

11th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

December 27-28, 2025
Adana / TÜRKİYE



EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Nizamettin TURAN
Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU

**11th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**



Copyright © Liberty

Date: 30.12.2025

Liberty Publishing House
Water Street Corridor New York, NY 10038
www.libertyacademicbooks.com
+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.
adopted by Mariam Rasulan

ISBN: 979-8-89695-297-8

Copyright © 2025 by Liberty Academic Publishers All rights reserved

**11th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND
VETERINARY CONGRESS**

December 27-28, 2025

Adana / TÜRKİYE

**CONFERENCE
PROCEEDINGS BOOK
(Abstracts & Full Texts)**

Editors

Assoc. Prof. Dr. Nizamettin TURAN

Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU

ISBN: 979-8-89695-297-8
DOI: 10.5281/zenodo.18095980

Issued: December 30, 2025

EVALUATION PROCESS and POLICIES

All applications have undergone double blind peer review process. In addition, each paper was accepted and the process of publishing in the book was carried out through editorial oversight. The published papers were presented and discussed at the meeting. Full texts and abstracts published in accordance with the Symposium Policy have been prepared in accordance with ethical rules and APA standards. Authors of all papers are both ethically and legally responsible.

PARTICIPANTS COUNTRIES

Türkiye, Albania, Algeria, Azerbaijan, Bangladesh, Bulgaria, Denmark, Ethiopia, Georgia, Ghana, Hungary, India, Iran, Iraq, Jordan, Kosovo, Kyrgyzstan, Morocco, Nigeria, Norway, Oman, Pakistan, Philippines, Portugal, Romania, Russia, Slovenia, Spain, South Africa, Sweden, Tunisia

TOTAL ACCEPTED ARTICLES: 308

The Number of Accepted Papers from Türkiye: 152

The Number of Accepted Full Papers from Other Countries: 156

Conference President

Doç. Dr. Nizamettin TURAN

Siirt University

Conference Coordinator

Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU

Siirt University

Organizing Board Members

Dr. Alamettin BAYAV

(Isparta University of Applied Sciences, TÜRKİYE)

Dr. Kıvanç İRAK

(Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi TÜRKİYE)

Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, TÜRKİYE)

Dr. Pınar Ayvazoğlu Demir

(Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, TÜRKİYE)

Dr. G. RAJALAKSHMI

(Hindusthan College of Arts & Science, Coimbatore, Tamilnadu, INDIA)

Dr. Gustavo BRUNETTO

(Federal University of Santa Maria. Santa Maria, BRAZIL)

Dr. Ristina Siti SUNDARİ

(University of Perjuangan Tasikmalaya, Faculty of Agriculture, West Java, INDONESIA)

Dr. Sami ur REHMAN

(Department of Engineering for Innovation, University of Salento, Lecce, Italy)

Dr. Zubair ASLAM (

University of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad, PAKISTAN)

Science Committee

- Dr. Abdurrahim YILMAZ (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BOLU)
- Dr. Ali Beyhan UÇAK (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Alper BAYDAR (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. A. Konuralp ELİÇİN (Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, DİYARBAKIR)
- Dr. Arzu ALTUNTAŞ (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Arzu ÇIĞ (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Aynur BİLMEZ ÖZÇINAR- (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Cahit ÖZCAN (Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Erhan KAHYA (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, TEKİRDAĞ)
- Dr. Fatih ÇIĞ (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Fatih BÜYÜKFİLİZ (Tarım Orman Bakanlığı, Tekirdağ, TÜRKİYE)
- Dr. Fırat PALA (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Hakan ÇELİKTEN (Kafkas Üniversitesi, KARS)
- Dr. Hasan KILIÇ (Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BİNGÖL)
- Dr.H.Turan AKKOYUN (Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Melekber SÜLÜŞOĞLU DURUL (Kocaeli Üniversitesi, KOCAELİ)
- Dr. Mehmet IRMAK (Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Mesut BUDAK (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Nusret ÖZBAY (Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BİNGÖL)
- Dr. Nurhan KESKİN (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, VAN)
- Dr. Sipan SOYSAL (Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Sevilay GÜL (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, MYO, TEKİRDAĞ)
- Dr. Sıdıka EKREN (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İZMİR)
- Dr. Tuncay TUFAN (Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, SİİRT)
- Dr. Yusuf SOLMAZ (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, TEKİRDAĞ).
- Dr. Zeynep DUMANOGU (Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, BİNGÖL)
- Dr. Abdul Khaliq (University of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad, PAKISTAN)
- Dr. Ali Mekki (University of Sfax, Biological Engineering-Environmental Bioprocesses and Soil Science, Sfax-TUNISIA)
- Dr. Ajar Nath Yadav (Eternal University, Department of Biotechnology, Himachal Pradesh-INDIA)
- Dr. Ashokkumar Vallabhbai Rajani (Junagadh Agricultural University, College of Agriculture, Dept. of Agril. Chem. & Soil Science, Gujarat-INDIA)

- Dr. Barbara Wiśniowska-Kielian (University of Agriculture in Krakow, Faculty of Agriculture and Economics, Department of Agricultural and Environmental Chemistry, Krakow-POLAND)
- Dr. Babak SAFAEI (Tsinghua University, CHINA)
- Dr. Hab. Barbara Sawicka (University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Agrobioengineering, Department of Plant Production Technology and Commodity Sciences, Lublin-POLAND)
- M.Sc. Benjamin Bantchina (Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Bursa-TÜRKİYE)
- Dr. Brygida Klemens (Opole University of Technology, Faculty of Economics and Management, Opole-POLAND)
- Dr. Grzegorz Pączka (Rzeszów University, Department of Natural Theories of Agriculture and Environmental Education, Rzeszów, POLAND)
- Dr. Fahrurrozi Fahrurrozi (University of Bengkulu, Faculty of Agriculture, Dept. of Crop Production, Bengkulu-INDONESIA)
- Dr. Faisal SULTAN (Hazara University, PAKISTAN)
- Dr. Herák David, (Czech University of Life Sciences Prague, CZECH REPUBLIC)
- Dr. Hüseyin Bozdağlar (Girne American University, School of Tourism and Hospitality Cyprus)
- Dr. Irshad Bibi (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Institute of Soil and Environmental Sciences, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Iwan Setiawan, S.P., M.Si. (Department of Agricultural Economics, Agricultural Faculty. Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang km 21. Jatinangor. West Java. INDONESIA)
- Dr. Jam Nazeer Ahmad University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Entomology, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Khalid Hussain (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad-PAKISTAN)
- Ph.D. Kusumiyati KUSUMIYATI (Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran Jl. Raya Bandung-Sumedang, Jatinangor. West Java, INDONESIA)
- Dr. Mazhar Rafique (University of Haripur, Faculty of Agriculture Sciences, Department of Soil & Climate Sciences-PAKISTAN) Dr. Medeuova Galiya (Kazakh National Women's Pedagogical Universty, KAZAKHISTAN)
- Dr. Md. Iqbal HOSSAIN (Bangladesh University, BANGLADESH)
- Dr. Muhammad Arshad (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Entomology, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Muhammad SAJJAD (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Faisalabad, Pakistan)
- Dr. Muhammad Shahbaz Naeem (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad-PAKISTAN)

- Dr. Mohammad Mehdizadeh (University of Mohaghegh, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ardabili-IRAN)
- Dr. Muhammad Zahid Ihsan (Islamia University of Bahawalpur, Cholistan Institute of Desert Studies, Bahawalpur-PAKISTAN)
- Dr. Muhammad Adnan (University of Swabi, Department of Agriculture, Swabi-PAKISTAN)
- Dr. Muhammad Zubair Siddiqi (Hankyong National University, Department of Biotechnology, SOUTH KOREA)
- Dr. Muhammad Nurdin YUSUF (Agribusiness Department. Agricultural Faculty. University of Galuh. Jl. R.E. Martadinata Mekarjaya, Kec. Baregbeg. Kab. Ciamis. West Java, INDONESIA)
- Dr. Mushtaque Ahmed Jatoui, (University of Zagreb, Department of Pomology, Zagreb, Croatia, Beijing, CHINA)
- Dr. Murat Akkaya (Girne American University, Vocational School, CYPRUS)
- Dr. Nabeel Khan Niazi (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Institute of Soil and Environmental Sciences, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Niteesh Kumar Upadhyay (Galgotias University and South Ural State University RUSSIA)
- Dr. Rana Nadeem Abbas (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Safdar Bashir (Ghazi University, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environmental Sciences, Dera Ghazi Khan-PAKISTAN)
- Dr. Sardar Alam Cheema (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. S. G. Antony Godson (Department of Biotechnology, Hindusthan College of Arts & Science, Coimbatore, Tamilnadu, INDIA)
- Dr. Shah Fahad (University of Haripur, Department of Agronomy, Haripur-PAKISTAN)
- Dr. Saddam Hussain (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faisalabad-PAKISTAN)
- Dr. Tahir Iqbal, (Arid Agriculture University, Rawalpindi, PAKISTAN)
- Dr. Viliama Vasileva (Agricultural Academy, Institute of Forage Crops, Forage Production and Livestock Department, Pleven-BULGARIA)
- Dr. Yar Zar Chit (Sagaing University, MYANMAR)
- Dr. Zhongbing Chen (Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences, Prague-CZECH REPUBLIC)
- Dr. Zisis Vryzas (Democritus University, Thrace School of Agricultural & Forestry Sciences, Department of Agricultural Development, Orestiada-GREECE)
- Dr. Zulfiqar Ahmad Dasti (University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Institute of Soil and Environmental Sciences, Faisalabad-PAKISTAN)

11th INTERNATIONAL CUKUROVA AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS

December 27-28, 2025 / Adana, Türkiye

CONFERENCE PROGRAM

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Zoom Passcode: 123456

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=jqPO9YZbrSm6HGWD9OeHHNjd2CrcG7.1>



Important, Please Read Carefully (for online participants)

- To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION (for online participants)

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.
- Before you login to Zoom please indicate your hall number, name and surname: **exp. H-5, Radmila Jani**

Face to Face / Adana Nezihe Yalvaç Uygulama Oteli

27.12.2025

HALL-1 / SESSION-1

ANKARA LOCAL TIME: 14:00-16:00

HEAD OF SESSION:

Authors	Affiliation	Presentation Title
Serol Korkmaz	<i>Çukurova University</i>	Feed contaminant substances in race- and sport-horse nutrition
Ali Kiliç Mustafa Çelik Nurhan Keskin Birhan Kunter	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	Effects of high temperature on viticulture and adaptation strategies
Mustafa Çelik Nurhan Keskin Birhan Kunter	<i>Van Yüzüncü Yıl University</i>	Current molecular findings on the adaptation potential of the grapevine to climate induced changes

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

27.12.2025 / ONLINE / SESSION-3 / HALL-1

Ankara Local Time: 15:00-17:00

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Zoom Passcode: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Atılın Atılın

Authors	Affiliation	Presentation Title
Erkan Can Saniye Türk Çulha	<i>İzmir Katip Çelebi Üniversite</i>	Microplastics and nanoplastics in water: ecological risks and emerging challenges
Saniye Türk Çulha Erkan Can	<i>İzmir Katip Çelebi Üniversite</i>	Use of aquatic organisms in pollution detection: aquatic bioindicator species
Leyla Akbulut Atılın Atılın	<i>Alanya Alaaddin Keykubat University</i>	From agricultural waste to energy communities: eco-efficiency and digitalization in agroenergy systems
Atılın Atılın Leyla Akbulut	<i>Alanya Alaaddin Keykubat University</i>	Determination of biomass energy potential obtainable from sugar beet waste: the example of Konya province
Güzella Yılmaz Vural	<i>Tokat Gaziosmanpaşa University</i>	The effect of silicon and biocar applications on the yield parameters of calendula (<i>Calendula officinalis</i>) plant
Ahmet Sarucan Elif Nisa Kolat	<i>Konya Technical University</i>	A linear programming model for agricultural production planning in the çumra region
Ahmet Sarucan	<i>Konya Technical University</i>	Application of drones in agricultural activities and a multi-criteria decision model proposal
Nuray Aslanođlu Mehmet Zeki Kizmaz	<i>Dicle University</i>	Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in Turkey: a current assessment of distribution and control methods

(All speakers required to be connected to the session 10 min before the session starts)

Moderator is responsible for ensuring the smooth running of the presentation, managing the group discussion and dynamics.

SİLİSYUM ve BİYOKÖMÜR UYGULAMALARININ KALENDULA (*CALENDULA Officinalis*) BİTKİSİ'NİN VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL (ORCID: 0000-0002-9284-9698)

Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,
Tokat-Türkiye

Email: guzella.yilmaz@gop.edu.tr

ÖZET

Çalışma silisyum ve biyokömür uygulamalarının yenilebilir çiçek Kalendula (*Calendula officinalis*) Bitkisi'nin verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait ısıtmasız serada yürütülen çalışmada 2,5 lt'lik saksılar kullanılmıştır. Çalışmada kontrol grubu (½toprak + ½ torf), 100 ppm silisyum uygulaması (½toprak + ½ torf + 100 ppm Si), 200 ppm silisyum uygulaması (½toprak + ½ torf + 200 ppm Si), %2 Biyokömür uygulaması (½toprak + ½ torf + %2 biyokömür) ve %5 biyokömür uygulaması (½toprak + ½ torf + %5 biyokömür uygulaması) olmak üzere beş farklı üretim ortamı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan biyokömür, evsel atık depolama çamuru kullanılarak elde edilmiştir. Silisyum kaynağı olarak potasyum silikat (K_2SiO_3 - %18,2 Si) kullanılmıştır. Viyollere doldurulmuş torf ortamına ekilen tohumlar, 2-3 yapraklı bitki haline geldiğinde hazırlanan yetiştirme ortamlarına alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre silisyum ve biyokömür uygulamalarının, bitki boyu, herba ağırlığı, kök boyu, kök ağırlığı, çiçek sayısı ve çiçek çapı olmak üzere ölçüm yapılan bütün parametrelerde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Gözlemlenen artışların bir kısmı önemsiz bulunurken bir kısmı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol grubunda 33.7 cm olarak ölçülen bitki boyu %2 biyokömür uygulaması ile önemli derecede artarak en yüksek değer olan 46.7 cm'e ulaşmıştır. %2 biyokömür uygulaması herba ağırlığında da önemli artışa neden olarak, 74.4 g ölçülen herba ağırlığını 90.6 grama ulaştırmıştır. Çiçek sayısı ve çiçek çapı parametrelerinde de en yüksek değerler %2 biyokömür uygulaması ile elde edilmiştir. Kök boyu ve kök ağırlığı parametrelerinde ise en yüksek değerler 200 ppm Si uygulaması ile elde edilmiştir. 200 ppm Si uygulamasının kök boyu ve kök ağırlığına etkisi kontrol grubuna göre önemli, %2 biyokömür uygulamasına göre önemsiz bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Silisyum, biyokömür, bitki verimi, atık çamuru

ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effects of silicon and biochar applications on the yield parameters of the renewable flower *Calendula* (*Calendula officinalis*). The study was conducted in an unheated greenhouse located at the Agricultural Application and Research Center of Tokat Gaziosmanpaşa University, using 2.5-liter pots. The study included control group (½ soil + ½ peat), 100 ppm silicon application (½ soil + ½ peat + 200 ppm Si), 200 ppm silicon application (½ soil + ½ peat + 400 ppm Si), 2% biochar application (½ soil + ½ peat + 2% biochar), and 5% biochar application (½ soil + ½ peat + 5% biochar). The biochar used in the study was obtained from domestic waste storage sludge. Potassium silicate (K_2SiO_3 - 18.2% Si) was used as the silicon source. Seeds sown in the peat medium filled into trays were transferred to the prepared growing media when they reached the 2-3 leaf stage. According to the data obtained at the end of the study, it was observed that silicon and biochar applications caused an increase in all measured parameters, including plant height, herbaceous weight, root length, root weight, flower number, and flower diameter. While some of the observed increases were found to be insignificant, some were found to be statistically significant. Plant height, measured at 33.7 cm in the control group, increased significantly with the 2% biochar application, reaching the highest value of 46.7 cm. The 2% biochar application also caused a significant increase in herbaceous weight, raising it from 74.4 g to 90.6 g. The highest values for flower number and flower diameter parameters were also obtained with the 2% biochar application. The highest values for root length and root weight parameters were obtained with the 200 ppm Si application. The effect of the 200 ppm Si application on root length and root weight was found to be significant compared to the control group but insignificant compared to the 2% biochar application.

Keywords: Silicon, biochar, plant yield, waste sludge

Giriş

Yüzyıllardır birçok ülkede kullanılan yenilebilir çiçekler son yıllarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Estetik görünümünün yanı sıra besleyici ve kimyasal içerikleri ile öne çıkan bu çiçeklerin gıda olarak tüketimi artmıştır (Fernandes ve ark., 2017; Lu ve ark., 2016; Marchioni ve ark., 2020). Yenilebilir çiçekler mineral ve vitaminlerce zengindir (Drava ve ark., 2020; González-Barrio ve ark., 2018). Serbest radikallere karşı antioksidan etki gösteren yenilebilir çiçekler DNA, enzim, lipit ve protein yapılarında görülen hasarı önleyebilir (Chen ve ark., 2018; Mlček ve Rop, 2011). Yenilebilir çiçekler arasında önemli bir yere sahip olan Kalendula (*Calendula officinalis L.*) Türkiye’de Aynı sefa bitkisi olarak tanınır. Çiçekleri taze veya kuru halde tüketilebilir. Gıda olarak kullanımı dışında ilaç yapımında da kullanılmaktadır. Taze çiçekler makarna, salata ve çorbalarda kullanılır. Kullanıldıkları gıdalara keskin baharat tadı verir. Kurutulmuş çiçekler yemek çeşnisi veya bitki çayı olarak tüketilebilir. Sarı ve turuncu renk çeşitlerine sahip bu çiçekler A vitamini yönünden oldukça zengindir (Sausserde ve Kampuss, 2014).

Bitkilerin içerik ve gelişimlerine çevresel faktörler kadar, yetiştirilme ortamları da önemli derecede etki etmektedir. Bu yüzden bitkilerin yetiştirildiği ortamların iyileştirilmesi bitki büyüme ve gelişimlerini pozitif yönde etkileyecektir. Silisyum (Si), bitki stresini azaltarak, büyüme ve gelişime katkı sağlayan bir besin elementidir (Epstein, 1999). Silisyum ile yapılan çalışmalar, bu elementin fenolik bileşikler ve antioksidan kapasiteyi arttırdığını göstermektedir (Ma ve Takahashi, 2002). Silisyum elementi gibi biyokömür materyalinin de bitki büyüme ve gelişimini arttırdığı belirlenmiştir. Biyokömür, organik materyallerin az hava olan ya da havasız ortamlarda, yüksek sıcaklıklarda, yavaş proliz yöntemi ile yakılması ile elde edilen materyaldir (Karhu ve ark., 2011). Karbon bakımından zengin olan bu materyal, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirerek bitki gelişimine katkı sağlar. Ayrıca biyokömür besin maddesi alımını arttırarak bitki verimini de arttırır (Lehman ve Joseph, 2009). Bu çalışmada bitki büyüme ve gelişimini desteklemek için silisyum ve biyokömür uygulamaları kullanılırken, biyokömür materyalinin evsel atık depolama çamurundan yapılması çalışmaya ayrı bir önem kazandırmaktadır.

Evsel atık depolama çamuru organik madde miktarı yüksek olan fakat içerisinde çevre için büyük tehdit oluşturabilecek kadar kirleticiyi içerisinde barındıran materyaldir. Bu materyal her geçen gün daha fazla birikerek çevre kirliliğine neden olmaktadır (TUİK,2018). Bu materyalin zararlı etkilerinin bertaraf edilerek kullanılması, birikiminin engellenmesi büyük önem taşımaktadır (Hanay ve Hasar, 2000; Topcuoğlu ve ark., 2003). Organik madde miktarı %70’e kadar yükselebilen bu materyalin kullanılması, gübreleme ihtiyacını azaltacağından üretimin ekonomik oluşuna da katkı sağlayacaktır (Grigatti, 2007). Arıtma çamuru organik kompost ve ahır gübresine yakın besleyiciliğe sahiptir ve bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin tamamına sahiptir (Linden ve ark., 1983; Sommers,1997; Tabatabai ve Frankerberger,1979). Yararlı etkilerinin yanı sıra bu materyalin içinde bulunan kirleticiler önlem alınmadan kullanıldığında bitki ve insan sağlığı için tehdit oluşturur (Gür ve ark., 2004). Atık çamuru içerisinde bulunan yüksek ağır metal yoğunluğu, bitki büyüme ve gelişiminde gerilemeye hatta bitki ölümüne bile sebep olabilir (Akın ve Kahraman, 2018). Atık depolama çamurunun biyokömüre çevrilerek kullanılmasının, bu materyalin birikiminin önüne geçeceği ve zararlı etkilerinin bertaraf edilerek bitki için faydalı hale dönüşeceği düşünülmektedir.

Gelişmiş olan birçok ülkede büyük bir pazar haline gelen yenilebilir çiçek sektörünün ülkemizde de gelişimini desteklemek amacı ile yapılan bu çalışmada, silisyum ve biyokömür uygulamalarının yenilebilir çiçek Kalendula bitkisinin verim parametrelerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bitkisel materyal olarak Kalendula çiçeklerinin kullanıldığı bu çalışmada, çiçekler tohumdan üretilerek elde edilmiştir. Hollanda'da özel olarak organik yenilebilir çiçek tohumu satan özel bir firmadan temin edilen tohumlar, torf doldurulmuş viyollere ekilmiş ve çiçekler 2-3 yapraklı hale geldiğinde yetiştirme ortamlarına alınmıştır. Çalışma beş farklı yetiştirme ortamında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamları; kontrol grubu ($\frac{1}{2}$ toprak + $\frac{1}{2}$ torf), 100 ppm silisyum uygulaması ($\frac{1}{2}$ toprak + $\frac{1}{2}$ torf + 100 ppm Si), 200 ppm silisyum uygulaması ($\frac{1}{2}$ toprak + $\frac{1}{2}$ torf + 200 ppm Si), %2 biyokömür uygulaması ($\frac{1}{2}$ toprak + $\frac{1}{2}$ torf + %2 biyokömür) ve %5 biyokömür uygulamasından ($\frac{1}{2}$ toprak + $\frac{1}{2}$ torf + %5 biyokömür uygulaması) oluşmaktadır. Çiçekler 2,5 litrelik saksılara hazırlanan yetiştirme ortamlarına birer adet dikilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre her tekerrürde 3 saksı olacak şekilde, 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait ısıtmasız serada yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan toprağa ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri

Toprak Özellikleri	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Sınır Değeri	
pH Saturasyon Çamurunda	7.63	Hafif alkali	6.5-7.5	
% Kireç	68.81	Çok kireçli	5.0-15.0	
% Tuz Saturasyon Çamurunda	0.017	Az tuzlu	0.0-0.15	
% Organik Madde	1.55	Orta	3-4	
Yarayışlı (kg/da) Potasyum (K ₂ O)	55.87	Yeterli	>30	
Fosfor (P ₂ O ₅)	1.51	Yetersiz	>13	
Bünye Sınıfı		Killi tınlı		
Yarayışlı Mikro element (mg/kg)	Çinko	0.369	Yetersiz	>1
	Demir	5.54	Yeterli	>4.5
	Mangan	2.521	Yeterli	>1
	Bakır	0.412	Yeterli	>0.2

Çalışmada kullanılan biyokömür materyalinin üretilmesi için kullanılan evsel atık depolama çamuru, Tokat Belediyesi'ne ait evsel atık depolama alanından temin edilmiştir. Atık çamuru sert zemine serilerek hava kuru hale gelene kadar bekletilmiş, sonrasında 4 mm'lik elek ile elenmiştir. Atık depolama çamuruna ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2'de verilmiştir. Elekten geçirilen atık depolama çamuru özel hazırlanmış ve etrafı keçe ile kapatılmış çelik kaplara hava almayacak şekilde doldurulmuş ve ağzı kapatılarak kül fırınına yerleştirilmiştir. Kül fırınında 500°C ısıda, 7 saat boyunca bekletilen çelik kasalar içerisindeki atık çamuru yavaş proliz yöntemi ile biyokömüre dönüştürülmüştür. Biyokömür yapımında kullanılan çelik kasa ve kül fırını Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Atık çamurunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

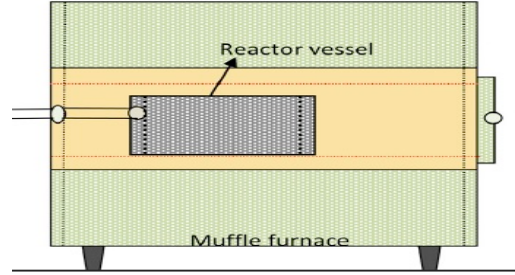
Besin Elementleri	Toplam konsantrasyon (mg/kg)	Bitkiye yararlı konsantrasyon ve bitki için yeterlilik durumu (mg/kg)*
N		
P	5732	73,4 (Fazla)
K	4792	275 (Yeterli)
Mg	18375	1874 (Fazla)
S	4529	2120 (Çok Fazla)
Ca	58308	7845 (Fazla)
Fe	38676	150 (Çok Fazla)
Zn	189	86 (Çok Fazla)
Mn	790	54,7 (Çok Fazla)
Cu	161	32,2 (Çok Fazla)
B	53	18,3 (Fazla)
pH	6,70 (Nötr)	
Tuz (%)	0,306 (Orta Tuzlu)	
Kireç (%)	6,1 (Orta kireçli)	
Organik madde (%)	6,45 (Yüksek)	
Ağır Metaller	Toplam konsantrasyon (mg/kg)	Bitki tarafından alınabilir konsantrasyon ve bitki için risk durumu (mg/kg)**
Ni	83,5	7,12 (Orta Riskli)
Al	18545	9,86 (Orta Riskli)
Cd	1,0	0,12 (Risk yok)
Co	9,85	0,62 (Risk yok)
Cr	104	0,08 (Risk yok)
Pb	47,7	0,64 (Risk yok)

* Sparks ve ark., (2020). Methods of soil analysis, part 3: Chemical methods'a göre değerlendirilmiştir.

**86/278/EEC - Arıtma Çamuru Direktifinde toprak ve çamur için belirtilmiş olan kriterlere göre değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Biyoçar üretimi için özel imal edilmiş çelik kap



Şekil 2. Biyoçar üretimi için özel imal edilmiş kül fırını

Elde edilen biyoçar materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Arıtma çamuru biyoçarın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Birim	Değer
Spesifik yüzey alanı (SSA)	m ² g ⁻¹	24.5
Su tutma kapasitesi (WHC)	% (g su/100 g)	60.6
Hacim ağırlığı (BD)	g cm ⁻³	0.51
pH	–	7.91
Tuz	%	0.50
C	%	32.3
KDK (CEC)	g/100g	18.0
N	%	0.48
C/N	-	67.3
P	mg/kg	9389
K	mg/kg	5203
Zn	mg/kg	274
Fe	mg/kg	63349
Cu	mg/kg	264
Mn	mg/kg	1294
Pb	mg/kg	65.8
Cd	mg/kg	1.21
Co	mg/kg	16.13

Cr	mg/kg	170.3
Ni	mg/kg	136.8
Al	mg/kg	31974
B	mg/kg	36.6

Deneme çiçeklenme dönemi sonuna kadar devam ettirilmiştir. Sera sıcaklığı ortalama 25°C olarak ölçülmüştür. Çiçekler su ihtiyacı oldukça saf su ile sulanmıştır. Arıtma çamurunun besin içeriği yüksek olduğu ve torfun besin içeriğinden yararlandığı için deneme boyunca gübreleme yapılmamıştır. Deneme sonunda bitki boyu, herba ağırlığı, kök boyu, kök ağırlığı, çiçek sayısı ve çiçek çapı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler SAS istatistik analiz programında varyans analizine göre karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonucunda elde edilen analiz sonuçlarına göre kontrol grubunda 33.7 cm olarak ölçülen bitki boyunun %2 biyokömür uygulaması ile, çalışmada elde edilen en yüksek boy olan 46.7 cm'ye ulaştığı gözlemlenmiştir. Silisyum ve biyokömür uygulamalarının tamamı bitki boyunda artışa neden olurken sadece 100 ppm Si uygulamasında gözlemlenen artış önemsiz bulunmuştur. Diğer uygulamalar bitki boyunu önemli derecede arttırmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Si ve biyokömür uygulamalarının verim parametrelerine etkileri

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Herba ağırlığı (g)	Kök boyu (cm)	Kök ağırlığı (g)	Çiçek sayısı (adet)	Çiçek çapı (cm)
Kontrol	33.7 b	74.4 b	8.1 b	12.2 b	13.1 b	4.8 b
100 ppm Si	36.5 b	77.2 b	8.3 b	12.1 b	16.5 ab	5.1 b
200 ppm Si	42.9 a	85.4 ab	9.9 a	15.3 a	18.8 a	5.3 b
%2 Biyokömür	46.7 a	90.6 a	9.5 a	14.9 a	24.3 a	6.4 a
%5 Biyokömür	43.8 a	83.5 ab	8.3 b	14.6 a	20.1 a	6.1 a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark önemsizdir ($p < 0.05$)

Silisyum ve biyokömür uygulamalarının tamamı herba ağırlığında artışa neden olurken, 100 ppm Si uygulaması ile elde edilen artış önemsiz bulunmuştur, 200 ppm Si ve %5 biyokömür uygulamaları ile elde edilen artış önemli olurken %2 biyokömür uygulaması ile elde edilen artış en yüksek değere ulaşmış ve çok önemli olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubunda 74.4 g olarak ölçülen herba ağırlığı %2 biyokömür uygulaması ile 90.6 g'a ulaşmıştır (Tablo 4).

Kök boyu ve kök ağırlığında en yüksek değerlere 200 ppm Si uygulaması ile ulaşılmıştır. Sonraki en yüksek değerler %2 biyokömür uygulaması ile elde edilirken, %2 biyokömür ve 200 ppm Si uygulaması ile elde edilen kök boyu ve kök ağırlığındaki değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubunda 8.1 olan kök boyu 200 ppm Si

uygulaması ile 9.9'a, kontrol grubunda 12.2 olan kök ağırlığı ise 200 ppm Si uygulaması ile 15.3'e yükselmiştir (Tablo 4).

En yüksek çiçek sayısına %2 biyokömür uygulaması ile ulaşılmıştır. Silisyum ve biyokömür uygulamalarının tamamı çiçek sayısında artışa neden olmuştur. Kontrol grubunda 13.1 olan çiçek sayısı %2 biyokömür uygulaması ile 24.3'e ulaşmıştır. Çiçek sayısı, %5 biyokömür uygulamasında 20.1, 200 ppm Si uygulamasında 18.8 ve 100 ppm Si uygulamasında 16.5 olarak kaydedilmiştir.

Silisyum ve biyokömür uygulamalarının tamamı çiçek çapında artışa neden olurken sadece biyokömür uygulamaları ile elde edilen artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol grubunda 4.8 cm olan çiçek çapı, %5 biyokömür uygulamasında 6.1 cm, %2 biyokömür uygulamasında 6.4 cm ölçülmüştür.

Silisyum elementinin bitkiler için besin elementi olarak nitelendirildiği ve bitki gelişimine katkı sağladığı kaydedilmiştir (Ma ve ark., 2001). Çalışma bulgularımız bu verilerle benzer sonuçlar içermektedir. Silisyum uygulamaları bu çalışmada da bitki gelişimine katkı sağlamıştır. Silisyumun bitki gelişime katkı sağlamasının, silisyumun besin elementi görevi üstlenmesi, bitki gövdesini kuvvetlendirmesi, hastalık ve zararlılara karşı bitki direncini artırması gibi özelliklerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca silisyum bitki yapraklarının daha dik durmasını sağlayarak, bitkinin güneşten daha çok faydalanmasına neden olur (Hamayun, 2010). Silisyumun bu özelliğinin de bitki gelişimine olumlu etki ettiği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar silisyum içeren gübre kullanımının bitkilerde direkt veya dolaylı olarak bitki verimini arttırdığını göstermiştir. Silisyumlu gübreleme ile dane ağırlığında artış, bitki yıpranmasında azalma, tuz stresine karşı direnç artışı, yaprak renk ve kalitesinde artış ve yaprak yoğunluğunda artış olduğunu belirleyen çalışmalar mevcuttur (Mauad ve ark. 2003; Horuz ve Korkmaz, 2012; Takahashi ve ark., 1990; Trenholm ve ark. 2004). Çalışma bulgularımız bu çalışma bulguları ile örtüşmektedir. Silisyum uygulaması Kalendula bitkisinin herba ağırlığında artışa neden olmuş ve bitki verimini arttırmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre biyokömür uygulamalarının verim parametrelerinin tamamında önemli artışlara neden olduğu görülmektedir. Yapılan birçok çalışma, bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Calathea insignis bitkisi kullanılarak yapılan çalışmada, biyokömür uygulaması ile yetiştirme ortamının kalitesinin ve bitki gelişiminin önemli oranda arttığı sonucuna varılmıştır (Zhang ve ark., 2014). Aynı şekilde biyokömür uygulaması ile marul bitkisinin büyüme ve gelişiminde önemli artış sağlanmıştır (Mendez ve ark., 2017). Biyokömür kullanımının bitki büyüme ve gelişimine katkı sağlamasının, toprak düzenleyici oluşundan ve besin elementi döngüsüne katkı sağlaması özelliklerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Sigua ve ark., 2016; Tag ve ark., 2016; Githinji, 2014). Ayrıca biyokömür fitotoksit organik molekülleri absorbe ederek ve toprak kökenli patojenleri baskılayarak da bitki gelişimine katkı sağlar (Eo ve ark., 2018; Oleszczuk ve ark., 2012). Biyokömür uygulamaları ile bitki verim parametrelerinde gözlemlenen artışın, biyokömürün atık depolama çamurundan yapılmasından da kaynaklı olabileceği akla gelmektedir. Atık çamurunun yüksek besin içeriğinin biyokömüre dönüştürüldüğünde de bitki büyüme ve gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Atık çamurundan yapılan biyokömürün kullanıldığı saksılarda herhangi bir sorun gözlemlenmeyişi atık çamurunun zararlı etkilerinin biyokömüre çevrilerek bertaraf edilebileceğini göstermektedir. Oleszczuk ve ark. (2012) biyokömür uygulamaları ile atık çamurunun zararlı etkilerinin azaltılabileceğini veya ortadan kaldırılabileceğini sonucuna varan çalışmaları ile bu çalışma sonucunu desteklemektedir. Çalışmada %2 biyokömür uygulaması ile %5 biyokömür uygulamasına oranla verim parametrelerinde daha iyi artışlar elde edilmiştir. Bu sonuç Acir ve Erdem'in (2020), yaptıkları

çalışma sonucunda bitkiye verilmesi gereken optimum biyoçar dozunun %2 olduğu sonucunu destekler niteliktedir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda silisyum ve biyokömür uygulamalarının tamamının verim parametrelerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasında verim artışında en etkili uygulama %2 biyokömür uygulaması olmuştur. Biyokömür uygulamalarının bitkiler için olumlu etki göstermiş olması ve biyokömür kullanılan saksılarda herhangi bir sorun ile karşılaşılması, atık depolama çamurunun zararlı etkilerinin bertarafı için ışık kaynağı niteliği taşımaktadır. Bu çalışma çevre için birikimi büyük tehdit oluşturan atık depolama çamurunun biyokömüre dönüştürülerek zararlı etkilerinin yok edilip faydalı hale dönüştürülebileceğini göstermektedir. Bu konuda kesin sonuçlara ulaşılabilmesi için bu konuda daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Yapılacak çalışmalarda, silisyum ve biyokömür uygulamaları yapılırken elde edilecek sonucun, kullanım dozu, bitki çeşidi ve biyokömür yapılan ana materyal gibi birçok faktörün etkisiyle farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır.

Referanslar

- Acir, Y., Erdem, H. (2020). "The effect of biochar applications on cadmium (Cd) uptake of bread wheat", *Journal of Academic Ziraat* 9(2): 327-336 (2020) Research ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.813360>.
- Akın, F. Ve Kahraman, Ö. (2018). Atık su arıtma çamurunun süs lahanası yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, cilt.33, sa.2, ss.177-183, 2018.
- Chen, G. L., Chen, S. G., Xiao, Y., & Fu, N. L. (2018). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 30 flowers. *Industrial Crops and Products*, 111, 430–445. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.051>
- Drava, G., Iobbi, V., Govaerts, R., Minganti, V., Copetta, A., Ruffoni, B., & Bisio, A. (2020). Trace elements in edible flowers from Italy: Further insights into health benefits and risks to consumers. *Molecules*, 25(12), 2891. <https://doi.org/10.3390/molecules25122891>
- Eo, J., Park, K.C., Kim, M.H., Kwon, S.I., Song, Y.J. 2018. Effects of rice husk and rice husk biochar on root rot disease of ginseng (*Panax ginseng*) and on soil organisms. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(1), 27-39.
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50(1), 641–664. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017>
- Githinji, A. (2014). Effects of Training on Employee Performance: A Case Study of United Nations Support Office for the African Union Mission in Somalia. (MBA Thesis) retrieved from <http://erepo.usiu.ac.ke/handle/11732/71>., son erişim tarihi: 04.02.2022.
- González-Barrio, R., Periago, M. J., Luna-Recio, C., Garcia-Alonso, F. J., & Navarro-González, I. (2018). Chemical composition of the edible flowers, pansy (*Viola wittrockiana*) and snapdragon (*Antirrhinum majus*) as new sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 252, 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.103>
- Grigatti, M., Giorgioni, M. E., Ciavatta, C. (2007). Compostbased growing media: influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresource Technology*, 98, 3526-3534.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D. (2004). Ağır Metal İyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Hamayun M, Khan SA, Khan AL, Tang DS, Hussain J, Ahmad B, Anwar Y, Lee IJ. (2010). Growth promotion of cucumber by pure cultures of gibberellin-producing phoma sp. GAH7. *World J Microbiol Biotechnol.* doi:10.1007/s11274-009-0248-3.
- Hanay, Ö. ve Hasar, H. (2000). Kayseri İlindeki Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun Tarımsal Kullanım Potansiyeli *Science and Eng. J. Of Firat University*, 19, 3, 333-337.
- Horuz A, Korkmaz A. (2012). Terme ve Bafra yöresinde çeltik yetiştirilen asit, tuzlu ve sodyumlu toprakların silisyum durumu ile ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu topraklarda elverişli silisyum miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin seçimi. OMÜ PYO.ZRT. 1901.11.008 BAP projesi sonuç raporu. Samsun.
- Karhu, K., Mattila, T., Bergstrom, I., Regina, K. (2011). Biochar addition to agri-cultural soil increased ch4 uptake and water holding capacity results from a short-term pilot field study.

- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). Biochar for environmental management: Science and technology. Earthscan.
- Linden, D.R., Clap, C.E., Dowdy, R.H. (1983). Hydrologic management: nutrients. Proceedings of the workshop on utilization of municipal wastewater and sludge on land. Riverside, University of California, 79, 103.
- Lu, B., Li, M., & Yin, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(1), 130–148. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.757929>
- Ma J F, Miyake Y & Takahashi E (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff L, Snyder G, Korndorfer G (Eds.), *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, New York, pp. 17-39.
- Ma, J. F., & Takahashi, E. (2002). Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan. Elsevier Science.
- Marchioni, I., Najar, B., Ruffoni, B., Copetta, A., & Pistelli, L. (2020). Bioactive compounds and aroma profile of some Lamiaceae edible flowers. *Plants*, 9(6), 691. <https://doi.org/10.3390/plants9060691>
- Mauad M, Crusciol CAC, Filho HG, Correa JC. (2003). Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 60:4.
- Mendez, A., Cardenas-Aguiar, E., Paz-Ferreiro, J., Plaza, C ve G. Gascob, G. (2017). The effect of sewage sludge biochar on peat-based growing media. *Biological Agriculture & Horticulture*, 33 (1): 40–51.
- Mlček, J., & Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 561–569. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.006>
- Oleszczuk, P., Rycaj, M., Lehmann, J., Cornelissen, G. (2012). Influence of activated carbon and biochar on phytotoxicity of air-dried sewage sludges to *Lepidium sativum*. *Ecotoxicol. Environ*, 80, 321–326.
- Sausserde, R. & Kampuss, K. (2014). Composition Of Carotenoids In *Calendula (Calendula Officinalis L.)* Flowers, Institute of Agrobiotechnology, Faculty of Agriculture, Latvia University of Agriculture
- Sigua, G.C., Novak, J.M., Watts, D.W., Johnson M.G., Spokas, K. (2016). Efficacies of designer biochars in improving biomass and nutrient uptake of winter wheat grown in a hard setting subsoil layer. *Chemosphere*, 142, 176-183.
- Sommers, L. E. (1997). Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizer. *J. Environmental Quality*, 6, 225-232.
- Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H. (Eds.). 2020. Methods of soil analysis. Chemical methods, 14.
- Tabatabai, M.A. ve Frankerberger, W.T. (1979). Chemical composition of sewage sludges in Iowa. Agriculture and Home Economics Experimental Station, Iowa State University of Sci. and Technology Research Bulletin, 586.
- Tag, A.T., Duman, G., Ucar, S., Yanik, J. (2016). Effects of feedstock type and pyrolysis temperature on potential applications of biochar. *J. Anal Appl Pyrol* 120:200–206.

Takahashi, T., Shirasawa, T., Miyake, K., Yahagi, Y., Maruyama, N., Kasahara, N., Kawamura, T., Matsumura, O., Mitarai, T., Sakai, O. (1995). Protein tyrosine kinases expressed in glomeruli and cultured glomerular cells: Flt-1 and VEGF expression in the renal mesangial cell. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 209 (1995), pp. 218-226.

Topcuoğlu, B., Önal, M.K., Arı, N. (2003). Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi: Bitki Besinleri ve Ağır Metal İçerikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16(1), 87-96.

Trenholm LE, Datnoff LE, Nagata RT. (2004). Influence of silicon on drought and shade tolerance of St. Augustinegrass. *Hort Technology*, 14: 487-490.

TUİK. (2018). [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p= Belediye-Atıksu-İstatistikleri -2018-30667](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Belediye-Atıksu-İstatistikleri-2018-30667), last accessed: 07.02.2022 (in Turkish).

Zhang, L., Sun, X. Y., Tian, Y., Gong, X. Q. (2014). Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia Horticulturae*, 176, 70-78.