. Sanada ve Agehara (2023) soya fasulyesine uyguladıkları TRP'nin kök alanını kontrole kıyasla %14 oranında artırdığı, kök uzunluğunu ve ince köklerin yüzey alanını (<0,2 mm çap) sırasıyla %25 ve %21 oranında artırırken, birincil kök uzamasını hafifçe inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca topraktan uygulanan TRP'nin kök oluşumunu uyardaki daha etkin olduğu vurgulamışlardır. Maş fasulyesine topraktan uygulanan TRP'nin kökleri uzattığı ve kök ağırlıklarını arttırdığı tespit edilmiştir (Hussain ve ark., 2011).

Gövde çapı verilerine bakıldığında uygulama şekli ve dozun önemsiz olduğu Uyg. Şekli x Doz interaksiyonunun önemli olduğu görülmüştür. En kalın gövde toprak uygulamasının 1.0 mM (14.51 mm) dozundan elde edilirken, en ince gövdeler ise yaprak uygulamasının 0.1 mM (9.46 mm) dozundan elde edilmiştir. Sarwar ve Frankenberger (1994), yaptıkları çalışmada TRP uygulamasının mısır bitkisinde gövde çapını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Bitki boyu ölçümleri sonucunda uygulama şekli önemsiz iken TRP dozu önemli ve Uyg. Şekli x Doz interaksiyonu ise çok önemli olduğu belirlenmiştir. En uzun bitkiler TRP uygulamasının 1.0 mM (37.83 cm) dozundan elde edilmiştir. En kısa bitkiler 30.51 cm ile 0.1 mM, 31.62 cm ile 0mM ve 33.19 cm ile 1.5 mM dozlarından elde edilmiştir. En uzun bitki 44.84 cm ile topraktan uygulanan 1.0 mM TRP dozundan elde edilmiştir. En kısa bitkiler ise yapraktan uygulanan 0.1mM TRP dozundan elde edilmiştir (25.57 cm). Mısırdaki yapılan bir çalışmada TRP uygulamasının bitki boyunu olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Sarwar ve Frankenberger, 1994). Kırmızı yapraklı filodendron bitkisine uygulanan TRP'nin kontrole kıyasla bitki boyunu arttırdığı tespit edilmiştir (Abou Dahab ve Abd El-Aziz 2006).

Deneme bitkilerinde yapılan yaprak alanı ölçümlerinde uygulama şekli önemli olurken, doz ve interaksiyon önemsiz çıkmıştır. En geniş yaprak alanı toprak uygulamalarında elde edilmiştir (17.89 cm²). Arpada yapılan TRP uygulamasının yaprak alanı üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (Dawood ve Sadak, 2007). Süs bitkisi olan *Philodendron erubescens* (kırmızı yapraklı Philodendron) yaprak alanı incelendiğinde dışsal TRP uygulamasının önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Abou Dahab ve Abd El-Aziz, 2006).

Kuru ağırlık değerleri incelendiğinde uygulama şekli ve interaksiyon önemli olurken TRP dozları ise çok önemli olmuştur. En fazla kuru ağırlık toprak uygulamasından elde edilmiştir (8.00 g). TRP dozlarına bakıldığında ise en iyi sonuçların 0.5, 1.0 ve 0.1 mM dozlarından elde edildiği görülmüştür (sırasıyla 8.79, 8.71 ve 7.92 g). İnteraksiyonuna bakıldığında ise en iyi sonucun toprak uygulamasının 1.0 mM uygulamasından elde edildiği görülmektedir (9.77 g). En az kuru ağırlıklar ise her iki uygulama şeklinin kontrol dozlarından elde edilmiştir (sırasıyla 5.60 ve 5.39 g). Soya fasulyesinde yapılan bir çalışmada TRP uygulamasının kuru madde birikimini arttırdığı rapor edilmiştir (Sanada ve Agehara, 2023).

Kol sayısı değerlendirildiğinde incelenen tüm kriterlerin çok önemli olduğu görülmüştür. 8.20 adet ile toprak uygulamasının en fazla kol üretimi sağladığı görülmüştür. TRP dozları incelendiğinden

12.50 adet ile 0.5 mM dozundan en fazla sayımı yapılmıştır. Uyg. Şekli x Doz interaksiyonunda ise en çok kol sayısının 15.00 adet ile topraktan uygulanan 1.0 mM uygulamasından elde edildiği görülmüştür.

Tablo 2. TRP uygulamalarının çilek bitkisinin bazı vejetatif büyüme kriterlerinin üzerine etkisi

Uygulama	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Alanı (cm ²)	Kuru Ağırlık (g)	Kol Sayısı (adet)	
Uygulama Şekli							
Toprak	30.78	12.70	34.10	17.89a	8.00a	8.20a	
Yaprak	31.79	11.67	33.13	15.61b	7.10b	7.00b	
Doz							
0	41.00a	11.32	31.62b	14.626	5.50c	5.00d	
0.1	29.84b	11.60	30.51b	17.443	7.92a	7.00c	
0.5	28.17b	12.25	34.93ab	16.929	8.79a	12.50a	
1.0	29.42b	13.23	37.83a	17.405	8.71a	9.50b	
1.5	28.01b	12.52	33.19b	16.575	6.83b	4.00d	
Uyg.ŞeklixDoz							
Toprak	0	41.00a	11.73abc	29.38df	17.121	5.60c	5.00e
	0.1	29.50bc	13.73ab	35.45bcd	18.068	9.30a	9.00cd
	0.5	24.00d	11.71abc	33.48b-e	18.232	8.50ab	15.00a
	1.0	29.67bc	14.51a	44.84a	19.184	9.77a	8.00d
	1.5	29.75 bc	11.80abc	27.35ef	15.325	6.82cd	4.00e
	0	41.00a	10.91bc	33.86b-e	12.132	5.39c	5.00e
Yaprak	0.1	30.18b	9.46c	25.57f	16.819	6.54cd	5.00e
	0.5	32.33b	12.78ab	36.37bc	15.626	9.07ab	10.00bc
	1.0	29.17bc	11.95abc	30.83c-f	15.626	7.65bc	11.00b
	1.5	26.26cd	13.24ab	39.02ab	17.826	6.83cd	4.00e
Önemlilik							
Uygulama Şekli	öd	öd	öd	*	*	**	
Doz	**	öd	*	öd	**	**	
Uyg. ŞeklixDoz	*	*	**	öd	*	**	

*Sütun ve satırlarda aynı harf içeren değerler, p=0.05 önem seviyesinde, Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

4. Sonuç

Ülkemiz tarımsal üretiminde önemli bir yer tutan çilek üretiminde, insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinen triptofan kullanımının etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, çilek yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme üzerine etkili olan triptofan dozunun belirlenmesi çalışmasında, toprak uygulamaların incelenen birçok kriterde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Uygulama dozu olarak ise 1.0 mM dozun diğer dozlara göre ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın daha geniş arazi çalışmalarına ışık tutarak yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abbas, S. H., Sohail, I. M., Saleem, M., Mahmood, T., Aziz, I., Qamar, M., Majeed, A. and Arif, M. (2013). Effect of L-tryptophan on plant weight and pod weight in chickpea under rainfed conditions. *Sci Tech Dev.*, 32, 277–280.
- Abou Dahab, T. A. M. and Abd El-Aziz, N. G. (2006). Physiological effect of diphenylamin and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), 75-81.
- Ahemad, M. and Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspectives. *J King Saud Univ-Sci.*, 26, 1–20.
- Arnao, M.B. (2014). Phyto-melatonin: discovery, content, and role in plants. *Advances in Botany*. e815769.
- Balci, G., Koç, A., Keles, H. ve Kılıç, T. (2017). Yozgat Koşullarında Bazı Çilek Çeşitlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. *Meyve Bilimi*, 4 (2), 6-12.
- Bayram, S. E., Özeker, E. ve Elmacı, Ö.L. (2013). Fonksiyonel gıdalar ve çilek. *Akademik Gıda*, 11(2), 131-137.
- Chen, Z. D., Huang, J. J., He, J. M. and Cai, K. (1997). Influence of Ltryptophan applied to soil on yield and nutrient uptake of cabbage. *Acta Pedol Sin (in Chinese)*, 34, 200–205.
- Çağlar, M. ve Demirci, M.(2017). Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11), 18-26
- Dawood, M. G., and Sadak, M. S. (2007). Physiological response of canola plants (*Brassica napus* L.) to tryptophan or benzyladenine. *Lucrari stiintifice*, 50(9), 198-207.
- El-Awadi, M. E., El-Bassinoy, A. M., Fawzy, Z. F. and El-Nemr, M. A, (2011). Response of snap bean (*Phaseolus Vulgaris* L) plants to nitrogen fertilizer and foliar application with methionine and tryptophan. *Nat Sci.*, 9, 87–94.
- FAO. (2021) Crop and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tar.: 17.11.2023.
- Hassan, T. U. And Bano, A. (2015). The stimulatory effects of L-tryptophan and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on soil health and physiology of wheat. *J Soil Sci Plant Nutr.*, 15, 190–201.
- Hussain, M. I., Akhtar, M. J., Asghar, H. N., and Ahmad, M. (2011). Growth, nodulation and yield of mash bean (*Vigna mungo* L.) as affected by *Rhizobium* inoculation and soil applied L-tryptophan. *Soil & Environment*, 30(1). Inc., New York. 2nd edition, 1, 201-230.
- Meister, A. (1965). The role of amino acids in nutrition. *Biochemistry of the Amino Acids*. Academic Press,
- Mosa, W.F., Ali, H.M. and Abdelsalam. N.R. (2021). The utilization of tryptophan and glycine amino acids as safe alternatives to chemical fertilizers in apple orchards. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (2), 1983-1991.
- Muneer, M., Saleem, M., Abbas, S. H., Hussain. I. and Asim, M. (2009). Using L-tryptophan to influence the crop growth of maize at different harvesting stages. *Int J Biol Biotechnol*, 6, 251–255.
- Mustafa, A., Hussain, A., Naveed, M., Ditta, A., Nazli, Z. E. H. and Sattar, A. (2016). Response of okra (*Abelmoschus sculentus* L.) to soil and foliar applied L-tryptophan. *Soil Environ.*, 35, 76–84
- Parvez, M. A., Muhammad, F. and Ahmad, M. (2000). Effect of auxin precursor (L-tryptophan) on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pak J Biol Sci.*, 3, 1154–1155.
- Sanada, A., and Agehara, S. (2023). Characterizing Root Morphological Responses to Exogenous Tryptophan in Soybean (*Glycine max*) Seedlings Using a Scanner-Based Rhizotron System. *Plants*, 12(1), 186.
- Sarwar, M., and Frankenberger, W. T. (1994). Influence of L-tryptophan and auxins applied to the rhizosphere on the vegetative growth of *Zea mays* L. *Plant and Soil*, 160, 97-104.
- TÜİK. (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tar.: 17.11.2023.
- Xiaohong, Z., Xuehui, S., Dingwei, M., Yuanfei, H. and Sihui, D. (2004). Study on the effects of tryptophan on the growth and fruit quality of sophie strawberry cultivar (J). *Journal of Fruit Science*, 6.
- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş. and Korkmaz, A. (2018). Phyto-melatonin and its roles in plants. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 21(2), 264-276.
- Yassen, A. A., Mazher, A. A. M. and Zaghoul, S. M. (2010). Response of anise plants to nitrogen fertilizer and foliar spray of tryptophan under agricultural drainage water. *NY Sci J.*, 3, 120–127.