

Muhammed Said YOLCI^{1a*}

Rüveyde TUNÇTÜRK^{1b}

Murat TUNÇTÜRK^{1c}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
Van

^{1a}ORCID: 0000-0002-5304-7342

^{1b}ORCID: 0000-0002-7995-0599

^{1c}ORCID: 0000-0002-3759-8232

*Sorumlu yazar:

musayol65@gmail.com

DOI

[https://doi.org/10.46291/ISPECJASv
ol6iss1pp20-31](https://doi.org/10.46291/ISPECJASv
ol6iss1pp20-31)

Alınış (Received): 10/09/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 20/10/2021

Anahtar Kelimeler

Organik gübre, *Matricaria recutita*,
fide gelişimi, bor stresi, MDA

Keywords

Organic fertilizer, chamomile,
seedling growth, boron stress, MDA

Organik Gübre ve Bor Uygulamalarının Mayıs Papatyası (*Matricaria recutita* L.)' nın Fide Gelişimi ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkileri

Özet

Bu çalışmada; mayıs papatyası (*Matricaria recutita*)' nın büyüme ve biyokimyasal parametreleri üzerine bor dozlarının (0=kontrol, 5, 10, 20 mM) ve bazı organik sıvı yaprak gübre (OG₀=kontrol, OG₁, OG₂ ve OG₃) uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak kontrollü iklim kabininde yürütülmüştür. Çalışmada; fide ve kök uzunlukları, fide ve kök yaş ve kuru ağırlıkları, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, toplam karotenoid, MDA (lipid peroksidasyon), yaprak alanı ve sıcaklığı parametreleri incelenmiştir. Bor dozlarının artışına bağlı olarak; tüm fide gelişim parametreleri ile yaprak alanı, klorofil b ve toplam karotenoid gibi fizyolojik parametrelerin negatif yönde etkilendiği, yaprak sıcaklığı ve MDA değerlerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, organik gübre uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında çoğu parametrede artışların olduğu belirlenmiştir.

The Effects of Organic Fertilizer and Boron Applications on Seedling Growth and Biochemical Parameters of Chamomile (*Matricaria recutita* L.)

Abstract

In this study; The effects of boron doses (0=control, 5, 10, 20 mM) and foliar applications of some organic fertilizers (OG₀=control, OG₁, OG₂ and OG₃) on the growth and biochemical parameters of the chamomile (*Matricaria recutita*) were investigated. The experiment was carried out in a factorial design with 4 replications in a controlled climate cabinet according to the Random Plots Trial Design. In the study; The lengths of seedlings and roots, fresh and dry weights of seedlings and roots, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, total carotenoid, MDA (lipid peroxidation), leaf area and temperature parameters were investigated. Depending on the increase in boron doses; it was determined that all seedling growth parameters and physiological parameters such as leaf area, chlorophyll b and total carotenoid were negatively affected, while leaf temperature and MDA values increased. In addition, when organic fertilizer applications were compared with the control, it was determined that there were increases in most parameters.

GİRİŞ

Mayıs papatyası (*Matricaria chamomilla* L /*Matricaria recutita* L.), Asteraceae familyasına mensup, tek yıllık bir bitkidir. Avrupa ve Batı Asya'ya özgü olan bu tür ülkemizde üç farklı varyete (*M. chamomilla* var. *chamomilla*, *M. chamomilla* var. *recutita* ve *M. chamomilla* var. *Populosa*) ile temsil edilmekte ve birçok bölgede doğal yayılış alanı göstermektedir (DAVIS, 1975). Dünya genelinde birçok farmakopede yer alan mayıs papatyası; flavonoidler (apigenin, quersetin, luteolin), kumarinler ve seskiterpenler (α -bisabolol, bisabolol oxide, kamuzulen) bakımından zengin oluşu nedeniyle birçok kullanım alanına (sindirime yardımcı, iltihaba karşı, kozmetik amaçlı, antimikrobiyal, antioksidan, tansiyon, ülser, ağrı, diyabet, sinir sistemi, üreme ve dolaşım sisteminin stabiliteğini koruma) sahiptir (Sánchez ve ark., 2020). Sanayinin gelişmesiyle birlikte su ve toprakta elementlerin toksik seviyelere erişmesi tarımsal üretimin kısıtlanmasına zemin hazırlamaktadır. Çevresel kirleticiler sebebiyle abiyotik çevre gittikçe zarar görmekte ve buna bağlı tarımsal üretim başta olmak üzere birçok alanda sorunlar baş göstermeye başlamaktadır (Bhunja, 2017). Bor elementi, bitkilerin hücre zarı ve çeperinde bulunan, enzimsel reaksiyonların yürütülmesinde, iyon, metabolit ve hormonların taşınımında görev alan bir elementtir (Dordas ve ark., 2000). Bor; bitkinin büyüme ve gelişimi için gerekli olan ve bitkide ortalama 1 μ /g ile mg/g arasında bulunan mikro besin elementlerindedir. Bor; bitkiler aleminde noksanlık ve toksisite arasında son derece dar bir aralığa sahip ve gereksinimi açısından önemli ölçüde farklılık arz eden bir elementtir (García-Sánchez ve ark., 2020). Dolayısıyla topraktaki bor seviyesi herhangi bir bitki için yeterli iken başka bir bitki için yetersiz veya aşırı seviyede olabilmektedir. Bitkide bor noksanlığı; kök büyümesinde yavaşlama, selüloz, aminoasit, fenol ve lignin birikimlerine

bağlı olarak kalınlaşma şeklinde görülür. Karbohidrat üretimi ve taşınımında aksaklıklar, nükleik asit sentezinde anormallikler ve besin elementlerinin emilim ve taşınımında sorunlar borun eksikliğine bağlı diğer belirtilerdir (Wimmer ve Eichert, 2013). Aynı zamanda, yaprak, kök, meyve gibi organlarda çürümeler ile kendini göstermektedir (Behboudian ve ark., 2016). Bor elementinin bitkide aşırı miktarda bulunmasında ise kendini olgun yapraklarda nekrozlar ve lezyonlar şeklinde gösterirken, kök bölgesinde herhangi bir belirti göstermemektedir. (Sarafı ve ark., 2017; Simón-Grao ve ark., 2018). Topraktaki bor eksikliği çeşitli gübrelemelerle telafi edilebilirken, toksik seviyedeki borun azaltılması maliyetli, zaman alıcı ve genellikle sürdürülebilir değildir (Brdar-Jokanović, 2020). Bitkisel üretimde; mikro-makro besin element eksikliğini veya biyotik-abiyotik stres durumlarını gidermek amacıyla yapraktan organik, inorganik gübrelemeler hızlı etki göstermesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Otto ve ark., 2021). Civanperçemi bitkisinde, deniz yosunu ve aminoasit uygulamalarının bitkide büyüme parametrelerine olumlu katkılarının olduğunu (Shafie ve ark., 2021), biberde (Khan ve ark., 2018), marulda (Khan ve ark., 2019) aminoasit uygulamalarının büyüme ve biyokimyasal parametrelerde olumlu sonuçlar verdiğini, üzümde fulvik asit uygulamasının biyokimyasal parametrelerde olumlu sonuçlar verdiğini (Li ve ark., 2021), fesleğende humik asit uygulamasının büyüme parametrelerinde kontrole göre katkılarının olduğunu bildirmişlerdir (Amer ve ark., 2021). Bu çalışmanın amacı, toprakta yüksek oranlarda bulunduğu toksik etkilere sebep olduğu bilinen bor elementinin mayıs papatyasının büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek ve bor toksisitesine karşı bazı organik gübrelerin etkinliğini test etmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Deneme Van YYÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne ait kontrollü iklim kabini 2021 yılında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan mayıs papatyası (*Matricaria recutita*) tohumları Van YYÜ Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesinden temin edilmiştir.

Yöntem

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, toprakta yüksek oranlarda bulunduğu toksisite etkisi yapabilen bor elementinin borik asit (H_2BO_3) formunun farklı dozları ($B_0=0$ mM (kontrol), $B_1=5$ mM, $B_2=10$ mM, $B_3=20$ mM) kullanılmıştır. Bitkinin besin alımını kolaylaştıran, verim ve kalitede artışlar sağlayan ve bitkiyi stres koşullarına karşı korumaya alan organik gübrelerin (OG) bor stresine karşı etkilerinin belirlenmesi amacıyla denemede kullanılmıştır. Tohum yüzeyleri %3'lük sodyum hipoklorit ile sterilize edilmiştir. Tohumlar içerisinde %100 torf (Klassman) olan viyollere 20'şer adet ekilmiş ve 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25 °C sıcaklık ve %65 neme sahip iklim kabine yerleştirilip nemli kalması için sulanmıştır.

Tohumlar çimlendikten sonra her viyolde birer papatya kalacak şekilde teklemeye işlemi yapılmıştır. Viyollerden alınan papatya fideleri hacimce 1/3 oranında torf (Klassman) ve 2/3 oranında bahçe toprağı konulmuş 1 litrelik saksılara aktarılmıştır. Tohumların viyollere ekilip saksılara aktarılmasına kadar geçen süre ortalama 20 gün sürmüştür. Saksılara aktarılan fideler 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25 °C sıcaklık ve %65 neme sahip iklim kabine yerleştirilmiştir. Çimlenen fidelerin viyollerden saksıya aktarımından 7 gün sonra 0.5 g/l yoğunlukta hazırlanan kompoze NPK gübresi (15-30-15) her saksıya 80 ml olacak şekilde verilmiştir. Kontrol grubu dışındaki saksılara ticari firmadan temin edilen gübrelerin (Sinergon 2000, Cifoumic ve Algacifo 3000) önerilen dozları ($OG_1=15$ ml/l, $OG_2=8$ ml/l, $OG_3=10$ ml/l) hazırlanmış ve NPK gübre uygulamasından 7 gün sonra birer hafta arayla iki defa yapraklara püskürtülerek uygulanmıştır (Çizelge 1). Saksılara aktarılan papatya fideleri iki günde bir olacak şekilde 80 ml saf su ile sulanmıştır. Organik gübre uygulaması yapılmış saksılara üç kez bor uygulaması birer gün arayla yapılmıştır. Deneme, bor stresinin belirtileri belirginleştiğinde (tohum ekiminden 48 gün sonra) sonlandırılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan organik gübreler ve içerikleri

Organik Gübre (OG)	İçerik
OG1 (Sinergon 2000)	%20 organik madde, %2,5 suda çözünür K_2O , %2 organik N, %10 organik C, %2 serbest aminoasitler
OG2 (Cifoumic)	%7 organik madde, %1,5 suda çözünür K_2O , %12 humik ve fulvik asit
OG3 (Algacifo 3000)	%5 organik madde, %2 suda çözünür K_2O , %0,02 alginikasit, <i>Macrocytis integrifolia</i>

Bitkilerin fide uzunlukları; toprak ile en uç nokta arasındaki mesafenin, kök uzunlukları ise saksıdan çıkarılan toprağın çeşme suyuyla yumuşatılıp köklerin ayrılmasından sonra cetvel yardımıyla ölçülmesiyle belirlenmiştir. Toprak üstü ve toprak altı kısımların yaş ağırlıkları, birbirinden ayrılan kök ve fidelerin hassas terazide ayrı ayrı tartılmasıyla belirlenmiştir. Kök ve fidelerin kuru

ağırlıkları; kök ve fidelerin ayrı ayrı kese kağıtlarına koyulup etüvde 70 °C' de 48 saat bekletildikten sonra hassas terazide ölçülmesiyle belirlenmiştir. Deneme sonlandırılmadan önce yaprak sıcaklıkları; infrared termometre yardımıyla °C olarak, yaprak alan indeksi; Easy Leaf Area programı kullanılarak cm^2 olarak belirlenmiştir. Çalışmada, lipit peroksidasyonunun son ürünü olan

malondialdehit (MDA) miktarı; Heath ve Packer (1968) ve Sairam ve Saxena (2000) yöntemlerine göre; bitkiden alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml %20'lik TCA içerisinde çözülmüş %0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95 °C su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra süpernatant kısmının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenerek, malondialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır. Fotosentetik pigmentlerin belirlenmesi Lichtenthaler (1987)'e göre yapılan analizlerde 0,2 g (200 mg) taze bitki örneği 10 mL %80'lik aseton ile ekstrakte edilmiş ve 4600 devir/dakika (rpm)'da 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası alınan alikotların 663, 645 ve 470 nanometre (nm) dalga boyundaki absorbans (A) değerleri spektrofotometrede (PG T60 UV-VIS) belirlenerek kaydedilmiştir. Hesaplamalar aşağıda belirtilen formüller yardımıyla yapılmıştır.

Klorofil a= $11.75 \times A_{662} - 2.350 \times A_{645}$

Klorofil b= $18.61 \times A_{645} - 3.960 \times A_{662}$

Total klorofil=Klorofil a + Klorofil b

Total karotenoid= $(1000 \times A_{470} - 2.270 \times \text{Klorofil a}) - (81.4 \times \text{Klorofil b}/227)$

A: Absorbans değeri

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri COSTAT (sürüm 6.3) paket programı ile çoklu karşılaştırma testleri ise Duncan testine göre yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uygulanan bor dozları, Organik Gübre ve OG × B interaksyonunun kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bor dozlarının artışına paralel olarak kök uzunluğunda azalmalar meydana gelmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer 23.03 cm ile B₀ uygulamalarından, en düşük

değer ise 15.19 cm ile B₃ uygulamalarından elde edilmiştir. Organik gübre uygulamalarına göre en yüksek değer 19.81 cm ile OG₂ uygulamalarından elde edilmiştir. Kontrol uygulamaları dışında kalan diğer uygulamalar aynı Duncan grubu içerisinde yer almıştır. En düşük değer ise 16.96 cm ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir. OG × B interaksyonunda en yüksek değer 24.94 cm ile OG₂ × B₀ interaksyonundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Konu ile ilgili yapılan çalışmada Hidroponik ortamda yetiştirilen buğday ve arpada bor dozlarının artışına bağlı olarak genel kök zayıflığı ve yan köklerin büyümesinde azalmaların olduğu bildirilmiştir (Nable R, 1988). Liu ve ark. (2000), Kök bölgesinde bulunan yüksek bor konsantrasyonu, kök meristem hücrelerinin bölünmesini inhibe ettiği ve buna bağlı kök uzamasının olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışma bor dozlarının artışına paralel olarak kök uzunluk ve ağırlıklarında azalmaların görülmesi literatürle örtüşmektedir. Wang ve ark., (2019), Kadmiyumca kirletilmiş toprakta yetiştirilen marul bitkisinde fulvik asidin yapraklardan uygulanmasında kadmiyumun olumsuz etkilerini azalttığını bildirmişlerdir. Bor dozları, Organik Gübre ve OG × B interaksyonunun fide uzunluğuna etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli görülmüştür. Uygulanan bor dozlarının artışıyla birlikte fide uzunluğunda azalmalar meydana gelmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer 21.16 cm ile B₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 13.27 cm ile B₃ uygulamalarından ölçülmüştür. Ancak, B₂ uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmektedir (Çizelge1). OG uygulamalarına göre en yüksek değer 19.71 cm ile OG₁ uygulamalarından, en düşük değer ise 15.70 cm ile OG₃ uygulamalarından sağlanmıştır. OG₁ uygulamaları dışında kalan diğer uygulamalar aynı Duncan grubu içerisinde yer almıştır. OG × B interaksyonunda en yüksek değer 23.53 cm ile OG₁ × B₀ interaksyonundan elde edilirken, OG₁ × B₁

uygulamaları ile istatistiki olarak farklılık tespit edilmemiştir. Sulus ve leblebici (2021), farklı aspir çeşitlerinde farklı bor dozlarının etkilerini araştırdıkları çalışmada, bor dozlarının artışıyla paralel olarak kök ve fide uzunluklarında kontrole göre azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yaman ve ark. (2012), aspir bitkisinde bor uygulamalarının fide uzunluğuna negatif etkilerinin olduğunu ve bunun sebebinin ise kökün aşırı bor konsantrasyonuna bağlı olarak gelişmemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ranasinghe ve ark. (2021), Ispanak ve gotu kola bitkilerinde bitkisel organik gübrelerin yapraktan uygulamalarının fide uzunluğunu kontrole göre arttırdığını bildirmişlerdir. Bor dozları ve OG uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli iken, $OG \times B$ intraksiyonunun ise %5 düzeyinde önemli görülmüştür. Bor dozlarının artışıyla birlikte kök yaş ağırlığında azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer 10.94 g ile B_0 uygulamalarında tespit edilmiş ve B_1 uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 7.29 g ile B_3 uygulamalarından tespit edilmiş ve B_2 ile aynı duncan grubunda yer almıştır. OG uygulamalarına göre en yüksek değer 12.05 g ile OG_1 uygulamalarından, en düşük değer ise 6.49 g ile OG_3 uygulamalarından elde edilmiştir. $OG \times B$ interaksiyonunda en yüksek değer 14.35 g ile $OG_1 \times B_1$ interaksiyonunda ölçülmüştür. $OG_1 \times B_0$ interaksiyonu ile aynı duncan grubunda yer almıştır (Çizelge 2). Farklı bitkilerde yapılan benzer çalışmalarda; Buğday bitkisinde bor dozlarının artışıyla birlikte kök yaş ağırlığında azalmaların meydana geldiğini (Yorgancılar ve Babaoğlu 2005), Aspir bitkisinde artan bor dozlarına bağlı olarak büyüme parametrelerinde düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir (Day ve ark., 2017). Kök yaş ağırlığındaki azalmanın sebebi; yüksek bor konsantrasyonlarına bağlı olarak kök meristem hücrelerinin gelişiminin azalmasına ve buna bağlı olarak

da ağırlıkça da azalmaların meydana geldiği düşünülmektedir. Bor dozlarına bağlı olarak kök yaş ağırlıklarında azalmaların meydana gelmesi literatür ile desteklenmektedir. Fide yaş ağırlığında; bor dozları, Organik Gübre ve $OG \times B$ interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak %1 oranında önemli bulunmuştur. Bor dozlarının artışıyla birlikte fide yaş ağırlığında azalmaların olduğu belirlenmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer B_0 (6.27 g) uygulamalarından, en düşük değer ise B_3 (3.54 g) uygulamalarından tespit edilmiştir. $OG \times B$ interaksiyonunda en yüksek değer (5.39 g) OG_2 uygulamaları ile borun uygulanmadığı kontrolden sağlanmıştır (Çizelge 2). Ayçiçeğinde (Molinero-Ruiz ve ark., 2003) ve aspir bitkisinde (Ashagre ve ark., 2014) artan bor dozlarına bağlı olarak fide yaş ağırlığında düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek miktarda bor içeren toprakta yetiştirilen pamuk bitkisine uygulanan humik asitin, bitkiyi bor toksisitesinin olumsuz etkilerinden koruduğu bildirilmiştir (Kaptan ve ark., 2015). Bor dozları, organik gübre ve $OG \times B$ interaksiyonunun kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Artan bor dozlarının kök kuru ağırlığını azalttığı tespit edilmiştir. Bor uygulamalarına göre, en yüksek değer B_0 (1.22 g) uygulamalarından, en düşük değer ise B_3 (0.62 g) uygulamalarından belirlenmiştir. Organik gübre uygulamaları bakımından en yüksek değer OG_1 (1.30 g) uygulamalarından, en düşük değer ise OG_3 (0.76 g) uygulamalarından tespit edilmiştir. $OG \times B$ interaksiyonunda en yüksek değere $OG_1 \times B_1$ (1.53 g) uygulamalarından ulaşılmıştır (Çizelge 2). Buğday (Turan ve ark., 2009) ve soya bitkisinde (Hamurcu ve ark., 2013) artan bor dozlarıyla birlikte kök kuru ağırlığında da azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Simon ve ark. (2021), domateste farklı serbest amino asit uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışmada; aspartik asit ve glutamik asitin birlikte uygulamalarının büyüme

parametrelerini kontrole kıyasla en fazla arttıran uygulama olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma verimizde, serbest aminoasitleri barındıran ve kök kuru ağırlığı artışında etkili olan OG₁'in literatürle uyum sağladığı belirlenmiştir. Bor dozları, OG ve OGB × B interaksyonunun fide kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bor dozlarının artışına bağlı olarak fide kuru ağırlık değerlerinde düşüşlerin olduğu belirlenmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer B₀ (0.81 g) uygulamalarından belirlenirken, B₂ uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük fide kuru ağırlığı değeri ise B₃ (0.38 g) uygulamalarından elde edilmiştir. Organik Gübre uygulamaları değerlendirildiğinde en yüksek değer OG₂ (0.75 g) uygulamalarından elde edilirken, en düşük

değer ise OG₀ ve OG₁ (0.60) uygulamalarından elde edilmiştir. OG₂ dışındaki diğer uygulamalar aynı Duncan grubu içerisinde yer almıştır. OG × B interaksyonunda en yüksek değer (0.94 g) OG₂ uygulamalarının yapıldığı B₁ uygulamalarından ulaşılmıştır (Çizelge 2). Rashid ve ark., (2020), kadmiyum ile kirletilmiş toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının buğdayda etkilerini araştırdıkları çalışmada; humik ve fulvik asit uygulamasının topraktan bitkiye Cd alımını azalttığını bildirmişlerdir. Biberde bor seviyesinin artışına bağlı olarak kök ve fide kuru ağırlıklarında azalmaların olduğu bildirilmiştir (Kaya, 2020). Ayçiçeğinde Potasyum ve humik asit uygulamalarının birlikte yapılmasının verim ve kalite parametrelerinde artışlar sağladığı bildirilmiştir

Çizelge 2. Bazı organik gübrelerin ve bor dozlarının mayıs papatyasının büyüme parametrelerine etkileri

Uygulamalar		Kök Uzunluğu (cm)	Fide Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Fide Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)	Fide Kuru Ağırlık (g)
Organik Gübre (OG)	Bor (B)						
Kontrol (OG ₀)	B ₀	20.69 bcd	20.19 abc	11.37 ab	5.05 c	1.29 ab	0.75 bcde
	B ₁	16.80 fg	17.24 abcde	8.43 bcd	4.74 d	1.08 bc	0.69 def
	B ₂	16.55 fg	13.06 def	8.11 cd	3.43 g	1.21 b	0.58 f
	B ₃	13.80 i	12.56 f	7.45 d	2.65 gh	0.58 d	0.37 g
Ort.		16.96 B	15.76 B	8.84 B	3.97 C	1.04 B	0.60 B
OG ₁	B ₀	23.02 ab	23.53 a	14.01 a	5.39 a	1.44 ab	0.74 bcdef
	B ₁	21.05 bc	22.13 a	14.35 a	4.42 b	1.53 a	0.72 cdef
	B ₂	18.75 de	17.50 abc	10.27 bc	4.29 d	1.30 ab	0.58 f
	B ₃	15.45 gh	15.66 bcdef	9.54 bcd	3.07 e	0.91 c	0.36 g
Ort.		19.57 A	19.71 A	12.05 A	4.29 C	1.30 A	0.60 B
OG ₂	B ₀	24.94 a	20.46 ab	9.30 bcd	7.43 c	1.08 bc	0.87 abc
	B ₁	19.75 cde	17.33 abcd	9.66 bcd	7.19 d	1.14 bc	0.94 a
	B ₂	17.90 fg	14.16 cdef	10.24 bc	6.20 f	1.18 b	0.77 bcd
	B ₃	16.65 ef	12.17 f	7.50 d	4.27 h	0.48 d	0.42 g
Ort.		19.81 A	16.03 B	9.17 B	6.27 A	0.96 B	0.75 A
OG ₃	B ₀	23.50 ab	20.44 ab	9.12 bcd	7.24 c	1.09 bc	0.90 ab
	B ₁	21.35 bc	16.66 bcdef	7.51 d	6.20 d	0.88 c	0.70 cdef
	B ₂	16.90 fg	13.00 def	4.63 e	5.38 g	0.53 d	0.63 ef
	B ₃	14.89 hi	12.69 ef	4.69 e	4.20 gh	0.54 d	0.39 g
Ort.		19.16 A	15.70 B	6.49 C	5.75 B	0.76 C	0.65 B
Bor	B ₀	23.03 A	21.16 A	10.94 A	6.27 A	1.22 A	0.81 A
	B ₁	19.73 B	18.34 B	9.99 A	5.63 B	1.15 AB	0.76 A
	B ₂	17.52 C	14.43 C	8.31 B	4.82 C	1.06 B	0.63 B
	B ₃	15.19 D	13.27 C	7.29 B	3.54 D	0.62 C	0.38 C
OG		**	**	**	**	**	**
B		**	**	**	**	**	**
OG×B		**	**	*	**	**	**
Varyasyon Katsayısı (VK)		5.29	15.64	14.35	11.21	14.86	11.15

*P<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Yaprak alanı üzerine bor dozları, Organik Gübre ve OG \times B interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak %1 oranında önemli bulunmuştur. Bor dozlarının artışına paralel olarak yaprak alanında düşüşler gözlenmiştir. Bor dozları uygulamalarına göre en yüksek değer 1.25 cm² ile B₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 0.31 cm² ile B₃ uygulamalarından elde edilmiştir. OG uygulamalarına göre en yüksek değer 0.91 cm² ile OG₂ uygulamalarında görülmüştür. OG₀ uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 0.51 cm² ile OG₃ uygulamalarında ölçülmüş ve OG₁ ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. OG \times B interaksiyonuna göre en yüksek değer 1.99 cm² ile OG₀ \times B₀ interaksiyonundan tespit edilmiştir (Çizelge 3). Maydanozda 150 ppm bor dozunun yaprak alanında kontrole kıyasla ¼ oranında düşüş sağladığı (Tursun ve ark., 2019), farklı bor dozlarının ve humik asit uygulamalarının mangoda yaprak alanına etkilerini araştırdıkları çalışmada, bor dozlarına bağlı olarak yaprak alanında azalmaların meydana geldiğini ve humik asit uygulamalarının yaprak alanını arttırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir (El-Hoseiny ve ark., 2020). Yaprak sıcaklığı üzerine bor dozlarının etkisi istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli iken, Organik Gübre ve OG \times B interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Bor dozlarının artmasına bağlı olarak yaprak sıcaklığında da artışlar gözlenmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek yaprak sıcaklığı 22.7 °C ile B₃ uygulamalarından, en düşük 22.08 °C ile B₀ uygulamalarında belirlenmiştir. OG uygulamalarında yaprak sıcaklığı değerleri 22.5-22.15 °C arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Bor dozları, OG ve OG \times B interaksiyonunun MDA üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bor dozları ile MDA değerlerinin doğru orantılı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Bor uygulamalarına göre, en yüksek değer 13.23 nmol/g ile B₃ uygulamalarından, en düşük değer ise 8.67 nmol/g ile B₀ uygulamalarından elde edilmiştir. OG

uygulamalarına göre en yüksek değer 12.46 nmol/g ile OG₀ uygulamalarında ölçülmüş ve OG₁ ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 9.25 nmol/g OG₂ uygulamalarında ölçülmüş ve OG₃ ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. OG \times B interaksiyonuna göre en yüksek değer 14.68 nmol/g ile Kontrol \times B₃ interaksiyonunda tespit edilmiş ve OG₁ \times B₃ interaksiyonu ile aynı Duncan grubunda yer almıştır (Çizelge 3). Abiyotik stres durumlarında hücre zarındaki lipitlerin okside olduğu ve buna bağlı olarak ortamda malondialdehitlerin (MDA) arttığı bilinmektedir. Bitkilerde stres durumlarında üretilen MDA miktarına bakılarak stresin seviyesi belirlenebilmektedir. Biberde yapılan çalışmada artan bor dozlarına paralel olarak MDA miktarında da artışların olduğunu bildirmişlerdir (Kaya ve ark., 2020). Turan ve ark. (2021), Tuzlu ve kalkerli toprakta yetiştirilen domateste farklı organik gübrelerin etkilerini araştırdıkları çalışmada; gübrelerin kontrole göre büyüme parametrelerini arttırdığını ve MDA miktarının düşmesine katkı sağladığını bildirmişlerdir. Çalışmada kullandığımız organik gübrelerin kontrole kıyasla MDA değerlerinin düşmesine katkı sağladıkları ve literatürle desteklendiği görülmektedir. Klorofil a üzerine Organik Gübre ve OG \times B interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli iken, bor dozlarının ise etkisi önemsiz bulunmuştur. Bor dozları uygulamalarında değerler 22.71-21.82 µg/g arasında tespit edilmiştir. OG uygulamalarına göre en yüksek değer 23.45 µg/g OG₂ uygulamalarından, en düşük değer ise 21.43 µg/g ile OG₃ uygulamalarından ulaşılmış ve OG₁ ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. OG \times B interaksiyonunda en yüksek değer (24.60 µg/g) OG₂ \times B₂ interaksiyonunda görülmüştür (Çizelge 3). Bor dozları, OG ve OG \times B interaksiyonunun klorofil b miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli görülmüştür. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer 13.75 µg/g ile B₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 10.74 µg/g ile B₁ uygulamalarında

tespit edilmiştir. OG uygulamalarına göre en yüksek değer 15.37 $\mu\text{g/g}$ ile OG₂ uygulamalarından, en düşük değer ise 10.71 $\mu\text{g/g}$ ile OG₃ uygulamalarında tespit edilmiş ve OG₂ dışındaki değerler aynı Duncan grubunda yer almıştır. OG \times B interaksyonu ortalamalarına göre en yüksek değer 21.70 $\mu\text{g/g}$ ile OG₂ \times B₀ interaksyonunda ölçülmüştür (Çizelge 3). Toplam klorofil miktarı üzerine bor dozları ve OG \times B interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken, Organik Gübre uygulamalarının ise %5 düzeyinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bor uygulamaları değerleri 38.05-35.03 $\mu\text{g/g}$ arasında tespit edilmiştir. OG uygulamalarına göre en en yüksek değer 38.26 $\mu\text{g/g}$ ile OG₂ uygulamalarında, en düşük değer ise 32.18 $\mu\text{g/g}$ ile OG₁ uygulamalarında görülmüştür (Çizelge 3). *Stylosanthes guianensis* bitkisinde humik asit uygulamalarının total klorofil miktarını kontrole göre arttırdığı bildirilmiştir (Barroso ve ark., 2019). Stres altındaki bitkilerde klorofil miktarında azalmalar meydana geldiğini ve humik asit; strese maruz kalan bitkilerde klorofil miktarı ve fotosentez verimliliğini arttırdığını bildirmişlerdir (Zhang ve ark., 2013). El-Hoseiny ve ark. (2020) Mangoda farklı humik asit dozlarının klorofil a, b ve total klorofil miktarlarında kontrole göre artışlara neden olduğunu, Wang ve ark. (2019) marulda kadmiyum stresini azaltmak için uyguladıkları fulvik asitin kontrole göre klorofil a miktarında artış sağladığını bildirmişlerdir. Çeltikte bor dozları ile klorofil a, b ve total klorofil miktarları arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğunu bildirilirken (Riaz ve ark., 2021), farklı çeltik çeşitleri ile yapılan çalışmada

ise bor dozlarının fotosentetik pigmentler üzerine etkilerinin çeşitlere göre artış veya azalış şeklinde değişiklik gösterebileceği tespit edilmiştir (Kayıhan ve ark., 2017). Bor elementinin klorofil üretiminde görev aldığı ve belirli seviyeye kadar artışlara neden olurken, toksik seviyede ise klorofil miktarlarında düşümlere neden olduğu bilinmektedir. Çalışmada klorofil pigmentlerindeki dalgalı değişimin nedeninin bor dozlarının toksik seviyeye ulaştığı şeklinde açıklanabilir. Organik Gübre uygulamalarının total karotenoid üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı, bor dozlarının %5, OG \times B interaksyonunun ise %1 oranında önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bor dozları ile total karotenoid miktarı arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bor uygulamalarına göre en yüksek değer 6.17 $\mu\text{g/g}$ ile B₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 5.35 $\mu\text{g/g}$ ile B₃ uygulamalarından elde edilmiştir. B₂ uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. OG uygulamaları 5.85-5.49 $\mu\text{g/g}$ arasında bulunmuştur. OG \times B interaksyonuna göre en yüksek değer 7.19 $\mu\text{g/g}$ ile OG₀ \times B₀ interaksyonunda tespit edilmiş ve OG₁ \times B₃ ile OG₃ \times B₂ interaksyonları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır (Çizelge 3). Seth ve Aery (2014), bor dozlarının maş fasulyesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 4 μmol doza kadar olan bor uygulamalarının total karotenoid miktarını arttırdığını, 4 μmol dozdan sonraki uygulamaların ise azalttığını bildirmişlerdir. Turpta kadmiyum ve cıva uygulamalarının toplam karotenoid miktarını azalttığı bildirilmiştir (Dhriti ve ark., 2014).

Çizelge 3. Bazı organik gübrelerin ve bor dozlarının mayıs papatyasının yaprak alanı ve sıcaklığı ile biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri

Uygulamalar		Yaprak Alanı (cm ²)	Yaprak Sıcaklığı (°C)	MDA (nmol/g)	Klorofil a (µg/g YA)	Klorofil b (µg/g YA)	Toplam Klorofil (µg g ⁻¹ YA)	Toplam Karotenoid (µg/g YA)
Organik gübre (OG)	Bor (B)							
Kontrol (OG ₀)	B ₀	1.99 a	21.7 a	9.68 def	24.17 a	13.33 bcde	33.82	7.19 a
	B ₁	0.63 cde	21.83	12.71 abcd	20.72 abc	9.36 ef	37.5	6.02 ab
	B ₂	0.55 de	22.47	12.77 abcd	23.20 a	13.90 bcd	30.07	5.66 abc
	B ₃	0.3 e	22.6	14.68 a	20.98 abc	9.72 ef	37.1	4.53 c
Ort.	0.86 A	22.15	12.46 A	22.27 AB	11.58 B	34.63 AB	5.85	
OG ₁	B ₀	0.84 cd	22.17	9.29 efg	20.96 abc	10.04 ef	34.18	5.82 abc
	B ₁	0.67 cde	22.63	9.23 fg	21.82 abc	10.96 def	31	5.95 ab
	B ₂	0.48 de	22.5	13.61 ab	20.07 bc	8.03 f	32.79	4.41 c
	B ₃	0.25 e	22.7	13.81 a	24.38 a	14.86 bc	30.74	6.62 a
Ort.	0.55 B	22.5	11.48 A	21.81 B	10.97 B	32.18 B	5.7	
OG ₂	B ₀	1.53 b	22.2	5.61 g	24.60 a	21.70 a	36.89	6.12 ab
	B ₁	0.99 c	22.4	10.45 cdef	22.88 ab	11.06 de	40.59	5.15 bc
	B ₂	0.76 cd	22.6	8.13 fg	24.07 a	15.96 b	35.52	5.60 abc
	B ₃	0.38 de	22.63	12.84 abc	22.26 ab	12.75 cde	40.03	5.08 bc
Ort.	0.91 A	22.45	9.25 B	23.45 A	15.37 A	38.26 A	5.49	
OG ₃	B ₀	0.68 cde	22.27	10.13 cdef	21.12 abc	9.94 ef	40.34	5.57 abc
	B ₁	0.64 cde	22.3	8.71 fg	22.04 abc	11.60 ef	31.06	6.06 ab
	B ₂	0.40 de	22.5	8.13 fg	22.90 a	10.76 de	33.64	6.54 a
	B ₃	0.33 e	22.9	11.61 bcde	19.68 c	10.55 ef	34.76	5.21 bc
Ort.	0.51 B	22.49	9.64 B	21.43 B	10.71 B	34.95 AB	5.85	
Bor	B ₀	1.25 A	22.08 B	8.67 C	22.71	13.75 A	36.3	6.17 A
	B ₁	0.73 B	22.29 AB	10.27 B	21.86	10.74 C	35.03	5.79 AB
	B ₂	0.54 C	22.51 AB	10.66 B	22.55	12.16 B	38.05	5.5 B
	B ₃	0.31 D	22.70 A	13.23 A	21.82	11.97 BC	35.65	5.35 B
OG	**	öd	**	*	**	*	öd	
B	**	*	**	öd	**	öd	*	
OG×B	**	öd	**	*	**	öd	**	
Varyasyon Katsayısı (VK)		17.42	2.44	12.51	7.59	13.13	12.55	12.06

*P<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil, YA: Yaş Ağırlık

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bitki gelişimi için zorunlu besin elementi olan bor, toprakta farklı konsantrasyonlarda bulunabilmekte ve bitkide kendini noksanlık veya toksik belirtileri ile göstermektedir. Bitkilerin bor elementine olan ihtiyaçlarının ve toksik belirtilerinin tespit edilmesi bitkisel üretimde önem arz etmektedir. Bitkisel veya hayvansal olan organik gübreler; topraktan besin elementi alınımını sağlamak, bitki büyümesini teşvik etmek, biyotik ve abiyotik stres durumlarını tolere etmede kullanılan biyo-uyarıcılardır. Çalışma sonucunda artan bor dozlarının mayıs papatyasında birçok parametre için toksik belirtiler oluşturduğu ve olumsuz zararlarının görüldüğü belirlenmiştir. Uygulanan organik gübrelerin toksik borun zararlarını telafi etmede etkili oldukları tespit edilmiştir. Sonraki çalışmalarda; uyguladığımız sıvı gübrelerin farklı

dozlarının ve interaksiyonlarının aynı veya farklı bitkiler üzerine yaprak uygulamalarının yapılması bu gibi çalışmaların tavsiye edilebilirliği açısından önem arz etmektedir.

AÇIKLAMA

Bu çalışma 5. Uluslararası Tarım, Çevre Ve Sağlık Kongresinde özet bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Amer, A., Ghoneim, M., Shoala, T., Mohamed, H.I. 2021. Comparative studies of eco-friendly compounds like humic acid, salicylic, and glycyrrhizic acids and their nanocomposites on French basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Grand verde). Environmental Science and Pollution Research. 1-17

Alfosea-Simón, M., Simón-Grao, S., Zavala-Gonzalez, E.A., Cámara-Zapata, J.M., Simón, I., Martínez-Nicolás, J.J., García-Sánchez, F. 2021. Physiological, nutritional and metabolomic responses of tomato plants after the foliar application of amino acids Aspartic acid, Glutamic Acid and Alanine. *Frontiers in plant science*, 2138.

Ashagre, H., Ibrahim, A., Hamza, İ.A., Fita, U., Estifanos, E. 2014. Boron toxicity on seed germination and seedling growth of safflower (*C. tinctorius* L.). *Herald J. Agric. Food Sci. Res.* 3(1): 1-6.

Barroso, A.L.P., Pittarello, M., Neto, A.C., Busato, J.G., Santos, J.L.A., Dobbss, L.B. 2019. Humic acids from vermicompost and eucalyptus urograndis essential oil: biological activity on *stylosanthes guianensis* (Leguminosae) seedlings. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(5): 1322-1332.

Behboudian, M.H., Pickering, A.H., Dayan, E. 2016. Deficiency diseases, principles. In: second ed. In: Thomas, B., Murray, B.G., Murphy, D.J. (Eds.), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* Vol. 1. Elsevier, Amsterdam, pp. 219–224.

Bhunja, P. 2017. Environmental toxicants and hazardous contaminants: recent advances in technologies for sustainable development. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 21(4): 02017001.

Brdar-Jokanović, M. 2020. Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4): 1424.

Davis, P.H. 1975. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 5. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Day, S., Çıkılı, Y., Aasim, M. 2017. Screening of three safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under boron stress. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 16(5): 109–116.

Dhriti, K., Amandeep, R., Vandana, G., Nitika, K., Renu, B. 2014. 24-Epibrassinolide mediated changes in photosynthetic pigments and antioxidative

defence system of radish seedlings under cadmium and mercury stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 10(3): 110-121.

Dordas, C., Chrispeels, M.J., Brown, P.H. 2000. Permeability and channel-mediated transport of boric acid across membrane vesicles isolated from squash roots. *Plant physiology*, 124(3): 1349-1362.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. *Research and Experimental Methods. Statistical Methods-II.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1: 1021-1295.

García-Sánchez, F., Simón-Grao, S., Martínez-Nicolás, J.J., Alfosea-Simón, M., Liu, C., Chatzissavvidis, C., Pérez-Pérez, J.G., Cámara-Zapata, J.M. 2020. Multiple stresses occurring with boron toxicity and deficiency in plants. *Journal of Hazardous Materials*, 397: 122713.

Dhriti, K., Amandeep, R., Vandana, G., Nitika, K., Renu, B. 2014. 24-Epibrassinolide mediated changes in photosynthetic pigments and antioxidative defence system of radish seedlings under cadmium and mercury stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 10(3): 110-121.

El-Hoseiny, H.M., Helaly, M.N., Elsheery, N.I., Alam-Eldein, S.M. 2020. Humic acid and boron to minimize the incidence of alternate bearing and improve the productivity and fruit quality of mango trees. *Hort Science*, 55(7): 1026-1037.

Hamurcu, M., Sekmen, A.H., Turkan, I., Gezgin, S., Demiral, T., Bell, R.W. 2013. Induced antioxidant activity in soybean alleviates oxidative stress under moderate boron toxicity. *Plant Growth Regulation*, 70(3): 217-226.

Heath, R.L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolate chloroplast. 1. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125: 189-198.

Kaptan, M., Aydin, M., Küçük, S. 2015. Effects of boron and humic substance treatments on the available boron distribution in the soil profile. *Scientific Papers-Series A, Agronomy*, 58: 67–72.

Kaya, C., Aslan, M., Uğurlar, F., Ashraf, M. 2020. Thiamine-induced nitric oxide improves tolerance to boron toxicity in pepper plants by enhancing antioxidants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(4): 379-390.

Kaya, C. 2020. Role of l-Cysteine Desulphydrase in Epibrassinolide-Induced Tolerance to Boron Toxicity in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(4): 1531–1542.

Kayhan, C., Öz, M.T., Eyidoğan, F., Yücel, M., Öktem, H.A. 2017. Physiological, biochemical, and transcriptomic responses to boron toxicity in leaf and root tissues of contrasting wheat cultivars. *Plant Mol Biol Rep* 35(1): 97–109.

Kaya, C., Aslan, M., Uğurlar, F., Ashraf, M. 2020. Thiamine-induced nitric oxide improves tolerance to boron toxicity in pepper plants by enhancing antioxidants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(4): 379-390.

Khan, R.I., Hafiz, I.A., Shafique, M., Ahmad, T., Ahmed, I., Qureshi, A.A. 2018. Effect of pre-harvest foliar application of amino acids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on growth, yield, and storage life of different bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars grown under hydroponic conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 41(18): 2309-2319.

Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B.N., Wang, H., Jiang, W. 2019. Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*, 9(5): 266.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*, 148: 350-382.

Li, W., Yao, H., Chen, K., Ju, Y., Min, Z., Sun, X., Cheng, Z., Liao, Z., Zhang, K., Fang, Y. 2021. Effect of foliar application of fulvic acid antitranspirant on sugar accumulation, phenolic profiles and aroma qualities of Cabernet Sauvignon and Riesling grapes and wines. *Food Chemistry*, 351: 129308.

Liu, D., Jiang, W., Zhang, L., and Li, L. 2000. Effects of boron ions on root growth and cell division of broad bean (*V. faba* L.). *Israel J. Plant Sci.* 48: 47–51.

Molinero-Ruiz, M.L., Melero-Vara, J.M., Gulya, T.J., And Dominguez, J. 2003. First report of resistance to metalaxyl in downy mildew of sunflower caused by *Plasmopara halstedii* in Spain. *Plant Dis.* 87 (6): 749-749.

Nable, R.O. 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat cultivars: a preliminary examination of the resistance mechanism. *Plant and soil*, 112(1): 45-52.

Otto, R., Marques, J.P.R., Pereira, de., Carvalho, H.W. 2021. Strategies for probing absorption and translocation of foliar-applied nutrients. *Journal of Experimental Botany*, 72(13): 4600–4603.

Ranasinghe, R.H.A.A., Ratnayake, R.M.C.S., Kannangara. B.T.S.D.P. 2021. Effects of foliar and soil-applied liquid organic fertilizers on the growth of *Basella alba* L. and *Centella asiatica* L. *The Journal of Agricultural Sciences Sri Lanka* Vol. 16(3): 393-409.

Rashid, I., Murtaza, G., Dar, A. A., Wang, Z. 2020. The influence of humic and fulvic acids on Cd bioavailability to wheat cultivars grown on sewage irrigated Cd contaminated soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 205: 111347.

Riaz, M., Kamran, M., El-Esawi, M.A., Hussain, S., Wang, X. 2021. Boron-toxicity induced changes in cell Wall components, boron forms, and antioxidant defense system in rice seedlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 216: 112192.

- Sairam, R.K., Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184(1): 55-61.
- Sarafi, E., Tsouvaltzi, P., Chatzissavvidis, C., Siomos, A., Therios, I. 2017. Melatonin and resveratrol reverse the toxic effect of high boron (B) and modulate biochemical parameters in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Plant Physiol Biochem* 112:173–182
- Sánchez, M., González-Burgos, E., & Gómez-Serranillos, M.P. 2020. The pharmacology and clinical efficacy of matricaria recutita L. a systematic review of in vitro, in vivo studies and clinical trials. *Food Reviews International*, 1-35.
- Seth, K., Aery, N.C. 2014. Effect of boron on the contents of chlorophyll, carotenoid, phenol and soluble leaf protein in mung bean, *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84(3): 713-719.
- Simón-Grao, S., Nieves, M., Martínez-Nicolás, J.J., Cámara-Zapata, J.M., Alfósea-Simón, M., García-Sánchez, F. 2018. Response of three citrus genotypes used as rootstocks grown under boron excess conditions. *Ecotox. Environ. Saf.* 159: 10–19.
- Sulus, S., Leblebici, S. 2020. The effect of boric acid application on ecophysiological characteristics of safflower varieties (*Carthamus tinctorius* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 29: 8177-8185.
- Turan, M.A., Taban, N., Taban, S. 2009. Effect of calcium on the alleviation of boron toxicity and localization of boron and calcium in cell wall of wheat, *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 37 (2): 99-103.
- Turan, M., Yildirim, E., Ekinci, M., Argin, S. 2021. Effect of biostimulants on yield and quality of cherry tomatoes grown in fertile and stressed soils. *Hort Science*, 56(4): 414-423.
- Tursun, T., Akinci, S., Bozkurt, E. 2019. Determination of the effect of humic acid on growth and development parameters of parsley (*Petroselinum sativum* Hoffm.) grown in boron soil. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1): 183-193.
- Wang, Y., Yang, R., Zheng, J., Shen, Z., Xu, X. 2019. Exogenous foliar application of fulvic acid alleviate cadmium toxicity in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167: 10-19.
- Wimmer, M.A., Eichert, T. 2013. Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. *Plant Sci.* 203: 25–32
- Yaman, H., Katar, D., and Bayraktar, N. 2012. Determination of the effect of boron toxicity in the period of emergence and young plant development of safflower (*C. tinctorius* L.) cultivars. *Journal of Field Crops Central Research Institute*. 21(1): 8-15.
- Yağmur, B., Okur, B., Okur, N. 2021. Hüyük asit ve potasyum uygulamalarının ayçiçeğinde tohum besin maddesi yağ içeriği ve verim üzerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(1): 156-167.
- Yorgancılar, M., Babaoglu, M. 2005. Investigation of the effect of boron on germination of wheat varieties in vitro and pot conditions. *Journal of Selcuk University Faculty of Agriculture*. 19(35): 109-114.
- Zhang, L.X., Gao, M., Zhang, L.S., Li, B.Z., Han, M.Y., Alva, A.K., Ashraf, M. 2013. Role of exogenous glycinebetaine and humic acid in mitigating drought stress-induced adverse effects in *Malus robusta* seedlings. *Turk. J. Bot.* 37: 920–929.