



International Congress on Agriculture in  
ALANYA, Agriculture in the WORLD

# PROCEEDINGS & ABSTRACTS

Bildiri ve Özet Kitapçığı



29 - 31 October 2021

[www.icaaw2021.com](http://www.icaaw2021.com)

Alanya-TURKEY

**International Congress on  
Agriculture in Alanya,  
Agriculture in the World  
Proceeding Book**

ICAAW2021

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021,  
Alanya-Turkey

**Copyright © 2021**

**Alanya Alaadin Keykubat University,  
Antalya, Turkey**

**ISBN**

**: 978-605-74581-1-7**

ICAAW2021

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021,  
Alanya-Turkey

## **ICAAW 2021 Proceeding Book**

### **Editorial Board**

FIRAT ARSLAN

ATILGAN ATILGAN

BURAK SALTUK

ICAAW2021



## Acknowledgement

Thanks to Prof. Dr. Ekrem Kalan, Rector of Alanya Alaaddin Keykubat University, Adem Murat Yücel, Mayor of Alanya for the big support and cooperation. We also thank to the sponsors for their generous contribution.



## Preface

Dear readers and delegates at International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), it is a pleasure for us to present you with this Book of Proceedings, consisting of selected scientific contributions accepted for publication at the ICAAW2021.

We are honored to host all local and foreign participants in Alanya, Turkey. A total of **14** different countries (**Hungary, Poland, Spain, Egypt, Estonia, Croatia, Iran, Afghanistan, Benin, Rwanda, Indonesia, Serbia, Romania, and Uzbekistan**) participated in the congress. And **54%** of the papers at the congress were presented by foreign researchers.

Best regards,

Organizing Committee, ICAAW2021

ICAAW2021

## **COMMITTEES AND SCIENTIFIC BOARDS**

### **Honorary President**

Prof. Dr. Ekrem KALAN (Rector of Alanya Alaaddin Keykubat University)

### **Congress President**

Prof. Dr. Atilgan ATILGAN (Alanya Alaaddin Keykubat University)

### **Organizing Committee**

Prof. Dr. Roman ROLBIECKI

Bydgoszcz University of Science and Technology, Poland

Asst. Prof. Dr. Monika MARKOVIC

University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical sciences Department for plant  
production and biotechnology

Assoc. Prof. Dr. Burak SALTUK

Alanya Alaaddin Keykubat University Department of Biosystems Engineering

Asst. Prof. Dr. Firat ARSLAN

Alanya Alaaddin Keykubat University Department of Biosystems Engineering

Dr. Sinan KARTAL

Alanya Alaaddin Keykubat University General Secretary

PhD. Radu-Adrian Moraru

Iasi University of Life Sciences (IULS), Faculty of Agriculture, Department of  
Agroeconomy

Phd. Bozica Japundzic Palenkic

University of Slavonski Brod, Croatia

Meliha Aras ERDOGAN

Agriculture Engineering

Assoc. Prof. Dr. Koksal Aydınşakir

Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry  
Bati Akdeniz Agricultural Research Institute

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölüm

### Scientific Committee

Prof.Dr.Roman Rolbiecki  
Bydgoszcz University of Science and  
Technology, POLAND

Asst. Prof. Dr. Zhao Yang  
University of Tennessee UTK · Department of  
Animal Science, USA

Assis. Prof. Dr. Aleksandara Percin  
University of Zagreb, Faculty of Agriculture,  
Department of General Agronomy, CROATIA

Prof. Dr. Nicola Lamaddalena  
Deputy Director presso CIHEAM IAM Bari,  
ITALY

Asst. Prof. Dr. Monika Markovic  
University of Osijek, Faculty of  
agrobiotechnical sciences, CROATIA

Prof. Dr. Pavel Kic  
Czech University of Life Sciences Prague  
CZECHIA

Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ  
Kahramanmaraş Sütçü İmam University  
Department of Biosystems Engineering  
TURKEY

Prof. Dr. Leonor Rodríguez Sinobas  
Technical Industrial Engineering, Polytechnic  
University of Madrid  
SPAIN

Assoc. Prof. Evelin Jürgenson  
Estonian University of Life Sciences  
Geomatics Department, ESTONIA

Prof. Dr. Aivars Aboltin  
Latvia University of Agriculture Faculty  
LATVIA

PhD. Nouredin Driouech  
CIHEAM-Mediterranean Agronomic Institute  
of Bari, ITALY

Assoc. Prof. Dr. Anna Krakowiak Bal  
University of Agriculture in Krakow  
POLAND

Assoc. Prof. Dr. Francisco Alcon  
Polytechnic University of Cartagena  
SPAIN

Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN  
Adnan Menderes University Department of  
Biosystem Engineering, TURKEY

Prof.Dr. Jerzy Gruszczyrski  
Agricultural University in Krakow, POLAND

Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK  
Çukurova University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Machinery and  
Technology Engineering  
TURKEY

PhD Željko Barač  
University of Josip Juraj Strossmayer in  
Osijek, Faculty of agrobiotechnical sciences,  
CROATIA

Prof. Dr. Ünal KIZIL  
Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of  
Agriculture, Department of Agricultural  
Structures and Irrigation  
TURKEY

PhD. Wieslaw PTACH  
Institute of Environmental Engineering,  
Warsaw University of Life Sciences,  
POLAND

PhD Sabrija Čadro  
Faculty of Agriculture and Food Science,  
University of Sarajevo, BOSNIA AND  
HERZEGOVINA

Prof. Dr. Vecdi DEMİRCAN  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Agricultural Economics  
TURKEY

PhD Atila Bezdán  
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,  
SERBIA

Prof. Dr. Yusuf UÇAR  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Assoc.Prof.Dr. Vilda Grybauskiene  
Kaunas Technical vocational school  
LITHUANIA

Prof. Dr. Öner ÇETİN  
Dicle University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Bahman PANAHI  
Pomology on Research Iran Pistachio Research  
Institute, IRANIAN

Prof. Dr. Bahar KOCAMAN  
Atatürk University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

Prof. Dr. Mehmet Atilla AŞKIN  
European University of Lefke Faculty of  
Agricultural Sciences and Technologies  
TURKISH REP. OF NORTHERN CYPRUS

Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK  
Ankara University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

PhD. Zbigniew Kowalczyk  
University of Agriculture in Krakow  
POLAND

Prof. Dr. Smagul Karazhanov  
Institute for Energy Technology, Department  
for Solar Energy, NORWAY

Phd. Komilov Komiljon Sobirovich  
Andijan Agriculture and Agro Technologies  
Institute, Uzbekistan

Prof. Dr. Andrey Khomutov  
University of Guyana, Faculty of Agriculture  
and Forestry  
COOP. REP. OF GUYANA

PhD. Radu-Adrian Moraru  
Iasi University of Life Sciences (IULS),  
Faculty of Agriculture, Department of  
Agroeconomy, ROMANIA

Prof. Dr. Barbara Jagosz  
Faculty of Biotechnology and Horticulture,  
University of Agriculture in Krakow  
POLAND

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ  
Akdeniz University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

PhD. Mateusz Malinowski  
University of Agriculture in Krakow  
POLAND

PhD Božica Japundžić Palenkić  
University of Slavonski Brod, Department for  
Agriculture, CROATIA

Prof. Dr. Ali VARDAR  
Bursa Uludağ University Department of  
Biosystem Engineering, TURKEY

Prof. Dr. Ramazan MERAL  
Bingöl University Department of Biosystem  
Engineering, TURKEY

Prof.Dr. Agatha POPESCU  
University of Agricultural Sciences and  
Veterinary Medicine, ROMANIA

Assoc. Prof. Aive Liibusk  
Estonian University of Life Sciences  
Geomatics Department, ESTONIA

Prof. Dr. Erhan AKKUZU  
Ege University, Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

PhD. Dan Bodescu  
Iasi University of Life Sciences (IULS),  
Faculty of Agriculture, Department of  
Agroeconomy, ROMANIA

PhD. Abdullah Ünlü  
Republic of Turkey Ministry of Agriculture  
and Forestry, Bati Akdeniz Agricultural  
Research Institute, TURKEY

Prof. Dr. İbrahim ERDAL  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant  
Nutrition, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Ali Fuat TARI  
Harran University Department of Agricultural  
Structures and Irrigation  
TURKEY

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Prof. Dr. Mustafa SÜRMEŒ  
Adnan Menderes University Department of  
Field Crops, TURKEY

Prof. Dr. Adil AKYÜZ  
Kahramanmaraş Sütçü İmam University  
Department of Biosystems Engineering  
TURKEY

Prof.Dr. Çağatay TANRIVERDİ  
Kahramanmaraş Sütçü İmam University  
Department of Biosystems Engineering  
TURKEY

Assoc. Prof. Dr.Sedat BOYACI  
Kırşehir Ahi Evran University Department of  
Biosystem Engineering, TURKEY

Assoc. Prof. Dariusz Panka  
Bydgoszcz University of Science and  
Technology, Faculty of Agriculture and  
Biotechnology, Poland

Prof. Dr. Ulaş ŞENYİĞİT  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

Prof.Dr. Gökhan AYDIN  
Isparta University of Applied Sciences  
Atabaey Vocational School, Plant Protection,  
TURKEY

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Horticulture, TURKEY

Prof. Dr. Muharrem KAYA  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Field Crops, TURKEY

Prof. Dr. Erhan KOÇAK  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Agricultural Biotechnology  
TURKEY

Assoc.Prof.Dr. Ferenc Pal-Fam  
University of Agriculture and Life Sciences,  
Institute of Agronomy, Hungary

Assoc. Prof. Dr. Osman GÖKDOĞAN  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Agricultural Machinery and  
Technologies Engi., TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK  
Siirt University Agriculture Faculty  
Department of Biosystems Engineering  
TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Serkan Özkaya  
Isparta University of Applied Sciences  
Department of Animal Production, TURKEY

Prof. Dr. S. Metin Sezen  
Çukurova University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Structures and  
Irrigation, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Gökhan İsmail Tuylu  
Harran University, Faculty of Agriculture,  
Agricultural Structures and Irrigation  
Harran, TURKEY

Dr. Burak Öğlü  
Estonian University of Life Sciences  
Agricultural and Environmental Sciences,  
ESTONIA

Prof. Dr. Lokman DELİBAŞ  
Tekirdağ Namık Kemal University  
Department of Biosystems Engineering  
TURKEY

Asst. Ahmed Mahmoud Ismail  
Plant Pathology Research Institute  
Giza- Egypt

Prof. Dr. Botirjon Abdushukirovich  
SULAYMANOV  
Toshkent Davlat Agrar Universiteti  
Uzbekistan

Asst. Prof. Dr. Fırat Arslan  
Alanya Alaadin Keykubat University,  
Biosystem Engineering Department  
Turkey

## CONTENT

PRESERVATION AND PROTECTION OF OLD VARIETIES OF VEGETABLES FROM PERMANENT LOSS THAT ARE TRADITIONALLY GROWN IN OUR AREA	
Vladimir SABADOŠ, Danijela Žunić .....	1
THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF NITROGEN IN FERTILIZATION ON ONION VARIETY “HOLANDSKI ŽUTI”	
Vladimir Sabadoš, Danijela Žunić .....	10
WAYS TO MITIGATE THE ECONOMIC VULNERABILITY FACED BY THE ROMANIAN AGRICULTURE	
Radu Adrian Moraru, Vecdi Demircan, Zahraturrehmi Zahraturrehmi, Dan Bodescu .....	15
INFLUENCE OF CHEMICAL TREATMENTS DURING VEGETATION ON STORAGE OF TABLE TOMATOES	
Jelena Perenečević, Mirjana Zorić, Gordana Mrdak, Tatjana Veselinović, Vilademir Sabadoš.....	25
IMPACT OF AGROTECHNICAL MEASURES ON SUNFLOWER YIELD FROM 2001 TO 2020 IN SOMBOR - NORTHWESTERN SERBIA	
Zoran Boca, Olivera Sekulić, Vladimir Sabadoš, Jelena Ivan.....	31
INFLUENCE OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF GROWING MEDIA ON THE QUALITY OF FRENCH MARIGOLD ( <i>Tagetes patula</i> L.) AND CARROT ( <i>Daucus carota</i> L.)	
Božica Japundžić-Palenkić, Marija Štivičić, Katarina Širajčić, Nataša Romanjek Fajdetić, Robert Benković, Monika Marković, Atilgan Atilgan .....	37
EFFECT OF FUNGICIDES ON SUNFLOWER FUNGAL INFESTATION AND YIELD	
Ferenc Pál-Fám, Roman Rolbiecki .....	47
RECOVERY AND MANAGEMENT OF RAINWATER IN PRODUCTION PLANTS	
Tomasz Jakubowski, Serhiy Syrotyuk, Vasył Lopushniak .....	53
ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING GEOTHERMAL ENERGY IN GREENHOUSE PRODUCTION	
Sławomir Kurpaska, Mirosław Janowski, Maciej Gliniak, Anna Krakowiak-Bal and Urszula Ziemiańczyk .....	54
EFFECTS OF SURFACE DRIP IRRIGATION OF MID-EARLY POTATO CULTIVAR ‘VINETA’ ON A VERY LIGHT SOIL IN CENTRAL POLAND	
Roman Rolbiecki, Stanisław Rolbiecki, Anna Figas, Barbara Jagosz, Dorota Wichrowska, Piotr Stachowski, Daniel Liberacki, Hicran A. Sadan, Ferenc Pal-Fam, Atilgan Atilgan. Witold Ossowski, Sławomir Sositko.....	55
THE IMPORTANCE OF VERMICOMPOST IN SOIL FERTILITY	
Cennet Yaylacı, İbrahim Erdal.....	56
USE OF BIOCHAR IN SUSTAINABLE AGRICULTURE	
Şevkiye Armağan Türkan İbrahim Erdal .....	68
THE PIVOTAL ROLE OF CHLOROPHYLL AND PHENOLOGICAL STAGE IN THE PROCESS OF RHIZOGENESIS OF ROSA ‘HURDAL’ STEM CUTTINGS ENHANCED BY PLANT ORIGIN PREPARATIONS	
Marta Joanna Monder, Maciej Niedzielski, Konrad Woliński .....	80
HYDROBOXES AND IRRIGATION IN RASPBERRY CULTIVATION	
Ewelina Gudarowska, Agnieszka Nawirska-Olszańska, Marta Czaplicka, Adam Szewczuk, Jan Krężel, Piotr Chohura, Przemysław Bąbalewski.....	81
APPLICATION OF IRRIGATION AND HYDROBOX IN PEACH ORCHARD	



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Ewelina Gudarowska, Adam Szewczuk, Marta Czaplicka, Jan Krężel, Piotr Chohura, Przemysław Bąbelewski .....	82
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE BROWNE COAL GROWING MEDIUM	
Piotr Chohura, Jacek Nowak .....	83
THE USE OF A HYDROBOX IN THE CULTIVATION OF ORNAMENTAL SHRUBS	
Przemysław Bąbelewski, Ewelina Gudarowska, Marta Czaplicka, Jan Krężel, Piotr Chohura .....	84
STUDENT AWARENESS OF ENERGY CONSERVATION AND RELATED BEHAVIORS. A POLISH, CZECH AND UKRAINIAN PERSPECTIVE	
Mateusz Malinowski, Urszula Ziemiańczyk, Anna Krakowiak-Bal, Zofia Gródek-Szostak, Magdalena D. Vaverková, Marcin Suder .....	85
DETERMINATION OF STEM SOLIDNESS GENES CONFERRING RESISTANCE TO WHEAT STEM SAWFLIES (CEPHIDAE: HYMENOPTERA) IN WHEAT VARIETIES OF TURKEY	
Erhan Koçak, Mikail Çalışkan, Ayşe Yıldız .....	86
DETERMINATION OF WATERSHED PARAMETERS AND SYNTHETIC UNIT HYDROGRAPHS BY USING GIS	
Benjamin Bantchina, Kemal S. Gündoğdu .....	104
THE INFLUENCES OF <i>Salix Babylonica</i> LEAF EXTRACTS ON GAS AND METHANE PRODUCTION OF THE TMR	
Emrah Kaya, Ali Kaya .....	114
THE CASE OF GREENHOUSES IN SHAMKİR, AZERBAIJAN: ENCOUNTERED PROBLEMS AND SOME RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT	
Kamran Mehdiyev, Erkan Yashoglu .....	120
SUBSURFACE DRIP IRRIGATION SYSTEM	
Alper Baydar, Mete Özfidaner, Yeşim Bozkurt Çolak, Engin Gönen .....	121
EVALUATION OF THE EFFECTS OF GA <sub>3</sub> , JASMONIC ACID AND SOME BENEFICIAL MICROORGANISMS APPLICATIONS ON GERMINATION AND SEED GROWTH IN WILD PEAR ( <i>Pyrus salicifolia</i> Pallas) SEEDS	
Selma Boyaci, Yaşar Ertürk, Ahmet Kazankaya .....	129
ANALYSIS OF PUBLICATIONS ON ORGANIC AGRICULTURE IN THE FIELD OF HORTICULTURE	
Mehmet Hadi Cantemur, Sevinç Şener .....	140
THE INFLUENCE OF MICROBIOLOGICALLY ENRICHED FERTILIZERS ON THE GROWTH AND FLOWERING OF GERANIUM ( <i>Pelargonium x hybridum</i> ) GROWN IN FIELD CONDITIONS	
Jadwiga Treder, Waldemar Treder, Krzysztof Klamkowski, Lidia Sas Paszt .....	152
EFFECT OF BENEFICIAL MICROORGANISMS ON PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE, YIELD AND NUTRITIONAL STATUS OF STRAWBERRY PLANTS GROWN UNDER DIFFERENT WATER AVAILABILITY CONDITIONS	
Krzysztof Klamkowski, Lidia Sas-Paszt, Zygmunt S. Grzyb, Waldemar Treder, Katarzyna Wójcik, Anna Tryngiel-Gać .....	153
SUSTAINABILITY ANALYSIS OF NITRATE POLLUTION FROM CATTLE BREEDING IN THE WATERS OF KÜÇÜK MENDERES BASIN IN TERMS OF GOOD AGRICULTURE PRACTICES CODE AND VIRTUAL FARM STRUCTURE ENGINEERING LIFE CYCLE EXAMPLE	
Yücel Çardakçı .....	154
YIELD AND QUALITY OF LETTUCE ( <i>Lactuca sativa</i> L.) CULTIVARS AS AFFECTED BY IRRIGATION	
Monika Marković, Jasna Šoštarić, Anamarija Averlio, Katarina Kapular, Marija Ravlić, Mirsolav Dadić, Marko Josipović, Božica Japundžić-Palenkić, Atilgan Atilgan .....	168



APPLICATION OF ANTITRANSPIRANTS IN AGRICULTURE

Joanna Kociğcka, Daniel Liberacki..... 177

THE EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD EFFICIENCY OF SELECTED BLUEBERRY CULTIVARS

Daniel Liberacki, Joanna Kocięcka, Piotr Stachowski, Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki, Barbara Jagosz, Hicran Sadan, Anna Figas..... 178

WATER FOOTPRINT AS AN INDICATOR OF THE CONSUMPTION OF WATER RESOURCES FOR PLANT PRODUCTION IN THE WIELKOPOLSKIE VOIVODESHIP OF POLAND

Piotr Stachowski, Daniel Liberacki, Joanna Kociğcka..... 179

AYÇIÇEĞİ BİTKİSİNDE BİTKİ SU STRESİ İNDEKSİ (CWSI) İLE TANE VERİMİ VE DİĞER PARAMETRELER ARASINDAKİ KORELASYONUN BELİRLENMESİ

Ali Beyhan Uçak, Halis Seçme ..... 180

RT-PCR AND QRT-PCR DETECTION AND CHARACTERIZATION OF THE ISOLATE OF TOMATO SPOTTED WILT VIRUS IN EGGPLANTS

Pelin Sarıkaya , Hakan Fidan ..... 181

HEAVY METALS AND SULPHUR IN NEEDLES OF *Pinus Sylvestris* L. AND SOIL IN THE FORESTS OF CITY AGGLOMERATION (POLAND)

Anna Figas, Anetta Siwik-Ziomek, Mirosław Kobierski..... 190

COMPARISON OF SEDIMENT CONCENTRATION SPATIAL VARIATIONS IN AN AGRICULTURAL BASIN AND DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN WATER DEPTH AND SEDIMENT CONCENTRATION

Muhammet Said Gölpinar, Mahmut Çetin, Yunus Emre Ozkaya Gokhan Ismail Tuylu ..... 191

THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER AMOUNTS ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) YIELD AND QUALITY

Yunus Emre Ozkaya Gokhan Ismail Tuylu.....200

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP OF VERMICOMPOST AND SOIL ENZYMES IN SUSTAINABLE SOIL FERTILITY

İsmail Emrah Tavaht, Hüseyin Ok..... 211

INTELLIGENT PACKAGING OF FOOD PRODUCTS

Sinan Uzunlu, Ziba Güley..... 212

AGRICULTURAL WATER RESOURCES FOR IRRIGATION POTENTIAL IN RWANDA

Emmanuel Hakiruwizera, Emre Topçu, Yusuf Uçar..... 213

EFFECTS OF VERMICOMPOST AND AQUEOUS VERMICOMPOST EXTRACT APPLICATIONS ON PARASITIC AND BENEFICIAL NEMATODE POPULATIONS

F. Şüheda Hepşen Türkay, İlker Türkay ..... 214

EFFECT OF SOWING DENSITY ON YIELD OF ANCIENT WHEAT *Triticum Sphaerococcum* AND *T. Persicum* IN LOW-INPUT CULTIVATION

Małgorzata Szczepanek, Rafał Nowak..... 223

THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON CHICKPEA

Burak Şen, Lutfullah Anwari ..... 224

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON HEATING COSTS IN GREENHOUSE TOMATO (*Solanum Lycopersicum* L.) PRODUCTION IN ALANYA REGION WITH EXPERT GREENHOUSE SOFTWARE PROGRAM SERASIM

Bora Şen, Burak Şen ..... 235

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

THE EFFECT OF GINGER (*Zingiber officinale* L.) LIQUID EXTRACT SUPPLEMENTED TO WHOLE MILK ON GROWTH AND GENERAL HEALTH OF HOLSTEIN CALVES

Serkan Özkaya, Fahrudin Pigamov, Sabri Erbaş, Murat Mutlucan..... 237

DETERMINATION OF FUSARIUM SPECIES IN CARNATION GREENHOUSES IN ISPARTA PROVINCE

Hülya Özgönen Özkaya, Tuğçe Okumuş Erol, Aydın Atakan ..... 252

YAPRAK VE ÇAY İNFÜZYONU BAKIMINDAN ALANYA EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞEN *Cistus* sp. BİTKİSİNİN BAZI TEMEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Armağan Kaya, Tuğba Aktar Küçükaslan, Zehra Tuğba Murathan..... 262

INDICATORS MEASURING PARCEL SHAPES COMPLEXITY ASSESSMENT IN LAND CONSOLIDATION PROJECTS

Fırat Arslan, Hasan Değirmenci, Evelin Jürgenson ..... 263

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE PRICES OF BASIC FOOD SOLD IN TRADITIONAL MARKETS: THE CASE OF JAKARTA PROVINCE, INDONESIA

Zahraturrahmi Zahraturrahmi, Vecdi Demircan, Radu Adrian Moraru, Dan Bodescu ..... 264

RESEARCH ON EMBRYO CULTURE FROM SEEDLESS GRAPE CROSSES

Ayşe Yalçın Elidemir, Safiye Aşıklı ..... 265

SOMATİK EMBRİYOGENESİSTE EPİGENETİK DÜZENLEMELER

SümeYra Uçar, Esmâ Yigider, Murat Aydın, Mahmut Sinan Taşpınar ..... 272

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİDE CRISPR

Esmâ Yigider, Mahmut Sinan Taşpınar ..... 273

TARIMSAL ÜRETİMDE AĞIR METAL STRES TOLERANSINA OMİKS YAKLAŞIMLAR

Merve Yüce, Güleray Ağar, Murat Aydın, Mahmut Sinan Taşpınar ..... 275

CHANGES IN IRON AND ALUMINIUM OXIDES ALONG THE SOIL PROFILE DEPEND ON THE SOIL-FORMING PROCESSES

Długosz Jacek, Mirosław Kobierski, Barbara Kalisz, Piotrowska-Długosz ..... 276

AGRICULTURAL MECHANIZATION LEVEL OF ARDAHAN PROVINCE

Hasan Ertop, Atılğan Atılğan, Burak Saltuk, Osman Gökdoğan, Ali Yücel..... 277

GREENHOUSE FARMING IN TURKEY AND ITS FUTURE

A.Nafi Baytorun, Atılğan Atılğan..... 291

## **PRESERVATION AND PROTECTION OF OLD VARIETIES OF VEGETABLES FROM PERMANENT LOSS THAT ARE TRADITIONALLY GROWN IN OUR AREA**

**Vladimir SABADOŠ<sup>1</sup>, Danijela Žunić<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Agricultural Extension Service "Sombor", Serbia

\*Corresponding author: [agroso@mts.rs](mailto:agroso@mts.rs)

### **Abstract**

Old varieties of vegetables are disappearing at a high rate, every year 1-2% of the percentage is lost. In the last century alone, as many as 75% of old varieties have disappeared in the world. Unfortunately, we do not have data in Serbia. However, fortunately, in 2007 the Agricultural Extension Service, in cooperation with the Provincial Secretariat, the Ministry of Agriculture, and the School Administration, launched a pilot project aimed at preserving old varieties that are traditionally grown in our area, their survival is endangered by increasing commercialization of vegetable production. Participated 22 primary schools and 3163 student in this action. The number of collected samples is 5296, over 21 plant species. During 2007, PSS Sombor determined, made the base and collected seeds for storage. During 2008, the biological properties of plants obtained by sowing seeds from the collected samples were evaluated. Also, the evaluation of the production properties of vegetables and other plant species was performed. During 2009, after a detailed evaluation and examination, the chosen ones were interesting. During 2011, part of the samples was given to scientific research institutions in Serbia for further research and use of samples in further research. On the field of PSS Sombor, experiments with old varieties are still set up today, the most interesting varieties of watermelon, melon, beans, peppers, carrots, tomatoes, pumpkins, are still being tested today.

**Key words:** old variety, pilot project, vegetable

### **INTRODUCTION**

Older varieties of vegetables have a much higher nutritional value. Nowadays, when natural varieties are neglected and suppressed a lot, their renewal and reproduction are very important. What is important is the big difference in taste between hybrids and domestic varieties (Sabadoš et al 2019). With the onset of hybrids from the fifties, the old varieties were suppressed, and the biggest reason is better yield and shape. However, with good cultivation, irrigation and fertilization, old varieties can give excellent yields. Old varieties are suitable for organic producers, because they generally have stronger resistance than hybrids. The old varieties have grown on that land for centuries and thus have best adapted to the conditions, soil and climate.

In order to save the old varieties from permanent loss and from the commercialization of Agriculture Extension Service "Sombor" (then DP "Agroinstitut"), launching a Pilot project in cooperation with in cooperation with Provincial Secretariat of Agriculture, Ministry of Education, School Administration in Sombor and West Bačka District. Action launched

03.12.2007. and lasted three weeks until 22.12.2007. The action took part in 22 primary schools with 3163 pupils. During three weeks of collecting samples collected 5296 samples of vegetables and other plant species. Total number of pupils who actively participated and took samples was 617. Number of samples collected beans (745), pepper (537), green beans (381), pop corn and corn (371), onion (320), lettuce (312), pumpkin (286), garlic (251), vegetable marrow (243), cucumber (216), tomato (202), flowers (176), melons (101), spinach (101), pea (93), poppy (79), carrot (76), parsley (76), herbs (72), cabbage (54) and other (604). After collecting the samples were each individually determined and classified by the plant species, marked in the books and patterns, established a database and sample preparation was performed for sowing.



Picture 1. Collected samples

## MATERIALS AND METHODS

We will single out the most interesting types such as peppers, tomatoes and watermelons. Agriculture Extension Service “Sombor” produces seedlings in the greenhouse and sows them on the experimental field. The experiments were placed on mulch foil in a drip system. During the vegetation, all parameters of growth and development were monitored, as well as plant protection. At the end of the vegetation, all parameters were done on the yield. We have chosen the most interesting varieties. During the year 2008 was a brief description of the collected species and populations during the growing season. It was assessed health and resistance to most important pathogens. During the year 2009 after a detailed evaluation and testing of collection of peppers we selected around 400 interesting varieties that are entering the second year of testing and most interesting 200 samples of tomatoes too. During the year 2010 we carried out detailed assessments of selected samples based on: morphological properties, yield and quality of product. During 2011. year part of samples was transferred to the scientific research institutions in Serbia for further research and use of this collection (beans, peppers, tomatoes, pumpkin, poppy) . For part of samples interested are some domestic and foreign

institutions from Italy, Hungary, Israel (tomato, pumpkin, multiple onion, herbs, flowers) . After a detailed evaluation and testing of all collected collection we selected interesting varieties that are entering the next year of examination.

Agriculture Extension Service “Sombor” every year it produces seedlings of old indigenous varieties. The production of seedlings is done in plastic containers of different diameters. During sowing, the substrate is mixed with fertilizer that stimulates the growth and development of plants. Containers are placed in a greenhouse in controlled conditions for growth and development. The seedlings are watered with a sprinkler system. After that, the seedlings are manually planted on the mulch foil in the drip irrigation system. The plant grows in partially controlled conditions with irrigation, fertilization and protection. Seedlings are planted in pairs on mulch foil at a row spacing depending on the species.

### RESULTS AND DISCUSSION

From many varieties of peppers, we selected the 50 most interesting ones and performed analyzes on the yield: fruit weight, fruit width, pericarp thickness, fruit type, pericarp color, sugar percentage and dry matter.

Table 1. Ratings on peppes yields

variety	weight / gr.	width	pericarp thickness mm	type	color precarp	mas Sacch %	dry matter
B 1012	55,8	5,5	3,0	longum	red	7,2	13,2
B 412	135,5	7,5	5,0	longum	red	7,0	9,4
B 1694	126,4	7,0	5,0	longum	red	6,9	8,8
B 1656	94,4	6,1	5,0	longum	yellow orange	5,0	6,9
B 64	120,5	7,4	4,0	longum	red	6,0	9,1
B 26/1	91,1	5,5	5,0	longum	red	6,3	7,8
A 2128	84,3	6,0	4,0	longum	red	9,0	9,0
B 1861	119,7	6,2	6,0	longum	red	6,5	8,0
B 849	119,6	6,0	5,0	longum	red	6,0	7,0
B 1957	55,2	5,0	4,0	longum	red	8,5	9,0
A 1153/1	77,6	5,2	5,0	longum	red	7,0	8,1
A 2269	108,0	7,5	5,0	longum	red	7,0	7,1

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

B 647	77,8	5,3	5,0	longum	red	10,0	8,1
B 1560	119,0	7,0	5,0	longum	red	7,0	7,0
B 4	77,0	5,5	5,0	longum	red	8,0	8,0
A 2440	123,9	6,0	5,0	longum	red	6,0	6,5
B 1588	142,4	7,0	5,0	longum	red	7,0	8,0
B 1109	91,4	5,5	5,0	longum	red	9,0	8,8
A 1362	104,2	6,0	5,0	longum	red	8,2	7,0
B 1678	96,8	6,5	4,0	longum	red	8,5	8,3
A 805	110,6	6,0	5,0	longum	red	7,0	8,8
B 1026	150,5	6,5	5,0	longum	red	6,0	8,1
B 243	61,8	6,0	5,0	longum	red	8,0	7,0
B 894	152,0	5,5	1,0	longum	red	6,0	7,2
A 1731	92,3	7,0	5,0	longum	red	7,0	7,7
A 2020	179,0	7,6	6,0	longum	red	7,5	10,4
A 2324	128,4	7,0	4,0	longum	red	7,0	7,9
B 1807	47,0	4,0	5,0	longum	red	8,0	7,0
A 97	101,2	7,0	5,0	grossum	red	7,2	5,2
A 243	58,9	5,6	6,0	grossum	red orange	6,3	9,7
B 1	80,4	6,5	7,0	grossum	red	4,2	6,2
A 1024	52,0	5,6	5,0	grossum	orange	5,0	9,0
B 105	78,6	6,6	5,0	grossum	red	7,2	8,0
A 2310	121,0	7,5	8,0	grossum	red	5,8	8,0
A 1371	71,8	7,0	5,0	grossum	red	5,0	7,0
A 2100	110,8	7,5	6,0	grossum	red	5,0	8,1
B 1056	64,6	6,0	6,0	grossum	red	7,0	6,0
A 1731/1	18,6	2,5	3,0	chipka	red	7,1	8,3
B 1424	78,8	4,5	5,0	chipka	red	8,8	10,8
A 2263	113,5	7,0	5,0	chipka	red	7,0	8,0
B 2297/1	64,2	4,0	3,0	chipka	red	7,0	7,0



A 309	30,8	3,5	2,0	chipka	red	11,0	6,0
A 2148	86,4	5,0	3,0	chipka	red	8,0	10,4
A 2148/3	18,4	2,5	2,0	chipka	red	9,5	6,0
B 876	42,0	3,5	5,0	chipka	red	8,0	9,1
A 2599	40,4	3,8	3,0	chipka	red	11,3	8,0
A 2148/1	30,4	3,1	3,0	chipka	red	9,0	15,0
A 2148/4	21,0	2,5	2,0	chipka	orange	12,0	8,0
B 1517	40,2	3,9	2,0	chipka	red	4,2	9,8
A 2152	11,6	2,2	2,0	chipka	red	14,3	9,2

Based on the analysis, we can see that there are very interesting varieties that could go further in the tests. Different varieties by types gave very interesting results of dry matter: B1012 (13.2), A 2020 (10.4), B 1424 (10.8), A2148 (10.4), A 2148/1 (15.0). Also, the sugar content is very interesting B 647 (10.0), A 309 (11.0), A 2152 (14.3), A 2148/4 (12.0), A 2599 (11.3). The weight of peppers varies from 135.0 grams to 152.0 grams. All studies related to the classification are based on the morphological and biological characteristics of various forms of paprika collected in the genus *Capsicum* (Gvozdrenović and Cvejić 2009).



Picture 2. Collected peppers old varieties

In addition to peppers, 26 different varieties of tomatoes were selected in different types. Also, grades were made on the yields: color, shape, weight, firmness, dry matter, sugar. The types that stand out the most in terms of shape and color are yellow tomatoes in the cherry type and tomato peppers.

The types that stand out the most in terms of shape and color are yellow tomatoes in the cherry type and tomato peppers. In addition to doing analyzes on yellow tomatoes, we also made tomato juice and jam, as well as cakes with yellow tomato spread.

A very interesting variety is B 684 in the "heart" type, where the average weight of one fruit is 400.0 grams. Also, a very interesting variety of red cherry is B1420, which has a dry matter content of 8.6 and a sugar content of 7.0. These varieties are excellent for organic production and further processing into juice, jam, etc. These varieties can be very interesting in organic production and further processing

Table 2. Ratings on tomato yields

variety	color	shape	weight/gr.	firmness	% dry matter	mas Sacch %
A 1683	red	round	195,0	good	4,0	4,0
A 326	red	round	150,0	good	4,3	4,7
A 28	red	round	130,0	good	3,8	4,0
A 2266	red	cylindrical	220,0	good	4,9	4,0
A 2184	red	cylindrical	100,0	very good	5,1	4,1
B 492	red	round	145,0	good	4,3	5,3
B 1970	orange	round	200,0	good	3,9	4,7
B 405	red	round	190,0	very good	3,6	5,0
A 1737	red	round	165,0	very good	4,0	3,5
A 2517	red	round	220,0	good	3,8	4,8
B 1443	red	round	140,0	good	4,6	5,0
B 2320	red	round	220,0	very good	4,8	4,0
B 337	red	round	220,0	good	4,1	5,0
A 1714	red	round	155,0	good	3,7	4,0
A 914/2	red	round	130,0	very good	5,0	5,0



B 1095	red	okrugao	165,0	very good	4,6	5,0
B 2134	pink	caspian	230,0	good	4,5	5,1
B 2134	pink	heart	255,0	very good	4,4	4,0
B 1800	pink	heart	225,0	good	4,4	4,6
B 26	red	heart	270,0	very good	4,5	3,0
B 684	red	heart	400,0	good	3,8	4,9
B 1420	red	cherry	15,0	good	8,6	7,0
B 1152	yellow	stuffer	100,0	very good	5,8	5,0
B 1593	yellow	stuffer	120,0	very good	5,6	3,5
A 486	yellow	cherry	10,0	good	7,2	4,1
B 8	yellow	cherry	15,0	very good	7,0	4,1



Picture 3. Collected tomato old varieties

In watermelons, we have fewer signs to distinguish one species from another, mostly by the color of the flesh (Radić, 2011).

Table 3. Ratings on watermelon yields

variety	fruit weight / kg	fruit shape	fruit length / cm	fruit width / cm	bark thickness / cm	mas sacch %	meat color	bark color
A 735	6,50	oval	21,0	25,0	1,0	10,0	orange	light green
A 715/1	6,00	oval elongated	40,0	17,0	1,2	9,0	red	green
A 715/2	8,00	oval elongated	37,0	22,0	1,5	7,2	orange	light green
A 711	6,80	oval elongated	29,0	21,0	1,5	6,8	orange	light green
A 212	3,80	oval	22,0	20,0	1,1	9,2	yellow	green
A 344	4,00	oval	22,0	21,0	1,5	8,8	red	dark green
A 211/1	5,45	oval	21,0	20,0	1,5	8,2	yellow	light green
A 211	5,80	oval	21,0	20,0	1,4	6,0	yellow	dark green
Somborka	5,40	oval	27,0	20,0	1,0	11,2	red	dark green



Picture 4. Collected watermelon old varieties

The most interesting watermelons were selected, selected on the basis of meat color, shape, sweetness, etc. The best variety in terms of sweetness was Somborka, an old indigenous variety. Every year, we monitor the varieties during the vegetation, evaluate the morphological characteristics and multiply the seeds of the most interesting varieties.

## CONCLUSIONS

The earth is the workshop of our crops, and the basis of all agricultural work, our net income depends on her strength and kindness (Radić, 2009). We must first know the soil, then choose healthy seeds so that we can expect good and healthy yields. Statistically, since 1900, 75% of agricultural crops have been lost (Sabadoš et al 2019.). With this project, forgotten plant species, varieties and food populations have been returned to production. The knowledge about plant species that are used not only in food production, but also in medicine, pharmacy, technology and other industries that can also carry the brand of organic production, has been renewed. With this project, the education of the youngest was carried out in primary schools, as well as the importance of organic production. Agricultural producers and advisors of agricultural professional services of Serbia and Vojvodina were informed about the results of the project, with the aim of finding a place in organic production. The first local bank of genes and seeds of old varieties of fruits and vegetables in the Balkans was formed in Serbia. The news met with positive reactions from our readers, and individuals expressed a desire to be part of the mission of preserving indigenous plants.

## REFERENCES

- Radić Đ.2009. Cultivation of field crops., Belgrade,5 pp.
- Radić Đ.2011. Truck farming, Sombor, 244 pp.
- Sabadoš et al., 2019. Land agriculture and rural development, Sombor, 306 pp.
- Gvozdenović Đ.and Cvejić S.,2009. Peppers breeding, Novi Sad, 20 pp.
- Kozbašić, 2019 c. Energy portal. “The bank of genes and seeds of old varieties of fruits and vegetables is expanding its capacities throughout Serbia”
- <https://www.energetskiportal.rs/banka-gena-i-semena-starih-sorti-voca-i-povrca-prosiruje-kapacitete-sirom-srbije/>

## **THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF NITROGEN IN FERTILIZATION ON ONION VARIETY “HOLANDSKI ŽUTI”**

**Vladimir Sabadoš<sup>1</sup>, Danijela Žunić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Agricultural Extension Service “Sombor”, Serbia, orcid=0000-0002-4824-8561

<sup>2</sup>Agricultural Extension Service “Sombor”, Serbia, orcid=0000-0001-7248-5367

\*Corresponding author: [agroso@mts.rs](mailto:agroso@mts.rs)

### **Abstract**

The onion (*Allium cepa* L.) belongs to the onion family (Alliaceae) and is a plant with two years of development. Origin from Central Asia, it has a high nutritional value. Onions have a root system of low suction and penetrating power, so they require sufficient amounts of easily accessible nutrients in the root zone. Optimal fertilization is very important if we want successful onion production. The Agricultural Extension Service "Sombor" set up an experiment with the variety of onion “Holandski žuti” (C1) on a test field with five different doses of fertilizer. The first variant was control, the second urea 46% -50 kg/ha, the third urea 46% -100 kg/ha, the fourth urea 46% -150 kg/ha, the fifth AN 33% -50 kg/ha and the sixth AN 33% -100 kg/ha. Fertilizing was done in May in phase four of the right to the leaf when nutrient requirements increase. The total amount of fertilizer is added once in the application. After vegetation, measurements were made: number of plants, biological yield, bulb yield, height, diameter, dry matter, bulb calibration index. The best variant was AN 100 kg/ha where they obtained the best results of biological yield 70.4 t/ha, bulb yield 64.8 t/ha and the largest number of bulbs over 80 mm. The application of large amounts of nitrogen with irrigation prolongs vegetation, which is unfavorable due to the biological properties of onions. Soil type, climatic conditions and other agrotechnical factors take advantage of the crop's reaction to fertilizer.

**Keywords:** Fertilization, nitrogen, onion

### **INTRODUCTION**

Onion is an important vegetable crop worldwide, ranking second among all vegetables in economic importance next to Tomato. Onion contributes significant nutritional value to the human diet and has medicinal properties and is primarily consumed for their unique flavor or for their ability to enhance the flavor of other foods (Randle,1998). It originates from Central Asia, has a high nutritional value, high content of essential oils, pronounced phytocidal action which regulates the bacterial work of the intestine, accelerates digestion, and with its antiseptic action helps the respiratory system in colds. The bulb contains 7-21% of dry matter, 6-10% of



sugar, 120-170 mg of vitamin C, 1.6-5.9% of protein, then oil, B-vitamins and minerals calcium (Ca), phosphorus (P) and iron (Fe).

Onions are quite resistant to low temperatures, the seeds germinate at 3-5 ° C, but the optimal temperature for germination is 15 ° C. This temperature is achieved by manure which releases heat during its decomposition. Onions, as well as other crops from the Alliaceae family, must not be grown on the same area for up to 5 years due to numerous common diseases and pests. Good pre-crops of onions are: wheat, barley, oilseed rape and clover for summer sowing or autumn planting, or potatoes and beans for spring planting. Oats and rye should be avoided as a pre-culture because they are attacked by the same pest. The distance of the second plot of onions should be at least 300 m. Basic tillage for autumn planting of onions should be done immediately after removing the pre-crops. On larger areas, the soil is plowed to a depth of 30-35 cm, fertilized and prepared as for planting with a plate or seed hopper. On smaller areas and in the garden, tillage and soil preparation is done manually. Irrigation of onions is possible with a rainwater system (which is especially applied after sowing onions to prevent the formation of crusts), a system of "drop by drop" as well as by irrigation in rapids. It is watered more intensively during dry weather and weeded regularly, especially while the plants are forming. Nitrogen and Phosphorus and Potassium are often referred to as the primary macronutrients because of the probability of plants being deficient in these nutrients and because of the large quantities taken up by plants from the soil relative to other essential nutrients (Marschner, 1995). Nitrogen comprises 7% of total dry matter of plants and is a constituent of many fundamental cell components (Bungard, 1999). It is one of the most complexes in behavior, occurring in soil, air and water in organic and inorganic forms. For this reason, it poses the most difficult problem in making fertilizer recommendations (Archer, 2002). Plant demand for N can be satisfied from a combination of soil and fertilizer to ensure optimum growth.

## **MATERIALS AND METHODS**

The Agricultural Extension Service "Sombor" set up an experiment with the variety of onion "Holandski žuti" (C1) on a test field with five different doses of fertilizer. The first variant was control, the second urea 46% -50 kg/ha, the third urea 46% -100 kg/ha, the fourth urea 46% -150 kg/ha, the fifth AN 33% -50 kg/ha and the sixth AN 33% -100 kg/ha. Fertilizing was done in May in phase four of the right to the leaf when nutrient requirements increase. The total amount of fertilizer is added once in the application. One test plot had 6 rows and 5 meters in length, or 7.5 m<sup>2</sup>. The plots are planted by hand. Irrigation was in a drip system.



Picture 1. Trials with different variants



Picture 2. Variant with control

For the application of fertilizers before sowing, fertilizers that are enriched with microelements should be used, and it is best to fertilize the onion with water-soluble fertilizers together with irrigation, because that way the nutrients are introduced directly into the zone of the root system. Basic fertilization of onion was performed on the basis of agrochemical analyzes of soil. The nutrient needs of onions vary during the growing season. At the beginning of the vegetation for the first thirty days, onions absorb small amounts of food. It is a period of emergence and formation of a secondary tree. Fertilizing was done in May in

phase four of the right to the leaf when nutrient requirements increase. The total amount of fertilizer is added once in the application.

## RESULTS AND DISCUSSION

After vegetation, measurements were made: number of plants, biological yield, bulb yield, height, diameter, dry matter, bulb calibration index. Onions from fertilizers absorb almost 100% nitrogen, and better absorb nitrate form compared to the ammonia form of fertilizer. Soil type, climatic conditions and other agrotechnical factors take advantage of the crop's reaction to fertilizer.

Table 1. Measured parameters after vegetation

Variant	Number of plants/ha	Number of damaged bulbs	Biological yield (t/ha)	Bulb yield (t/ha)	Bulb height (cm)	Bulb diameter (cm)	Bulb dry matter %	Dry matter sheet %
Control	492.000	16000	55,6	46,4	7,5	7,7	12,4	12,0
Urea 50 kg/ha	508.000	12000	67,2	59,2	7,2	7,6	12,7	10,4
Urea 100 kg/ha	548.000	8000	67,2	60,1	7,5	7,5	16,0	11,2
Urea 150 kg/ha	428.000	4000	67,2	61,8	8,0	7,0	11,0	11,2
AN 50 kg/ha	480.000	16000	66,4	59,2	7,1	7,6	13,3	10,1
AN 100 kg/ha	584.000	4000	70,4	64,8	7,0	6,6	11,7	10,3

Table 2. Bulb measurements after vegetation

Variant	Average bulb weight (g)	Harvest index	Bulb index	% first class bulbs	% second class bulbs
Control	97,48	0,83	0,97	96,75	3,25
Urea 50 kg/ha	119,35	0,88	0,95	97,64	2,36
Urea 100 kg/ha	111,3	0,89	1,00	98,54	1,46
Urea 150 kg/ha	145,75	0,90	1,14	99,07	0,93
AN 50 kg/ha	127,59	0,89	0,93	96,67	3,33
AN 100 kg/ha	111,72	0,92	1,06	99,32	0,68



Table 3. Calibration bulb <40mm, 45mm,50mm,55mm,60mm,80mm,>80mm

bulb variant / calibration	<40 mm		45 mm		50 mm	
	number of bulbs	weight (kg)	number of bulbs	weight (kg)	number of bulbs	weight (kg)
Control	52.000	1000	80000	3220	92000	5000
Urea 50 kg/ha	32.000	840	4000	180	60000	3420
Urea 100 kg/ha	4.000	80	36000	1600	52000	3000
Urea 150 kg/ha	0	0	4000	140	32000	1720
AN 50 kg/ha	4000	140	8000	380	12000	660
AN 100 kg/ha	12000	220	12000	508	28000	1520

The best variant was AN 100 kg/ha where they obtained the best results of biological yield 70.4 t/ha, bulb yield 64.8 t/ha and the largest number of bulbs over 80 mm. The application of large amounts of nitrogen with irrigation prolongs vegetation, which is unfavorable due to the biological properties of onions. Maximum application of AN at 100 kg ha<sup>-1</sup> increased the harvest index. The observed harvest index improvement could be attributed to an increased photosynthetic area in response to N fertilization that enhanced assimilate production and partitioning to the bulbs. The investigation of Anwar et al. (2001) and Abdissa et al. (2011) on onion supports this result.

#### REFERENCES

- Randle, W.M. and C.A. Ketter, 1998. Pungency assessment in onions. Proceedings of the 19 workshop conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE). Pp177-196.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed. Academic press. London.196p.
- Bungard RA, Wingler A, Morton JD, Andrews M (1999). Ammonium can stimulate nitrate and nitrite reductase
- Bungard RA, Wingler A, Morton JD, Andrews M (1999). Ammonium can stimulate nitrate and nitrite reductase in the absence of nitrate in *Clematis vitalba*. *Plant Cell Environ.*, 22: 859-866.
- Archer J (2002). *Crop Nutrition and Fertilizer Use*. Second Edition. Farming Press Ltd. Wharfedale Road, Ipswich,



## **WAYS TO MITIGATE THE ECONOMIC VULNERABILITY FACED BY THE ROMANIAN AGRICULTURE**

**Radu Adrian Moraru<sup>1</sup>, Vecdi Demircan<sup>2</sup>, Zahraturrahmi Zahraturrahmi<sup>2</sup>,  
Dan Bodescu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Iasi University of Life Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agroecology, Iasi-Romania, Phone: +40740587139, +40744708173; Emails: ramoraru@uaiasi.ro; ORCID ID: [0000-0003-2968-9828](https://orcid.org/0000-0003-2968-9828); [dbodescu@uaiasi.ro](mailto:dbodescu@uaiasi.ro), ORCID ID: [0000-002-2133-6633](https://orcid.org/0000-002-2133-6633)

<sup>2</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Isparta-Turkey, Phone: +902462146234, Fax: +902462146399; Emails: [vecdidemircan@isparta.edu.tr](mailto:vecdidemircan@isparta.edu.tr), ORCID ID: [0000-0002-0124-6075](https://orcid.org/0000-0002-0124-6075); [zahraturrahmi25@gmail.com](mailto:zahraturrahmi25@gmail.com), ORCID ID: [0000-0003-0373-0108](https://orcid.org/0000-0003-0373-0108)

Corresponding author: ramoraru@uaiasi.ro

### **Abstract**

The agriculture is faced by the day new challenges, while the economic framework and climate changes lead to increased vulnerability of the agricultural producers. The present paper attempts to provide some solutions to mitigate the impact caused by the variation in external factors upon the economic performance of the agricultural producers. This objective was targeted by a research conducted on a sample formed by 23 plant farms specialized on grain and oil seed crops from the North-East Development Region of Romania. The information, obtained by submitting an online survey at the beginning of the year 2020, has been processed within a safety margin analysis. The achieved results have pointed out that the substitution of some factors of production and the reorganization of the goods and services range may enable a significant decrease in economic vulnerability of the agricultural producers. Therefore, the developing of their management competences and the use of some relevant market data from specialized entities like research institutes and universities in the field may represent drivers of the economic performances specific for the Romanian agriculture. .

**Keywords:** economic vulnerability, cost analysis, agricultural economy

### **INTRODUCTION**

The factors determining the agricultural vulnerability are represented by the natural conditions that lead to the variation in productions and their quality. Among them are mentioned: volume and timing of rainfall (Knutson et al., 2011; Pathak et al., 2020), soil erosion (Maharjan et al, 2017), temperature range (Howden, 2012; Duncan et al., 2017) and other factors in continuous dynamics (Lardy et al., 2015).

It is necessary the identification of those methods determining the increase of the agricultural farm resistance to the impact caused by circumstantial risks and uncertainty (De Goede et al., 2013; Rickards and Howden, 2012). The Romanian agriculture is facing countless challenges arising from the transition from the centralised economy to the market economy (Istrate et al, 2017), integration into the European Union (Panzaru et al., 2019) and the unprecedented climate change developments (Halbac-Cotoara-Zamfir and Bilandzija, 2018).

The North-East Development Region of Romania is the most extended development region in the country, with respect to the population (3.3 milion persons) and area, comprising the counties: Iași, Neamț, Bacău, Botoșani, Suceava, Vaslui. The unemployment rate on the 31.03.2021 was about 4.9%, with 57 thousand unemployed people. The share of population working in agriculture, silviculture and fishery reached about 30% (European Commission, 2021).

The research presented within this paper aimed to identify some solutions to mitigate the impact caused by the variation in external factors upon the economic performance of the agricultural producers. The identification of ways to mitigate this impact implied to conduct a research on a sample formed by 23 plant farms specialized on grain and oil seed crops from the North-East Development Region of Romania.

## MATERIALS AND METHODS

The field research has been achieved by administering an online survey during the first trimester of the year 2021 to the sampled farm managers. The questions have been structured by production volume and structure, price level, cost volume and structure. The managers have been also questioned regarding the ways to increase the economic safety of the managed farms. All these issues referred to the agricultural year that ended in 2020. The economic information about the studied units have been taken from the official webpage of the Ministry of Finance (Ministry of Finance, 2021). Balance sheet information from the period 2019-2020 has been gathered, with respect to: turnover, total income, total costs, gross profit and net profit.

The data analysis began by establishing the production function for the entire agricultural activity of the farms and by determining the correlation between the turnover and costs. In order to establish the impact of factors on the economic results, the sensitivity method applied on the turnover, fixed costs and variable costs has been used. The result indicators have been represented by the gross added value (VAB) calculated (1) as difference between the turnover (CA) and the total costs (CT); the profitability ratio of resources contingent to the turnover (RRCA) determined (2) as a percentage ratio between VAB and CT and the safety margin (MS) calculated (4) as a percentage ratio between the turnover at the breakeven point (CAPR) and CA. CAPR has been calculated (3) as ratio between the fixed costs (CF) and the difference between CA and the variable costs (CV) (Oliynyk et al, 2021).

$$VAB = CA - CT \quad (1)$$

$$RRCA = VAB \times 100 / CT \quad (2)$$

$$\text{CAPR} = \text{CF} / (\text{CA} - \text{CV}) \quad (3)$$

$$\text{MS} = \text{CAPR} \times 100 / \text{CA} \quad (4)$$

where:

VAB – gross added value

CA - turnover

CT – total costs

RRCA - the ratio of profitability of resources according to turnover

CAPR - turnover at the breakeven point

CF - fixed costs

CV - variable costs

MS - safety margin

CV have been represented by the consumptions from the final part of the process of agricultural production and the post production activities as transportation, conditioning, storage and selling of agricultural production. The indicators refer to the agricultural area – farm area (ha).

In the last stage of research it has been simulated the effect of modifying some factors that should lead to growth in economic viability. The main methods to increase these factors consist in cost reduction, income increase and improving the efficiency in the usage of factors (Alhotan et al., 2014; Santos et al., 2018; Sharma, 2020). But these methods are limited by the macro-economic circumstances and the environmental conditions. In this case, the chosen option was to verify some methods that should not modify the volume of the economic efficiency and profitability, but to allow the increase in economic viability: the reduction of CF share in CT and the increase of the fixed income share in total income. These conditions could be achieved by transforming some fixed costs into variable costs and some variable costs into fixed costs. The same sensitivity analysis has been used.

The data processing has been accomplished by using the Microsoft Office and SPSS applications and they have been expressed in the European currency (Euro).

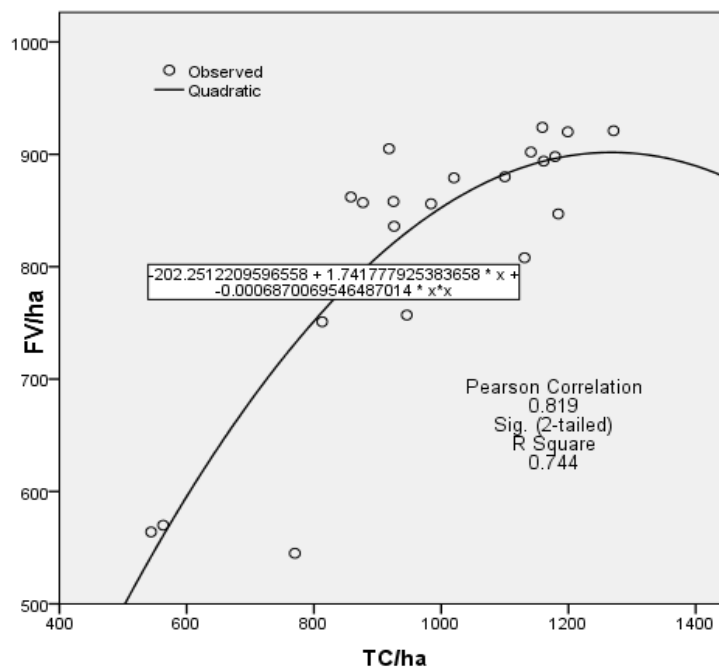
## RESULTS AND DISCUSSIONS

The turnover is strongly correlated with the total costs (Pearson coefficient 0.819) This result indicator of the agricultural activity has been highlighted as a variable dependent on the total costs with a polynomial regression equation (Fig. 1). This represents the production function of the agricultural activity valid for the sampled farms (5).

The free term indicates a negative level from which the turnover increases, level given by the influence of fixed costs. These costs are necessary for the production achievement, but they are indifferent to its level.

$$FT(CT) = -202.25 + 1.742 \times CT + -0.00069 \times CT^2 \quad (5)$$

The form of the production function indicates an increase from a negative level with a high return on the production factors, followed by its limitation towards the value of 122 euro/ha.



**Figure 1.** Highlighting the Relation Between the Total Costs and the Turnover (euro/ha)

The application of the sensitivity analysis to establish the impact of the variation in CA and in costs on VAB (Tab.1) indicates a significant reduction of this indicator (with up to 123.6%) in the case of reducing CA with up to 20% (the marginal range of reduction was about 6.2% per point of CA reduction).

The CF increase with up to 20% determines a VAB reduction with up to 65.0%, with a marginal rate of 3.3% for each percentage of indicator growth. The impact of the increase in CV is lower and causes a marginal reduction of 1.9% for each percentage of indicator growth. Thus, the increase by 20% in CT may determine a reduction by 38.5% in VAB.

**Table 1.** Sensitivity Analysis – Impact of CA and Cost Variation on VAB (euro)

Variation in factors	Variation in CA	Variation in CF	Variation in CV
-20%	-37.2	260.9	218.9
-15%	11.6	235.2	203.7
-10%	60.4	209.5	188.5
-5%	109.2	183.8	173.3
<b>0%</b>	<b>158.1</b>	<b>158.1</b>	<b>158.1</b>
5%	206.9	132.4	142.8
10%	255.7	106.7	127.6
15%	304.5	81.0	112.4
20%	353.4	55.3	97.2

Source: Own calculation.

The CA variation is given by two components: the evolution of production according to the climate changes and the farm management, by one hand, and the price of agricultural products in line with the European market and even with the world market, by the other hand. The CA dynamics depends on the measure by which the conditions of production in Romania are correlated with the price developments on the European and world level. As this correlation is usually low, the national market is characterised by a low price elasticity, according to the supply volume. Consequently, the decrease of production at farm level is likely not to be compensated by the price increase, leading to the CA reduction.

The sensitivity analysis applied to establish the impact of the CA and cost variation (Tab. 2) suggests a significant reduction in RRCA (with up to -23.9%) in the case of CA reduction with up to 20% (the marginal range of reduction was about 1.2% per point of CA reduction).

**Table 2.** Sensitivity Analysis - Impact of the CA and Cost Variation on RRCA (%)

Variation in factors	Variation in turnover	Variation in fixed costs	Variation in variable costs
-20%	-4.6	36.5	28.9
-15%	1.4	31.7	26.4
-10%	7.4	27.3	23.9
-5%	13.3	23.2	21.6
<b>0%</b>	<b>19.3</b>	<b>19.3</b>	<b>19.3</b>
5%	25.3	15.7	17.1
10%	31.2	12.3	15.0
15%	37.2	9.0	13.0
20%	43.2	6.0	11.1

Source: Own calculation.

The CT increase with up to 20% determines a reduction of RRCA with up to 17.1% in the case of CF variation and with up to 9.6% in the case of CV variation. The marginal reduction is about 0.9% and, respectively, 0.5% per each percentage of indicator growth. The different impact of the two types of costs is the result of the different share within CT. The agriculture, and especially the plant production, is characterised by large shares of CF due to the necessity to accomplish some preparatory works before the actual process of production, as the preparation of the germination bed and some crop maintenance works that are indifferrent to the production volume.

The impact of MS variation within the sensitivity analysis indicates (Tab. 3) a reduction of this indicator with up to 31.3% in the case of CA reduction with up to 20% (the marginal range of reduction being about 1.6% per point of CA reduction) and a reduction with up to 24.4% in the case of CT variation, fixed or variable with a difference of 0.08 between the two types. The marginal reduction was about 1.2% for each percentage of indicator growth. It is necessary to mention that the CF share, as average value of the sample, is about 64.0% from CT. The CF impact upon the activity safety is higher than that of CV.

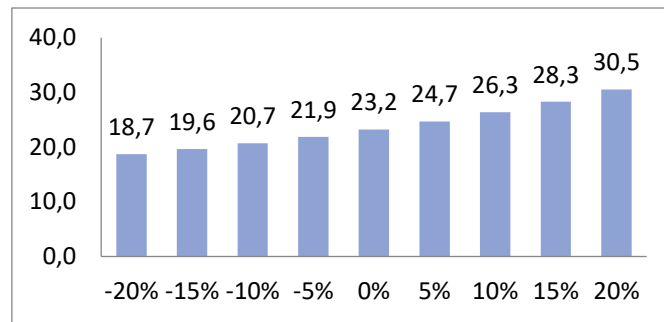
The results obtained in this stage indicate the fact that, in the case of an unfavourable development of these three indicators (CA, CF and CV), the breakeven point overpasses the CA maximum extent that can be achieved by the analysed farms. Therefore, these units are recording losses. In turn, the shapping of processes in order to produce an increase in prices and productions and a reduction in costs would determine a significant improvement of the economic viability.

**Table 3.** Sensitivity Analysis - Impact of CA and Cost Variation on MS (%)

Variation in factors	Variation in turnover	Variation in fixed costs	Variation in variable costs
-20%	-7.8	43.9	47.9
-15%	2.2	39.1	41.8
-10%	10.5	34.2	35.7
-5%	17.5	29.0	29.6
<b>0%</b>	<b>23.5</b>	<b>23.5</b>	<b>23.5</b>
5%	28.7	17.8	17.4
10%	33.2	11.9	11.3
15%	37.2	5.6	5.3
20%	40.7	-0.9	-0.8

Source: Own calculation.

The CF that can be transformed into CV are represented at the level of the analysed sample by the costs with the land lease and some wages costs, while the variable income that could be replaced with the fixed ones were the income from agricultural production, with the income from agricultural services for third parties. Transforming CF into CV and of the variable costs into fixed costs (Fig. 2) had the same effect of the MS increase with up to 7.3% for each of them. If the farmers succeed in reducing the CF share in CT by 20%, they will benefit from this viability plus. Transforming the variable costs into fixed costs has the same effect, as the fixed income compensate CF. The farm managers should find the tools to achieve these transformations.



**Figure 2.** Modification of MS According to the Share of CF in CT (%)

Thus, the developing of their management competences and the use of some relevant market data from specialized entities like research institutes and universities in the field may represent drivers of the economic performances specific for the Romanian agriculture.

## CONCLUSIONS

The impact of the variation of CA, CF and CV upon VAB causes a reduction with up to 123.6%, 65.0% and respectively, 38.5%. This variation is given by the evolution of the natural factors and of the economic circumstances. The variation of the same indicators has determined upon RRCA a reduction by 23.9%, 17.1% and respectively, 9.6%. The different impact of the two types of costs is given by the different share within CT.

MS decreased because of the unfavourable variation of these indicators, by 31.3% for CA and 24.4 % for CF and, respectively, CV. This phenomenon provides information about the possibilities to increase the economic viability by cost reduction and/or by increasing the production and prices by high quality.

Transforming CF into CV and the variable income to fixed income has as effect the MF increase with up to 7.3% for each of them.

The development of the management competences can allow the substitution of some production factors and the reorganisation of the production structure, that could represent viable solutions to increase the economic viability.

## REFERENCES

Alhotan, R.A.; Pesti, G.M.; Colson, G.J., 2014. Reducing crude protein variability and maximizing savings when formulating corn-soybean meal-based feeds. *Journal Of Applied Poultry Research*, 23 (3): 456-469.

De Goede, D.M.; Gremmen, B.; Blom-Zandstra, M., 2013. Robust agriculture: Balancing between vulnerability and stability. *NJAS-Wageningen Journal Of Life Sciences*, 64-65: 1-7.



Duncan, JMA.; Dash, J.; Tompkins, EL., 2017. Observing adaptive capacity in Indian rice production systems. *AIMS Agriculture And Food*, 2 (2): 165-182.

European Commission, [https://ec.europa.eu/info/index\\_en](https://ec.europa.eu/info/index_en), access on-line: 12.08.2021.

Halbac-Cotoara-Zamfir, R.; Bilandzija, N., 2018. Adapting to climate changes - a challenge for Romanian agriculture, *Actual Tasks On Agricultural Engineering*, 46: 29-36.

Howden, SM., 2012. Transformational adaptation: agriculture and climate change. *Crop & Pasture Science*, 63 (3): 240-250.

Istrate, M.; Horea-Serban, RI.; Stoleriu, OM., 2016. Labour force, gender and regional disparities in Romanian agriculture. *Political sciences, law, finance, economics and tourism conference proceedings*, 4: 387-394.

Knutson, CL.; Haigh, T.; Hayes, MJ.; Widhalm, M.; Nothwehr, J.; Kleinschmidt, M.; Graf, L., 2011. Farmer perceptions of sustainable agriculture practices and drought risk reduction in Nebraska, USA, *Renewable Agriculture And Food Systems*, 26 (3): 255-266.

Lardy, R.; Bellocchi, G.; Martin, R., 2015. *Vuln-Indices: Software to assess vulnerability to climate change*. *Computers and Electronics In Agriculture*, 114: 53-57.

Maharjan, SK.; Maharjan, KL.; Tiwari, U.; Sen, NP., 2017. Participatory vulnerability assessment of climate vulnerabilities and impacts in Madi Valley of Chitwan district, Nepal. *Cogent Food & Agriculture*, 3 (1), 1310078.

Ministry of Finance, <https://mfinante.gov.ro/ro/web/site>, access on-line: 20.02.2021.

Oliynyk, O.; Skoromna, O.; Gorokh, O.; Mishchenko, V.; Yevdokimova, M., 2021. New approach to risk assessment of certain agricultural products. *Agricultural And Resource Economics-International Scientific E-Journal*, 7 (1): 44-57.

Panzaru, RL.; Vladu, M.; Medelete, DM., 2019. Considerations on the role of Romanian rice production and its influence on the commercial relationship of the product. *Romanian Agricultural Research*, 36: 263-271.

Pathak, S.; Panta, HK.; Bhandari, T; Paudel, KP., 2020. Flood vulnerability and its influencing factors. *Natural Hazards*, 104 (3): 2175-2196.

Rickards, L.; Howden, SM., 2012. Transformational adaptation: agriculture and climate change. *Crop & Pasture Science*, 63 (3): 240-250.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Santos, C.C., de Almeida, G.A.; Lopes, M.A., 2018. Semina-Ciencias Agrarias, 39 (3): 1255-1265.

Sharma, SK., 2020. Quest for the Profitability and Sustainability of Tea And Pine Apple Plantation in Unorganized Sectors of Assam, India. Alinteri Journal Of Agriculture Sciences, 35(1).

ICAAW2021

## INFLUENCE OF CHEMICAL TREATMENTS DURING VEGETATION ON STORAGE OF TABLE TOMATOES

Jelena Perenečević, Mirjana Zorić, Gordana Mrdak, Tatjana Veselinović,

Vilademir Sabadoš

<sup>1</sup>Agriculture Extension Service "Sombor", Republic of Serbia

### Abstract

Every day, tomato production in Serbia, takes more and more important place, area and yield-wise. High yielding tomato cultivation technology requires the intensive usage of fungicides of various mechanisms of action. In the experiment, fungicides have been used to inhibit the synthesis of RNA or to form a spore, multi-side which acts on various places on the pathogenic cell, or inhibit the cell wall synthesis of zoospore encoding, which acts on inhibition of mitochondrial respiration, or acts on respiration, or II complex on mitochondria.

Intensive tomato production requires an irrigation system, so the use of fungicides is possible through the system and foliar. Diseases and pests can significantly affect the health condition of tomato: water mold (*Phytophthora infestans*), early blight (*Alternaria solani*), and botrytis bunch rot (*Botrytis cinerea*), and from pests: cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*), corn borer (*Ostrinia nubilalis*), the southern green stink bug (*Nezara viridula*). Due to the regular appearance on tomatoes, cotton bollworm damages tomato fruits and thus allows the breakthrough of the pathogen. The goal of this study is the possibility of using fungicides through irrigation systems, in quantities adapted to high technology, which are also ecotoxicologically suitable to use for tomato protection. In addition, we wanted to examine the quality of the protection using fungicides, through the irrigation system or foliar. In the last few years, the effect of high temperatures on the above-ground part of the plant has been more and more expressed, although it is not excluded that there is also an effect on the underground organs of the plant and their exposure to high temperatures. The experiment was set on the experimentation field of PSS Sombor in 2019. , on the variety of NS Jabucar. At the time of tomato growth, a system such as metalaxyl + multi site (mancoseb or fluazinam) was used, but the subsequent spraying must be with dimetomorph + multi site. Strobilurin acts to inhibit breathing in mitochondria. It's about a contact or epiphytism (it only penetrates into cuticle). It has strong green effect. With only one spraying, the effect is weak. In suitable conditions, these preparations have provided high protection.

**Keywords:** tomatoes, fungicides, protection, active substances

### INTRODUCTION

The pathogen has a long mycelium , made of cellulose and glukon without transversal septums. By its chemical composition, cell of *Phytophthora infestans* is considered one of the most harmful diseases on tomato and potato agricultural production, and it is different from fungus.

*Phytophthora infestans* belongs to order Pythiales ( Oomycetes) Chromista with zoospore with two seourge. The pathogen is favoured by moist, needs water for initial infection through stoma or damaged epidermis on leaf. Disease is spread very fast, like a flame for disease management chromistacides are used or:

a) some chemical treatments like METALAXYL M. It has acropetal translocation when applied on leaves (foliar). METALAXYL M mechanism of action is worked as FRAC 4 that work either on RNA polymerase or inhibits RNA synthesis. It is used only in first stage of infection *Phytophthora infestans*, before symptoms appear, or preventive use. When symptoms appear some contact fungicide/chromisticide is added to METALAXYL M, to affect zoospore. In vegetable production it is usually combined with MANKOZEB or some other fungicide that affects zoospore. One of them is RIDOMIL GOLD MZ 68 MG (mankozeb+metalaxyl M), the other is FLOROTALONIL (multi site + metalaxyl M) named FOLIO GOLD Zn. Both of them are used only phase of infection *Phytophthora infestans*.

b) Chromistae like DIMETOMORF FRAC 40 which inhibits lipids and membranes synthesis. Basic effect is to prevent zoospore to encyst ( to transform to protoplast ) and like that to prevent infection. There is no systematic treatment, and to improve its efficiency DIMETOMORF is used in combination with MANKOZEB or fungicide/ chromisticide with M- side effect.

c) Next one is ORVEGO SC and it is a combination of AMECTOCRADIN FRAC 45, preventive chromisticide with DIMETOMORF. It affects membranes of mitochondria or COMPLEX III. In order to improve its efficiency dimetomorf FRAC 40 is added, which inhibits lipids and membranes synthesis or encysting zoospores.

d) latest treatment in disease management is MILIGARD, and it is registered as a fertilizer. Active substance is fosfonato di potassio, or higher content P and K which increase pH ( around 8 ) so zoospore can not swim. Besides, P i K are affecting plants by improving their abilities to resist infection. Considering that, MILIGARD should be used after rain, to prevent dilution and pH reduction. MILIGARD is used preventive as chromisticide or fungicide, but P and K are adapted by plants through leaves and have systematic effect. Considering weather conditions, and to maintain pH it should be used in larger amounts 2 or 4 kg/ha 5 days apart, at least 3-4 times. Alkaline pH affects zoospore fast, so it is good in suppression of *Phytophthora infestans*. Phosphites are well known for its toxic effect on *Phytophthora infestans* by activating mechanism in plants or directly on *Phytophthora* mycelium, and phosphonic acid and it is significant role in agriculture.

DELAN PRO is registered as DITIANON+FOSFONAT and it is used in amount 2,5 l/ha, contains 450g ditianon and in this combination get better efficiency and extra effect on plants. (Delan 70 WG contains 700g/l ditianon).

CENTURI PRO a.m. fosfonad di potassio is registered in Italy, and it acts like a stimulator for plant defense in multiple spraying treatments. It is registered in amount 1,9l/ha it has 35 days withdrawal period and in EU can not be registered as a fertilizer. It can be mixed with almost all pesticides, but can not with Promalin. It is adapted systemically both ascendent and descendent ways. Plants are adapting it fast and it improves their immunity. It is registered for Apple and Pear for suppression of *Venturia* spp. And *Alternaria*. It has 51,7% fosfonat or 755 g/l which is 504 g pure phosphonic acid.

Considering all above, we wanted to test Miligard efficiency it on field, with chromisticides as with longer interval treatment with Miligard, and that will be a subject of this paper.

## MATERIALS AND METHODS

Testing is performed whit in microtrial on trial filds PSS Sombor, location Toplana. Variety of tomato used in this testing is Novosadski jabučar. Date of sowing was 18 May 2019. Plat size was 5,5 x 1m2, there was 3 repetition. As an experimental unit the whole plant was used. The appearance of spots *Phytophthora infestans*, on leaves, stems and fruit, were marked.

We used chromistacides/fungicides and time of spraying and efficiency mark is shown in folloving table 1. Final marking was on 14 August 2019. measuring weight of fruit on 3 experimental plots.

## RESULTS

### a) Miligard foliar appliance trial

Intensity of appearance and infection with *Phytophthora infestans* in field on this variety was not significant. At the beginning on this trial there were 37 spots and by the 26 June it was increased on 42 spots in Control plot.

On other plots, appearance of *Phytophthora infestans* spots was significantly minor, compared to Control. Chromistacides mostly could not resist the pressure of inoculum, so there was slightly increased number of spots. Plot with 3 treatements ( Miligard ) each 10 days, had the least spots *Phytophthora infestans* ( both doses 2 kg/ha and 4 kg/ha ). Number of spots was smaller than on chromistacides syntetic treatments plot.

Table 1. The action of chromistacid on *Phytophthora infestans* on tomatoes in microsection

			Reading results 05.07.	Reading results 16.07.	Reading results 26.07.	14.08.	03.09.
Variant	Treatment	Date	Phytophthora infestans/ pc	Phytophthora infestans/ pc	Phytophthora infestans / pc	weight of healthy fruits (sum of three repetitions ) / kg	weight of healthy fruits (sum of three repetitions ) / kg
1	Ridomil gold MZ 68 2,5kg	05.07.	54				
	Folio gold 2,5l	16.07.		27		6	65
	Folio gold 2,5l	26.07.			20		
2	Acrobat MZ 2,5kg	05.07.	40			4,3	72

	Acrobat MZ 2,5kg	16.07.		15		
	Orvego 1l	26.07.			23	
3	Miligard 2kg	05.07.	44			
	Miligard 2kg	16.07.		9	3,3	52
	Miligard 2kg	26.07.			12	
4	Miligard 4kg	05.07.	43			
	Miligard 4kg	16.07.		6	4	75
	Miligard 4kg	26.07.			7	
5	Control		37	35	42	0,6 20

Statistical data processing since 05.07.2019. on variant No.3. had the least symptoms of *Phytophthora infestans* (11.3) compared to controls (12.3). While in other variants the number of *Phytophthora infestans* symptoms was statistically significantly increased.

In a second reading on 16.07.2019. to the presence of *Phytophthora infestans* symptoms on variant No.2. (23.9), we have statistically fewer symptoms, while variants 3 (17.38) and 4 (20.1) have statistically fewer symptoms on tomato plants.

In its third reading on 26.07.2019. the greatest number of symptoms are in control (14) and in all variants the results of this reading are not statistically significant.

In the first yield measurement 08/14/2019. by statistical processing of data, we found that all variants were statistically significantly higher compared to Control.

In another yield measurement 03/09/2019. the yield on Control increased, but other variants in the trial had a statistically significant increase in yield.

b) Miligard applied through watering system ( Irrigation ) trial



Table 2. The action of chromistacid and milligard through the irrigation system

Through an irrigation system			Reading results 05.07.	Reading results 16.07.	Reading results 26.07.	14.08.	03.09.
Variants	Treatments	Date	Phytopht ora infestans/ pc	Phytopht ora infestans/ pc	Phytopht ora infestans/ pc	weight of healthy fruits (sum of three repetitions) / kg	weight of healthy fruits (sum of three repetitions) / kg
1	Ridomil gold MZ 68 2,5kg	05.07.	37				
	Folio gold 2,5l	16.07.		6		3,4	88
	Folio gold 2,5l	26.07.			4		
2	Acrobat MZ 2,5kg	05.07.	34				
	Acrobat MZ 2,5kg	16.07.		1		2,8	49
	Orvego 1l	26.07.			5		
3	Miligard 2kg	05.07.	24				
	Miligard 2kg	16.07.		1		1,3	51
	Miligard 2kg	26.07.			5		
4	Miligard 4kg	05.07.	45				
	Miligard 4kg	16.07.		4		2,15	50
	Miligard 4kg	26.07.			5		
5	Control		37	35	42	0,6	20

Statistical data processing since 05.07.2019. versus Control (12.3) to variant No.1. (12,33) there was no statistically significant difference in the symptoms of Phytophthora infestans. While

variants No.2. (11,33) and variants No.3. (8) there were statistically fewer symptoms compared to controls. And in variant no.4. (15) there were statistically significantly more symptoms compared to controls.

In a second reading on 16.07.2019. to the presence of *Phytophthora infestans* symptoms, all variants compared to the Control variant (11,66) were statistically significantly less.

In its third reading on 26.07.2019. to the presence of *Phytophthora infestans* symptoms all variants compared to the Control variant (14) were statistically significantly less.

In the first yield measurement 08/14/2019. by statistical data processing, we found that all variants were statistically significantly larger than Control.

In another yield measurement 03/09/2019. the yield on Control was increased, but other variants in the trial had a statistically significant increase in yield.

### CONCLUSIONS

After withdrawal of many multiside fungicides and chromistacides (chlorotalonil, mankozeb etc.) with wide spectrum and efficiency, it will be harder to fight *Phytophthora infestans* on tomato and potato in field. Miligard, with this new mechanism of action, has shown greater efficiency, decreased zoospore infectiveness and by that, also by that, also appearance of spots. Miligard is therefore, new solution in plant protection of tomato and potato, regarding *Phytophthora infestans* (late Blight fungus) and other similar diseases (Pythiaceae). Pythiaceae –according to chemical composition of cells, they are between real Chromista and fungus.

First checking point on plot with synthetic chromistacides has shown higher weight and faster ripening of fruit. However, later checking and measurement on 3 September has shown that doses of 4 kg/ha Miligard had the highest weight of fruit 75 kg, and even doses of 2 kg/ha had better results than Control plot.

Miligard doses 4kg/ha with 3 treatments had higher efficiency and higher fruit weight on tomato, than Miligard doses 2 kg/ha and synthetic chromistacides. That fact is valuable in tomato plant protection against *Phytophthora infestans* (late Blight fungus). K fosfonat are better adapted by plants when applied foliary than through irrigation system, and provide higher yield in tomato.

### REFERENCES

Gida di Melo (2019). CANCRO DELLA CORTECCIA ( *Phomopsis mali*), po.19, ticchiolatura del melo ( *Venturia inaequalis*) Delan pro 52-53, Century Pro ( fosfonato di potassio), pp.54., Italy

Društvo za zaštitu bilja Srbiju (2018) – Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji

Balaž F., Tošić M., Balaž J., (1995) – Zaštita biljaka bolesti ratarskih i povrtarskih biljaka, Agencija „Krstin“ of Novi Sad

Krasnić T., (2008) - Model for optimizing the structure of vegetable production, Novi Sad

1. [www.phi-base.org/images/fracCodeList.pdf](http://www.phi-base.org/images/fracCodeList.pdf)

## **IMPACT OF AGROTECHNICAL MEASURES ON SUNFLOWER YIELD FROM 2001 TO 2020 IN SOMBOR - NORTHWESTERN SERBIA**

**Zoran Boca, Olivera Sekulić, Vladimir Sabadoš, Jelena Ivan**

Agriculture Extension Service "Sombor", Serbia

\*Corresponding author: [agroso@mts.rs](mailto:agroso@mts.rs)

### **Abstract**

Basic agrotechnical measures have a decisive impact on sunflower yield. The Agricultural Extension Service Sombor has been monitoring the correlation between agrotechnical measures and sunflower yield for several decades. The following agrotechnical measures are monitored: time of basic tillage, impact of pre-crops, use of mineral fertilizers, sowing time and choice of hybrids. Each of these measures are in the hands of agricultural producers and through these measures, producers affect the level of sunflower yield. The basic tillage in dry condition preserves the necessary moisture and is one of the most important moments in production given climate change. Proper use of mineral fertilizers, in addition to the impact on yield, also has an impact on oil synthesis and quality of product. The choice of the appropriate pre-crop is very important and the different pre crops has different predisposition for sunflower production. Sowing time also has a very significant impact on yield. In addition, there is a great impact on the choice of hybrids by maturity and intended of use - oil hybrids, confectionery hybrids or hybrids of special technologies (CL, CLP, TBM, etc.).

**Keywords:** Sunflower, sowing time of tillage and sowing, fertilizer, hybrid, pre-crop

### **INTRODUCTION**

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is the most important oil crop in Serbia. Sunflower seeds contain from 47% to 52% oil. Unsaturated fatty acids predominate in the grain of this oil: linoleic (60%) and oleic (30%) and saturated fatty acids: palmitic (6%) and stearic (3%). In addition to oil as the main product in the processing of sunflower, a by-product of meal is obtained, which is rich in proteins, carbohydrates, minerals and other useful ingredients, which is why it is one of the most important components in the preparation of concentrated fodder. In addition to its application in the food industry, it can be used for the production of biodiesel in the chemical (soaps, glycerin, paints and varnishes) and pharmaceutical industries (medicines and cosmetics). The most important product in the last decade is certainly biodiesel, a fuel that is increasingly used as a replacement for fossil diesel fuel.

In order to achieve maximum yields of sunflower seeds and oils, it is necessary to apply all agrotechnical measures in the production process in a quality and timely manner.

### **MATERIALS AND METHODS**

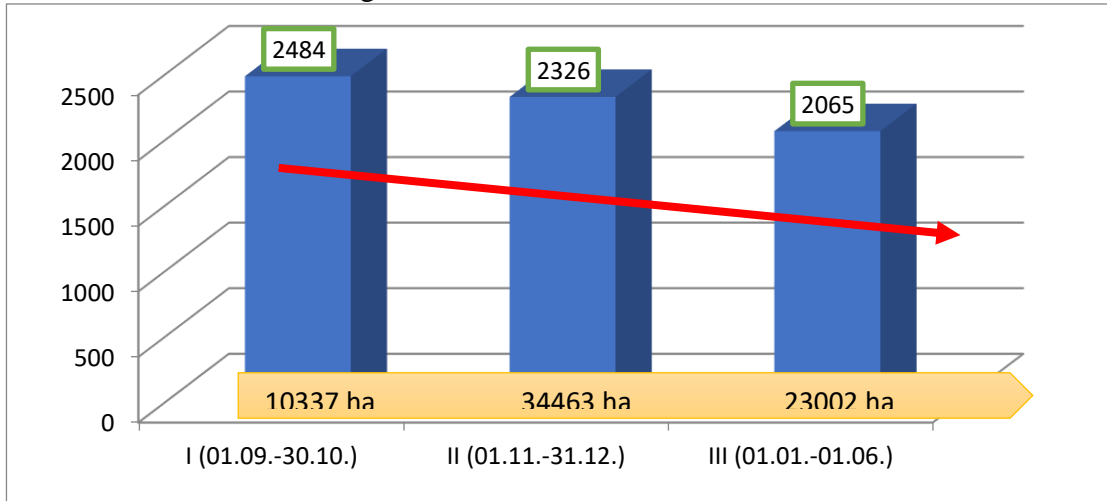
PSS Sombor has been monitoring agricultural production in the Sombor Region for several decades. The region of Sombor has 144820 ha of area under field and vegetable crops. Areas under sunflower for the observed period of 20 years ranged from 8.000 to 17.000 ha. In the last

few years, the area is about 11.000 ha, which is about 7.6% of the total area. PSS Sombor, in cooperation with agricultural companies and producers, collects data on production technology. For this research, a statistical sample of 67.801 ha was observed on which sunflower was sown, and it refers to the period from 2001 to 2020 (a total of 20 years). The agrotechnical measures are monitored is: time of basic tillage, impact of pre-crops, use of mineral fertilizers, sowing time and choice of hybrids. The data collection method is an insight into the field book of companies and producers who have participated in the monitoring and analysis of sunflower production over 20 years. Every year after collecting data in the field, the data were processed by dedicated statistical software. The data are included in a detailed analysis of production each year. Production analysis is presented to producers each year. Based on the results of the production analysis, producers are given recommendations for improving sunflower production. By observing the results obtained from the field, the influence of individual agrotechnical measures, their quality and timely performance, give us most realistically seen how to reach on the height and stability of yield.

## RESULTS AND DISCUSSION

1. Time of **basic tillage** - plowing, is an obligatory agro-technical measure for sunflower production. Plowing must be done in the fall, which precedes the production of sunflowers in the next vegetation season. The future yield of sunflower is directly dependent on the time of basic tillage. The period for basic tillage, which is in the field was found is from September to June next year. For the analysis, this period is divided into three period: I period (01.Sep. - 30. Oct.), II period (01. Nov. - 31. Dec.) and III period (01. Jan to June). It is desirable that the basic tillage is done in the first two periods. These two periods are in autumn and the beginning of winter. During that period, the soil soaks by the rain and freezes when temperature is under 0°C, and a crumbly soil structure is formed by spring. The soil prepared in this way provides the possibility of quality sowing, uniform germination, undisturbed growth of sunflower plants and high and stable yield. The third period includes early and late spring basic tillage. The land on which the basic tillage is applied in this period does not have good properties and a crumbly structure. The water-air regime of the soil is bad. The final yield was lower over 20 years on the areas plowed in the third period compared to the first two periods. **Graph 1.** shows the declining trend of yield in the direction from I to III period. The highest yield was achieved when the basic processing was done during the first period (01.Sep. - 30. Oct.).

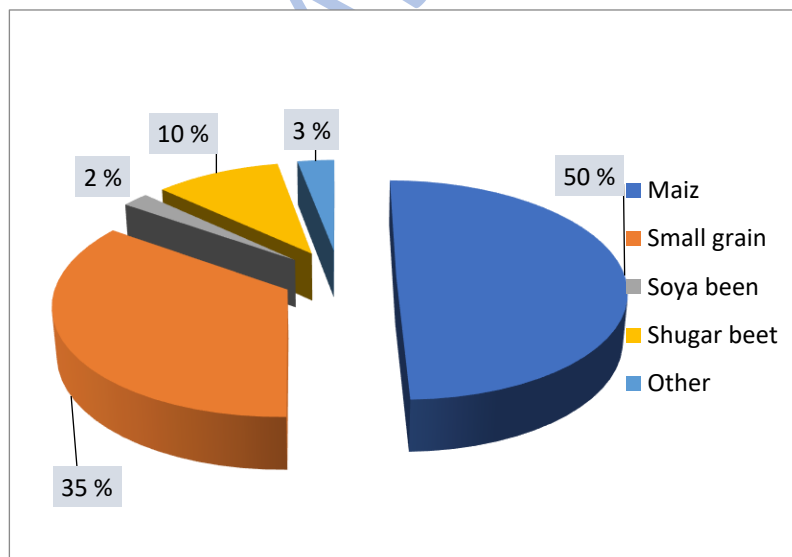
**Graf 1 – Time of basic tillage**



2.

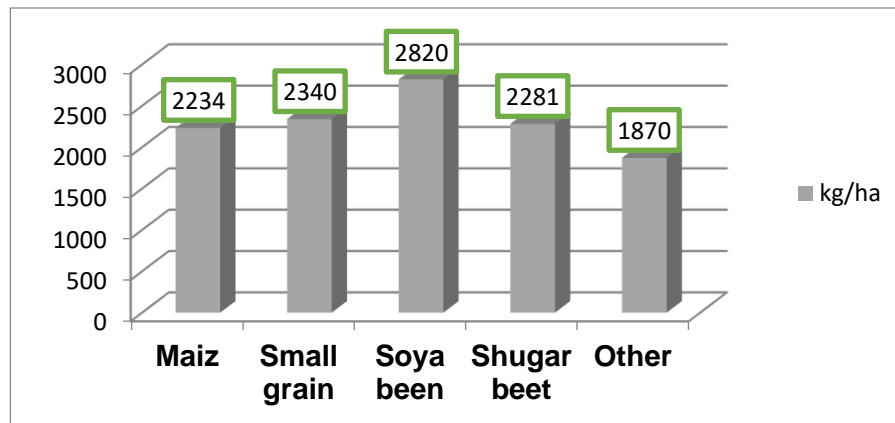
**Impact of pre-crops** is large and significantly affects on future yields. Therefore, it is necessary to choose the best pre-crops. However, producers cannot choose too much because in the sowing structure, corn and small grains occupy the largest percentage of areas. However, the most important thing is not to sow sunflowers in repeated sowing. Although sunflower was sown on only 2% of the area after soybean where the highest yield was achieved, this is still not recommended in the wider area due to the risk of *Sclerotinia sclerotiorum*. Based on the analysis in Graph 3, it can be seen that small grains are very good pre-crops, followed by corn and sugar beet, as equally good. The group "other" includes sunflower, oil rape seed and other crops as pre-crops on just 3%.

**Graf 2. - % percentage share in 67801 ha**



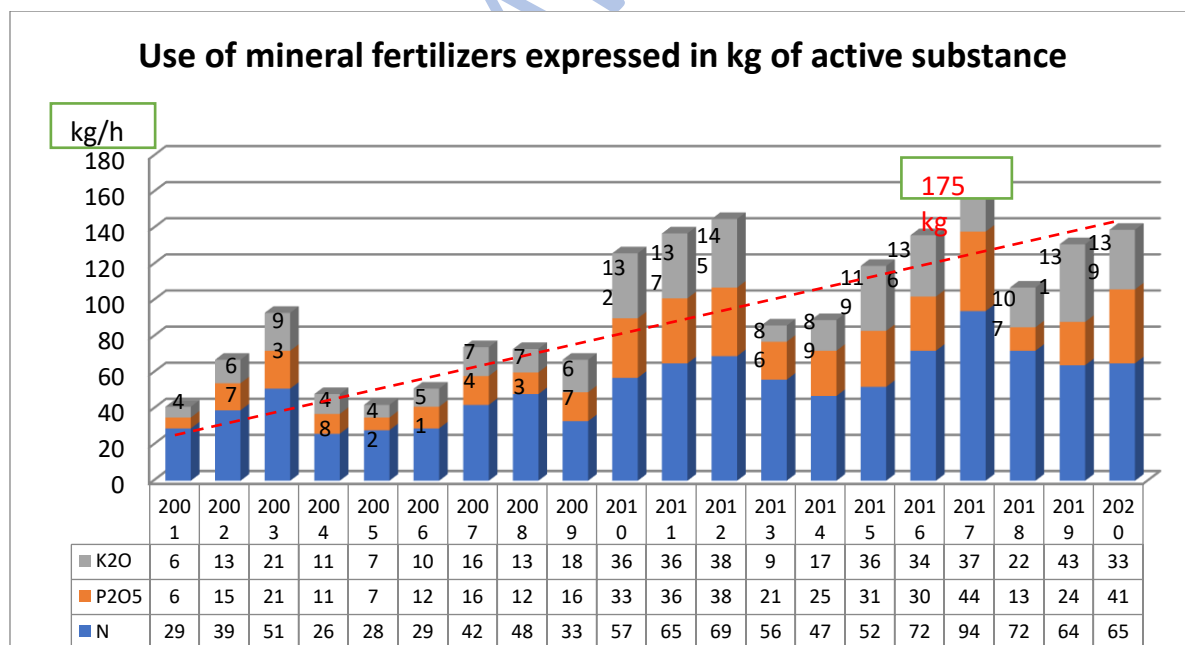
The group "other" is also undesirable as a pre-sowing, and during the 20 years on the areas after this group of pre-sowing, the lowest average yield was achieved.

**Graf 3. - Sunflower yield in kg / ha by pre-crops**



3. **The use of mineral fertilizers** is necessary for the successful production of sunflower, both in terms of yield and in terms of quality and oil content. The use of fertilizers depends on economic circumstances, the price of fertilizers, pre-crops, the use of organic fertilizers, etc. The analysis observed the use of fertilizers through basic fertilization in autumn (NPK) and the use of fertilizers before sowing. Quantities are expressed in kg / ha of active substance: nitrogen (N), phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium (K<sub>2</sub>O). The entire amount of phosphorus and potassium and part of the nitrogen was used in the fall with basic processing. Only nitrogen was used before sowing. Nitrogen amounts are shown collectively regardless of the time of use. In Chart 4, the trend line shows a constant increase in the use of mineral fertilizers. This increase in the use of fertilizers over the years is accompanied by an increase in the yield of sunflower (the level of yield is influenced by other factors, but also by fertilizers).

**Graf 4.** Use of mineral fertilizers expressed in kg of active substance

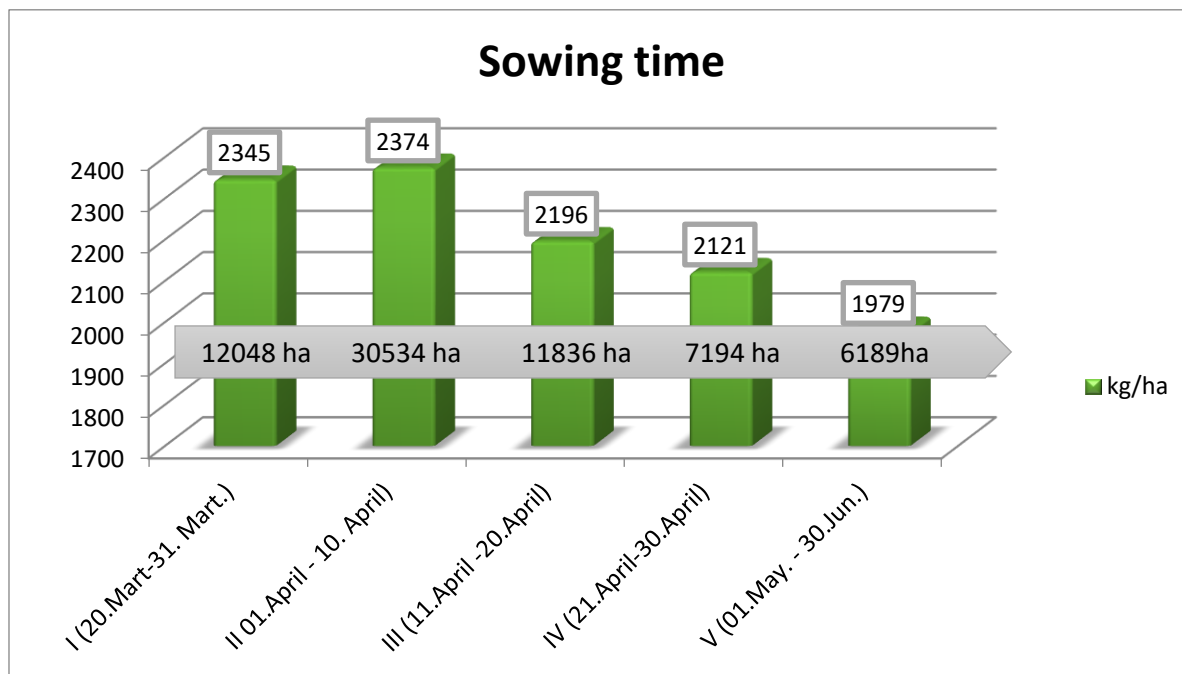


4. **Sowing time** – is not as wide a time span as base processing time. This research observes the time of sowing from March 20<sup>th</sup> to June 1<sup>th</sup>. This time of 70 days is divided into 5 periods, as follows: I period (March 20<sup>th</sup> - March 31<sup>th</sup>), II period (April 1<sup>th</sup> - April 10<sup>th</sup>), III (April 11<sup>th</sup> - April 20<sup>th</sup>), IV period (April 21<sup>th</sup> – April 30<sup>th</sup>) and V period (May 1<sup>th</sup> – June 30<sup>th</sup>). Graph 5



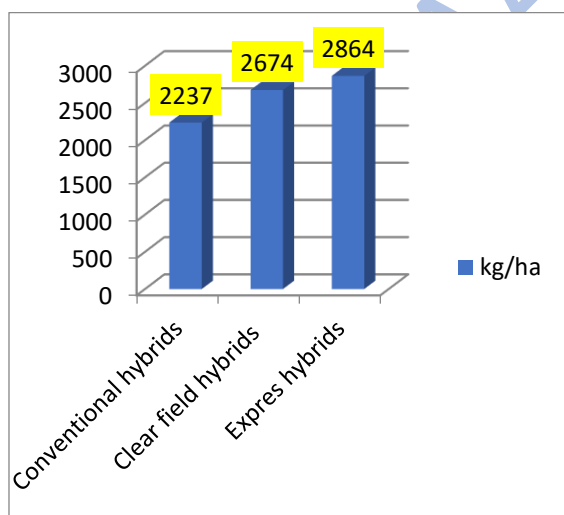
shows that in the region of Sombor, sowing is favorable in the earlier sowing dates. The best yield was achieved when the sunflower was sown in the II period (April 1<sup>th</sup> - April 10<sup>th</sup>). At that time, most of the area under sunflower (more than 30,000 ha) was sown.

**Graf 5.** – Sowing time

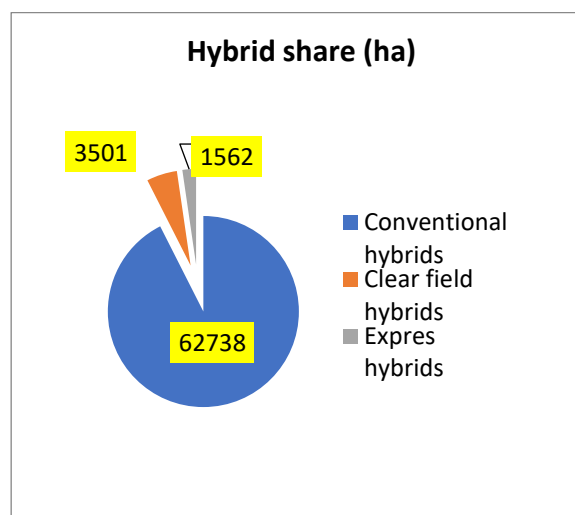


5. **Choice of hybrids** –depends on the production orientation of the farm, the presence of weeds and the need to use herbicides (IMI and TBM).

**Graf 6.** Yields of hybrids (kg/ha)



**Graf 7.** Hybrid share (ha)



The most common are conventional oil hybrids on 62738 ha, followed by Clearfield hybrids on 3051 ha and Express hybrids on 1562 ha. Higher yields were achieved on areas with Express and Clearfield hybrids compared to conventional hybrids. Special purpose hybrids (Clearfield and Express) are sown on significantly smaller areas and the yield can be interpreted as a smaller statistical sample compared to conventional hybrids. However, it should be noted that the yields were stable and high. In addition to these hybrids, a statistically very small percentage of areas were occupied by confectionery sunflower hybrids.

## CONCLUSIONS

There are a large number of agrotechnical measures and they are all important for successful production. This research for analysis has five agrotechnical measures on which producers have a decisive influence. Based on the multi-year analysis, the best periods of basic cultivation, sowing periods, pre-sowing, fertilization quantities as well as hybrid choices were determined. Any deviation from this results in a reduction in yield.

This research determined that the best period for basic tillage is from September 1<sup>th</sup> to October 30<sup>th</sup> , and an average yield of 2.484 kg / ha was achieved.

The best pre-crops are small grains, as well as corn and sugar beet. After these crops, an average yield of about 2300 kg / ha was achieved, while pre-crops such as rape seed, soybean and sunflower should be avoided.

The use of mineral fertilizers should be based on agrochemical analysis of the soil. Too small amount of fertilizer results in low yields with a small percentage of oil. With the increase in the use of mineral fertilizers, the yield grew from year to year. However, the excessive use of fertilizers is not good either, because it is not profitable or leads to harmful effects on the soil and plants.

Sowing is best done in the period from April 1<sup>th</sup> to April 10<sup>th</sup> . The areas sown in that period yielded an average of 2374 kg / ha, which is the highest yield compared to other sowing periods.

Proper selection of hybrids, along with other agrotechnical measures, contributes to maximizing yields. If there is a need to use special purpose hybrids (Clearfield and Express), the research shows that the yield will not fall. By using these hybrids, it is possible to achieve high and stable yields. If there is no need for special purpose hybrids, conventional hybrids, along with all other agrotechnical measures, also give high and stable yields.

## REFERENCES

Database of agrotechnics in the production of field crops, PSS Sombor (1991 - 2020), Sombor Sunflower - *Dr. Dragan Škorić and associates*, Nolit Beograd 1998.

Effect of planting date on oil content and oil yield in Sunflower – *Igor Balalić, Jovan Crnobarac, Nenad Dušanić*, - Institut of field and vegetables crops, Novi Sad, 2006.

Evaluation of interaction between hybrids and planting dates for oil yeald in sunflower – *Igor Balalić, Jovan Crnobarac, Nenad Dušanić* - Institut of field and vegetables crops, Novi Sad, 2007.

Soil charachterization and management for production of high-value food from wheat, corn, soyabeen, sunflower, vegetables and potatoes – *Sekulić P., and associates* – A periodical of scientific research on field and vegetable crops II, Novi Sad, 2006.

## INFLUENCE OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF GROWING MEDIA ON THE QUALITY OF FRENCH MARIGOLD (*Tagetes patula* L.) AND CARROT (*Daucus carota* L.)

Božica Japundžić-Palenkić<sup>1\*</sup>, Marija Štivičić<sup>1</sup>, Katarina Širajčić<sup>1</sup>, Nataša Romanjek Fajdetić<sup>1</sup>, Robert Benković<sup>1</sup>, Monika Marković<sup>2</sup>, Atilgan Atilgan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Slavonski Brod, Biotechnical Department, Slavonski Brod, Croatia, 0000-0002-4693-8438,

\*Corresponding author: [bjpalenkic@unisb.hr](mailto:bjpalenkic@unisb.hr)

<sup>2</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek, Osijek, Croatia, 0000-0002-8742-6922

<sup>3</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Engineering, Alanya, Turkey, 0000-0003-2391-0317

### Abstract

Marigold (*Tagetes spp.*) is present in every garden because it is not a demanding plant. Carrot (*Daucus carota* L.) is one of the ten most important garden vegetables which prefers acid to neutral soils and airy one. The aim of this research was to determine differences in quality of French Marigold in two growing media (Haplic Gleysol and substrate) and to determine quality properties of carrot growth in two different soils (Luvisol and Haplic Gleysol). The research was randomized, in 4 repetitions for both cultivars. Properties determined for French Marigold were: height, number of branches, number of leaves, and mass of fresh transplant, further more dynamic of growth have been monitored as well as development of flowers due to counting number of buds, number of flowers and their diameter and in the end of research following parameters were measured: height, number of branches, diameter of stalk, mass of the above the ground part of the plant and mass of dry matter of the above of the ground part of plant. Regarding carrot following parameters were measured: diameter of the root, mass of the root, mass of the leaves, number and length of the leaves. Statistical data was performed by variance analyzes (F test) and differences between treatments have been determined with LSD-test by GLM procedure using SAS computer program. Significantly higher values ( $P \leq 0.01$ ) have been determined for French Marigold growth in substrate regarding those growth in soil and significantly higher values ( $P \leq 0.01$ ) for carrots growth in Luvisol soil type.

**Keywords:** French Marigold (*Tagetes patula* L.), carrot (*Daucus carota* L.), Soil, Substrate

### INTRODUCTION

Marigold (*Tagetes sp.*) belongs to species of plants from the biggest botanic family of *Asteraceae*. Species *Tagetes* comprise of 50 sorts divided in two basic groups american high Marigold (*Tagetes erecta* L.) and french low Marigold (*Tagetes patula* L.) (Dudaš et al., 2014). French Marigold (*Tagetes patula* L.) due to its properties are spread worldwide and in some countries is used like a spice or for essential oils production (Parađiković et al., 2018) beside that, Marigold growth is worldwide popular regarding vivid colours of its flowers and dry conditions (Zeljko et al., 2013). Marigold is also popular because of nematocid (Grubišić et al., 2018), fungicid (Du et al., 2017) and insecticid (Fabrick et al., 2020) effect. Popularity is also a result of relatively low demand regarding soil (Parađiković et al., 2008). Due to

worldwide spread and possibility of growth on variety of soils it is called cosmopolitan ornamental plant which is introduced and naturalized around the globe (Dudaš et al., 2014). However, in seedlings (Hou and Yang, 2011) and transplant (Zeljkočić, 2013) production is important to secure optimal conditions to produce high quality Marigold plants which imply a choice of adequate growing media. Substrate that will enable normal development of root and above the ground part of plant need to be used as a growing media. Adequate physical properties of growing media are high porosity, high water capacity, stable structure and nutrients accessibility (Maślanka and Magdziarz, 2017). In Croatia last several years emphasis is on park decoration (Parađiković et al., 2009). It is necessary to consider that in outdoor production the soil is basic growing media and in Croatia is present 65 soil units of automorphic, hydromorphic, halomorphie and subaquatic soils (Vidaček et al., 1998). Minimal demands which soil has to fulfill for use in plant production are: minimal temperature, tolerable pH reaction and acidity, minimal fertilization, minimal demands for intergrowth and routing. Hence, maximum yield can be achieved through good environmental condition as well as soil (Onanunga and Fat, 2020).

Carrot (*Daucus carota* L.) is a globally grown root vegetable. It is one of the most important vegetables because carrot is a good source of carotenoids, vitamins, and mineral. The estimated global carrot production in 2014 was 38.8 million tons (Pandey et al., 2020). The area under carrot in Croatia was 348 ha with the production of 13.363,00 tons (Croatian Bureau of Statistics, 2019). Regarding humble demands at the aspect of growing and preserving it can be consumed whole year. Moderate heat demand (Parađiković et al., 2007) makes carrot productable in continental, mediterranean and mountain climate and different ecological conditions enable several sowing dates (Kotecha et al., 1998). Clayey, unstructured and heavy soils are not suitable for carrot production because they induce root deformation. Moderately acid and neutral soils (pH od 5,5 do 7,0), sandy soils, structured and airy soils and alluvial overburden with adequate irrigation are especially suitable for carrot production (Parađiković, 2009). The most adequate soils are not heavy soils, sandy loam without frame and with more than 3 % of humus. Textured heavier soils can be acceptable but with stable structure and humus provided (Lešić et al., 2016). Carrots root is forming while the cotyledone is developing. Therefore, root deformation occurred if there are no optimal conditions through that phase of development (Parađiković, 2009).

The aim of this research was to determine differences in quality of French Marigold in two growing media (Haplic Gleysol and substrate) and to determine quality properties of carrot growth in two soils with different physico-chemical properties (Luvisol and Haplic Gleysol).

## MATERIAL AND METHODS

Substrate used for transplant production of French Marigold had a fine structure (od 0 mm do 7 mm), density of 100 kg/m<sup>3</sup>, total porosity of 85 %, pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 6 and EC 40 mS/m. It was a mixture of frozen black and white sphagnum moss with added fertilizer containing 1.5 g/l (S 150 mg/l, N 210 mg/l, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 mg/l, K<sub>2</sub>O 270 mg/l, Mg 100 mg/l). The French Marigold plants has been grown in substrate which is mixture of week decomposed white sphagnum moss, high quality black sphagnum moss and clay granulas with water soluble fertilizer. Chemical properties were: pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 5,5 to 6, EC 45 mS/m, Mg 100 mg/l, N 210 mg/l, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 mg/l, K<sub>2</sub>O 170 mg/l to 390

mg/l. The soil samples used in research following laboratory analysis have been conducted on: preparation of samples HRN ISO 11464:2004, pH (HRN ISO 10390, 2005.), humus (HRN ISO 14235, 1998.),  $P_2O_5$  and  $K_2O$  (Egner et al., 1960.),  $CaCO_3$  (HRN ISO 1069, 1995.) and soil texture (ISO 11277, 2009). According to Soil Map of Croatia (BSCM) 1:50000 and based on the soil analyzes soils depends in a Luvisol soil type and Eugley soil types (Haplic Gleysol – WRB) (Husnjak et al., 2004). Physico-chemical properties of Luvisol (from Osijek Baranja county):  $pH_{H_2O}$  6,64;  $pH_{KCl}$  5,21;  $P_2O_5$  22,40 mg/100 g;  $K_2O$  15,63 mg/100 g; humus 1,82 %; Hk 2,36 mmol/100 g; coarse sand 3,22 %; fine sand 5,76 %; coarse silt 39,04 %; silt 34,85 %; clay 17,14 %. Physico-chemical properties of Eugley (from Brod Posavina county):  $pH_{H_2O}$  7,36;  $pH_{KCl}$  6,41;  $P_2O_5$  8,36 mg/100 g;  $K_2O$  20,11 mg/100 g; humus 2,41 %;  $CaCO_3$  2,09 %; coarse sand 0,99 %, fine sand 4,90 %, coarse silt 18,01 %, silt 26,28 % and clay 49,82 %.

The French Marigold research has been conducted with *Tagetes patula nana* Champion mix seeds by Royal seeds from Italy (declared germination 90%) which has been sowed in polystyren containers with 104 sowing places (volume 21 ml) filled with substrate for transplant growing. After 21 days transplants were moving in PVC pots ( $\Phi$  9 cm) filled with substrate for transplants and soil (Haplic Gleysol). After 4 weeks, on developed transplants, following properties have been measured: height of above the ground part of plant, number of leaves, number of branches, and mass of fresh above the ground part of the transplant. Although, after 4 weeks French Marigold transplants have been seated in pots ( $\Phi$  20 cm) filled with substrate for flower species and soil (Haplic Gleysol). French Marigold plants average values for following properties have been determined: height, number of branches, diameter of stalk, mass of fresh and dry above the ground part of plant. The research has been randomized in 4 repetitions with 10 transplants/plants. Forming of buds, number and diameter of flowers have been monitored during summer period in the way that every fifth day buds and flowers have been counted and diameter of each flower have been measuring on every plant.

The research of carrot has been randomized in 4 repetitions by sowing seeds of *Berlicum 2* (by Royal seeds from Italy, declared germination of 88%) in pots ( $\Phi$  20 cm) filled with Luvisol as well as Haplic Gleysol. Carrot production has been conducted during summer period (from June to September) afterward these morphological properties of each plant have been determined: the length of root and leaves has been measured, diameter of the root and total number of leaves. Statistical data was performed by variance analyzes (F test) and differences between treatments have been determined with LSD-test by GLM procedure using SAS System Softver.

## RESULTS AND DISCUSION

### French Marigold

Comparison of the influence of substrate and soil on morphological properties of French Marigold transplants in this experiment has been shown in Table 1. Transplants grown in soil had the average height of 13.72 cm while those in substrate were in average 18.25 cm long (Table 1). The average height of transplants were under significant influence ( $P \leq 0.01$ ) of growing media so transplants grown in soil were 4.53 cm shorter than those in substrate. The average number of leaves on transplants grown in soil was 13.74 while those in substrate had



in average 25.3 leaves (Table 1). Number of leaves significantly ( $P \leq 0.01$ ) differs and transplants grown in the soil had 11.56 leaves less than those in substrate. Side branches number was also under influence ( $P \leq 0.01$ ) of growing media so transplants in substrate had in average 11.5 and in the soil 7.5 of it (Table 1). Average mass of transplants grown in soil was 1.8 g and in substrate 3.73 g (Table 1). Determines difference in mass of transplants was 1.95 g in average.

**Table 1** Significance of growing medium on above ground transplant height (ATH), number of leaves (NL), number of side branches (NSB), mass of transplants (MT) French Marigold

Growth medium	ATH (cm)	NL	NSB	MT(g)
Haplic Gleysol	13.716 B	1374 A	7.5 A	1.8 A
Substrate	18.246 A	25.3 A	11.5 A	3.73 A
LSD <sub>0.01</sub>	0.386	0.4767	0.0537	0.025

A, B  $P \leq 0.01$

Likewise, morphological properties of French Marigold plants were under significant influence of growing procedure (Table 2). Above ground plant height determined at the end of growing was 33.77 cm in plants of French Marigold cultivate in soil and 47.83 in substrate (Table 2). Difference in height was 14.07 cm and it was significantly ( $P \leq 0.01$ ) depended of growing media. Number of branches was 12.90 in French Marigold plants from the soil and 16.13 in those from substrate (Table 2). Determined difference (3.23) was significant ( $P \leq 0.01$ ). Equally, significant ( $P \leq 0.01$ ) difference was determined regarding stalk diameter from substrate (7.03 cm) and plants from soil (4.47) and it was 2.57 cm (Table 2). Mass above the ground was also significantly ( $P \leq 0.01$ ) higher with average of 41.17 g in plants cultivate in soil and 103.56 g in those from substrate. French Marigold from substrate had in average 62.39 g higher values than those from soil. Mass of the dry matter of French Marigold plants from soil was 8.052 g and in substrate 20.12. g and it was determine a difference of 12.07 g which implies significant ( $P \leq 0.01$ ) influence of growing media.

**Table 2** Significance of growing medium on above ground plant height (APH), number of side branches (NSB), diameter of stem (DS), mass above ground (MAG) and mass of dry matter (DM) French Marigold

Growth medium	APH (cm)	NSB	DS (mm)	MAG (g)	DM (g)
Haplic Gleysol	33.77 B	12.90 B	4.47 B	41.17 B	8.052 B
Substrate	47.83 A	16.13 A	7.03 A	103.56 A	20.119 A
LSD <sub>0.01</sub>	1.238	2.706	1.458	7.352	1.964

A, B  $P \leq 0.01$

According to literature Marigold can be grown on different soils and therefore is mandatory flower of every garden. Former investigations of French Marigold comprise the influence of type production (for example substrate, biostimulators or volume of substrate) on the quality of French Marigold transplants (Parađiković et al., 2009., Mašlanka et al., 2017.). However, further growth of French Marigold imply seeding on the field in parks and crofts where there is an influence of physical and chemical properties of the soil on further development of the plants (Japundžić-Palenkić et al., 2017). Marigold is large consumer of macronutrients like phosphorus (Aslam et al., 2016) so the lower quality of transplants can be explained with low



available P in soil. Physical properties of the soil, such as high content of clay, can also influence on lower quality of French Marigold. Usage of mixed growing medium (compost etc.) enhanced plant height of analysed Marigold in comparison with those cultivated in soil (Kanacharoenpong et al., 2003). There have been also researches with mixed substrates and soil such as one of Sharafzadeh and Mirshekari (2013) with positive feedback considering plant height and leaf number. Although, higher above ground plant height, number of leaves, number of side branches and mass above ground has been achieved when growing transplants and plants French Marigold in substrate in comparison with those grown in soil (Japundžić-Palenkić et al., 2018). In this research, more buds have been counted on plants growth in soil (3.46) than in those from substrate (3.11). In the research of Japundžić-Palenkić et al. (2018) significantly higher number of buds have been determined in plants growth in substrate. Regarding dynamics of buds forming through the whole observation period significant correlation have been determined ( $r=0.68^{**}$ ) in development on plants from substrate and those from the soil. In average, number of flowers of plants cultivated in substrate was higher (4.08) than those from the soil (2.96). Which is in accordance with results of Kanacharoenpong et al. (2003), Maslanka et al. (2017) and Japundžić-Palenkić et al. (2018). Significant correlation have been determined between flower development among used growing media  $r=0.76^{**}$ . Difference in number of buds and flowers (depending of cultivation method) is consequence of bud falls after transplanting. Bud falls can be explained as a reaction of the plant on stress caused by transplanting. Literature confirms that plant stress because of transplanting is recognised and can be prevented by using biostimulators (Parađiković i sur., 2009., Parađiković i sur., 2018.). In average, flower diameter of French Marigold growth in substrate was bigger (2.44 cm) than those from the soil (2.03 cm). Although, similar results determined in their research Kanacharoenpong et al. (2003). Significant correlation have been determined ( $r=0.69^{**}$ ) between diameter of flowers cultivated in soil and substrate during cultivation period. Literature quotes that Marigold is a plant easy for cultivation, tolerant for different agroecological conditions so results of this research indicates that for growth and development of transplants and plants of French Marigold depends of growing media used for production. Dynamics of development of buds, flowers and diameter of flowers was in significant correlation with growing conditions in this research but it did not influence the decorative purpose of French Marigold production because flower with high decorative values enables wide usage of French Marigold (Dudaš et al., 2014). Cultivation of French Marigold for the purposes of insecticid, fungicid and nematocid function which can be correlated with dimensions of transplants and plants opens the space for further research of influence of growing media on French Marigold quality.

### **Carrot**

Carrot germination is in general in this research was lower than the declared (88%). Lower percentage of germination in correlation with declared one was determined in previously research by Japundžić-Palenkić et al. (2017). Germination of carrot in Luvisol type of soil (Osijek Baranya county) was 81% and in the Haplic Gleysol (Brod Posavina county) it was 56%. Difference in germination in Haplic Gleysol was 25 % so it was statistically very significant ( $P\leq 0.01$ ) in comparison with declared values, which can be explained with physico-chemical properties of the soil (Japundžić-Palenkić et al., 2017). Furthermore morphological

properties of carrot were under significant influence of soil type (Table 3). Average root length of carrot cultivated in Luvisol was 9.02 cm and in Haplic Gleysol 5.8 cm (Table 3). Determined difference was 3.21 cm and the significant influence on the root length by soil type was determined. Diameter of carrot root in Luvisol was 2.38 cm and in Haplic Gleysol 1.67 cm (Table 3) with significant influence of soil type on root diameter and it was 0.71 cm. Root mass from Luvisol was 26.95 g and in Haplic Gleysol 8.71 g (Table 3). Difference in root mass was 18.24 g which is statistically very significant ( $P \leq 0.01$ ). Mass of the leaves was significantly different between carrot cultivated in Luvisol (5.88 g) in comparison with those from Haplic Gleysol (1.79 g) (Table 3). Furthermore number of leaves differs significantly for carrot from Luvisol (4.52) and from Haplic Gleysol (3.65) (Table 3). Determined difference was 0.87. Statistically significant difference in leaves length was 10.12 cm. Longer were leaves of the carrot from Luvisol (25.57) than the leaves of plants from Haplic Gleysol (15.65) (Table 3).

**Table 3** Significance of soil on length of root (LR), diameter of root (DR), mass of root (MR), mass of leaves (ML), number of leaves (NL) and length of leaves (LL) carrot

Soil	LR (cm)	DR (cm)	MR (g)	ML (g)	NL	LL (cm)
Luvisol	9.01 A	2.38 A	26.95 A	5.88 A	4.52 A	25.77 A
Haplic Gleysol	5.8 B	1.67 B	8.71 B	1.79 B	3.65 B	15.65 B
LSD <sub>0.01</sub>	0.68	0.18	4.11	4.08	0.51	3.47

A, B  $P \leq 0.01$

Based on gathered results it is evidently that carrot was better developed in Luvisol in comparison with Haplic Gleysol. Luvisol belongs to category of soils with higher levels of available P while Haplic Gleysol belong to category of soil with low available P which can be a reason for better development of carrot in Luvisol. Wellknown fact is that plant needs P when develops root system and when there is transition from vegetation to reproductive phase in plant development. The maximum plant height of carrot and root volume as well as root diameter have been determined by Kassie et al. (2020) and Zakir et al. (2012) respectively, by increasing quantity of Phosphorus in fertilization. Kassie et al. (2020) cit. Getachew and Mohammed (2013) quote that for the carrot suitable  $pH_{H_2O}$  reaction is between 6.0 to 7.5. In Luvisol the  $pH_{H_2O}$  was 6.64 and in Haplic Gleysol it was  $pH_{H_2O}$  7.36. Therefore the difference between them did not influence the final outcome. Root length of carrot depends on the physical properties of the soil and plant nutrition (Tanveer et al., 2014). Sandy soils are well suited for carrot production and are used for this purpose in many states (Hochmut et al., 1999). Analyzes determine differences in texture of used soils so Luvisol soil type can be sorted as soil suited texture (<20% clay) for carrot production and Haplic Gleysol which contains 49.82 % is not suitable for carrot production. According to Paradiković (2009) clay soils are unsuitable for carrot development because it causes root deformation while soils suitable for carrot production are sandy soils. Pereira et al. (2015) quote that carrot depends of agroecological conditions which includes the influence of the soil, what was proved with this research. Although, Onanuga and Fat (2020) have determined significant influence of physic-chemical soil properties on yield of a carrot. According Mwangi et al. (2020) soils with a high bulk density and relatively low available P limited the development and penetration of the roots and loam soils with lower bulk density and higher levels of available P would enhance root development and facilitate penetration. Luvisol as a most frequent soil type in Croatia (12,63%) and Eugley

as a third soil type by proportional presentation in Croatia (8,97%) has been used in this research (Bogunović, 1998). Carrot production is not well developed in Croatia (in comparison with other cultivars) so the results of this research implies on possibility of increase the production in the areas occupied by Luvisol.

## CONCLUSIONS

All measured parameters of French Marigold transplants (height, number of leaves, number of branches and mass of fresh transplant) and plants (height, number of branches, diameter of stalk, mass of the above the ground and mass of dry matter of the above of the ground) used in this research significantly ( $P \leq 0.01$ ) depended on growing media. Physico-chemical properties Eugley soil type (Haplic Gleysol) negatively influenced on the quality of French Marigold in comparison with substrate prepared for flower production. Morphological properties of the carrot measured in this research were significantly ( $P \leq 0.01$ ) higher in Luvisol soil type than in Eugley (Haplic Gleysol) soil type. Overall results revealed that production of French Marigold and carrot is limited by physico-chemical properties of growing media which opens perspective for further investigation.

## REFERENCES

- Aslam, A., Zaman, F., Qasim, M., Ziaf, K. 2016. Impact of Nitrogen and Potash on Growth, Flower and Seed Yield of African Marigold (*Tagetes erecta* L.). *Scientia Agriculturae*, 14(2), 266-269pp. DOI:10.15192/PSCP.SA.2016.14.2.266269
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Husnjak, S., Sraka, M. 1998. Inventory of Soils in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 63(3), 105-112pp.
- Croatian Bureau of Statistics, [https://www.dzs.hr/default\\_e.htm](https://www.dzs.hr/default_e.htm) October 15, 2021.
- Du, R., Liu, J., Sun, P., Li, H., Wang, J. 2017. Inhibitory effect and mechanism of *Tagetes erecta* L. fungicide on *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum*, scientific reports, 7(1): 14442, DOI:10.1038/s41598-017-14937-1
- Dudaš, Slavica, Irena Šestan, 2014. Effect of seedling growing technology and Bio-Algeen S-90 application on plantlets quality of French Marigold (*Tagetes patula* L.) „Orange boy“, *Journal of the Polytechnic of Rijeka*, 2 (1), 333-342pp.
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960.): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden II. Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Lantbr. Hogsk. Annlr. W.R.* 26: 199-215pp.
- Fabrick, J.A., Yool, A.J., Spurgeon, D.W. , 2020. Insecticidal activity of marigold *Tagetes patula* plants and foliar extracts against the hemipteran pests, *Lygus hesperus* and *Bemisia tabaci*. *PLoS ONE* 15(5): e0233511. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233511>
- Grubišić, D., Uroić, G., Ivošević, A., Grdiša, M. 2018. Nematode Control by the Use of Antagonistic Plants. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(4), 269-275pp.
- Hochmut, G. J., Brecht, J. K., Bassett, M. J. 1999. Nitrogen fertilization to maximize carrot yield and quality on a sandy soil. *HortScience* 34(4), 641-645pp.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Hou, J., Yang, G. 2011. Evaluation of growing medium composition on marigold (*Tagetes erecta* L.) seedling quality. *Acta Hortic.* 891, 237-240pp. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.891.28 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.891.28>

HRN ISO 11464 (2004.): Soil quality. Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. Croatian Standards Institute Zagreb

Husnjak, S., Rossiter, D.G., Hengl, T., Miloš, B. 2004. Soil inventory and soil classification in Croatia: historical review, current activities, future directions. [http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/\\_static/files/pdf/Overview\\_Soil\\_survey\\_HR\\_2004\\_334.pdf](http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/_static/files/pdf/Overview_Soil_survey_HR_2004_334.pdf) October 11, 2021.

ISO (2005.): Soil quality. Determination of pH. International standard. ISO 10390

ISO (1998.): Soil quality. Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. HRN ISO14235

ISO (1995.): Soil quality. Determination of carbonate content. Volumetric method. HRN ISO 10693

ISO (2009.): Soil quality. Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. ISO 11277

Japundžić-Palenkić, B., Ćuk, S., Romanjek Fajdetić, N. 2017. The genotype influence on seed germination and seedlings traits of carrot. Proceedings of 10th international scientific/proffesional conference Agriculture in nature and environment protection, 129-133pp.

Japundžić-Palenkić, B., Jagodar, K., Romanjek Fajdetić, N., Božić-Ostojić, Lj. 2018. Effect of growing media on *Tagetes patula nana* plants quality. Proceedings 9th International Scientific and Expert Conference TEAM, Novi Sad, 314-320pp.

Kassie, K., Kibret, K., Amare, T. 2020. Effect of Dung Cake Biochar and NP Fertilizers on Growth and Yield of Carrot (*Daucus carrota* L.) and Selected Soil Physico-Chemical Properties. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 8(9), 1822-1832pp. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i9.1822-1832.3299>

Kanacharoenpong, A., Shutsirung, A., Teplikitkul, S., Konjai, J. 2003. Effect of mixing media on growth and flower yield on marigold <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2005001536>, August 15, 2021.

Kotecha, P. M., Desai, B. B., Madhavi, D. L. 1998. Handbook of Vegetable Science and Technology, 1st Edition, 1998, eBook ISBN9780429078118, Chapter 5 (Carrot), 22p.

Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak-Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. 2016. Vegetable crops, Zrinski d.d., Čakovec, 660pp. (In Croatian)

Mašlanka, M., Magdziarz, R. 2017. The influence of substrate type and chlormequat on growth and flowering od marigold (*Tagetes* L.). *Folia Horticulturae* 29(2), 189-198pp. DOI: [10.1515/fhort-2017-0018](https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0018)

Mwangi, E., Ngamau, C., Wesonga, J., Karanja, E., Musyoka, M., Matheri, F., Fiaboe, K., Bautze, D., Adamtey, N., 2020. Managing Phosphate Rock to Improve Nutrient Uptake, Phosphorus Use Efficiency, and Carrot Yields. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 20(4)

Onanuga, A. O., Fat, R. W. 2020. Growth and Yield Variability of Corn (*Zea mays*), Carrot (*Daucus carota*), Peas (*Pisum sativum*) and Potatoes (*Solanum tuberosum*) Grown in Fallow and Unfallow Standoff Alberta Community Garden Soils. *Journal of Agricultural Science*, 12(2), doi:10.5539/jas.v12n2p15

Pereira, G. A. M., Oliveira, M. C., Braga, R. R., Silva, D. V., Oliveira, A. J. M., Fernandes, J. S. C., Carvalho de Andrade, V. J. 2015. Growth of carrot cultivars in different environments. *Comunicata Scientiae*, 6(3), 317p. +. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A444095020/AONE?u=anon~f416efd&sid=googleScholar&xid=1cde de79. August 17, 2021.

Pandey, N., Rijal, S., Adhikari, H., Bhandari, B., Adhikari, M. 2020. Production Economics and Determinants of Carrot (*Daucus carota* L.) production in Chitwan, Nepal. *International Journal of Social Sciences and Management*, 7(1-4), 234-241pp.

Parađiković, N., Teklić, T., Guberac, V., Vinković T. 2007. Influence of temperature on lettuce (*Lactuca sativa* L.) and carrot (*Daucus carota* L.) seed germination and emergence, *Sjemenarstvo* 24 (2), 111-119pp.

Parađiković, N., Vinković, T., Radman, D. 2008. Influence of biostimulant on seed germination of some flower species. *Sjemenarstvo* 25(1), 25-33pp.

Parađiković, N. 2009. Opće i specijalno povrćarstvo, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Osijek, 536pp. (In Croatian)

Parađiković, N., S. Zeljković, G. Đurić, T. Vinković, J. Mustapić-Karlič, G. Kanižaj, D. Iljkić, 2009. Growth and development of Mexican Marigold (*Tagetes erecta* L.) under influence of substrate volume and biostimulant treatment. *Proceedings of 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture*, 786-790 pp. [http://sa.agr.hr/pdf/2009/sa2009\\_p0804.pdf](http://sa.agr.hr/pdf/2009/sa2009_p0804.pdf), August 15, 2021.

Parađiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., Špoljarević, M. 2018. Biostimulants research in some horticultural plant species - A review. *Food and Energy Security* 8(2), DOI:[10.1002/fes3.162](https://doi.org/10.1002/fes3.162)

Sharafzadeh, S., Mirshekari, M. 2013. Impact of Growing Medium and Wastewater Irrigation on Vegetative and Flowering Characteristics of *Tagetes erecta* L. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)* 5(4), 341-343pp. <http://ijagcs.com/.../341-343.pdf>

Tanveer, A., Amjad, M., Iqbal, Q., Nawaz, A., Iqbal, Z., 2014. Integrated nutrient management practices improve growth and yield of carrot. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 20, 1457-1465pp.

Vidaček, Ž., Bogunović, M., Sraka, M., Husnjak, S. 1998. Evaluation of Soil Suitability for Regional Planning in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 63(3), 169-177pp.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Zakir, H.M., Sultana, M.N., Saha, K.C. 2012. Influence of Commercially Available Organic vs Inorganic Fertilizers on Growth Yield and Quality of Carrot. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 5, 39-45pp.

Zeljkočić, S., Parađiković, N., Vinković, T., Tkalec, M., Maksimović, I., Haramija, J. 2013. Nutrient status, growth and proline concentration of French marigold (*Tagetes patula* L.) as affected by biostimulant treatment. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11 (3&4), 2324-2327pp.

Zeljkočić, S. 2013. Biostimulants application in production begonia (*Begonia semperflorens* Link et. Otto) and marigold (*Tagetes patula* L.). <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=RS2017000815>, August 15, 2021.

ICAAW2021



## **EFFECT OF FUNGICIDES ON SUNFLOWER FUNGAL INFESTATION AND YIELD**

**Ferenc Pál-Fám<sup>1</sup>, Roman Rolbiecki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Plant Production, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE), Kaposvár Campus, H-7400 Kaposvár, Guba S. 40, Pal-Fam.Ferenc.Istvan@uni-mate.hu

<sup>2</sup>Department of Agrometeorology, Plant Irrigation and Horticulture, Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, 85-029 Bydgoszcz, Poland

### **Abstract**

Fungal pathogens have a great effect on sunflower production, they can significantly reduce the viability of plants as well as the yield. The use of fungicides in sunflower production is not common in Hungary, therefore the national average yield can be called low. In the framework of a five-year study, 6 fungicidal active substances were tested in order to investigate the effect of fungal pathogens on plant infestation and the yield. The aim was also to examine the effectiveness in years with different weather conditions.

The subjects of the study were medium-early-maturing, high oleic IMI sunflower hybrids, in which it was examined the effect of early, late and early + late fungicide treatments on infection frequency, infection degree, and yield in a large-plot experimental setup.

It can be stated that each active substance significantly reduced the incidence of infection (between 20% and 80% in each year). In the case of the degree of infection, the decrease is even more pronounced (between 50% and 95% in each year). An important result is that each active ingredient has eliminated or minimized the occurrence of *Sclerotinia sclerotiorum*, which may result in the greatest yield loss in sunflower in Hungary.

Fungicide treatments also had a significant effect on yield. Each active ingredient and technique increased the yield by 0.7% to 18.7%, with an average yield increase of 12%. The lowest values were in the case of late treatment, followed by early treatment, while the largest increase was in the case of early + late combined treatment.

In conclusion, although the majority of sunflower growers in Hungary do not use fungicides, their use can result in a significant increase in yield, especially in years with good weather and using double treatment.

**Keywords:** Sunflower, fungicide, microfungi infection, yield

### **INTRODUCTION**

Sunflower is one of the largest surface-producing oilseeds. From the perspective of food industry, it contains about 40% edible oil and 23% protein (Weiss, 2000). Its yield can be damaged by several fungal pathogens that cause significant qualitative and quantitative yield loss (Malcolm et al., 2013; Ghoneem et al., 2014). Chemical control plays a key role in the elimination of these pathogens (Addrah et al 2020).

At the EU level, Hungary is one of the major sunflower-growing countries. The average growing area is around 600,000 hectares per year, with total harvests reaching 2 million tonnes each year. Yield averages are also close to 3 t/ha in better years, being in this way the third highest in the EU. (KSH, 2021)

Fungal pathogens have a great effect on sunflower production, they can significantly reduce the viability of plants as well as the yield. Nevertheless, the use of fungicides in sunflower cultivation is not widespread in Hungary, as it is profitable to grow this plant without it.

## MATERIAL AND METHODS

The examinations took place between 2014 and 2017 in Somogy county, around Kaposvár, Southwest Hungary. The hybrids tested were Syngenta ‘NK Tutti’ (2014), Syngenta ‘NK Talento’ (2015), and Syngenta ‘SY Excellio’ (2016, 2017), all of them medium-ripening, high oleic IMI sunflower hybrids. Fungicide treatments were performed in association with the phenology of sunflower. After sowing, the first spraying took place in the early budding state of the sunflower (T1) and the second spraying at the beginning of flowering (T2). (Table 1.)

The study areas can be considered homogeneous in terms of exposure, lighting, but also in terms of soil type, nutrient content, pre-crops and soil preparation. The area of the plots was 0.1 hectares each, which is considered a large-plot experiment in a banded arrangement (Aponyiné et al., 2004). In this way, the effects of the fungicide treatments could be studied under large-scale operating conditions, on the basis of the same technologies used. Each plot was 24 rows, i.e. 18 m wide, which corresponds to the sprayer width. To eliminate possible edge effects, a minimum of one sprayer-width area was omitted at the edges of the board.

Following the fungicide treatments, in mid-August, plant bonitation was carried out, during which the number of appearances of different pathogenic microfungi was determined, starting from a randomly selected site in each plot in 2 x 100-100 sunflower individuals (Aponyiné et al., 2004). The infection degree of each plant individual were also documented. The areas between rows 4 and 20 of each plot were used to eliminate possible border effects. The harvest took place in early September.

Table 1. The treatments and doses in the different sample areas:

Sample site	Fungicide T1	Dose T1	Fungicide T2	Dose T2
1.	(Control)			-
2.			Dimoxystrobine + Boskalide <b>DB</b>	0.5 l/ha
3.	Dimoxystrobine + Boskalide <b>DB</b>	0.4 l/ha		
4.	Pikoxystrobine + Cyproconazole <b>PC</b>	0.75 l/ha	Cymoxanil + Famoxadone <b>CF</b>	0.4 kg/ha

5.	Pikoxystrobine + Cyproconazole <b>PC</b>	0.75 l/ha	Pikoxystrobine + Cymoxanil + Famoxadone <b>PCF</b>	0.75l/ha// 0.4 kg/ha
6.	Pikoxystrobine + Cyproconazole <b>PC</b>	0.8 l/ha		
7.	Pikoxystrobine + Cymoxanil + Famoxadone <b>PCF</b>	0.75 l/ha// 0.2 kg/ha		
8.	Trifloxystrobine + Cyproconazole <b>TC</b>	0.4 l/ha	Trifloxystrobine + Cyproconazole <b>TC</b>	0.4 l/ha
9.	Trifloxystrobine + Cyproconazole <b>TC</b>	0.4 l/ha		

Based on the admission protocols, the infection frequency for a given pathogen and also for the all pathogens was calculated. In addition, the infection degree by pathogen and in total was also calculated.

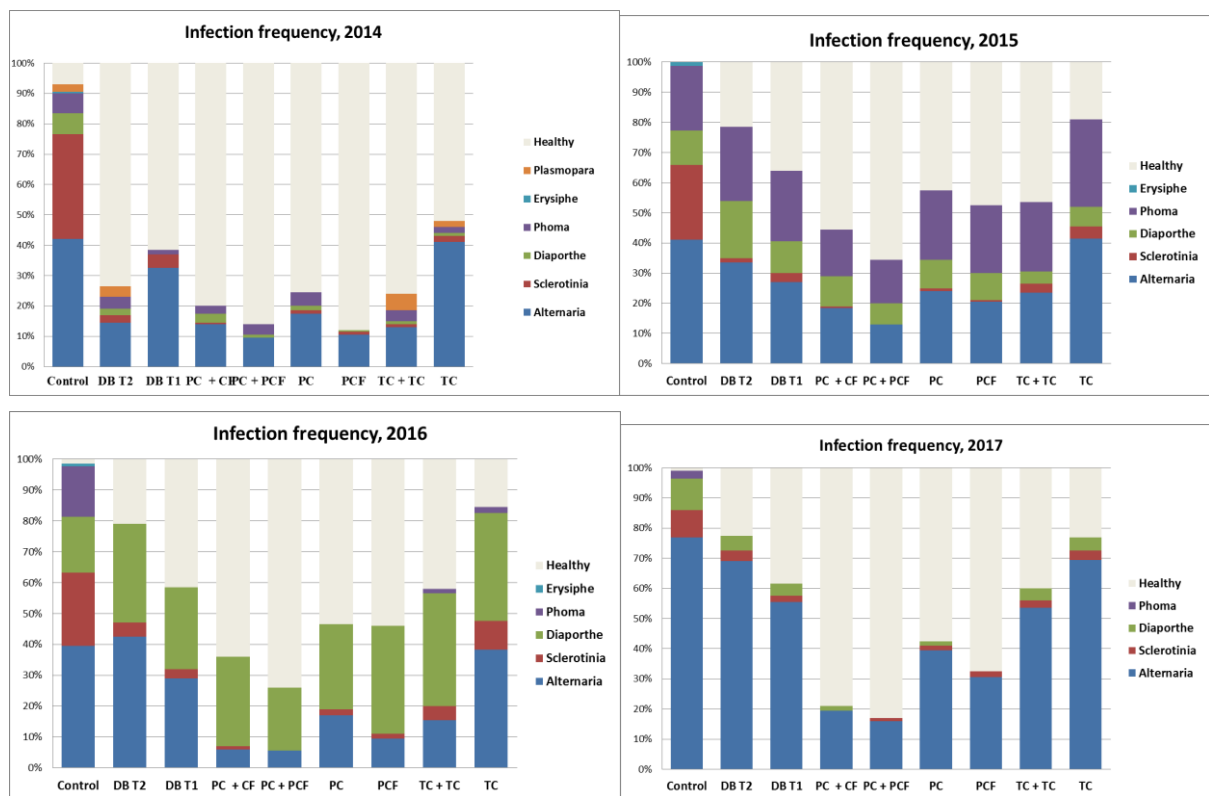
Due to the higher accuracy, the yields were not calculated by an estimation method, but by measuring the yield of the whole plot. Thus, it was used the most reliable, accurate method according to the 'Fungicide and Bactericide Test Methodology' (Aponyiné et al., 2004). The yield results were standardized in kg/ha. The garbage content was calculated to be 7% for each sample, and the yields were corrected according to the moisture measurement results of the samples.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Infection frequency of the investigated stands*

Depending on the yearly weather conditions, 4-6 species of sunflower pathogenic microfungi appeared in the different years: *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki et Nishih., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, *Diaporthe helianthi* Muntanola-Cvetkovic Mihaljcevic et Petrov, *Phoma macdonaldii* Boerema (syn. *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi), *Erysiphe cichoracearum* DC. and *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et De Toni. All of these always occurred in the control stand. *Alternaria*, *Sclerotinia* and *Diaporthe* infections affected the plants most frequently and to the greatest extent (Figure 1.).

Figure 1. Infection frequencies of the stands in the different years.



Each of the tested fungicides significantly reduced the infection frequency for all pathogens. Practically all treatments reduced the incidence of *Sclerotinia* infection, which is considered to be the most dangerous in Hungarian conditions of sunflower production.

#### ***Infection frequency of the particular pathogens***

All fungicides were effective against *Alternaria* and *Diaporthe*, reducing significantly their value. The least effective were the T2-only treatments, which barely reduced this value, while the double (T1 + T2) treatments were the most effective (Figure 1.).

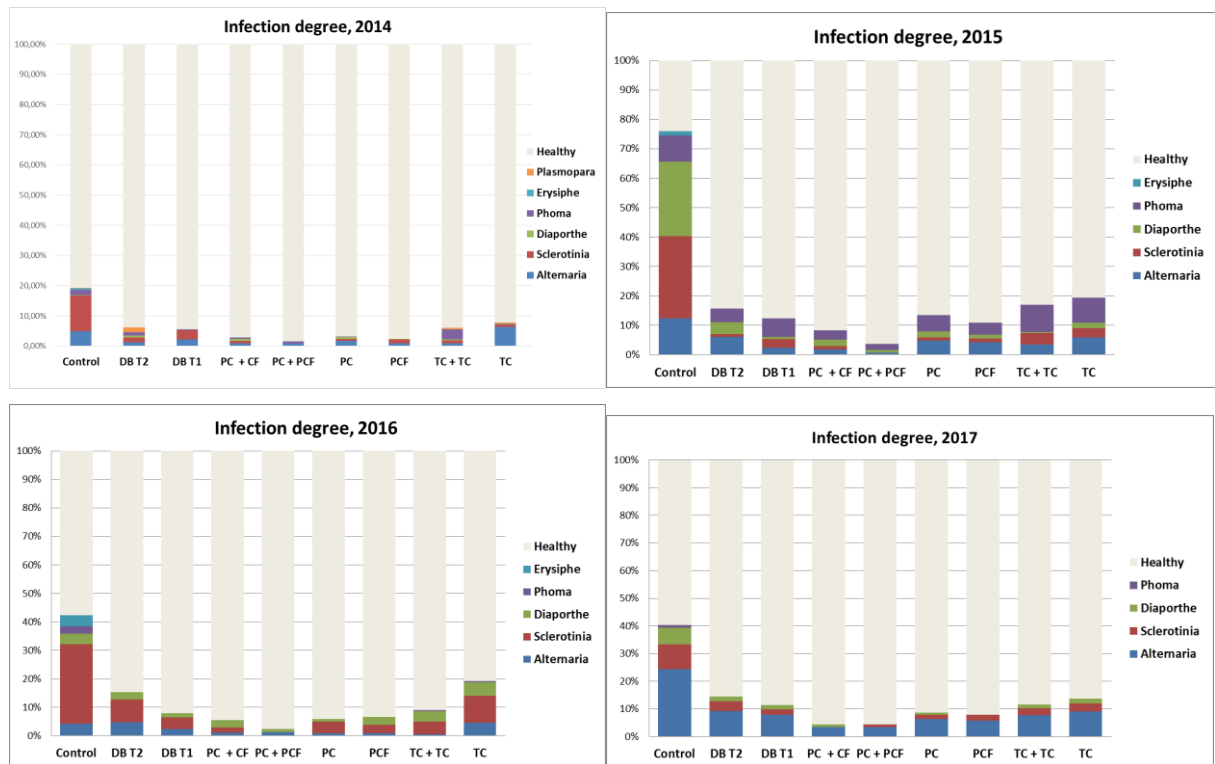
*Sclerotinia*, *Phoma*, *Erysiphe*, and *Plasmopara* also had a significant reduction in infection frequencies in all cases.

Multiple infections and secondary infections also occurred in many cases, but only in the control stands, such as *Diaporthe* + *Alternaria* + *Sclerotinia* + *Cladosporium*.

#### ***Infection degrees of the investigated stands***

Based on the cumulative infection, the efficacy of fungicides appeared even more exponentially. Here again, it is evident that the T2 treatment is the least effective, while the double (T1 + T2) treatment is the most effective (Figure 2.).

Figure 2. Infection degrees of the stands in the different years.

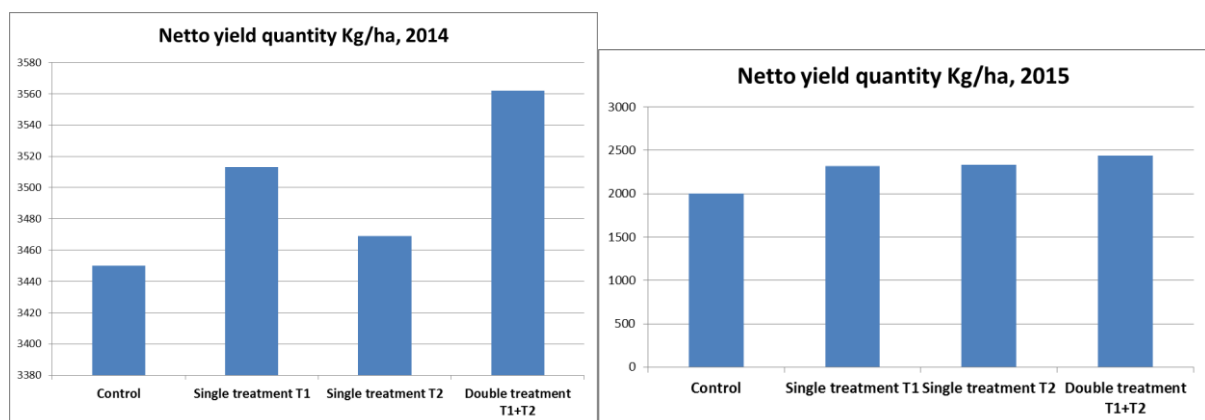


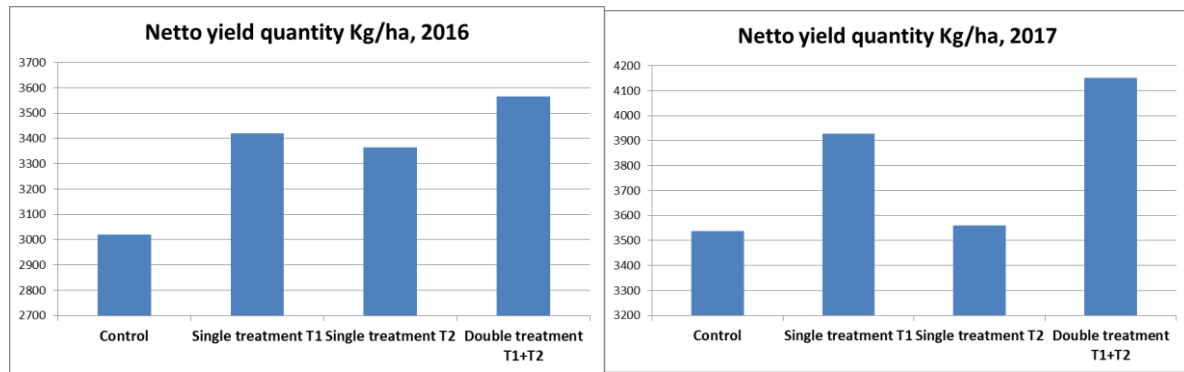
### *Yields of the investigated stands*

The yield quantities shows the same trend, in ascending order of control, followed by T2 treatment, T1 treatments, and the highest yields were in the case of T1 + T2 treatments (Figure 3.).

In each of the double treatments, the effect of the second treatment is unquestionable, the plots treated in this way gave higher yields (Figure 3.). This was clearly due to the annual weather, as practically the entire vegetation period favored the spread of one of the microfungi.

Figure 3. Yield quantities of the stands in the different years.





## CONCLUSIONS

Each of the tested fungicides resulted in a significantly lower infection frequency compared to the control area, and the infection degree was also lower for all tested fungicides. This is certainly proof of the importance of fungicide treatments.

In parallel, the specific yields were higher on the treated plots. With the exception of 2015, the yields were higher than the national averages (2014: 2.69 t/ha; 2015: 2.55 t/ha; 2016: 2.98 t/ha; 2017: 2.91 t/ha, KSH, 2021), also proving that the use of fungicide treatments is profitable.

Late (T2) treatment was the least effective in each year, so it can be stated that it is advisable to plan fungal control to the early (T1) state if only one treatment is planned.

One of the most important conclusions is that for *Sclerotinia*, which is considered to be the most dangerous in Hungary, all fungicides were effective in significantly reducing or eliminating the infection.

In each of the double treatments, the effect of the second treatment is unquestionable, the plots treated in this way gave higher yields. This was especially significant in the years when the annual weather favored the spread of more microfungi.

## REFERENCES

- Addrah, M. E., Zhang, Y., Zhang, J., Liu, L., Zhou, H., Chen, W., and Zhao, J. 2020. Fungicide treatments to control seed-borne fungi of sunflower seeds. *Pathogens*, 9(1), 29.
- Aponyiné Garamvölgyi I., Kis Gy. and Magyarné Lőrincz N. 2004. [Fungicide and bactericide test methodology] Fungicid és baktericid vizsgálati módszertan. Budapest, pp. 6-40.
- Ghoneem, K.M., Ezzat, S.M. and El-Dadamony, N.M. 2014. Seed-borne fungi of sunflower in Egypt with reference to pathogenic effects and their transmission. *Plant Pathol. J.*, 13, 278–284.
- KSH (2021): Hungarian Central Statistical Office. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu), 2021 sep. 30.
- Malcolm, G.M., Kulda, G.A., Gugino, B.K. and Jiménez-Gasco, M.M. 2013. Hidden host plant associations of soilborne fungal pathogens: An ecological perspective. *Phytopathology* 103, 538–544.
- Weiss, E.A. ed. 2000. Sunflower. In *Oilseed Crops*, 2nd ed. Blackwell Science Ltd. London, UK; pp. 205–243.



## **RECOVERY AND MANAGEMENT OF RAINWATER IN PRODUCTION PLANTS**

**Tomasz Jakubowski<sup>1</sup>, Serhiy Syrotyuk<sup>2</sup>, Vasyi Lopushniak<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>University of Agriculture in Krakow, Krakow, 31-120, Poland

<sup>2</sup>Faculty of Mechanics and Power Engineering, Lviv National Agrarian University, 80381 Dublyany, Ukraine

<sup>3</sup>National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, 03041, Ukraine

### **Abstract**

Water is one of the natural resources and is a basic ingredient of any living beings, is also required in large quantities for different sectors like irrigation, industries, transportation, and hydroelectricity plants. Rainwater harvesting is an expertise for collection and efficient storage of rainwater from different rooftops of residential buildings, ground surface, rock catchments, etc. Currently, one of the simplest and cheapest ways to collect rainwater is to recover it from roofs. Many residential houses are equipped with rainwater recovery, storage and management systems. From the point of view of water management, the recovery of water from the roofs of industrial plants (production halls, etc.) seems to be important. Such facilities are characterized by large roof surfaces, which allows for the collection of significant resources of this raw material.

The publication presents the results of quantitative research on the recovery and methods of rainwater management in production plants. The subjects of the research were exclusively agri-food companies.

The results show that nearly 70% of the surveyed enterprises are equipped with any rainwater recovery system. The surveyed production plants use rainwater exclusively for their own needs: irrigation of company green areas (91%), pre-washing of transport vehicles (8%) and other purposes (<1%).

**Keywords:** rainwater, collection, storage, mangement

## **ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING GEOTHERMAL ENERGY IN GREENHOUSE PRODUCTION**

**Sławomir Kurpaska<sup>1</sup>, Mirosław Janowski<sup>2</sup>, Maciej Gliniak<sup>1</sup>, Anna Krakowiak-Bal<sup>1</sup>  
and Urszula Ziemiańczyk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Bioprocess Engineering, Power Engineering and Automation, Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow, Balicka 116b, 30-149 Krakow, Poland corresponding Author: anna.krakowiak-bal@urk.edu.pl

<sup>2</sup>Department of Fossil Fuels, AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland

### **Abstract**

The use of geothermal water in greenhouse cultivation enables the implementation of the production cycle throughout the year while reducing energy costs. The aim of this paper is to analyse the energy and economic efficiency of covering the heating needs of greenhouse objects by using geothermal boreholes under the conditions in Poland. Three locations for the geothermal boreholes were selected for an analysis based on two factors: existing energy resources and traditions of greenhouse production. Based on basic heat transfer relations, the heat demand of modern greenhouse constructions was determined. The monthly and year-round heat demand was determined for facilities with diversified heights of the side walls. The calculated annual heat demand ranged from 11.05 to 12.46 TJ. Based on data on the geothermal energy potential in Poland, investment costs and payback periods were determined for the analysed locations. The analysis showed that, under the adopted conditions, without additional co-financing, and in one of the considered locations, the investment will result in positive financial effects after 15 years. In the case of co-financing, at the level of currently existing values, all locations—irrespective of the assumed period of exploitation—showed satisfactory financial effects.

**Keywords:** greenhouse; heat exchange; geothermal energy; payback period

## **EFFECTS OF SURFACE DRIP IRRIGATION OF MID-EARLY POTATO CULTIVAR 'VINETA' ON A VERY LIGHT SOIL IN CENTRAL POLAND**

**Roman Rolbiecki<sup>1</sup>, Stanisław Rolbiecki<sup>1</sup>, Anna Figas<sup>1</sup>, Barbara Jagosz<sup>2</sup>, Dorota Wichrowska<sup>1</sup>, Piotr Stachowski<sup>3</sup>, Daniel Liberacki<sup>3</sup>, Hicran A. Sadan<sup>1</sup>, Ferenc Pal-Fam<sup>4</sup>, Atilgan Atilgan<sup>5</sup>, Witold Ossowski<sup>1</sup>, Sławomir Sositko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bydgoszcz University of Science and Technology, Poland

<sup>2</sup>University of Agriculture in Krakow, Poland

<sup>3</sup>Poznań University of Life Sciences, Poland

<sup>4</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, Hungary

<sup>5</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Alanya/Antalya, Turkey

### **Abstract**

The purpose of the research was to determine the water needs and results of drip irrigation of mid-early potato cultivar 'Vineta'. Study were carried out in central Poland in 2014–2016 on very light soil. The experiment was designed as two-factorial trials with four replications. The first factor was drip irrigation: O = control (without irrigation), D = drip irrigation. The second factor was the nitrogen fertilization method: P = broadcasting, F = drip fertigation. Nitrogen fertilization was 120 kg N ha<sup>-1</sup> on each plot. Drip irrigation increased the marketable tuber yield and all the estimated features such: single tuber weight, numer of tubers from single plant. Irrigation water use efficiency increased was higher at D + F plots in comparison to D + P. The productivity of 1 kg of nitrogen fertilization was the highest when fertilization was applied by fertigation.

**Keywords:** Chlorogenic acid, dry matter, FRAP, polyphenolic compounds, *Solanum tuberosum* L, sugars, vitamin C

## TOPRAK VERİMLİLİĞİNDE SOLUCAN KOMPOSTUNUN ÖNEMİ

Cennet Yaylacı, İbrahim Erdal\*

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Cennet YAYLACI, ORCID:0000-0002-0212-917X

İbrahim ERDAL, ORCID: 0000-0001-8177-948X

\*İletişim: [ibrahimerdal@isparta.edu.tr](mailto:ibrahimerdal@isparta.edu.tr), ORCID: 0000-0001-8177-948X

### Özet

Toprak organik maddesi; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine doğrudan veya dolaylı etkileri sayesinde toprakların verimlilikleri üzerinde son derece önemli etkilere sahiptir. Buna rağmen tarım topraklarının yoğun ve bilinçsiz kullanımı toprakların doğal organik madde kapsamlarının giderek azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, topraklarımızın verim değerlerinin giderek azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, toprak verimliliğinin önemli bir bileşeni olan toprak organik maddesinin toprağa geri kazandırılması gereklidir. Bunun en kolay ve etkili yolu ahır gübresi olmakla birlikte onu destekleyici veya alternatif kaynaklar bulmak gereklidir. Bunun için yeşil gübreleme yapmak, kompost kullanmak gibi alternatif uygulamalar başarılı bir şekilde kullanılan yöntemlerdendir. Son yıllarda toprak organik maddesini artırmada giderek yaygın kullanım alanı bulan bir diğer kaynak da solucan kompostu dur. Solucan kompostu olarak ta adlandırılan solucan kompostu belirli şartlarda olgunlaştırılan organik maddelerin solucanların sindirim sisteminden geçmesi sonucu oluşmakta ve gübre potansiyeli açısından uygun bir hale gelmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Solucan gübresi, Organik madde, Toprak verimliliği

## THE IMPORTANCE OF VERMICOMPOST IN SOIL FERTILITY

### Abstract

Soil organic matter; It has extremely important effects on the fertility of the soils thanks to its direct or indirect effects on the physical, chemical and biological properties of the soil. Despite this, the intensive and unconscious use of agricultural soils causes the natural organic matter content of the soil to decrease gradually. This situation causes the fertility values of our soils to decrease gradually. Therefore, it is necessary to restore soil organic matter, which is an important component of soil fertility, to the soil. Although the easiest and most effective way is farm manure, it is necessary to find supportive or alternative sources. For this, alternative applications such as green manure and compost are among the methods used successfully. Another source that has been increasingly used in increasing soil organic matter in recent years is worm compost. Worm compost, also called vermicompost, is formed as a result of the organic materials matured under certain conditions passing through the digestive system of worms and becomes suitable in terms of fertilizer potential.

**Key words:** Vermicompost, organic matter, soil fertility

## GİRİŞ

Organik atıkların toprak solucanları tarafından kompostlaştırılması sonucu elde edilen solucan kompostu, kokusuz ve organik maddece zengin bir yapıya dönüşmektedir. Tarımsal, endüstriyel ve evsel atıkların solucan kompostu üretiminde kullanılması; hem organik atık yönetimi hem de toprak organik maddesi açısından oldukça faydalı bir uygulamadır. Solucanın vücudunda birtakım işlemlerden geçen kompostun, solucanların salgıladığı enzimlerin de yardımıyla gübre potansiyeli daha da artmaktadır. Solucanlar organik atıklar ile birlikte ortamdaki yabancı ot tohumlarını, patojen bakterileri, mantarları, nematodları da tüketmektedir. Bu evrede solucan sindirim sistemi, zararlı maddelerin büyük bir kısmını yok etmektedir. Solucanların sindiriminden geçen atıklar ise salgıladıkları bazı maddeler ile ortamdaki zararlıların yapısını bozarak farklı mikroorganizmalarca kolaylıkla tüketilebilmesini sağlamaktadır. Bu sebeplerle, uygun şartlarda üretimi tamamlanmış solucan kompostu içerisinde, insan sağlığına zararlı patojenler yer almamaktadır. Ayrıca içerisinde bulunan bakteriler, topraktaki zararlı bakterilerin aktivitelerini azaltarak hastalıklara karşı direnci arttırmaktadır (Yüksek ve ark., 2019; Abacıoğlu ve ark., 2020).

Üretilen solucan kompostunun kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri solucanlara yedirilen mama olmakla birlikte; gübrenin üretildiği ortam şartları, kullanılan solucanın türü ve solucan kompostu üretiminde uzmanlık gibi birçok faktör ürün kalitesini önemli derecede etkilemektedir. Diğer kompostlar ile karşılaştırıldığında; solucan kompostu üretiminde daha kaliteli bir ürün elde edilmesi, insan sağlığına zararlı patojenlerin ortadan kaldırılması gibi avantajları bulunmakla birlikte çok daha kısa sürede üretilmesi de solucan kompostu üretimini daha üstün kılmaktadır. Diğer yandan solucan bünyesinden geçmiş olan solucan kompostu; özellikleri ve besin maddesi kapsamı yönünden, başlangıçtaki organik materyalin bileşenine göre çok daha zengindir (Orozco ve ark., 1996; Namlı ve ark., 2014).

### **Solucan kompostu üretimi**

Solucan kompostu üretim için kullanılacak organik materyalin (mama) kullanıma hazır hale gelmesi, materyalin cinsine bağlı olarak farklı sürelerde gerçekleşir. En çok kullanılan materyal, kolay temin edilebilir olması ve kısa sürede olgunlaşması nedeniyle sığır gübresidir. Bunun yanında endüstriyel atıklar, tarımsal atıklar, evsel atıklar, pazar artıkları gibi birçok materyal uygun şartlarda olgunlaştırıldıktan sonra solucan maması olarak kullanılabilir. Verimli bir üretim için yığın içerisinde solucanlar için uygun koşulların oluşması gerekir. Özellikle nemin ve sıcaklığın optimum seviyelerde olması ürün verimi üzerinde en önemli çevresel faktörlerdir. Sıcaklık isteği solucan türüne göre değişmekle birlikte; solucan kompostu üretiminde en çok kullanılan türlerden biri olan *Eisenia fetida* için optimum sıcaklık 25 °C olup, sıcaklık toleransı 0 ile 35 °C arasında değişmektedir. Genel olarak 10 °C' nin altında "kokon" dediğimiz yumurta üretimi azalmakta ve beslenme yavaşlamaktadır. Yığının nem içeriği ise, solucanların büyüme hızı üzerinde etkili bir faktördür. Nem % 40'ın altına düştüğünde mikroorganizma faaliyetleri düşmekte, % 10'un altına düştüğünde ise tamamen durmaktadır. Çoğu tür için en uygun nem isteği % 50-90 arasında değişmektedir. Bunların dışında pH, havalanma, popülasyon yoğunluğu gibi birçok faktör solucan kompostu üretiminde etkilidir (Mısırlıoğlu, 2017). Şekil 1'de solucan kompostu üretilen yığınlar ve yığın içerisinde beslenen solucanlar görülmektedir (Anonim, 2021).



Şekil 1. Solucan kompostu üretiminde kullanılan yığın sistemi ve yığın içerisinde beslenen solucanlar

Yüksek oranda amonyak içermesi sebebiyle kanatlı hayvan gübreleri solucan maması olarak kullanılmamaktadır. Amonyak kokusu dışında yine solucan kompostu solucanlarını rahatsız eden soğan, sarımsak gibi kötü kokuya sebep olabilecek besinler ve narenciye türü bitki artıkları da solucan kompostu üretiminde tercih edilmezler.

Solucan kompostu üretimi için genellikle epigeik (ölü örtü ve/veya kompostları yiyen solucanlar) türleri solucanlar tercih edilmektedir. Bunlar içerisinde ticari olarak en çok kullanılanları ise “Kırmızı Kaliforniya Solucanı” olarak ta bilinen *Esensia spp.* ve *Lumbricus spp.* türleridir. Özellikle bu türlerin kullanılması; üreme oranlarının yüksek olması, ortam şartlarına yüksek oranda uyum sağlayabilmeleri, besin tüketimlerinin yüksek olması, daha kaliteli ürün elde edilmesi gibi birçok sebepten kaynaklanmaktadır.

Diğer yandan solucan kompostu üretimi yapılacak olan bölge koşulları da önemli bir faktördür. *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* ve *Dendrobaena veneta* türleri ılıman kuşak türleri olduğu için, ılıman bölgelerde kullanımı daha doğru olacaktır. *Lumbricus rubellus* ve *Perionyx excavatus* türleri ise sıcak tropik iklim özelliği gösteren bölgelere daha iyi adapte olmaktadır. Aşağıda şekil 2 ve şekil 3’te bu türler görülmektedir (Ceritoğlu ve ark., 2019).





Şekil 2. *Eisenia fetida* türü



Şekil 3. *Lumbricus rubellus* türü

### **Solucan kompostunun toprak özellikleri ve bitki gelişimine etkisi**

Solucan kompostu uygulaması, mineral gübre uygulamalarına göre toprakların pH'sını ve organik karbon içeriğini yükseltmektedir. İçerdiği organik madde sayesinde toprak porozitesini arttırmakta ve toprağın hacim ağırlığını önemli düzeyde düşürmektedir (Gopinath ve ark., 2008; Erhart ve Hartl, 2010). Toprağa uygulanan solucan kompostu strüktür stabilitesini ve toprakta agregatlaşmayı önemli düzeyde artırarak toprak verimliliğinin arttırmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca solucan kompostunun su tutma kapasitesi, yüksek havalanma ve gözenekli yapıya sahip olması, iyi bir toprak düzenleyicisi olduğunu göstermektedir (Sinha ve ark., 2013; Tavalı ve ark., 2013).

Toprağa uygulanan solucan kompostunun toprakların besin elementi içeriklerini arttırdığı yapılan birçok çalışmayla ortaya konulmuştur (Tavalı ve ark., 2013; Zibilske, 2004). Bitki besin elementlerince zengin olan solucan kompostu, toprak mikroorganizmaları, mikorizal mantar, humus, büyüme hormonları, oksinler, giberellinler ve sitokininleri de içeren bir organik gübredir. Diğer yandan solucan kompostu çayı olarak ta bilinen solucan kompostu üretimi sırasında yığından sızan su da bitki besin elementlerini içermekte ve bitkisel üretimde kullanılmaktadır (Zibilske, 2004; Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Ayrıca % 17-36 civarında hümik madde içeriği sayesinde özellikle organik madde içeriği düşük olan topraklarda yararlı olmakla birlikte, toprakta mineralizasyonu hızlandırmakta, toprak pH'sını düzenlemekte, bitkide kök ve gövdeyi uyarmak suretiyle verimin artmasına yardımcı olmaktadır (Atiyeh ve ark., 2000; Canellas ve ark; 2015; Hernandez ve ark., 2015). Solucan kompostu içerisinde bazı yararlı mikroorganizmalar bulunmakta olup, bu mikroorganizmalar bitkinin kök bölgesinde, rizosfere çeşitli antibiyotik, enzim ve gelişim düzenleyiciler salgılayarak etkili olmaktadır. Amino asit, enzim, humik asit, fulvik asit gibi bitki gelişimi için gerekli organik bileşikleri içermesi sayesinde solucan kompostu bitkiler için hormon aktivitesini arttırmakta ve hastalıklara karşı korumaktadır (Durukan ve ark., 2020).

Organik materyal solucanın sindiriminden geçerken besin elementleri parçalanıp ayrışarak bitkinin kolaylıkla kullanabileceği forma dönüşmektedir. Bu sayede bitki için gerekli besin elementlerini çözünmüş ve kolay kullanılabilir formda bulunmaktadır. Kolloidal formda olan mikro besin elementleri bitkiler tarafından topraktan kolayca alınabilmektedir. Bunun yanında solucan kompostu simbiyotik ve asimbiyotik azot bağlayan bakterileri de bulundurmaktadır. Böylece toprağın azot miktarını da arttırmaktadır. Solucan kompostu içinde besin elementleri

solucan mukusuyla çevrelenmiş biçimde olduğu için yavaş bir şekilde salınmakta olup, besin elementlerinin kaybı da önlenmektedir. Yine erozyonu önlemek, yabancı otların gelişmesini bastırmak, bitki köklerini yüksek sıcaklıklardan korumak solucan kompostunun önemli faydaları arasındadır.

Tarımsal üretimde solucan kompostu kullanımının ne kadar yapılması gerektiği konusunda yapılan araştırmalarda, farklı bitki türleri için farklı uygulama dozlarını önerilmektedir. Buna göre bazı bitkiler için uygulanması önerilen solucan kompostu miktarları Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2009; Anonim, 2021).

**Çizelge 1.** Solucan kompostunun tarımda uygulanma miktarları

<b>Bitki Türleri</b>	<b>Uygulama dozları</b>
<b>Sebzeler</b>	<b>kg /da</b>
Domates-Hıyar-Biber	100-250
Patates	90-110
<b>Tarla Bitkileri</b>	<b>kg /da</b>
Mısır	100-250
Pamuk	60-250
Şeker kamışı	125
Çeltik	250
Ayçiçeği	125
<b>Meyve Ağaçları</b>	<b>kg /ağaç</b>
Narenciye	1-4
Muz	2-3
Bağ	1-3
<b>Yeşil Alanlarda</b>	<b>gr/m<sup>2</sup></b>
Çim	150-200

### **Solucan kompostunun bazı özellikleri ve besin elementi içerikleri**

Solucan gübrelerinin içeriği, kullanılan organik atıklara bağlı olarak değişmektedir. Dünya genelinde yapılan farklı çalışmalardan elde edilen vermikompost bileşimine ilişkin değerler Çizelge 2, 3 ve 4 te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere, elde edilen solucan kompostuların pH değerlerinin 6.05 ile 9.46 arasında, EC değerlerinin 1.37-6.53 ds/m arasında, OM değerlerinin % 20.6-69.2 arasında, C değerlerinin % 1.56-48.17 arasında, C/N oranlarının ise 9.2-69.8 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yine elde edilen verilere göre solucan kompostuları toplam N, P, K, Ca, Mg ve S içerikleri sırasıyla % 0.55-3.6, % 0.11-4.7 % 0.40-3.01, % 0.08-6.8 % 0.11-1.1 ve % 0.55-0.73 arasında farklılaşmıştır. Kullanılan solucan kompostuların Mn, Zn, Cu, Fe, Na ve B içerikleri ise yine sırasıyla 3.53-828, 7057-552, 2.19-262.2, 175-8851, 2000-9700 ve 56-60 mg/kg arasında değişim gösterirken, belirlenen hümik+fulvik asit içeriklerinin ise % 22-46.1 arasında değiştiği saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Farklı çalışmalarda kullanılan solucan kompostlarının bazı özellikleri

Parametreler	Pramanik ve ark., 2007	Pant ve ark., 2009	Theunissen ve ark., 2010	Arancon, 2011	Açıkbaş ve Bel, 2016	Lim ve Wu, 2016
pH	6.05-7.15	6.9	-	-	7.6	8.37-8.75
EC (dS/m)	-	3.7	-	-	5.7	1.5-2.2
OM (%)	-	-	-	-	51.8	40.9-56.6
C (%)	18.5-34.2	23.7	-	-	27.8	-
C/N	9.2-31.8	-	15.5	-	-	-
Toplam N (%)	0.9-2.9	1.8	1.6	1.9	2.2	-
P (%)	-	2.3	0.46	4.7	0.52	0.32-0.39
K (%)	-	0.7	0.57	1.4	1.48	2.24-3.01
Ca (%)	-	-	0.5	-	4.21	0.08-0.12
Mg (%)	-	1.1	0.2	0.58	0.75	0.33-0.48
S (%)	-	-	-	0.55	0.73	-
Mn (mg/kg)	-	828	96.5	160	400	-
Zn (mg/kg)	-	552	24.5	516	156.4	-
Cu (mg/kg)	-	91	5	-	262.2	-
Fe (mg/kg)	-	8702	175	3454	7200	-
Na (mg/kg)	-	2000	-	3360	-	5170-9700
B (mg/kg)	-	56	-	58	60	-
HFA (%)	-	-	-	-	46.1	-

OM: organik madde; HFA: hümik+fulvik asit

**Çizelge 2 (devam)**

Parametreler	Amooaghaie ve ark., 2017	Hassan ve ark., 2015	Göksu ve Kuzucu, 2017	Maltaş ve ark., 2017	Köksal ve ark., 2017
pH	7.04	8.3	6.8	-	7.17
EC (dS/m)	3.2	5.1	5.5	-	1.37
OM (%)	-	20.6	69.2	48.95	38.70

C (%)	32.16	-	-	-	22.45
C/N	-	-	-	14.94	-
Toplam N (%)	3.60	1.23	2.2	1.90	3.34
P (%)	0.11	0.67	0.7	2.05	1.74
K (%)	0.89	0.94	-	2.83	0.99
Ca (%)	-	0.47	-	1.89	0.11
Mg (%)	-	0.64	-	0.92	0.22
Mn (mg/kg)	28.54	205	-	500	-
Zn (mg/kg)	78.68	88	-	100	-
Cu (mg/kg)	10.63	13	-	44	-
Fe (mg/kg)	5617	567	-	1575	-
HFA (%)	-	-	27.2	-	-

OM: organik madde; HFA: hümik+fulvik asit

### Çizelge 2 (Devam)

Parametreler	Erdal ve Ekinci, 2017	Erdal ve Gültekin, 2017	Erdal ve ark., 2018	Özen, 2018	Gül ve ark., 2019	Toksoy, 2019
pH	-	-	-	7.46	9.46	6.8
EC (dS/m)	-	-	-	6.53	5.5	3.46
OM (%)	27-33	-	-	-	50.20	42.80
C (%)	-	-	-	1.56	-	-
Toplam N (%)	1.0-1.3	0.55-1.30	2.2	1.10	-	1.40
P (%)	0.4-0.6	0.42-0.86	0.73	0.37	0.78	0.52
K (%)	0.7-0.9	0.71-1.0	2.18	0.59	0.51	0.58
Ca (%)	2.8-3.9	2.83-6.80	3.30	0.54	0.81	5.73
Mg (%)	0.7-0.8	0.65-0.97	0.93	0.12	-	-

Mn (mg/kg)	321-362	100-199	27	3.53	600	-
Zn (mg/kg)	126-149	321-419	42.9	7.57	-	-
Cu (mg/kg)	30.4-37.4	29.3-37.4	8.4	2.19	-	-
Fe (mg/kg)	7057-8385	5585-8851	238	3475	-	-
HFA (%)	-	-	-	-	30.60	35.30

OM: organik madde; HFA: hümik+fulvik asit

### Çizelge 2 (Devam)

Parametreler	Üçok ve ark., 2019	Biruntha ve ark., 2020	Erdal ve Ekinci, 2020	Altunlu, 2021	Özyazici ve Turan, 2021	Tuğa ve ark., 2021
pH	6.5-8.5	7.41-7.57	-	7.82	6.8	7.2-7.6
EC (dS/m)	3.01	1.49-2.09	-	4.89	3.2	-
OM (%)	30	-	-	47.5	57	37.8
C (%)	15	30.85-48.17	-	-	-	-
C/N	-	23.9-69.8	-	15.24	9.2	-
Toplam N (%)	1	0.69-1.29	2.2	1.84	3.1	1.1
P (%)	0.44	0.40-0.67	0.73-0.90	0.35	0.52	0.48
K (%)	-	0.40-0.84	1.5-2.18	0.69	-	-
Ca (%)	-	-	3.3-6.4	0.62	-	-
Mg (%)	-	-	0.93-1.05	0.11	-	-
Mn (mg/kg)	-	-	27-36	23.25	-	657
Zn (mg/kg)	-	-	42.9-52	37.55	-	86.4
Cu (mg/kg)	-	-	8.0-8.4	9.01	-	15.6
Fe (mg/kg)	-	-	235-500	7275	-	886
HFA (%)	22	-	-	-	40	-

OM: organik madde; HFA: hümik+fulvik asit

## SONUÇ

Sonuç olarak toprak organik maddesinin korunması ve artırılması, sürdürülebilir toprak verimliliği için büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda solucan kompostu kullanımı da oldukça önemli bir konudur. Solucan kompostu üretim tesislerinin artması tarımsal üretime destek olacağı gibi atık yönetimi konusunda da faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- A. E., Yatgın, S., Tokel, E. and Yücesoy, P. 2020. Solucan kompostunun (Solucan Gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi. *Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-10.
- A. S., Abd Elwanis, M. and El-Shinawy, M. Z. 2017. Application of compost and vermicompost as substitutes for mineral fertilizers to produce green beans. *Egyptian Journal of Horticulture*, 44(2), 155-163.
- A. B. and Bellitürk, K. 2016. Solucan kompostunun Trakya İlkeren/5BB Aşı kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4).
- A. H. 2021. Mikrobiyal gübre ve solucan kompostu uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa* L. var *capitata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 135-140.
- Anonim, 2021. Solucan kompostu üretiminde kullanılan yığın sistemi ve yığın içerisinde beslenen solucanlar. [https://www.google.com/search?q=solucan+kompostu+%C3%BCretimi&xsrf=AOaemvKpyVajcyejdhvDaoC-ThjuIshAQg:1630950672570&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiV2O\\_b9OryAhXdSvEDHW5OCAMQAUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625](https://www.google.com/search?q=solucan+kompostu+%C3%BCretimi&xsrf=AOaemvKpyVajcyejdhvDaoC-ThjuIshAQg:1630950672570&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiV2O_b9OryAhXdSvEDHW5OCAMQAUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625) Ağustos 29, 2021.
- Anonim, 2009. Bionat Üstün Nitelikli Solucan Gübresi, broşür, Agrostar, Antalya.
- Anonim, 2021. Vermicompost from Wastes. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08ce440f0b652dd001630/R8192Comp.pdf>. Eylül 12, 2021.
- A. N. Q. 2011. The use of vermicomposts as soil amendments for production of field crops- Chapter 10 in *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management* (eds Edwards, CA, Arancon, NQ & Sherman, R.) CRC Press.
- A. R.M., Edwards, C.A, Subler, S. and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigolds and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*, 8, 215- 233.
- B. M., Karmegam, N., Archana, J., Selvi, B. K., Paul, J. A. J., Balamuralikrishnan, B. and Ravindran, B. 2020. Vermiconversion of biowastes with low-to-high C/N ratio into value added vermicompost. *Bioresource technology*, 297, 122398.
- C. L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P. and Piccolo, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia horticulturae*, 196, 15-27.



C. M., Şahin, S. and Erman, M. 2019. Solucan kompostu üretim tekniği ve üretimde kullanılan materyaller. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 230-236.

D. H., Saraç, H. and Demirbaş, A. 2020. farklı dozlarda solucan kompostu uygulamasının mısır bitkisinin verimine ve besin elementleri alımına etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45-51.

E. I., Dogan, A., Yaylaci, C. and Alaboz, P. 2018. Comparing the effects of compost and vermicompost on corn growth, nutrient concentration and uptake during the different growth periods. *Scientific Papers-Series A-Agronomy*, 61, 77-83.

E. İ. and Ekinci, K. 2017. Effects of vermicomposts obtained from rose oil processing wastes, dairy manure, municipal open market wastes and straw on plant growth, mineral nutrition, and nutrient uptake of corn. *Journal of Plant Nutrition*, 40(15), 2200-2208.

E. İ. and Ekinci, K. 2020. Effects of composts and vermicomposts obtained from forced aerated and mechanically turned composting method on growth, mineral nutrition and nutrient uptake of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 43(9), 1343-1355.

E. İ. and Gültekin, M. 2017. Effects of vermicomposts obtained from different mixture rates of same feedstocks on wheat growth and N, P, K nutrition grown on different soils. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*.

E. E. and Hartl, W. 2010. Compost use in organic farming. In *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming*. Springer Neth. 311-345.

G. K. A., Saha, S., Mina, B.L., Pande, H., Kundu, S. and Gupta, H.S. 2008. Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. *Nutr Cycl Agroecosyst* 82: 51–60.

G. G. A. and Kuzucu, C. Ö. 2017. Karpuzda (*Citrullus lanatus* Thunb cv. Crimson Sweet) farklı dozlardaki solucan kompostu uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 48-58.

G. V., Gıdık, B. and Girgel, Ü. 2019. Solucan kompostunun ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin fenolojik ve morfolojik özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 817-824.

H. O. L., Calderín, A., Huelva, R., Martínez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N. O. and Canellas, L.P. 2015. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for sustainable development*, 35(1), 225-232.

K. S. B., Aksu, G. and Altay, H. 2017. Solucan kompostunun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 123-128.

L. S. L. and Wu, T. Y. 2016. Characterization of matured vermicompost derived from valorization of palm oil mill byproduct. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(8), 1761-1769.

M. A. Ş., Tavalı, İ. E., Uz, İ. and Kaplan, M. 2017. Kırmızı baş lahanası (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde solucan kompostu uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 155-161.

Mısırlıoğlu, M., 2017. Toprak solucanları-Biyolojileri, ekolojileri ve Türkiye türleri. Nobel Yayınları (2. Baskı). Ankara, 168s.

N. A., Akça, O., Perçimli, C., Beşe, S., Gür., Ş., Arıkan, H., and Demirtaş, Ö. 2014. Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının solucanlar (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2(2), 46-56.

O. S. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M. and Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. 22, 162-171.

O. G. and Turan, N. 2021. effect of vermicompost application on mineral nutrient composition of grains of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *sustainability*, 13(11), 6004.

Ö. N. 2018. Marul bitkisinin verim ve kalitesi üzerine farklı mineralizasyon oranlarına sahip organik uygulamaların etkileri.

P. A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Talcott, S. T. and Krennek, K. A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(14), 2383-2392.

P. P., Ghosh, G. K., Ghosal, P. K. and Banik, P. 2007. Changes in organic-C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Bioresource technology*, 98(13), 2485-2494.

S. R.K., Soni, S., Agarwal, B. and Shankar, G. 2013. Vermiculture for organic horticulture: producing chemical-free, nutritive & health protective foods by earthworms. *Agricultural Sci*. 1(1), Published by Science and Education Centre of North America. p.17-44.

T. İ. E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ. and Kaplan, M. 2013. Karnabaharın (*Brassicaoleracea* Var. *Botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine solucan kompostunun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2), 115-120.

T. J., Ndakidemi, P. A. and Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *International Journal of the Physical Sciences*.

T. H., Üzal, Ö. and Yaşar, F. 2021. Bazı organik materyallerin kıvırcık yaprak salata (*lactuca sativa* var. *crispa*)'da verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 495-504.

T. K. 2019. Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi (Master's thesis, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı/Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı).

Ü. Z., Demir, H., Sönmez, İ. and Polat, E. 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatada (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 63-68.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Y. T., Atamov, V. and Türüt, K. 2019. Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 4(2), 263-271.

Z. L. 2004. National Organic Standards Board. Compost Tea Task Force Report. USDA/ARS.

ICAAW2021

## SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA BİYOKÖMÜR KULLANIMI

Şevkiye Armağan Türkan İbrahim Erdal\*

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü  
Şevkiye Armağan TÜRKAN, ORCID:0000-0002-0212-917X

\*İletişim: [ibrahimerdal@isparta.edu.tr](mailto:ibrahimerdal@isparta.edu.tr), ORCID: 0000-0001-8177-948X

### Özet

Artan dünya nüfusuna bağlı olarak giderek artan bitkisel ürün ihtiyacının karşılanması konusu tarımla uğraşan paydaşların ortak bir sorunudur. İhtiyaç duyulan bu ürünlerin temini, miktarı giderek azalan bu da yetmezmiş gibi birde çok çeşitli çevresel baskılar altında bulunan tarım topraklarından karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu kadar yoğun üretim baskısı altında olan tarım toprakları, yanına bir de bilinçsiz uygulamalar eklendiğinde verimliliğini hızla kaybetmeye mahkûmdur. Yoğun toprak işleme, erken hasat yapma ve aynı alanda daha fazla üretim yapma isteği toprakların yapılarında ve birçok özelliklerinde hızla deformasyonlara sebep olmakta ve toprakların kalite özelliklerini kaybetmelerine yol açmaktadır. Tarım topraklarının ilk kaybedeceği verimlilik parametrelerinden birisi toprak organik maddesidir. Bu nedenle toprak verimliliğini korumak ve sürdürülebilir kılmak için topraklara organik madde kaynağı sağlamak zorunludur. Toprakların başlıca yerli organik madde kaynağı o topraklarda kendiliğinden bulunan bitki ve hayvanların ölü dokularıdır. Ayrıca dışarıdan sağlanan kompost, solucan kompostu hayvan gübresi ve yeşil gübreleme gibi birçok uygulama toprakların organik madde ihtiyacının giderilmesinde başarıyla kullanılmaktadır. Ancak ilave edilen bu organik madde kaynaklarının toprakta çok hızlı ayrışmaları bu katkı maddelerinin ömürlerini ve etkilerini oldukça kısaltmaktadır. Bu nedenle organik maddelerin biyokömür haline getirilerek uzun süre toprakta tutulması, sürdürülebilir tarım için önemli bir tarım stratejisi olarak görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokömür, Organik Madde, toprak verimliliği

### Use of Biochar in Sustainable Agriculture

#### Abstract

The issue of meeting the growing need for herbal products due to the increasing world population is a common problem of the stakeholders engaged in agriculture. The supply of these needed products is tried to be met from agricultural lands, which are under various environmental pressures, as if this is not enough. Agricultural lands, which are under such intense production pressure, are doomed to lose their productivity rapidly when unconscious practices are added to it. Intensive tillage, early harvesting and the desire to produce more in the same area cause rapid deformations in the structure and many properties of the soils and cause the soils to lose their quality characteristics. One of the first fertility parameters that agricultural soils will lose is soil organic matter. For this reason, it is imperative to provide soils with a source of organic matter in order to maintain soil fertility and make it sustainable. The main source of native organic matter in soils is the dead plant and animal tissues that are naturally found in those soils. In addition, many applications such as externally supplied

compost, vermicompost, animal manure and green manure are successfully used to meet the organic matter needs of soils. However, the rapid decomposition of these added organic matter sources in the soil shortens the lifespan and effects of these additives considerably. For this reason, keeping organic materials in the soil for a long time by turning them into biochar is seen as an important agricultural strategy for sustainable agriculture.

**Keywords:** Biochar, organic matter, soil fertility

## GİRİŞ

Biyokömür, organik maddelerin oksijensiz ortamda pirolizi ya da çok az oksijen ile gazlaştırma işlemiyle elde edilen yüksek karbon ve mineral madde içeren yeni ürüne verilen isimdir (Lehmann 2006). Yani biyokömür, piroliz yoluyla üretilen karbon (C) bazlı organik bir malzemedir (Verheijen ve ark., 2010).

Biyokömürün en çok bilinen üretimi odun kömürü üretimidir. Özellikle mangal kömürü olarak bilinen ve meşe ağaçlarından üretileni oldukça yaygındır. Türkiye’de yoğunlukla klasik yöntemler kullanılarak üretilmektedir. Klasik yöntem için düzgün şekilde istiflenen odunlarla torluklar kurulur. İstiflenen torluk odunların üzeri toprakla kaplanarak kısmi yakma ile karbonlaştırılır (Şekil 1). Endüstriyel üretim için ise farklı tipte birçok reaktör geliştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Türkiye’de klasik yöntemler ile yapılan biyokömür yığınları (Anonim)



Şekil 2. Ticari amaçla üretilen biyokömür fırınları (Anonim, 2021a; Anonim, 2021b).

Amerika, Avrupa ve Çin dünyadaki biyokömür çalışmalarının yoğunlukla yapıldığı ülkelerdir (Akgül 2017). Biyokömür, gözenekli bir yapıda olup yüzey alanı oldukça geniştir (~500 m<sup>2</sup>/g). Katyon değişim ve su tutma kapasiteleri yüksektir. Bu özellikleri ile topraktaki katyonik



faaliyetleri artırır. Böylece toprak; K, Ca ve Mg gibi besin elementlerini tutar. Çoğu biyokömürün pH'sı 7'nin üzerinde olup alkalın karakterlidir. Bu nedenle uygulandığı asidik toprakların pH' sını yükseltir (Lehmann ve ark., 2009; VanZwieten ve ark., 2010). Aromatik ve humik maddelerce zengindirler (Lorenz ve ark., 2014). Biyokömür az miktarda azot içermesine rağmen bu azotun mikroorganizmalarca ayrıştırılması uzun süreçte gerçekleşeceği için uygulandığı alanlarda uzun süre kalabilmektedir (Ortaç 2018). Diğer yandan son yıllarda biyokömürlerin organik ve inorganik kirlilikleri topraktan ve atık sularından uzaklaştırma amacı ile kullanılması yönündeki araştırmalar da önem kazanmıştır (Tan ve ark.,2015; Zhang ve ark., 2013).

### **Biyokömürün toprak verimliliğine olan etkisi:**

Biyokömür toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine yapmış olduğu etkiler sayesinde toprakların verimliliklerini artırır. Bu etkilerden bazıları aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

### **Biyokömürün Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi:**

- 1- Toprağın su tutuma kapasitesi üzerine etkisi:** Toprakların özelliklerine de bağlı değişmekle birlikte biyokömür uygulamalarının toprağın yararlı su içeriğini % 97 ve doymuş su içeriğini ise yüzde 56'ya kadar artırdığı belirlenmiştir (Uzoma ve ark., 2011).
- 2- Kütle yoğunluğu üzerine etkisi:** Kütle yoğunluğunun yüksek olduğu bir toprak daha az su tutma kapasitesine sahip olduğu için köklerin toprağa daha az nüfuz etmesine sebep olarak kök gelişimini olumsuz etkilemektedir (Goodman ve Ennos, 1998).Yapılan araştırmalar biyokömürün yüksek porozitesi ile toprak gözenek hacmini artırmak suretiyle kütle yoğunluğunu azaltarak bitki ve kök gelişimi için uygun bir ortam oluşturduğunu göstermektedir (Uzoma ve ark., 2011; Mukherjee ark., 2013; Githinji, 2014).
- 3- Toprak porozitesi üzerine etkisi:** Yapılan bazı araştırmalarda biyokömürün çeşidine ve toprağın özelliklerine göre artış oranının değişmekle birlikte toprak porozitesini artırdığını göstermektedir (Herth ark., 2013; Mukherjee ark., 2013). Bazı araştırmalarda ise ince biyokömür tozlarının toprak gözeneklerini tıkanmasına neden olmak suretiyle poroziteyi düşürdüğü bildirilmektedir.
- 4- Toprak agregasyonu üzerine etkisi:** Agregat yapısı toprağın iyi bir yapıya sahip olup olmadığını gösteren bir özelliktir. İyi bir yapıya sahip iyi bir toprak bitkiler tarafından su ve besin elementlerinin alınması için iyi bir ortam sağlar. İyi bir agregat oluşumuna çeşitli mikroorganizmalar salgılarıyla çeşitli ayrışma ürünleri ile toprak koloidal parçalarını birbiriyle yapışmasını sağlayarak katkı sağlarlar. Biyokömür, katkı sağlayan bu mikroorganizmaları dış etkenler ve avcılardan koruyarak onlar için barınak görevi görür (Angers ve ark., 1993).

### **Biyokömür İlavasının Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi:**

- 1- Toprak pH sı:** Piroliz yöntemi ile üretilen biyokömürlerin çoğu biyokütlenin çeşidine, yakma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmekle birlikte alkali bir yapıya sahiptir.



Alkali özelliği ile kireçleyici etki yapar (Lehmann ark., 2011; Sun ark., 2014). Biyokömür uygulamasına bağlı olarak alkali topraklarda da bir miktar pH artışı olabilirken, asıl artış asidik topraklarda görülmektedir (Zwieten ark., 2010; Yuan ve Xu, 2011; Erdal ark., 2021). Bu durum, özellikle asit toprakların yarayışlı besin elementleri miktarının artırılması açısından önemli bir sonuçtur.

- 2- Organik karbon miktarına etkisi:** Toprak verimliliğinin önemli bir parçası olan topraktaki organik karbon besin elementlerinin kök bölgesinde daha uzun kalmasına yardımcı olur. Toprak agregatlarını bir araya getirerek topraktaki makro ve mikro gözenekler arasındaki dengenin kurulmasını sağlar. Kütle yoğunluğunu azaltır ve toprak porozitesini iyileştirmek suretiyle birçok fayda sağlar (Busscher ark., 2010).
- 3- Toprakların besin elementi içeriğine etkisi:** İçinde bulundurduğu besin elementi miktarı ile birlikte değişebilir katyonlar bakımından zengin olan biyokömür, bitki gelişimine ve toprak verimliliğine olumlu katkılar sağlamaktadır. Biyokömür kendi içerisinde bulundurduğu değişebilir besin elementleri sayesinde verimi artırmak ile birlikte topraktaki bulunan besin elementleri ve gübre ile verilen besin elementlerinin yarayışlılık ve etkinliklerini de artırmaktadır. Biyokömürün yarayışlılık üzerine bu etkilerinin toprak pH'sını besin elementlerinin yarayışlılıkları için uygun seviyeye getirerek, besin elementlerinin farklı şekillerde fiksasyonunu (tutulma) azaltarak, diğer anyon ve katyonlar ile etkileşimlerini dengelediğini bildirmişleridir (Atkinson ve ark., 2010).
- 4- Toprakların Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) üzerine etkisi:** Katyon değişim kapasitesi önemli verimlilik parametrelerinden birisidir. Katyon değişim kapasitesi düşük topraklara göre yüksek olduğu topraklarda verimlilik daha fazladır (Sikora ve ark., 2014). Biyokömürün geniş yüzey alanlarına ve yüksek negatif yük yoğunluklarına sahip olduklarından dolayı toprakların katyon değişim kapasitelerini artırır (Nigussie ve ark., 2012).

#### **Biyokömür İlavesinin Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkisi:**

Biyokömür bitki kök bölgesindeki mikroorganizma topluluğunun nitelik ve niceliğini değiştirerek bitki gelişimini teşvik edebileceği ifade edilmiştir (De Tender ve ark., 2016).

Biyokömür' ün gözenekli yapısı mikro yaşam alanları sağlayarak mikroorganizmaların kolonileşmesi için uygun bir ortam hazırlar (Joseph ve ark., 2010).

#### **Biyokömür İlavesinin Bitki Hastalıklarına Etkileri:**

Araştırmacılar toprağa ilave edilen biyokömürün bitki gelişim ortamını iyileştirdiğini ve hastalıkları baskılayarak bitki gelişimini teşvik ettiğini ve bitki performansını arttırdığını bildirmişlerdir (Jeffery ve ark., 2011; Kolton ve ark., 2017). Toprak organizmalarının *Cylindrocarpon destructans* ve *Fusarium solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğü üzerine etkisini araştıran Eo ve ark.,(2018) çeltik kavuzundan üretilen biyokömürü jinseng bitkisi (*Panax ginseng*) yetiştirilen topraklar üzerinde denemişlerdir. Biyokömür ilavesinin ardından kök bölgesinde artan bakteri çeşitliliğinin karbonhidrat ve fenolik bileşiklerin tüketimini arttırdığını bu durumda fenolik bileşikleri parçalayan bakterileri teşvik ettiğini bildirmişlerdir (Kolton ve ark., 2017).

Toprağa uygulanan biyokömür ile domates ve biber bitkilerinin *Botrytis cinera* ve *Oidiopsis sicula*' ya karşı daha az hassasiyet gösterdikleri görülmüştür (Elad ve ark., 2010). Benzer şekilde substrata biyokömür ilavesinin uygulanmasının ardından çilek bitkisinde *Botrytis cinera*, *Colletotrichum acutatum* ve *Podosphaera aphanis*'in neden olduğu 3 yaprak hastalığının şiddetini azalttığı da bildirilmiştir (Harel ve ark., 2012).

### **Çeşitli Araştırmalarda Kullanılan Biyokömür Kaynakları ve Bazı Özellikleri**

Üretildikleri biyokütlenin çeşidine ve doğasına bağlı olarak biyokömürlerin özellikleri ve içerdikleri besin elementi miktarları farklılık gösterebilmektedir. Bununla ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda üretilen biyokömürlerin içerdikleri besin elementi içerikleri Çizelge 2 de verilmiştir.

ICAAW2021

Çizelge 2 Çeşitli araştırmalarda kullanılan biyokömürlerin bazı özellikleri

Biyokömür Kaynakları	Üretim Sıcaklığı (°C)	pH	EC (mS /cm)	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Kaynak
Buğday Samanı	700	10.3	-	70.2	1.34	0.54	2.47	1120	-	90	70	Borno M.L. ve ark., (2018)
Çam Ağacı	700	11.1	-	50.0	0.70	0.30	2.16	5340	-	1560	70	Borno M.L. ve ark., (2018)
Okaliptüs Sapı	350-500	3.1	-	69.7	0.22	0.0015	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark., (2016)
Jarrah Okaliptüs	750	10.8	-	86.0	0.23	0.0061	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Çam Ağacı	750	8.6	321	84.2	0.15	0.027	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Kereste	750	9.6	474	84.7	0.23	0.024	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Cüce okaliptüs	750	10.2	1373	69	0.43	0.19	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Yeşil atık	450	9.6	720	59.7	0.51	0.16	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Yer fıstığı kabuğu	450	8.7	495	35.1	0.73	0.064	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark., (2016)
Soluk çim biyokömür	450	7.1	978	64	1.24	0.18	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark., (2016)
Şeker kamışı küspesi	350	5.9	614	70.8	0.34	0.18	-	-	-	-	-	Hanzhi Z. ve ark.,(2016)
Fındık Kabuğu BK	380	6.95	0.2	-	0.07	0.16	0.73	377	17.2	66.2	75.9	Tarakçıoğlu ve ark., (2019)
Biyokömür	-	9.3	690	-	-	-	0.03	422	49	147	752	Sönmez F. ve ark., (2019)
Fındık BK	380	9.24	-	81	1.17	-	0.003	10.40	-	-	-	Ergün Y.A. (2017)

Antep Fıstığı Dış Kabuğu BK	250	9.72	4540	75.94	0.70	-	-	-	-	-	-	Saygan P.E. (2016)
Tavuk gübresi BK	300	10.4	5930	-	3.71	1.9	5.88	2219	1038	1230	955	Kaya E.C. ve ark., (2019)
Zeytin Pirinası BK	300	11.0	1230	-	2.66	0.34	2.05	1225	19.7	29.0	24.8	Kaya E.C. ve ark., (2019)
Keçi Gübresi BK	-	12.2	26.0	28.1	1.78	1.59	6.94	7860	92	609	410	Mounirou M.M. ve ark., (2020)
Domates Hasat Artığı BK	500	11.6	6.64	65.3	0.42	0.37	3.43	1673.3	197.3	175.5	121.5	Günel E. ve ark., (2017)
Tavuk gübresi BK	250-300	10.1	11.8	-	5.12	0.02	3.28	3470	1300	7800	6100	Ouedraogo A.R. (2018)
Zeytin Posası BK	-	9.24	1060	67.91	1.86	1.05	-	-	-	-	-	Turan V. (2019)
Fındık kabuğu BK	380	6.95	-	-	0.07	0.016	0.7302	377	17,2	66.02	75.9	Tarakçıoğlu C. ve ark.,(2019)
Bamboo BK	600	9.8	-	86.9	0.69	0.11	0.56	-	-	-	-	Liu y. ve ark., (2016)
Pirinç Samanı BK	550	10.2	-	42.7	0.76	0.16	1.07	-	-	-	-	Liu y. ve ark., (2017)

## SONUÇ

Sonuç olarak enerji üretiminin yanında geniş biyokütle kaynağı ile toprağa uygulanan biyokömür, içerdiği bitki besin elementleri sayesinde kısmen de olsa bitkiye ihtiyaç duyduğu besin elementlerini sağlayabilmektedir. Bu sayede kimyasal girdi miktarını azaltarak hem üretici hem de ülke ekonomisine fayda sağlamaktadır.

Üretimi sırasında çevreye ve atmosfere zarar veren sera gazlarının çıkmaması önemli bir avantaj sağlarken artıklar kullanılarak yapılabildiği için aynı zamanda da atık yönetimi de sağlanmış olmaktadır.

## KAYNAKLAR

A.M.K. and Adams, W.A., 2000. Gaseous N emission during simultaneous nitrification–denitrification associated with mineral N fertilization to a grassland soil under field conditions. [Soil Biology and Biochemistry](#), 1251-1259

A.I. Griessacher, T., Rösler, G., and Antrekowitsch, J., 2013. “Production of charcoal as an alternative reducing agent from agricultural residues using a semi-continuous semi-pilot scale pyrolysis screw reactor”. *Fuel Processing Technology*, 106: 114–121.

A.G. (2017). Biyokömür: üretimi ve kullanım alanları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4): 485-499.

A.D.A. Samson, N., and Legere, A., 1993. Early changes in water-stable aggregation induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Canadian journal of soil science*, 73(1): 51-59.

[Anonim](#), 2021. Türkiye’de klasik yöntemler ile yapılan biyokömür yığınları <https://www.evrensel.net/haber/389182/mangal-komuru-uretimi> Eylül 20, 2021.

[Anonim](#), 2021a. Carbon zero experimental biochar kiln. <http://www.biochar.info/biochar.CarbonZeroExperimental-Biochar-Kiln.cfml> Eylül 20, 2021.

[Anonim](#), 2021b. The biochar revolution. <https://www.thebiocharrevolution.com/wp-content/uploads/2019/03/TLUD-Wood-Gasifier-Stove-image-1.jpg> Eylül 20, 2021.

[Anonim](#), 2021c. Piroliz şeması. [http://biochar.info/?p=en.biochar\\_overview](http://biochar.info/?p=en.biochar_overview) Eylül 20, 2021.

[Anonim](#), 2021d. Fındık kabuğu artığının biyokömürleştirilmesinden mikroskop altındaki yapısına bakılmanca kadar geçen süreç <http://12pdesign.net/wp-content/uploads/2017/02/pyrolosis.jpg> Eylül 20, 2021.

A.C. Fitzgerald, J., and Hipps N., 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant Soil* 337: 1-18.

B.M.L. Müller-Stöver, D.S., and Liu, F. 2018. Contrasting effects of biochar on phosphorus dynamics and bioavailability in different soil types. *Science of the Total Environment*, 627: 963-974.

B.W.J. Novak, J.M., Evans, D. E., Watts, D. W., Niandou, M. A. S., and Ahmedna, M. 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a Norfolk loamy sand. *Soil Science*, 175(1): 10-14.

B.W.J. Novak, J. M., Evans, D. E., Watts, D. W., Niandou, M. A. S., and Ahmedna, M. 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a Norfolk loamy sand. *Soil Science*, 175(1): 10-14.

C.D. Zheng, Z., Fu, K., Zeng, Z., Wang, J., and Lu, M., 2015. "Torrefaction of biomass stalk and its effect on the yield and quality of pyrolysis products", *Fuel*, 159: 27–32.

E.J. Park, K.C., Kim, M.H., Kwon, S.I., and 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.

E.İ. Memici, M., Ekinici, K., and Sukuşu, E., 2019. Domates hasat atıklarının farklı sıcaklıklarda prolizi ile elde edilen biyokömürün toprağın dönemsel besin elementi konsantrasyonlarına etkisi, *Mediterranean Agricultural Sciences* 32: 75-78.

E.I. Memici, M., Dogan, A., Yaylaci, C., and Ekinici, K., 2018. Effects of tomato harvest residue derived biochars obtained from different pyrolysis temperature and duration on plant growth and nutrient concentrations of corn. In *Proceedings 17th International Scientific Conference. Engineering for Rural Development. 23-25 May 2018, Jelgava, Latvia. Latvia University of Life Sciences and Technologies* 547-553

E.Y.A. 2017. Biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının topraktaki bazı enzim aktivitelerine, CO<sub>2</sub> üretimine, besin elementi içeriğine ve domates bitkisinin gelişimine etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi

F.H.F. McGill, C.R., Rowarth, J.S., and Hedley. M.J., 2010. The effect of biochars on maize (*Zea mays*) germination. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53(1): 1-4.

G.L. 2014. Effect of biochar application rate on soil physical and hydraulic properties of a sandy loam. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(4): 457-470.

G.A.M. and Ennos, A.R. 1998. Responses of the root systems of sunflower and maize to unidirectional stem flexure. *Annals of Botany* 82: 347–357

G.E.R. Harel, Y. M., Kolton, M., Cytryn, E., Silber, A., David, D. R., and Elad, Y., 2010. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant and soil*, 337(1): 481-496.

G.M. and DeLuca, T., 2006. Temperature and source material influence ecological attributes of ponderosa pine and Douglas-fir charcoal. *Forest Ecology and Management* 231(1–3): 86–93.

G.E. and Erdem, H., 2018. Biyokömür; tanımı, kullanımını ve tarım topraklarındaki etkileri. *Adü Ziraat Derg*, 2018;15(2):87-93.

H.Y.M. Elad, Y., Rav-David, D., Borenstein, M., Shulchani, R., Lew, B., and Graber, E. R., 2012. Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungal pathogens. *Plant and Soil*, 357(1): 245-257.



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

H.H.M.S.K., Arbestain, M.C., and Hedley, M., 2013. Effect of biochar on soil physical properties in two contrasting soils: An Alfisol and an Andisol. *J. Geoderma* 209-210:188-197.

J.S. Verheijen, F.G., Van Der Velde, M., and Bastos, A.C., 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 144(1): 175-187.

J.S.D. Camps-Arbestain, M., Lin, Y., Munroe, P., Chia, CH, Hook, J., and Amonette, J.E., 2010. Biyokömürün topraktaki reaksiyonları üzerine bir araştırma. *Toprak Araştırması*, 48 (7):501-515.

K.H.S. and Dutta, A., 2015. “A Comparative review of biochar and hydrochar in terms of production, physico-chemical properties and applications”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45:359–378.

K.T. Strezov, V., and Evans, T. J., 2016. “Lignocellulosic biomass pyrolysis: a review of product properties and effects of pyrolysis parameters”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57:126–1140.

K.E.C. Akça, H., Taşkın, M. B., Mounirou, M. M., and Kaya, T., 2019. Biyokömür ve fosfor uygulamalarının mısır ve çeltik bitkilerinin gelişimi ve mineral element konsantrasyonlarına etkileri, *Toprak Su Dergisi*, 8 (1): (46-54).

K.M. Graber, E., R., Tsehansky, L., Elad, Y., and Cytryn, E., 2017. Biochar-stimulated plant performance is strongly linked to microbial diversity and metabolic potential in the rhizosphere. *New Phytologist*, 213(3): 1393-1404.

K.Z. Erdal, İ., Coşkan, A., Gökteş, M., and Sirça, E., 2017. Influence of biochar on growth and mineral concentrations of pepper. Nr II/2/2017, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, 793–802 Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi DOI: <http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2017.2.2.061>

L.J. Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C., and Crowley, D., 2011. Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry* 43(9): 1812-1836.

L.J. Gaunt, J., and Rondon, M., 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11(2): 403-427.

L.J. Gaunt, J., and Rondon, M., 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11(2): 403-427.

L.J. and Joseph, S., 2009. Biochar environmental management, Earthscan Yayıncılık, 2. Bölüm, sayfa 18.

L.Q. Liu, B., Zhang, Y., Lin, Z., Zhu, T., Sun, R., and Xie, Z., 2017. Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N<sub>2</sub>O emissions? *Soil Biology and Biochemistry*, 104: 8-17.

L.K. and Lal, R., 2014. “Biochar application to soil for climate change mitigation by soil organic carbon sequestration”, *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 177: 651–670.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

L.R.E. and Davis, J., 1961. Relationships between pH values of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. *Soil Science*, 92(3): 177-182.

M.S. Glaser, B., and Quicker, P., 2011. "Technical, economical and climate related aspects of biochar production technologies: a literature review", *Environmental Science & Technology*, 45: 9473–9483.

M.M.M Kaya, E.C., Ouedraogo, A.R., Demir, K., Güneş, A., and İnal, A.,2020. Biyokömür ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin gelişimi ve kimyasal gübreden yararlanma oranına etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 8(1):36 – 45

M.A. and Zimmerman, A. R., 2013. Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar–soil mixtures. *Geoderma*, 193:122-130.

N.M.A. Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Amjad, M., Murtaza, B., Khan, WUD., and Ahmad, N., 2018. Combined application of biochar with compost and fertilizer improves soil properties and grain yield of maize. *Journal of Plant Nutrition* 41(1): 112-122.

N.A. Kissi, E., Misganaw, M., and Ambaw, G., 2012. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 12(3): 369-376.

N.T. Haque, N., Somerville, M., and Jahanshahi, S., 2012. "Biomass as a source of renewable carbon for iron and steelmaking", *ISIJ International*, 52(8):1472–1481.

O.P. Rycaj, M., Lehmann, J., and Cornelissen, G., 2012. Influence of activated carbon and biochar on phytotoxicity of air-dried sewage sludges to *Lepidium sativum*. *Ecotoxicol. Environ*, 80: 321–326.

O.İ. 2018. Bioçar'ın toprak kalitesi ve bitki gelişimi üzerine etkileri Organomineral Gübre Çalıştayı 53-68.

O.A.R. 2018 Ispanak (*spinacia oleracea. l.*) bitkisinde biyokömürün kadmiyum toksisitesini önleme ve mineral element konsantrasyonları üzerine etkisi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

S.E.P. and Aydemir, S., 2016. Harran ovası kireçli killi toprak özellikleri üzerine antepfıstığı dış kabuğu biyokömür uygulamasının etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20(4): 301-312

S.F.J. Crouse, K. K., Heckendorn, S., Huluka, G., Mitchell, C. C., Moore, K. P., and Oldham, J. L. 2014. Cation exchange capacity. In *Soil Test Methods from the Southeastern United States* 419: 170-179.

S.F., and Çığ, F., 2019. Artan dozdaki biyokömür ve solucan gübresi uygulamalarının buğdayda ve toprakta besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(4): 526-536, 2019.

Sun F, Lu S (2014) Biochars improve aggregate stability, water retention, and pore-space properties of clayey soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177(1): 26-33.

T.X. Liu, Y., Zeng, G., Wang, X., Hu, X., Gu, Y., and Yang, Z., 2015. "Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions" *Chemosphere*, 125: 70–85.

T.C. Özenç, D. B., Yılmaz, F.I., Kulaç, S., and Aygün, S., 2019. Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu J Agr Sci* 34:107-117.

T.C. Özenç, D. B., Yılmaz, F.I., Kulaç, S., and Aygün, S., 2019. Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu J Agr Sci* 34:107-117.

T.M. Sahu, J. N., and Ganesan, P., 2016. "Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55: 467–481.

T.V. 2019. Biyokömür ve kükürt uygulamasının alkali killi-tınlı topraklarda fosfor alınabilirliği ve toprak enzim aktivitesi üzerine etkileri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(3): 527–535, 2019

U.K.C. Inoue, M., Andry, H., Fujimaki, H., Zahoor, A., and Nishihara, E. 2011. Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. *Soil Use and Management*, 27: 205-212.

VZ.L. Kimber, S., Downie, A., Morris, S., Petty, S., Rust, J., and Chan, K. Y. 2010. A glasshouse study on the interaction of low mineral ash biochar with nitrogen in a sandy soil. *Soil Research*, 48(7): 569-576.

Y.Y. Brammer, J., G., Mahmood, A. S. N., and Hornung, A., 2014. "intermediate pyrolysis of biomass energy pellets for producing sustainable liquid, gaseous and solid fuels", *Bioresource Technology*, 169:794–799.

Y.Y. Brammer, J., G., Mahmood, A. S. N., and Hornung, A., 2014. "Intermediate pyrolysis of biomass energy pellets for producing sustainable liquid, gaseous and solid fuels", *Bioresource Technology*, 169:794–799.

Y.J.H. Xu, R.K., Qian, W. V.e., and Wang, R.H., 2011. Dört mahsul samanı ve bunların biyokömürleri arasında asidik bir ultisol üzerindeki iyileştirici etkilerin karşılaştırılması. *Journal of Soils and Sediments*, 11 (5): 741-750.

Z.H. Chen, C., Gray, E. M., Boyd, S. E., Yang, H., and Zhang, D., 2016. Roles of biochar in improving phosphorus availability in soils: a phosphate adsorbent and a source of available phosphorus. *Geoderma*, 276: 1-6.

Z.W. Mao, S., Chen, H., Huang, L., and Qiu, R., 2013. Pb (II) and Cr (VI) sorption by biochars pyrolyzed from the municipal wastewater sludge under different heating conditions, *Bioresource Technology*, 147:545–552.

## **THE PIVOTAL ROLE OF CHLOROPHYLL AND PHENOLOGICAL STAGE IN THE PROCESS OF RHIZOGENESIS OF ROSA 'HURDAL' STEM CUTTINGS ENHANCED BY PLANT ORIGIN PREPARATIONS**

**Marta Joanna Monder<sup>1,2\*</sup>, Maciej Niedzielski<sup>2</sup>, Konrad Woliński<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Wrocław University of Environmental and Life Sciences; Department of Horticulture, pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, Poland

<sup>2</sup>Polish Academy of Sciences Botanical Garden – Center for Biological Diversity Conservation in Powsin, Prawdziwka 2, 02-973 Warsaw, Poland

\*Corresponding author: marta.monder@upwr.edu.pl

### **Abstract**

The eco-friendly plant origin preparations can be used to nursery production and rooting the cuttings. This research were concerning by the response of difficult-to-root and long-rooting stem cuttings of the *Rosa* 'Hurdal' to preparations of plant origin. The previous research on this rose showed that one of the reason of the difficult to root them can be natural leaf senescence of cuttings. The one-bud stem cuttings were prepared in four phenological stages: (H1) flower buds closed, (H2) open flowers, (H3) just after petal fall, (H4) 7-14 days after petal shedding. They were treated with standard commercial rooting enhancers [0.4% indolebutyric acid (IBA), 0.2% naphthalene acetic acid (NAA)] or watered with commercial plant origin preparations: 1-, 2-, 3-time 0.4% or 0.6% Rhizotonic; 0.1%, 0.2 % or 0.4 % Root Juice™; 0.012 % or 0.02 % Bio Roots. The rose cuttings were assessed after 12 weeks of planting them in peat-sand (v:v; 1:1). The highest percentage of rooted cuttings were obtained by the use of cuttings from stage H1 (74.3 %) comparing to H2 (50.6 %) and H3 (57.3 %) shoots. The H4 cuttings did not root and died. The mean for rooting percentage in following H1-H3 phenology stages were the highest by the use of 0.6 % Bio Rhizotonic (84.1 %), while the lower means were noted for the control (35.0 %), NAA (38.3 %), IBA (53.3 %). The increase of rooting percentage correlated with the increase of percentage with the cuttings with retained stock plant leaf as well as chlorophyll a/b, carotenoids and soluble proteins content in leaves. The experiment confirmed suitability of plant origin preparations as alternatives to chemicals in nursery production. However, the used preparations did not unequivocally prevent the decrease of chlorophyll content in process of rhizogenesis but due to affecting on growth parameters of cuttings.

**Keywords:** rosa, rooting, cutings, NAA, IBA

## HYDROBOXES AND IRRIGATION IN RASPBERRY CULTIVATION

Ewelina Gudarowska<sup>2</sup>, Agnieszka Nawirska-Olszańska<sup>1</sup>, Marta Czaplicka<sup>2</sup>, Adam Szewczuk<sup>2</sup>, Jan Krężel<sup>2</sup>, Piotr Chohura<sup>2</sup>, Przemysław Bąbalewski<sup>2</sup>

Department of Horticulture<sup>2</sup>, Department of Fruit, Vegetable and Plant Technology<sup>1</sup>

Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

### Abstract

In the years 2019-2021 at the Research and Teaching Station in Samotwór near Wrocław, as part of the 'Hydrobox2.0 - innovative technology supporting water saving and plant vegetation' project, in 2019, the impact of soil moisture conditions on the growth and yielding of raspberry variety 'Polesie' was examined. The raspberry plantation was established at the end of April from potted seedlings, spaced 3.0 x 0.3 m apart. Plots with 6 combinations 1). control, 2). drip irrigation with the output of emitters of 1.3 l of water per 1 hour per plant - watering time 0.5 h, 3). Hydrobox 1 (35 g SAP), 4). Hydrobox 2 (35 g SAP + 96 g biochar + 1 g Trichoderma harzianum), 5). hydrobox 1 + irrigation dose - 15', 6), hydrobox 2 + irrigation dose - 15' irrigation. The hydrobox was made of a biodegradable hydrogel, geotextile and a skeleton with dimensions of 20 x 20 cm.

In the first year of the study, the examined factors did not affect the fruiting of young plants (about 210 g of fruit per one shoot), but the use of hydroboxes delayed the ripening of the fruit by a week and ensured their greater weight (141-150 g for 25 fruits) compared to the controls and irrigated plots (125 g). Raspberries in plots with hydrobox 2 and 50% irrigation dose created the most side shoots (8 pcs. Mb-1). The lowest number of root suckers was recorded for the control combination and the combination irrigated with a full dose of water (2.6 pcs.). In the second year of cultivation, the shoots of raspberries irrigated with the full dose grew the most and the best fruiting - 12.3 tons per ha, compared to control plants - 8.3 tons per ha and combinations with hydroboxes (10-11 tons per ha). The largest fruit was obtained in irrigated plots and plots with hydrobox 1. The longest shoots were obtained in plants irrigated with the full dose and in plots with hydrobox 1 (161 cm and 157 cm, respectively) with the longest fruiting section of 50 cm and 56 cm from the shoot tip. The control plant shoots were 145 cm long, with a fruiting segment 29 cm long.

Chemical analysis of the fruit showed a higher content of vitamin C, pectin and a higher antioxidant capacity of fruit from control plants compared to fruit from irrigated plants, but the parameters of biological value of the fruit were also conditioned by the date of their harvest.

**Keywords:** raspberry, yield, hydrobox, water saving technology

## **APPLICATION OF IRRIGATION AND HYDROBOX IN PEACH ORCHARD**

**Ewelina Gudarowska, Adam Szewczuk, Marta Czaplicka, Jan Krężel, Piotr Chohura, Przemysław Bąbalewski**

Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

### **Abstract**

The research was conducted in the years 2012-20121 at the Research and Teaching Station in Samotwor, near Wrocław. The subject of the research were peach trees of the flat-fruit cultivar 'Saturn' on the rootstock Manchurian Plover, planted in the spring of 2012, with a spacing of 4 x 1.5 m as rootstocks with a dormant eye. The trees bloomed and bore fruit in the second year of cultivation. In 2014 and 2016, the trees did not yield due to frost damage to flowers. Two planting methods were used: traditional - for dug holes, and modified - on elevated beds, 30 cm high. The second research factor was the use of: 1). 6-hour drip irrigation. For irrigation, T-Tape tapes were used with the emitters spaced every 50 cm and the water output of 3.8 l per 1h per 1 m and 2). of irrigation for 3 hours and the simultaneous use of a geocomposite. Trees irrigated with a full and a half of the water dose were compared with the control trees and with trees under which only the geocomposite was applied without irrigation. The experiment was established by the method of randomized sub-blocks in 4 replications, 4 trees in replication.

During 10 years of cultivation, the planting method did not affect the growth and yielding of peach trees. The trees were planted on elevated beds more strongly only in the first 3 years after planting the trees. Regardless of the method of planting, trees irrigated once for 6 hours grew and yielded the most strongly. The average yield per tree in the irrigated plots was 7.6 kg of fruit. A slightly lower yield - 7.0 kg was obtained from trees irrigated for 3 hours. Non-irrigated trees gave a yield of 5.7 kg. A clear response to irrigation was observed in trees planted on elevated beds. Both traditionally planted trees and trees planted on elevated beds, obtained fruit with a higher weight at full (62 g) and a reduced dose of irrigation (59 g), compared to the control trees (55 g). Regardless of the method of planting, the use of the geocomposite alone had a negative effect on the growth, fruiting and size of the fruit of the 'Saturn' peach.

**Keywords:** peach irrigation, plant growth and yield, hydrobox, water saving



## PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE BROWNE COAL GROWING MEDIUM

Piotr Chohura<sup>1</sup>, Jacek Nowak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Wroclaw University of Environmental and Life Sciences, Poland

<sup>2</sup>The National Institute of Horticultural Research, Poland

### Abstract

Brown coal as a growing medium for plant was noticed in the 1970s. The smallest fractions obtained during fuel extraction were treated as waste material. It is a repeatable material in terms of quality parameters and, very importantly, free of weed seeds and pathogens. On average, it contains 10-20% ash, organic matter constitutes 80-90% by weight, including humic substances 30-40%, the rest is lignin, waxes and other organic substances. It is a durable substrate, resistant to microbial decomposition. Porosity, and thus water and air capacity, depend on the fineness of the carbon particles and their diameter, generally it should not be greater than 5mm. The proportion of pieces with a larger diameter of 5-20 should not exceed 20%. It was shown that the water capacity of the substrate with the predominance of particles above 2 mm is 200 cm<sup>3</sup> / dm<sup>3</sup>, and below 2 mm is 400 cm<sup>3</sup> / dm<sup>3</sup>. By increasing the proportion of earthy particles, it can be increased even to 80%, which is caused by swelling of the colloidal parts. Lignite is rich in some nutrients, such as magnesium and calcium, and most of the micronutrients.

The conducted physical analyzes of brown coal confirm that its grain size may be of great importance for the basic physical properties of the final substrate. Lignite containing 1-5 mm particles in the amount of about 70% is characterized by greater porosity, lower volume density and better air-water properties with a potential of -10 cm H<sub>2</sub>O (47.1% of the total number of pores was water, 29.1% - air) than coal, in which the greater proportion of particles is 0.65-2 mm (approximately 85%). The fine fraction of coal is also characterized by a lower content of organic matter (by about 4-5% by volume), which may be of significant importance for the sorption capacity of the substrate. It was also observed that the fraction with fine particles (less than 2 mm) was more difficult to moisturize, which is not very beneficial for plants grown in such a substrate and is associated with poor water retention. The suitability of brown coal as a homogeneous substrate is therefore limited because it is too permeable. Even the use of drip irrigation at the end of the cultivation does not improve the air-water conditions. It can be mixed with other components to obtain the desired properties.

**Keywords;** Growing media, soilless media, brown coal, water properties

## THE USE OF A HYDROBOX IN THE CULTIVATION OF ORNAMENTAL SHRUBS

Przemysław Bąbelewski, Ewelina Gudarowska, Marta Czaplicka, Jan Krężel, Piotr Chohura

Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

### Abstract

In 2019 and 2020, as part of the project 'Hydrobox 2.0 - an innovative technology supporting water saving and plant vegetation', the impact of the use of hydroboxes on the biometric and physiological features of ornamental shrubs, such as the black elder *Sambucus nigra* 'Golden Tower' and the Japanese spiraea japonica 'Yan' '. Hydroboxes are made of a wooden structure surrounded by a wool fabric inside with a hydrogel. Their design allows water to be taken from the soil solution and stored inside it, thanks to the absorbing properties of the supersorbent. In the conducted research, a hydrobox filled only with super-sorbent (H1), hydrobox (H2), with the addition of biochar, *Trichoderma* fungus and Osmocote (H3) control released acting fertilizer was used. Before planting the bushes, the hydroboxes were placed in close proximity to the root ball. An additional factor was the use of miscanthus straw mulch.

The conducted research showed a significant effect of hydroboxes on the increase in dry matter of plants, both in the species *Spiraea japonica* 'Yan' and *Sambucus nigra* 'Goden Tower', this effect was clearly visible in comparison with control plants by up to 30%. In the case of physiological features, the influence of hydroboxes was in fact highly diversified and significant. The use of hydroboxes positively influenced the content of chlorophyll a and b and total chlorophyll content in plants. A particularly high value was obtained in plants grown with the H1 hydrobox with miscanthus litter, where the values were on average 23% higher compared to the control plants. The high content of chlorophyll testifies to their good plant nutrition, which has a significant impact on the condition of plants growing in green areas. In elderberry fruits, as a result of the action of hydroboxes, a significant increase in the content of vitamin C was noted. By analyzing all the results, it can be concluded that the combinations of hydroboxes used in the experiment have a more or less favorable effect on the ornamental shrubs of elderberry and Japanese spiraea japonica in which they were used. These hydroboxes can be a solution in the event of unfavorable environmental conditions at the stands of ornamental shrubs cultivation, especially in dry years with little rainfall.

**Keywords:** Ornamental shrubs, hydrobox, water saving

## **STUDENT AWARENESS OF ENERGY CONSERVATION AND RELATED BEHAVIORS. A POLISH, CZECH AND UKRAINIAN PERSPECTIVE**

**Mateusz Malinowski<sup>1</sup>, Urszula Ziemiańczyk<sup>1</sup>, Anna Krakowiak-Bal<sup>1</sup>, Zofia Gródek-Szostak<sup>2</sup>, Magdalena D. Vaverková<sup>3</sup>, Marcin Suder<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Department of Bioprocess Engineering, Energetics and Automatization, Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow, Balicka Street 116b, 30-149 Krakow, Poland; mateusz.malinowski@urk.edu.pl; urszula.ziemiańczyk@urk.edu.pl; anna.krakowiak-bal@urk.edu.pl

<sup>2</sup>Department of Economics and Enterprise Organization, Cracow University of Economics, ul. Rakowicka 27,31-510 Krakow, Poland

<sup>3</sup>Department of Applied and Landscape Ecology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemedelská1, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>4</sup>Department of Applications of Mathematics in Economics, Faculty of Management, AGH University of Science and Technology, 30-067 Krakow, Poland

### **Abstract**

The future of Europe and the Globe depends on the energy education of the younger generation, who will be the future decision makers, investors, customers, scientists, and trained work force in new energy technology. However, the short-term benefits on energy saving and the promotion of renewable energy sources are just as significant as the long-term goals of energy education strategies. The main purpose our research is to identify and analyze the behavior of students (who study the issues related to energy saving and RES), in terms of energy conservation. The conducted analysis focused on examining and comparing the scope of responses of the surveyed students in individual countries, especially in the Czech Republic, Poland, and Ukraine. The computer-assisted web interview was used to conduct the survey (CAWI). Basic descriptive statistics and the chi-square test were used in the statistical analysis of the acquired data. The following are the study's main findings: Almost 60% of the surveyed students follow the principles of energy conservation; however increased educational activities on eco-energy behaviors is recommended. The share of RES in the heating systems of the studied residential buildings is 9%, on average, with the highest percentage of houses in Poland (14%) and the lowest in Ukraine (only 2.6%). When compared with literature, the collect data show that educational activities can be as effective as a tool in implementing RES and pro-environmental behaviors as the government's environmental policy and household subsidies.

**Keywords:** energy consumption; energy conservation; higher education; management, awareness

## **EKİN SAP ARILARINA (Cephidæ: Hymenoptera) DAYANIKLILIK SAĞLAYAN SAP SERTLİK GENLERİNİN TÜRKİYE’DEKİ BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE BELİRLENMESİ**

**Erhan KOÇAK<sup>1</sup>, Mikail ÇALIŞKAN<sup>2</sup>, Ayşe YILDIZ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta

([erhankocak@isparta.edu.tr](mailto:erhankocak@isparta.edu.tr)) Orcid No: 0000-0002-9882-6569

<sup>2</sup> Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümü, Ankara

([mikail.caliskan@tarimorman.gov.tr](mailto:mikail.caliskan@tarimorman.gov.tr)) Orcid No: 0000-0002-5028-2216

<sup>3</sup> Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Koleksiyon Bölümü Başkanlığı, Ankara

([ayse.yildiz@tarimorman.gov.tr](mailto:ayse.yildiz@tarimorman.gov.tr)) Orcid No: 0000-0003-3154-1398

### **Özet**

İnsan beslenmesinde vazgeçilmez bir kaynak olan buğdayın önemi her geçen yıl daha da artmaktadır. Türkiye’de yaklaşık 121 milyon dekar alanda tahıl üretimi yapılırken, bu alanın yaklaşık 81 milyon dekarlık kısmını buğday üretimi oluşturmakta ve yıllık 20 milyon ton civarında üretim yapılmaktadır. Türkiye buğdayın gen merkezi olmasının yanında, ıslah edilmiş farklı özelliklere sahip 500 civarında tescilli ekmeklik ve makarnalık buğday çeşidine sahiptir. Tahıllarda verim ve kaliteyi düşüren biyotik etmenlerden birisi de zararlılardır. Ekin sap arıları da (Hymenoptera: Cephidæ), mücadelelerinin zorluğu, kimyasal mücadelenin etkin olamayışı ve zararlarının Süne gibi zararlılara kıyasla daha düşük görülmesi nedeniyle ihmal edilmiş zararlılardır.

Sap sertliği yüksek olan çeşitlerin, Ekin Sap Arısı (*Cephus pygmaeus* ve *Trachelus tabidus*) zararına da dayanıklı oldukları bilinmektedir. 3B kromozomu üzerinde yer alan bir dizi genin, sap sertliğini kontrol eden QTL’ler ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Araştırmada, sap sertlik genlerinin tescilli çeşitlerdeki durumunu belirlemek ve elde edilecek bulgularla, buğday ıslah programlarına veri oluşturmak amacıyla, Buğday Microsatellite Haritasında yer alan *Xgwm114*, *Xgwm181*, *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* SSR primerleri, genetik sertliği kontrol eden bir dizi geni taramak için seçilmiştir. Çoğunlukla ekmeklik ve makarnalık olmak üzere, farklı kullanım şekline sahip (Bisküvilik vb.) toplam 229 tescilli buğday çeşidi üzerinde genetik analizler yapılmıştır. Yürütülen analizler sonucunda, çeşitlerin büyük oranda sap dayanıklılık genlerini içerdikleri, ancak gen motiflerinin çeşitler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekin Sap Arısı, *Cephidæ*, *Hymenoptera*, Buğday, Moleküler Markör, Markör Destekli Seleksiyon.

## **DETERMINATION OF STEM SOLIDNESS GENES CONFERRING RESISTANCE TO WHEAT STEM SAWFLIES (CEPHIDAE: HYMENOPTERA) IN WHEAT VARIETIES OF TURKEY**

### **Abstract**

The importance of wheat, which is an indispensable resource in human nutrition, is increasing every year. While grain production is carried out on an area of approximately 121 million

decares in Turkey, wheat production constitutes approximately 81 million decares of this area and annual production is around 20 million tons. In addition to being the gene center of wheat, Turkey has around 500 registered bread and durum wheat varieties with different characteristics. Pests are one of the biotic factors that reduce yield and quality in cereals. Wheat Stem Sawflies (Hymenoptera: Cephidae) are also neglected pests due to the difficulty of their control, the ineffectiveness of chemical control, and the lower incidence of damage compared to pests such as Sunn Pest.

It is known that cultivars with high stem solidness are also resistant to the damage of Wheat Stem Sawflies (*Cephus pygmaeus* and *Trachelus tabidus*). A number of genes in the 3D genome have been shown to be associated with QTLs that control stem solidness.

In the study, *Xgwm114*, *Xgwm181*, *Xgwm247*, *Xgwm340* and *Xgwm547* SSR primers in the Wheat Microsatellite Map were selected to screen the genes controlling resistance, in order to determine the status of stem solidness genes in registered varieties and to generate data for wheat breeding programs with the findings to be obtained. Genetic analyses were carried out on a total of 229 wheat varieties with different uses (biscuit etc.), mostly for bread and pasta. As a result of the analyses carried out, it was determined that the cultivars mostly contained the stem resistance genes, but the gene patterns they contained differed among the registered wheat cultivars.

**Keywords:** Wheat Stem Sawfly, *Cephidae*, *Hymenoptera*, Wheat, Molecular Markers, Marker Assisted Selection.

## GİRİŞ

Ülkemizde farklı özellikleri yönünden seçilerek, tescil ettirilmiş 500'e yakın ekmeklik ve makarnalık buğday çeşidi bulunmaktadır. Türkiye'de buğday verimini sınırlandıran etmenler arasında hastalık ve zararlılar önemli yer tutmaktadır. Bu zararlılardan olan ekin sap arıları (Cephidae: Hymenoptera), Kuzey Yarıkürede yayılış gösteren *Cephus* türleri Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika ve Amerika'da tahıllar üzerinde önemli zararlılar olarak kabul edilmektedirler (Shanower and Hoelmer, 2004). Ülkemizdeki *Cephidae* familyasına bağlı 25 adet tür belirlenmiş (Korkmaz et al. 2010a) olup, bu türlerden hububatta ekonomik önemde zararlı ve yaygın konumda olanlar *Cephus pygmeus* (Linnaeus, 1767) ve *Trachelus tabidus* (Fabricius, 1775) türleridir (Altınayar, 1975; Korkmaz ve ark. 2010b; Sayan, 2010; Mutlu et al. 2016). Bu türlerin Marmara, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde % 25'e kadar değişen oranlarda zarara yol açtıkları kaydedilmiştir (Alkan, 1948; Tayakısı, 1971; Altınayar, 1975; 1981; Ozberk et al. 2005; Tülek ve ark. 2011). Çin'de % 19-40 dolayında verim kaybının yaşandığı, benzer oranda verim düşüşlerinin Fas, Kanada ve Amerika'da da yaşandığı belirtilmektedir (Cao and Zhang, 1993; Haiging et al. 1997).

Ülkemizde Ekin sap arıları ile mevcut bir mücadelede yoktur. Dünyada ise zararlı ile mücadelede tüm çabalar, 1930'lardan itibaren Avrupa'da *C. pygmeus*'a; Amerika ve Kanada'da ise *C. cinctus* türüne karşı sert saplı dayanıklı buğday çeşitleri geliştirmek üzerine yoğunlaşmıştır (Shanower and Hoelmer, 2004, Beres et al. 2011). İlk sert saplı dayanıklı buğday çeşidi "Rescue" 1945'de Kanada'da üretime verilmiş olup, bunu yeni çeşitler takip etmiştir (Berzonsky et al. 2003). Sert saplı buğday çeşitleri, larvanın sap içerisinde ilerlemesini

ve sapı kesmesini engelledikleri için ekin sap arılarına karşı dayanıklı olarak kabul edilmektedirler (Clarke et al. 2004).

Sap sağlamlığının, ekin sap arısına dayanıklılığın bilinen tek etkili kaynağı olduğu ve bu zararlıya karşı başlıca kontrol yönteminin, sap sağlamlığını kontrol eden genleri içeren çeşitlerin, Markör destekli seleksiyon (MAS) ile belirlenerek kullanılması olduğu ifade edilmektedir (Bruckner, 2004; Cook et al. 2004). Microsatellite markörler buğdayda popüler bir DNA markör sistemi olmuştur (Röder et al. 1995; Bryan et al. 1997). Röder et al. (1998) tarafından geliştirilmiş olan buğday mikrosatellit haritası, markör analizine olanak sağlayan mikrosatellit lokuslarının buğday genomu boyunca çok iyi bir şekilde dağıldığını göstermektedir. Lanning ve ark. (2006), 94 rekombinant hat kullanarak 149 polimorfik bant elde ettikleri çalışmada, sağlam sap özelliğinin buğday sap arısının gelişmesini engelleyen en önemli etken olduğunu bildirmişlerdir. SNP (Single Nucleotide Polymorphism) tabanlı markörü kullanarak geliştirilen genetik haritada, dirençle ilişkili altı QTL bölgesi ortaya çıkarılmış; *Qss.msub* QTL allelinin varlığında, gövdede zararlanmanın % 25 azaldığı ve *Qss.msub-3AL* allelinin, daha yüksek gövde sağlamlığı sağladığı gösterilmiştir (Varella et al.1999). Markör Destekli Seleksiyon (MAS) tekniğinin başta buğday olmak üzere, tahıllarda kullanım alanı oldukça geniştir. Oldukça hızlı, etkin, doğru ve ekonomik bir seleksiyon yöntemidir ve klasik ıslaha oranla çok daha kısa bir sürede başarılı ve güvenilir sonuçların elde edilmesi mümkün olmaktadır (Ateş Sönmezoğlu ve ark. 2010). MAS ile yapılan bir çalışmada 3BL kromozomun üzerinde yer alan *Qss.msub* lokusundaki *Xgwm247*, *Xgwm 340* ve *Xgwm 547*, *Xgwm181* ve *Xgwm114* mikrosatellit markörlerinin sap sağlamlığı ile yakın ilişkili olduğu bildirilmiştir (Houshmand et al. 2007). Ayrıca Cook et al. (2004), *Qss.msub-3BL* majör gen lokusunun, zararlıya karşı dayanıklılığın % 31'ini kontrol ettiğini ve sap sertliğindeki varyasyonu % 76' oranında açıkladığını, zararlıya karşı dayanım sağlayan sert saplılık özelliğini belirlemede ve sağlam saplı yeni buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* mikrosatellitlerinin seleksiyon için iyi bir markör olduklarını ifade etmektedir.

Islah programlarında sap arılarına dayanıklılığın markör destekli seleksiyonun kullanılması her şeyden önce mevcut çeşitlerin dayanım genleri bakımından durumlarının bilinmesini gerektirmektedir. Türkiye'de Ekin Sap Arısı'na dayanıklı çeşitlerin belirlenmesinde, moleküler analizlere dayalı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, ekin sap arasına karşı dayanım sağlayan 3BL kromozomu üzerindeki sap sertliğini kontrol eden *Qss.msub* lokusundaki QTL bölgelerinin, 5 mikrosatellit (SSR) markörü ile taraması yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

2014-2017 yılları arasında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümü'nde yürütülen araştırmada bitki materyali olarak, Patoloji Bölümü'ndeki Hastalık Gözlem Bahçesi'nde mevcut, 171'i ekmeçlik ve 58'i makarnalık olmak üzere, toplam 229 buğday çeşidi kullanılmıştır.

**DNA İzolasyonu:** Buğday tohumundan genomik DNA izolasyonu, Akar et al. (2009)'e göre yapılmıştır. İzolasyondan sonra, DNA miktar tayini ve PCR seyreltme oranlarının hesaplanması için, 260 nm dalga boyunda Nano Drop cihazında ölçümler alınmıştır. Çalışma



materyallerinin ortalama DNA kalitesi 1.89 (260/280 OD) bulunmuş, DNA miktarları 20 ng/μl'ye seyreltilerek çalışmada kullanılmaya uygun hale getirilmiştir.

Buğday çeşitlerinde sap sertliğini kontrol ederek, zararlıya karşı dayanım sağlayan ve 3BL kromozomu üzerinde yer alan *Qss.msub* QTL bölgesi, *Xgwm114*, *Xgwm181*, *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm540* SSR markörleri ile taranmış ve mevcudiyet durumları ortaya konulmuştur. Çalışmada kullanılan SSR primerine ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 3BL kromozomu üzerindeki primerler ve lokasyon bilgileri (Röder et al. 1998)

Primer	Bağlanma Sıcaklığı (°C)	Sol Primer	Sağ Primer	Oyata (bp)	Synth (bp)
<i>Xgwm 114</i>	60	ACA AAC AGA AAA TCA AAA CCC G	ATC CAT CGC CAT TGG AGT G	168	142
<i>Xgwm181</i>	50	TCA TTG GTA ATG AGG AGA GA	GAA CCA TTC ATG TGC ATG TC	150	168
<i>Xgwm247</i>	55	GCA ATC TTT TTT CTG ACC ACG	ATG TGC ATG TCG GAC GC	187	198
<i>Xgwm340</i>	60	GCA ATC TTT TTT CTG ACC ACG	ACG AGG CAA GAA CAC ACA TG	159	-
<i>Xgwm540</i>	60	GTT GTC CCT ATG AGA AGG AAC G	TTC TGC TGC TGT TTT CAT TTA C	171	-

PCR analizleri için, PCR master mix, primer F (5 μM), primer R (5 μM), kalıp DNA (20 ng/μl) ve dH<sub>2</sub>O PCR bileşenleri, toplam hacim 20 μl'ye ayarlanarak kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan PCR döngü programı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. PCR döngü programı

94 °C	3 dk	DNA sarmalının başlangıç açılması	1 döngü
94 °C	1 dk	DNA sarmalının açılması	35 döngü
(50-55-60) °C	1dk	Primer bağlanması	
72 °C	1.30 dk	Yeni kopyanın yazılımı	
72 °C	7 dk	Sonlandırma yazılımı	1 döngü

PCR sonucunda oluşan bantların gözlenmesi için, PCR ürünleri 150 voltta, 1.5 saat süre ile % 1.3'lük agaroz jel üzerinde elektroforez yapılmış ve DNA bantları Kodak Gel Logic 200 Imaging System ile fotoğraflanmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Buğdayda sap dayanıklılığını oluşturan, 3BL kromozomu üzerine yerleşik beş gen bölgesinin, tescilli çeşitlerde durumu *Xgwm114*, *Xgwm181*, *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* SSR markörleri ile yapılan genetik analizlerle belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. *Xgwm 114*, *Xgwm181*, *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* SSR markörleri ile yapılan genetik analizler

No	Çeşitler	Geliştiren Kuruluş	Özellik	Xewm114	Xewm181	Xewm247	Xewm340	Xewm547
1	Ankara 093/44	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
2	Köse 220/39	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
3	Sivas 111/33	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
4	Sürak M. 1593/51	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
5	Haymana 79	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
6	Gün-91	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday					+
7	İkizce 96	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
8	Mızrak	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+		+
9	Türkmen	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
10	Uzunyayla	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
11	Yakar-99	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
12	Aksel 2000	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
13	Bayraktar 2000	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
14	Demir 2000	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
15	Atlı-2002	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
16	Zencirci-2002	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
17	Eser	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
18	Seval	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
19	Tosunbey	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
20	Kenanbey	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
21	Lütfibey	TARM/ANK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
22	4-11	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
23	4-22	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
24	P 8-6	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+

25	P 8-8	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
26	Melez	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
27	Ak 702	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
28	Sertak	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
29	Yayla 305	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
30	Yektay 406	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
31	Bolal 2973	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
32	Kıraç 66	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
33	Porsuk-2800	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
34	Gerek 79	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
35	Atay-85	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
36	Kutluk 94	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
37	Kırgız 95	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
38	Sultan 95	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
39	Süzen 97	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
40	Aytn 98	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
41	Yıldız 98	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
42	Harmankaya-99	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
43	Altay 2000	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
44	Çetinel 2000	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
45	Alpu 2001	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
46	İzgi 2001	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
47	Sönmez 2001	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
48	Soyer02	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
49	Müfitbey	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
50	Nacibey	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+
51	ES 26	ATAEM/ESK	Ekmeklik Buğday			+	+	+

52	Dağdaş 94	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+		+
53	Kımacı-97	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday					
54	Göksu-99	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+		+
55	Karahan-99	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
56	Bağcı-2002	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+		
57	Konya-2002	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+		+
58	Ahmetağa	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
59	Ekiz	BDUAAEM/KNY	Ekmeklik Buğday			+		+
60	Kırkpınar 79	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
61	Murat-1	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
62	Kate A-1	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
63	Pehlivan	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
64	Prostor	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
65	Saroz 95	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
66	Atilla-12	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+		+
67	Saraybosna	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+		+
68	Gelibolu	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+		+
69	Tekirdağ	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+		+
70	Aldane	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday					
71	Selimiye	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
72	Bereket	TTAEM/EDN	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
73	Lancer	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday			+	+	+
74	Doğu 88	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday			+	+	+
75	Karasu 90	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
76	Palandöken 97	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday			+	+	+
77	Alparslan	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday			+	+	+
78	Nenehatun	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday			+	+	+

79	Daphan	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
80	Yıldırım	DATAE/ERZ	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
81	Karacadağ 98	GATAEM/DYB	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
82	Nurkent	GATAEM/DYB	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
83	Cemre	GATAEM/DYB	Ekmeklik Buğday			+	+	+
84	İnia 66	STAEM/SKY				+	+	+
85	Bezostaja-1	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
86	Bandırma 97	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
87	Karacabey 97	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
88	Pamukova 97	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
89	Momtchill	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
90	Tahirova 2000	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
91	Beşköprü	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
92	Hanlı	STAEM/SKY	Ekmeklik Buğday			+	+	+
93	Sakin	KATAE/SMN	Ekmeklik Buğday					
94	Özcan	KATAE/SMN	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
95	Köksal-2000	Uludağ Ü.Z.F./BRS	Ekmeklik Buğday			+	+	+
96	Turan	Prof.Dr.Turan TATLIOĞLU	Ekmeklik Buğday			+	+	+
97	Martar	Prof.Dr.Turan TATLIOĞLU	Ekmeklik Buğday			+	+	+
98	Cumhuriyet 75	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
99	Ata-81	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
100	İzmir 85	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
101	Marmara 86	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
102	Kaklıç 88	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
103	Basri Bey 95	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+

104	Kaşif Bey 95	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
105	Gönen 98	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
106	Ziyabey 98	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
107	Meta 2002	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
108	Alibey	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
109	Menemen	ETAEM/İZM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
110	Çukurova 86	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
111	Doğankent 1	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
112	Seri 82	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	
113	Seyhan 95	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
114	Adana-99	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
115	Ceyhan-99	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
116	Balattıla	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
117	Pandas (Panda)	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
118	Yüreğir-89	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
119	Karatopak	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
120	Osmaniyem	ÇUTAEM/ADN	Ekmeklik Buğday					+
121	Abuşbey	GAP-EYAM/ŞURF	Ekmeklik Buğday					
122	Genç-88	Çuk.Ü. Zir F. / ADN	Ekmeklik Buğday					
123	Genç-99	Çuk.Ü. Zir F. / ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
124	Dariel	TOROS	Ekmeklik Buğday			+	+	+
125	Galil	TOROS	Ekmeklik Buğday			+	+	+
126	Negev	TOROS	Ekmeklik Buğday			+	+	+
127	Carisma	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
128	Esperia	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday			+	+	+
129	Sagittario	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday					
130	Axis	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday					+



131	Alacris	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday			+	+	+
132	Bone de	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday			+	+	+
133	Krasunia	Marmara Un	Ekmeklik Buğday				+	+
134	Sirena Odeska	Marmara Un	Ekmeklik Buğday			+	+	+
135	Nota	Marmara Un	Ekmeklik Buğday				+	+
136	Yubileynaya	Marmara Un	Ekmeklik Buğday			+	+	+
137	Özdemirbey-97	Sapeksa / Adana	Ekmeklik Buğday			+	+	+
138	Bancal	Fito Tohumculuk	Ekmeklik Buğday			+	+	+
139	Pinzon	Fito Tohumculuk	Ekmeklik Buğday			+	+	+
140	Flamura 85	Tareks A.Ş	Ekmeklik Buğday			+	+	+
141	Dropia	Tareks A.Ş	Ekmeklik Buğday			+	+	+
142	Golia	TİGEM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
143	Guadalupe	TİGEM	Ekmeklik Buğday			+	+	+
144	Tina	Bc İnstitut Dd, Ankara Şb.	Ekmeklik Buğday			+	+	+
145	Nina	Bc İnstitut Dd, Ankara Şb.	Ekmeklik Buğday			+	+	+
146	Segor	Agro Teknik	Ekmeklik Buğday			+	+	+
147	Colfiorito	Progen Tohum	Ekmeklik Buğday			+	+	+
148	Vittorio	Progen Tohum	Ekmeklik Buğday			+	+	+
149	Mane Nick	Limagrain	Ekmeklik Buğday			+	+	+
150	Quality	Ata Tohumculuk	Ekmeklik Buğday			+	+	+
151	Geya I	Kartaş Tarım	Ekmeklik Buğday			+	+	+
152	May8059	May-Agro	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
153	May 8462	May-Agro	Ekmeklik Buğday			+	+	+
154	Anapo	Pioneer	Ekmeklik Buğday			+	+	+
155	Yunak	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday			+	+	+

156	Kaan	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday			+	+	+
157	Hakan	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
158	TT-601	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday	+	+	+	+	+
159	Rumeli	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
160	Turkuaz	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday			+	+	+
161	Tekira	Trakya Tarım	Ekmeklik Buğday			+	+	+
162	Tosun 21	Ankara Üni. Zir. Fak	Ekmeklik Buğday			+	+	+
163	Tosun 144	Ankara Üni. Zir. Fak	Ekmeklik Buğday			+	+	+
164	Hawk (Şahin)		Ekmeklik Buğday			+	+	+
165	Ukrayna		Ekmeklik Buğday	+		+	+	+
166	Chonte-1	CIMMYT	Ekmeklik Buğday			+	+	+
167	Munal (Super 172)	CIMMYT	Ekmeklik Buğday			+	+	+
168	Quiaiu (Gambo)	CIMMYT	Ekmeklik Buğday			+	+	+
169	Özkan	Çukurova ÜZF.- ADN	Ekmeklik Buğday			+	+	+
170	Bora	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday			+	+	+
171	Genesi	TASACO /İST	Ekmeklik Buğday					+
172	Akbaşak 073/144	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
173	Kunduru 414/44	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
174	Berkmen 469	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
175	Çakmak 79	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
176	Kızıltan 91	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
177	Altın 40/98	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
178	Yılmaz 98	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
179	Ankara 98	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
180	Çeşit-1252	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
181	Mirzabey 2000	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+

182	Eminbey	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
183	İmren	TARM/ANK	Makarnalık Buğday			+	+	+
184	Kunduru 1149	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+	+	+
185	Altıntaş 95	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+	+	+
186	Kümbet 2000	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+		+
187	Yelken 2000	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+		+
188	Dumlupınar	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+		+
189	Selçuklu-97	BDUAAEM/KNY	Makarnalık Buğday			+	+	+
190	Meram-2002	BDUAAEM/KNY	Makarnalık Buğday				+	
191	Tunca 79	TTAEM/EDN	Makarnalık Buğday	+	+	+	+	+
192	Gökgöl 79	TTAEM/EDN	Makarnalık Buğday			+	+	+
193	Diyarbakır-81	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+	+	+
194	Harran 95	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+	+	+
195	Ceylan 95	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+	+	+
196	Sarıçanak-98	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+	+	+
197	Altıntoprak-98	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+	+	+
198	Aydın-93	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday					+
199	Fırat-93	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday					
200	Artuklu	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday					+
201	Eyyubi	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday					+
202	Şahinbey	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday					
203	Zühre	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+		+
204	Güneyyıldız	GATAEM/DYB	Makarnalık Buğday			+		+
205	Gediz-75	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday			+		+
206	Ege 88	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday			+		
207	Salihli 92	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday			+		+
208	Şölen 2002	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday			+		+

209	Tüten 2002	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday			+		+
210	GAP	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday					+
211	Turabi	ETAEM/İZM	Makarnalık Buğday					+
212	Sham-1	ÇUTAEM/ADN	Makarnalık Buğday			+		+
213	Amanos-97	ÇUTAEM/ADN	Makarnalık Buğday			+		+
214	Fuatbey 2000	ÇUTAEM/ADN	Makarnalık Buğday					
215	Balcalı 2000	Çukurova ÜZF.- ADN	Makarnalık Buğday			+		+
216	Akçakale-2000	GAP-EYAM/ŞURF	Makarnalık Buğday					+
217	Alibaba	GAP-EYAM/ŞURF	Makarnalık Buğday					+
218	Gündaş	GAP-EYAM/ŞURF	Makarnalık Buğday			+		+
219	Özberk	Harran Fakülte	Makarnalık Buğday			+		+
220	Urfa 2005	Harran Fakülte	Makarnalık Buğday			+		+
221	Pınar-2001	Uludağ Ü. Z.F/BRS	Makarnalık Buğday			+		+
222	Zenit	TASACO /İST	Makarnalık Buğday			+	+	+
223	Svevo	TASACO /İST	Makarnalık Buğday			+	+	+
224	Levante	TASACO /İST	Makarnalık Buğday			+	+	+
225	Saragolla	TASACO /İST	Makarnalık Buğday					+
226	Burgos	Fito Tohumculuk	Makarnalık Buğday			+	+	+
227	Durbel	Fito Tohumculuk	Makarnalık Buğday					+
228	Claudio	Progen Tohum	Makarnalık Buğday			+		+
229	Fata Sel	ATAEM/ESK	Makarnalık Buğday			+		+

Gen bölgelerinin çeşitlere dağılımı incelendiğinde; *Xgwm114* gen bölgesinin 29 (% 17.0); *Xgwm181* gen bölgesinin 6 (% 3.5); *Xgwm247* gen bölgesinin 158 (% 92.4); *Xgwm340* gen bölgesinin 151 (% 88.3) ve *Xgwm547* gen bölgesinin 163 (% 95.3) ekmeklik buğday çeşidinde var olduğu görülmektedir. Makarnalık buğday çeşitlerinde *Xgwm114* gen bölgesinin varlığına rastlanılmazken, *Xgwm181* gen bölgesi 1 (% 0.02); *Xgwm247* gen bölgesi 45 (% 77.6); *Xgwm340* gen bölgesi 27 (% 45.6) ve *Xgwm547* gen bölgesi ise 53 (% 91.7) çeşitte tespit edilmiştir.

Bu gen bölgelerinin beşinin de ekmeklik buğdaylardan Yıldırım, Karacadağ, Nurkent, Momtchill, Hakan ve TT-601 çeşitlerinde bulunduğu belirlenmiştir. Ekmeklik buğday çeşitlerinden Sagittario, Kınacı-97, Aldane, Sakin, Abuşbey ve Genç-88; makarnalık buğday çeşitlerinden Fırat-93, Şahinbey ve Fuatbey 2000 çeşitlerinde bu gen bölgelerinden hiçbiri saptanmamıştır.

Tülek ve ark. (2011), zararlıya bağlı olarak 1000 tane ağırlığındaki en yüksek azalmanın ekmeklik buğday çeşitlerinden Gelibolu çeşidinde % 18.3 ve en az azalmanın ise Pehlivan çeşidinde % 2.5 olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan analizlerde Gelibolu çeşidinin *Xgwm247* ve *Xgwm547* ve Pehlivan çeşidinin ise *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* gen bölgelerini içerdiği bulunmuş olup, dayanım kaynağı ile dane ağırlığındaki azalma uyumlu görülmektedir.

Kılıç ve ark. (2017) ekmeklik buğdaylardan Nurkent çeşidinde Ekin Sap Arısı bulaşma oranının % 13.1, 1000 tane ağırlığındaki azalmanın % 26.7; Sagittario çeşidinde bulaşma oranının % 5.3, 1000 tane ağırlığındaki azalmanın % 36.1 ve Pehlivan çeşidinde ise bulaşma oranının % 11.3, 1000 tane ağırlığındaki azalma oranının % 13.8 olduğunu belirlemişlerdir. Nurkent çeşidi taranan gen bölgelerinin tamamına sahipken, Sagittario hiçbirini taşımamaktadır. Laboratuvar bulguları ile zararlının bulaşma oranındaki ilişki olumsuz olmakla birlikte, 1000 dane ağırlığındaki değişimle uyumludur. Ancak Pehlivan çeşidinde 1000 dane ağırlığında görülen % 13.8'lik azalma, Tülek ve ark. (2011) tarafından tespit edilen % 2.5'lik azalmanın üzerindedir.

Kılıç ve ark. (2019) makarnalık buğdaylarda bu zararlıdan dolayı başaktaki tane sayısındaki azalma oranlarının 2007-2008 ve 2008-2009 sezonlarında sırasıyla Fuatbey-2000 çeşidinde % 4.2 ve % 9.4 Altıntoprak-98 çeşidinde % 9.4 ve % 1.9; Sarıçanak-98 çeşidinde ise % 15.9 ve % 19.2 olduğunu bildirmektedirler. Tablo 3 incelendiğinde, Altıntoprak-98 ve Sarıçanak-98 çeşitleri *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* gen bölgelerine sahipken, Fuatbey-2000 çeşidinde bu gen bölgelerinin bulunmadığı görülmektedir.

Sap dayanıklılığı yoluyla, Ekin Sap Arılarına karşı dayanımın mekanizması üzerine yapılan yeni araştırmalarda, Cook et al. (2017), tetraploid ve heksaploid buğday hatlarında sap dayanıklılığını belirlemek amacıyla, SNP markörleri kullanarak *Qss.msub.3BL* lokusunu analiz etmişlerdir. *Qss.msub.3BL* QTL bölgesinin kantitatif karakterli tek bir lokus olduğunu ifade eden Oiestad et al (2017) ise, *Qss.msub.3BL* ile ilgili, EST'lerden elde edilen SNP bölgelerini RNA-Seq yoluyla inceleyerek aday genleri belirlemeye çalışmıştır. 2A, 2D, 4A ve 5A kromozomlarında bulunan *SSt1* minör QTL bölgesinin, 3BL kromozomu üzerindeki sap sağlamlığı QTL'lerinin genetik ifadesi üzerine etkili olduğunu göstermektedir (Nilsen et al. 2017).

6 RIL popülasyonu kullanarak moleküler haritalar oluşturan Varella et al. (2019) bilinen QTL yanında, kromozom 1B üzerinde yer alan ve sert saplılıkla ilgili yeni bir QTL tanımlamışlardır. Bunun yanında Türkiye'den alınan yabani bir buğdayda (PI 166471), 3 QTL bölgesi bulunmuştur. 3 QTL'den hiçbiri gövde sağlamlığı ile ilgili olmamakla birlikte yüksek düzeyde larva ölümüne neden olmaktadır. Bu 3 QTL bölgesinin toplam etkisi sonucunda, sert saplı kontrol çeşitlerinde gözlenen benzer bir direnç görüldüğü ifade edilmektedir. Araştırmacılar Sap Arısına çeşitlerin dayanımında yerel popülasyonlardaki yeni allellerin, genetik kaynak olarak kullanılabileceğini belirtmektedir.

Bitkinin sap sertliğinin sağlayan genin ekspresyonu, ekmeklik buğdaylarda makarnalık buğdaylara göre ışıklanma süresi ve şiddeti, sıcaklık, yağmur gibi çevre koşullarından daha fazla etkilenebilmektedir (Housmand et al. 2007). Holmes (1984), yüksek ışık şiddetinin saptaki pith gelişimini artırarak bitki dayanıklılığını artırdığını, buna karşılık bulutlu ve kapalı havaların tersi etki yapmasından dolayı sap dayanıklılığında azalma olduğunu belirtmektedir.

Analizler için seçilen genetik markörlerin, ekin sap arılarına karşı dayanım sağlayan sap sertlik genlerini tespit ettiği bilinmektedir. Yine araştırmada kullanılan primerlerin, ekin sap arılarına karşı dayanımdaki varyasyonu % 76.4 gibi yüksek bir oranda açıkladığı, *Xgwm247*, *Xgwm340* ve *Xgwm547* genlerinin ise dayanımı % 31 oranında kontrol ettiği ve ıslah çalışmalarında markör destekli seleksiyon için kullanılabilceği araştırmacılarca ifade edilmektedir (Cook et al. 2004).

Yürütülen araştırma sonuçlarına göre, analizlerde kullanılan Ekmeklik ve Makarnalık buğday çeşitlerinin, miktarları ve motifleri değişmekle birlikte, çoğunlukla sap sertliği genlerini taşıdıkları görülmektedir. Ancak sonuçlar bu zararlıya karşı farklı zamanlarda yapılan çeşit reaksiyonu çalışmalarlarıyla (Tülek ve ark. 2011; Kılıç ve ark. 2017; 2019) karşılaştırıldığında, dayanım kaynağını açıklamakta yetersiz kalmaktadır.

Sap dayanıklılık genlerinin ekspresyonu üzerinde etki eden yeni moleküler mekanizmalar da dikkate alınarak yapılacak analizler yanında, buğday çeşitlerin dayanım kaynağını açıklamada, eşzamanlı çeşit reaksiyon denemelerin yürütülmesi, daha sağlıklı veriler oluşturacağı açıktır. Bunun yanında elde edilen veriler, ıslah programlarında markör destekli seleksiyon yapılmasına olanak sağlayacak, sap arılarına karşı dayanıklı yeni çeşit geliştirmede kesinlik ve hız kazandıracaktır.

## KAYNAKLAR

Akar, T., Caliskan, M., Nicol, J.M., Uranbey, S., Sahin, E., Yazar, S., William, M. and Braun, H.J. 2009. Molecular characterization of Cereal Cyst Nematode diagnostic markers *Cre1* and *Cre3* in some winter wheat germplasm and their potential use against *Heterodera filipjevi*. Field Crops Research 114: 320-323.

Alkan, B. 1948. Orta Anadolu Hububat Zararlıları (Zararlı Hayvan ve Böcekler). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1, Ankara, 132 s.

Altınayar, G. 1975. Ekin Sap Arıları *Cephus pygmeus* (L.) ve *Trachelus tabidus* (F.) (Hymenoptera: Cephidae)'nin Konya İlinde Biyo-ekolojileri, Sebep Oldukları Ürün Kayıpları ve Savaş Yolları Üzerine Araştırmalar. Ankara Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları, Araştırma Eserleri Serisi No: 36, Ankara, 135 s.

Altınayar, G. 1981. Orta Anadolu Bölgesi tahıl tarlalarındaki böcek faunasının saptanması üzerinde çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 21, 2, 53-89.

Ateş Sönmezoğlu, Ö., Yıldırım, A., Eserkaya Güleç, T. ve Kandemir, N., 2010. Markör Destekli Seleksiyonun buğday ıslahında kullanımı. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 105-112.



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Beres, B.L., Dosdall, L.M., Weaver, D.K., Carcamo, H.A. and Spaner, D.M., 2011. Biology and integrated management of wheat Stem Sawfly and the need for continuing research. *Canadian Entomologist*, 143, 105-125.

Berzonsky, Y.W.A., Ding, H., Haley, S.D., Harris, M.O., Lamb, R.J., McKenzie, R.I.H., Ohm, H.W., Patterson, F.L., Pears, F.B., Porter, D.R., Ratcliffe, R.H. and Shanower, T.G., 2003. Breeding wheat for resistance to insects. *Plant Breed. Rev.*, 22, 222-296.

Bruckner, P.L. 2004. Development of solid-stem winter wheat cultivars for Montana. Pacific Branch Entomological Society of America Eighty-Eighth Annual Meeting Grantree Inn Bozeman, MT June 20-23.

Bryan, G.J., Collins, A.J., Stepenson, P., Orray, A., Smith, J.B. and Gale, M.D. 1997. Isolation and characterization of microsatellites from hexaploid bread wheat. *Theor. Appl. Genet.* 94:557-563.

Cao, Q. and Zhang, W.J., 1993. Suggestions for control and conditions leading to outbreaks of wheat stem sawfly. *Agricultural Science and Technology, Information.* 2:4.

Clarke, F.R., Clarke J.M. and Knox R.E. 2004. Inheritance of stem solidness in eight durum wheat crosses. *Canadian Journal Plant Science*, 82, 661-664.

Cook, J.P., Wichman, D.M., Martin, J.M., Bruckner, P.L. and Talbert, L.E. 2004. Identification of microsatellite markers associated with a stem solidness locus in wheat. *Crop Science*, 44: 1397-1402.

Cook, J.P., Blake, N.K., Heo, H.Y., Martin, J.M., Weaver, D.K. and Talbert L.E. 2017. Phenotypic and Haplotype Diversity among Tetraploid and Hexaploid Wheat Accessions with Potentially Novel Insect Resistance Genes for Wheat Stem Sawfly. *The Plant Genome*, Vol. 10, No1:1-10.

Haiging, W., Hechen, G., Jumei, G., Chuxi, L. and Xiangguo, H. 1997. Preliminary study on mechanism of resistance to wheat stem sawfly. *Acta Agriculturae Borealioccidentalis Sinica*, 6 (3):5-11.

Holmes, N.D., 1984. The effect of light on the resistance of hard red spring wheats to the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* (Hymenoptera: Cephidae). *The Canadian Entomologist*, 116:677-684.

Houshmand, S., Knox, R.E., Clarke, F.R. and Clarke, J.M. 2007. Microsatellite markers flanking a stem solidness gene on chromosome 3BL in durum wheat. *Molecular Breeding*, 20, 261-270.

Kılıç, H.Y. ve Bayram Tekdal, S. 2017. Farklı fenolojik özelliklere sahip ekmeklik buğday genotiplerinin Ekin Sap Arısı [(*Cephus pygmaeus* L.), (Hymenoptera: Cephidae)] zararına dayanıklılık yönünden incelenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1): 65-76.

Kılıç, H., Aktaş, H. ve Tekdal, S. 2019. Durum buğday genotiplerinde bazı morfolojik özelliklerin Ekin Sap Arısı [(*Cephus pygmaeus* L.), (Hymenoptera: Cephidae)] zararı bakımından değerlendirilmesi. *International J. Pure Appl. Sci.* 5(2): 95-106.

Korkmaz, E.M., Budak, M., Hastaoğlu, Örgen, S., Bağda, E., Gençer, L., Ülgentürk, S. and Başbüyük, H.H. 2010a. New records and a checklist of Cephidae (Hymenoptera: Insecta) of Turkey with a shorth biogeographical consideration, Turkish Journal of Zoology, 34, 203-211.

Korkmaz, E.M., Hastaoğlu, Örgen, S., Gençer L., Ülgentürk, S. ve Başbüyük, H.H. 2010b. Orta Anadolu buğday tarlalarındaki bazı ekin zararlıları ve parazitoidlerinin saptanması, Türkiye Entomoloji Dergisi, 34, 3, 361-367.

Lanning, S.P., Fox, P., Elser, J., Martin, J.M., Blake, N.K. and Talbert, L.E. 2006. Microsatellite markers associated with a secondary stem solidness locus in wheat. Crop Science, 46: 1701-1703.

Mutlu, Ç., Karaca, V., Tonga, A., Erol, Ş., Duman, M. and Blank, S. 2016. The studies of wheat Stem Sawflies (Hym.: Cephidae) in Southeast Anatolia region, Turkey. International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16) March 19-20, 2016, Kilis.

Nilsen, K.T., N'Diaye, A, MacLachlan, P.R., Clarke, J.M., Ruan, Y., Cuthbert, R.D., Knox, R.E., Wiebe, K., Cory, A.T., Walkowiak, S., Beres, B.L., Graf, R.J., Clarke, F.R., Sharpe, A.G., Distelfeld, A. and Pozniak, C.J. 2017. High density mapping and haplotype analysis of the major stem-solidness locus *SS1I* in durum and common wheat. Plos One, April 11: 1-19.

Oiestad, A.J., Martin, J.M., Cook, J., Varella, A.C. and Giroux, M.J. 2017. Identification of Candidate Genes Responsible for Stem Pith Production Using Expression Analysis in Solid-Stemmed Wheat. The Plant Genome, Vol. 10, No2:1-8.

Ozberk, I., Atli, A., Yucel, A., Ozberk, F. and Coskun, Y. 2005. Wheat Stem Sawfly (*Cephus pygmaeus* L.) Damage; Impacts on Grain Yield, Quality and Marketing Prices, Crop Protection, 24, 1054-1060.

Röder, M.S., Plaschke, J., Konig, S.U., Borner, A., Sorrells, M.E., Tanksley, S.D. and Ganal, M.W. 1995. Abundance, variability and chromosomal location of microsatellites in wheat. Mol. Gen. Genet., 246:327-333.

Röder, M.S., Korzun, V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier, M.H., Leroy, P. and Ganal, M.W. 1998. A microsatellite map of wheat. Genetics 149:2007-2023.

Sayan, M. 2010. Adana'da Buğday Agro-Ekosistemindeki Böcek Türlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı.

Shanower, T.G. and Hoelmer, K.A. 2004. Biological control of Wheat Stem Sawflies: Past and future. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 21, 4, 197-221.

Tayakısı, İ. 1971. Buğdayda zararlı olan Ekin Saporısı (*Cephus* spp.)'nın Antalya ve Maraş illerinde kıymetlendirme sürveyi. Adana Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü.

Tülek, A., Koçak, E., Akın, K. ve Kahraman, T. 2011. Ekin Sap Arısı (*Cephus pygmaeus* L., Hym.: Cephidae)'nın bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kalite ve verim komponentleri üzerine etkisi. IV. Türkiye Bitki Koruma Kongresi, Kahramanmaraş, 180.

Varella, C.V., Zhang, H., Weaver, D.K., Cook, J.P., Hofland, M.L., Lamb, P., Chao, S., Martin, J.M., Blake, N.K. and Talbert, L.E. 1999. A Novel QTL in Durum Wheat for Resistance to the

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Wheat Stem Sawfly Associated with Early Expression of Stem Solidness. *Genes, Genome, Genetics*, Volume 9: 2000-2006.

Varella, A.C., Weaver, D.K., Blake, N.K., Hofland, M.L., Heo, H-Y., Cook, J.P., Lamb, P.F., Jordan, K.W., Akhunov, E., Chao, S. and Talbert, L.E. 2019. Analysis of recombinant inbred line populations derived from wheat landraces to identify new genes for wheat stem sawfly resistance. *Theoretical and Applied Genetics*. 132:2195–2207.

ICAAW2021

## DETERMINATION OF WATERSHED PARAMETERS AND SYNTHETIC UNIT HYDROGRAPHS BY USING GIS

Benjamin Bantchina<sup>1\*</sup>, Kemal S. Gündoğdu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Parakou, Faculty of Agriculture, Agricultural Engineering, Parakou, Benin ORCID: 0000-0002-2593-426X

<sup>2</sup>Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Bursa, Turkey, ORCID: 0000-0002-5591-4788

\*Corresponding author e-mail: [ben.bantchina@gmail.com](mailto:ben.bantchina@gmail.com)

### Abstract

One of the most challenging aspects of doing river basin studies is providing basin data. The most relevant data are the values of precipitation and discharge. To collect the interested dataset, the rainfall observations are to be made at the desired interval and time from the precipitation observing stations that represent the basin. In addition, the measurements to be taken from the flow observation stations in the basin must be carried out within the desired interval and time. Currently, it is not possible to measure these data in all basins in Turkey. Therefore, synthetic methods which do not require all these measured values in basin studies are used in hydrology.

In Nilüfer Dam watershed, where this study was carried out, the flow values are measured every hour, whereas the cumulative rainfall values are recorded daily by the Public Water Management Department (DSİ). As rainfall is measured in the form of daily cumulative, it is not possible to obtain a hyetograph giving the hourly intensity of rainfall.

The aim of this study is to determine the Nilüfer Dam watershed characteristics. For this purpose, synthetic unit hydrograph methods, such as the DSI synthetic method, Mockus, and Snyder synthetic methods have been used. At the end of the study, the results were compared and evaluated.

**Key Words:** Hydrology, rainfall, synthetic unit hydrograph, watershed

### ÖZET

Su havzaları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda en zorlayıcı unsurlardan birisi, havzaya ilişkin verilerin temin edilmesidir. Temininde günlük çekilen verilerin en önemlileri, yağış ve akım değerleridir. Havzayı temsil edecek yağış gözlem istasyonlarından, istenilen aralıkta ve sürede yağış gözlemleri yapılmış olması, çok değerli veri setini oluşturmaktadır. Bunun yanında, havzada akım gözlem istasyonlarından yapılacak ölçümlerin de istenilen aralıkta ve sürede olmasına gereksinim duyulmaktadır. Türkiye’de her havzada bu verilerin ölçümü mümkün olmayabilir. Bu durumda, havza çalışmalarında bu ölçüm değerlerinin hepsine gereksinim duymayan sentetik yöntemler hidrolojide kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın yürütüldüğü, Nilüfer Barajı havzasında akım gözlem değerleri saatlik olarak ölçülmekte ancak havzada DSİ tarafından gerçekleştirilen yağış ölçüm değerleri günlük toplam olarak kaydedilmektedir. Yağışın günlük toplam şeklinde ölçülmesi nedeniyle, saatlik yağış şiddetini veren hyetograf elde edilememektedir. Bu çalışmanın amacı, Nilüfer Barajı havzası

karakteristiklerini bulmaktır. Veri yetersizliği nedeniyle, sentetik birim hidrograf yöntemleri kullanılmıştır. Sentetik birim hidrograf oluşturmasında kullandığımız yöntemler, DSI sentetik, Mockus ve Snyder yöntemleridir. Çalışma sonunda bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidroloji, sentetik birim hidrograf, su havzası, yağış

## INTRODUCTION

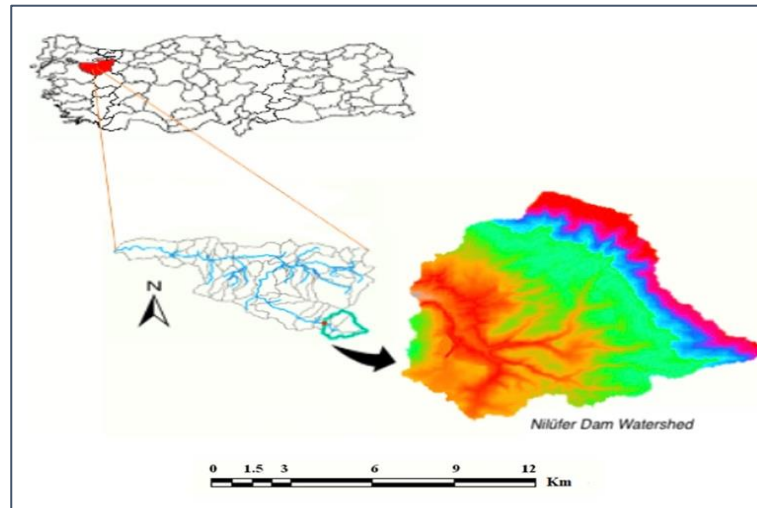
Water, an indispensable natural resource for life, is the key to socio-economic development and the protection of healthy ecosystems. With the population growth, the demands of agricultural and industrial sectors on underground and surface waters and their pressures on water resources are increasing. In recent years, efforts have been raising on integrated watershed management to ensure good water management. Within the scope of integrated watershed management, water supply, water quality control, quantitative water-related risk management, sediment control, biodiversity protection and recreational activities are discussed. Precise estimation of flood areas and flood-exposed areas in these regions is a matter of life in order to minimize flood damage. After heavy rains, especially prolonged heavy rains, flooding occurs particularly in over-sloped and impermeable soils. In order to take the necessary measures, long-term precipitation and current measurements should be made in the watersheds as well as the watershed precipitation flow relationship determined. In some watersheds not enough data is provided for evaluation. In this case, it is ensured that the evaluation is made by using synthetic unit hydrograph methods.

The main aim of this study was to determine the watershed parameters by using geographical information system (GIS) techniques and synthetic unit hydrograph (UH) for Bursa Nilüfer Dam watershed. For this purpose, ArcGIS software and Arc Hydro Tools were used primarily to determine the watershed boundary of the Nilüfer Dam. Furthermore, DSI synthetic method, Mockus method and Snyder method were applied. As unit hydrograph elements, parameters such as effective rainfall duration, basin lag time, peak discharge, and the base time of the unit hydrograph were determined. At the end of the study, the results obtained by these methods were evaluated and compared.

## MATERIAL AND METHODS

### Study Area

The study was conducted in Nilüfer Dam Watershed, located in the Nilüfer River ( $40^{\circ}00'43.82''N$   $29^{\circ}06'59.57''E$ ) in Turkey (*Figure 1*).



**Figure 1.** Location of Study Area

The climate of the study area has the characteristics of the Marmara transition type of the Mediterranean climate. Although the region is close to the Marmara Sea, the mountain of Uludağ prevents the sea effect from being introduced in. Precipitations are mostly seen in spring and winter. In winter precipitations are usually in the form of snow.

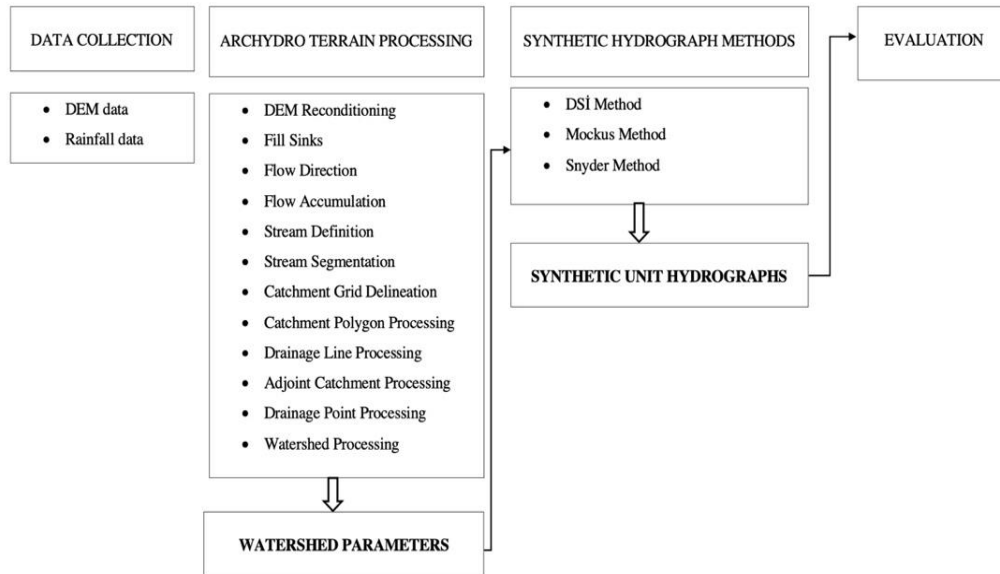
The land use and land cover of the Nilüfer Dam watershed are variable: 39.25% of the land is fallow land, 34.48% is forest, 15.19% is shrubbery land, 4.43% is classified as garden watery, 4.25% pasture, 0.56% aqueous agriculture and 1.85% others (Bantchina et al., 2017).

Numerical and nonnumerical data were used within the scope of the study. Meteorological data were obtained from Turkish General Directorate of Meteorology. ASTER DEM data of 30x30 m resolution were downloaded from USGS web site and used for watershed delineations and topographic parameterization.

### **Methodology**

ArcMap ver.10.8 software and Arc Hydro Tools were used to determine the watershed parameters. In this study, DSI synthetic, Mockus method and Snyder method were used as synthetic UH methods. The flow chart of the methodology followed in this study is given in *Figure 2*.





**Figure 2.** Flow chart of methodology followed in this study

### DSI Synthetic Method

In the DSI synthetic method, UH values are calculated using the watershed efficiency generated by two hours of rainfall that produces 1 mm flow in stream basins with a precipitation area of up to 1000 km<sup>2</sup>. The following formulas below are used for the calculation of unit hydrograph elements by using DSI synthetic method (Özdemir 1978).

$$S = \left( \frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2 \quad (1)$$

$$E = \frac{L \cdot Lc}{\sqrt{S}} \quad (2)$$

$$Qp = A \cdot qv \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

$$T = 3,65(Vb/Qp) \quad (4)$$

$$Tp = \frac{T}{5} \quad (5)$$

$$Vb = A \cdot ha \cdot 10^3 \quad (6)$$

where: Qp is the peak discharge (m<sup>3</sup>/sec/mm); T is the hydrograph continuation time (sec); Tp is the basin lag time (hours); qv is flow efficiency (lt/sec/km<sup>2</sup>/mm); Vb is the unit volume (m<sup>3</sup>); S is the harmonic slope of the mainstream; ha is 1 mm flow height; A is the basin area (km<sup>2</sup>); L is the length of the main stream (m); Lc is the distance from the outlet to a point on the stream nearest the measure of watershed shape.

### Mockus Method

Mockus method can be used in basins with a time of concentration up to 30 hours. In basins with a greater collection time, the larger basin is divided into sub-basins. Hydrographs for the

larger basin can be obtained by using the hydrographs created for each sub-basin. Mockus method is preferred since it is easy to process and work on the drawn triangular hydrograph.

Due to the variability of precipitation, it is important to select the  $\Delta D$  unit downpour time to be taken in the floods to be calculated. In the selection of  $\Delta D$  unit downpour time, the criteria is usually  $T_c/5 \leq \Delta D$ . For the first 6 hours of project downpour time,  $\Delta D$  is mostly 1 hour. If the  $T_c$  is less than 3 hours, it is practically taken 1/2 hour. If the  $T_c$  is between 10 and 15 hours,  $\Delta D = 2$  hours, and from 15 hours to 30 hours, it is recommended to take  $\Delta D$  for 3 hours. The following formulas are used when determining synthetic UH by using Mockus method (Özdemir 1978).

$$T_c = 0,00032 \frac{L^{0.77}}{s^{0.385}} \quad (7)$$

$$D = 2\sqrt{T_c} \quad (8)$$

$$T_p = \sqrt{T_c} + 0,6T_c \quad (9)$$

$$Q_p = \frac{K \cdot A \cdot ha}{T_p} \quad (10)$$

$$K = \frac{Q_p \cdot T_p}{A} \quad (11)$$

$$T_r = H \cdot T_p \quad (12)$$

$$H = (2 \times 0,278 - K) / K \quad (13)$$

$$T_b = T_p + T_r \quad (14)$$

where:  $T_c$  is the concentration time (hours);  $Q_p$  is the peak discharge ( $m^3/sec/mm$ );  $T_p$  is the basin lag time (hours);  $T_r$  is the effective rainfall duration (hours);  $T_b$  is the base time (hours);  $ha$  is the annual average unit precipitation (mm);  $D$  unit downpour time (hours);  $A$  is the basin area ( $km^2$ );  $L$  is the length of the mainstream (m);  $S$  refers to the harmonic slope of the main stream.  $K$  and  $H$  are the coefficients based on basin characteristics.

### Snyder Method

The synthetic UH of Snyder (1938) is based on relationships found between three characteristics of a standard unit hydrograph and descriptors of basin morphology. The Snyder method can be applied to drainage areas up to 25-25000  $km^2$ , and in larger areas, calculations are made by dividing them into secondary basins. Snyder used three parameters (the effective rainfall duration ( $T_r$ ), the peak direct runoff rate ( $Q_p$ ), and the basin lag time ( $T_p$ )) to describe the unit hydrograph. Snyder found the following relationship between  $T_r$  and  $T_p$  for a standard unit hydrograph.

$$T_r = \frac{T_p}{5,5} \quad (15)$$

For a standard unit hydrograph the basin lag  $T_p$ , and the peak discharge  $Q_p$ , are given by:

$$T_p = C_t(L.L_c)^{0,30} \quad (16)$$

$$Q_p = A.q_v.h_a.10^{-3} \quad (17)$$

where L is the length of the mainstream (m), L<sub>c</sub> is the distance from the outlet to a point on the stream nearest the measure of watershed shape (m), and C<sub>t</sub> is a coefficient derived from gauged watersheds in the same region.

$$q_v = 276 \frac{C_p}{T_p} \quad (18)$$

where: q<sub>v</sub> is the flow efficiency (lt/sec/km<sup>2</sup>/mm); C<sub>p</sub> is a coefficient derived from gauged watersheds in the area and represents the effects of retention and storage.

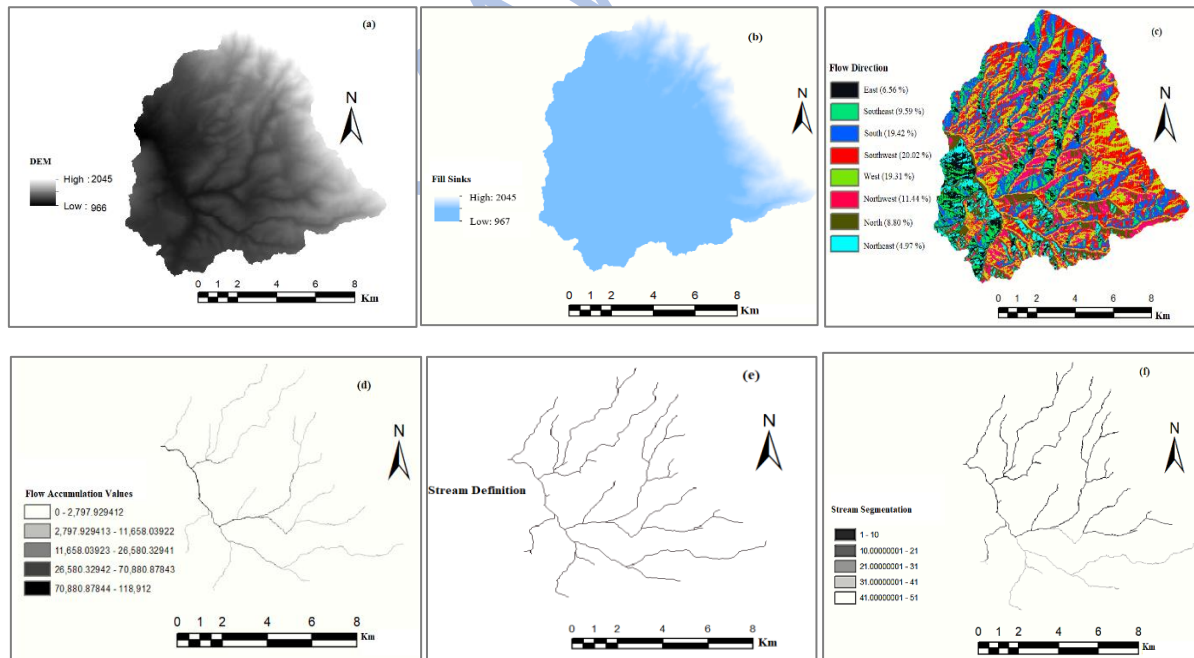
Hydrograph time T (days):

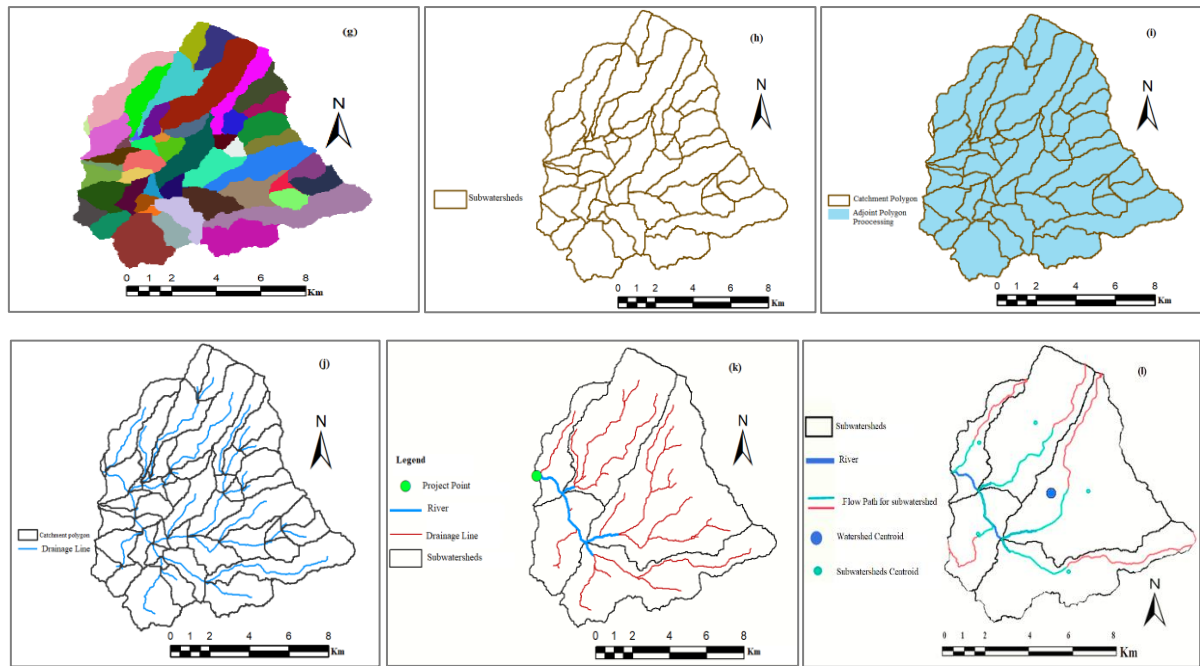
$$T = 3 + \frac{3.T_p}{24} \quad (19)$$

## RESULTS AND DISCUSSION

### Determination of Nilüfer Dam Watershed Parameters

Nilüfer Dam Watershed characteristics were determined using a digital elevation model of the study area. The results are given below in *Figure 3*.





**Figure 3.** (a) DEM, (b) Fill Sinks, (c) Flow Direction, (d) Flow Accumulation, (e) Stream Definition, (f) Stream Segmentation, (g) Catchment Grid Delineation, (h) Catchment Polygon Processing, (i) Drainage Line Processing, (j) Adjoint Catchment Processing, (k) Drainage Point Processing, (l) Watershed Processing.

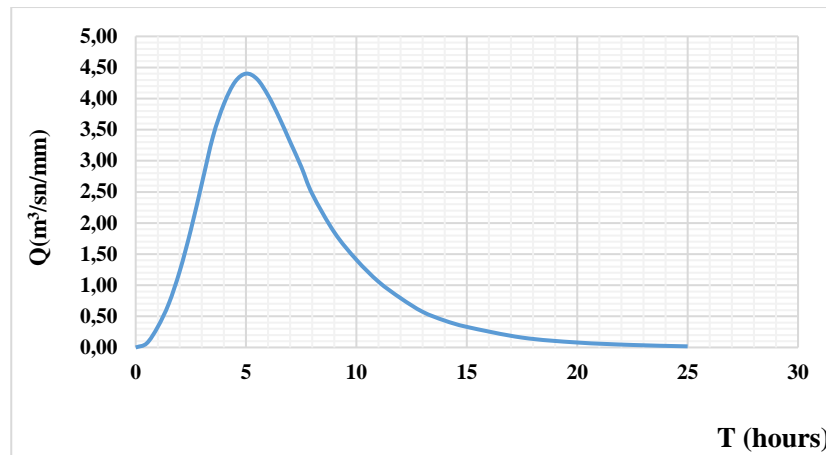
The numerical data obtained from Nilüfer Dam Watershed are given below in *Table 1*.

**Table 1.** Numerical values of Nilüfer Dam Watershed

Watershed Characteristics	Obtained results
Watershed Area (km <sup>2</sup> )	A = 107,35
Watershed Perimeter (m)	13101,3
Watershed minimum height (m)	966
Watershed maximum height (m)	2045
Watershed mean height (m)	1362,07
Watershed Direction	Southwest, South
Watershed Longest Flow Path (m)	L = 17875,9
Centroidal Longest Flow Path (m)	Lc = 6964,66

### Determination of Unit Hydrograph by using DSI Synthetic Method

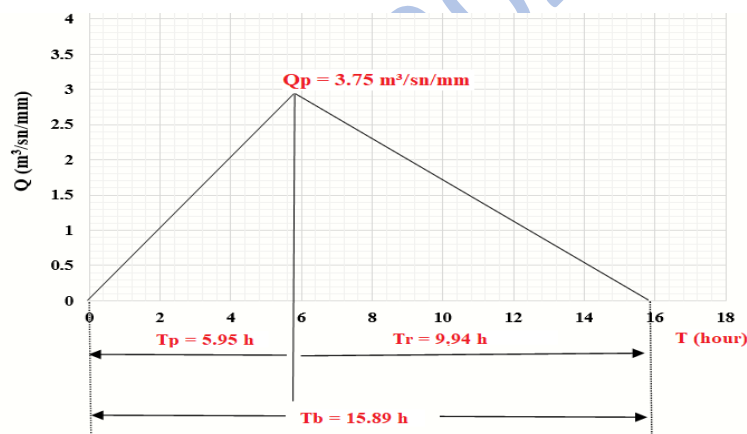
The UH of Nilüfer Dam watershed obtained by the DSI synthetic method is a hydrograph for a period of 2 hours. The peak discharge was  $Q_p = 4.40 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ , and the basin lag time was  $T_p = 5 \text{ hours}$  (*Figure 4*).



**Figure 4.** UH obtained by using DSI synthetic method for Nilüfer Dam Watershed

### Determination of Unit Hydrograph by using Mockus Method

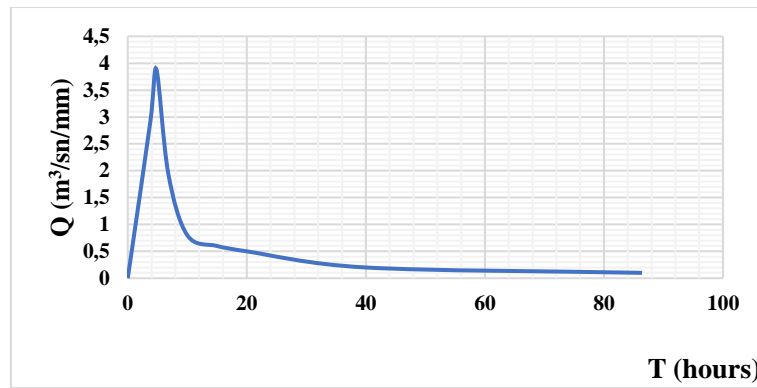
According to the Mockus method, the UH peak discharge is  $Q_p = 3.75 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ , the base time  $T_b$  is 15.89 hours, the basin lag time  $T_p$  is 5.95 hours, and the effective rainfall duration  $T_r$  is 9.94 hours. The coefficients according of Nilüfer Dam Watershed characteristics used in this method were found to be  $K = 0.347$  and  $H = 0.602$  (Figure 5).



**Figure 5.** UH obtained by using Mockus method for Nilüfer Dam Watershed

### Determination of Unit Hydrography by using Snyder Method

With Snyder method, for the Nilüfer Dam Watershed, UH elements obtained are the peak discharge  $Q_p = 3.89 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ , the effective rainfall duration  $T_r = 1$  hour, the basin lag time  $T_p = 4.8$  hours; and the coefficients according to the basin and unit hydrograph characteristics are  $C_t = 1.5$ ;  $C_p = 0.63$  (Figure 6).



**Figure 6.** Snyder's Synthetic UH for Nilüfer Dam Watershed

For these three methods, it has been identified that there is a small difference between the discharge peaks of the resulting unit hydrographs. The highest discharge peak was achieved by the DSI Synthetic method ( $Q_p = 4.40 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ ) and the smallest by Mockus method ( $Q_p = 3.75 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ ). The longest basin lag time was achieved by Mockus method ( $T_p = 5.95$  hours) and the shortest time was achieved by Snyder method ( $T_p = 4.8$  hours).

These results are consistent with the results obtained by Sönmez et al. (2012). In the Snyder method, the  $C_t$  and  $C_p$  coefficients are connected to the ground, and in the Mockus method,  $K$  and  $H$  coefficients are the coefficients connected to the basin property. In order to find these coefficients, preliminary studies are required. The DSI method does not require these coefficients, therefore this method should be preferred.

## CONCLUSIONS

Nilüfer Dam Watershed parameters were obtained by using GIS techniques. Nilüfer Dam is a watershed with an area of  $107.35 \text{ km}^2$ . The watershed circumference length is 62520 m, the maximum height value is 2045 m, while the minimum height value is 966 m. The length of the mainstream of the watershed is 17875.9 m; the distance from the outlet to a point on the stream nearest the measure of watershed shape is 6964.66 m.

Synthetic UH were created with these obtained watershed characteristics. DSI Synthetic, Mockus and Snyder methods calculated the discharge peak ( $Q_p$ ), the basin lag time ( $T_p$ ), the base time ( $T_b$ ) of the average unit hydrograph with a duration of 2 hours and some coefficients of these methods were obtained.

The results showed that Synthetic unit hydrograph methods can be used in the preparation of hydrographs related to similar watersheds. However, differences can occur according to the results obtained by using real current observation and climate values related to the watershed. However, the use of synthetic methods may be mandatory in unit hydrographs determination in watersheds where there is no measured data.

## REFERENCES

Anonymous, 2011. Arc Hydro Geoprocessing Tools -Tutorial, Version 2.0 - October 2011



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Bantchina, B. B., Mucan, U., Gündoğdu, K. S., 2017. Bursa İli Arazi Varlığının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Analizi, 5.Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli, 65-74.

Dilley, M. 2005. Natural disaster hotspots: A global risk analysis, Vol.5, World Bank publications, Washington, DC.

Özdemir, H. 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi DSİ, Ankara.

Snyder, F. F., 1938. Synthetic unit graphs. Trans. Am. Geophys. Union, (19): 447-454.

Sule, B. F., Alabi, S. A., 2013. Application of synthetic unit hydrograph methods to construct storm hydrographs, Academic Journals, International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, 5(11): 639-647.

Sönmez O. , Öztürk M. , Doğan E., 2012. İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini, SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi,16(2):130-135.

ICAAW2021

## THE INFLUENCES OF *Salix Babylonica* LEAF EXTRACTS ON GAS AND METHANE PRODUCTION OF THE TMR

Emrah Kaya<sup>1\*</sup>, Ali Kaya<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Iğdir, Iğdir, Turkey.  
0000-0001-7337-0406

<sup>2</sup> Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Atatürk, Erzurum, Turkey.  
0000-0002-7694-7220

Corresponding author e-mail: [emrah.kaya@igdir.edu.tr](mailto:emrah.kaya@igdir.edu.tr)

### Abstract

The aim of the current experiment was to determine the effects of *Salix Babylonica* leaf extracts on the gas and methane production of the TMR. The leaf of *Salix Babylonica* were chopped and extracted at 10 g leaf / 80 ml of solvent mixture (10 ml methanol, 10 ml ethanol, and 80 ml of distilled water) for 72h soaking time. Leaf extracts of *Salix Babylonica* were tested at four doses (0, 0.6, 1.2 and 1.8 ml/g DM) in four replicates for each treatment using an *in vitro* gas production technique. The leaf extract of *Salix Babylonica* had a significant effect on the gas and methane production of the TMR. Gas production ranged from 46.01 to 56.03 ml. The methane production ranged from 7.54 to 16.32 ml. ME and OMD ranged from 9.25 to 10.62 and 66.62 to 75.53 respectively. The addition of *Salix Babylonica* extract increased CH<sub>4</sub>, ME, and OMD. As a result, supplementation of leaf extracts of *Salix Babylonica* is not recommended to mitigate enteric methane production, although it increases metabolisable energy and organic matter digestibility.

**Keywords:** *In vitro*, Methane production, *Salix Babylonica*, TMR

### INTRODUCTION

Total mixed rations (TMRs) are prepared to provide levels of energy, protein, vitamins and minerals that are required for the optimum levels of animal production.

Methane is produced in ruminants as an inevitable by-product of OM fermentation in the rumen, and it represents a significant energy loss to the host animal. It has been estimated that the energy lost as CH<sub>4</sub> in ruminants can range from 2 to 12 percent of the gross energy intake (Johnson and Johnson, 1995). The continuous increase in atmospheric temperature and global warming over the last few decades has been attributed to rising concentrations of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O) in the troposphere (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001).

Plant extracts high in secondary metabolites have been utilized as feed supplements to control ruminal fermentation and increase nutrient utilization efficiency by lowering the quantity of methane or ammonia N generated (Rezaei and Pour, 2012). Previous research has shown that some secondary metabolites, like essential oils, can modify rumen N metabolism by decreasing protein degradation and ammonia N production (Jiménez-Peralta et al. 2011).

*Salix babylonica* is a willow species native to the generally northern and dry regions of its homeland, China. But it has been distributed to various parts of the world for thousands of years as well as being cultivated elsewhere in Asia. It is a tree that has a lifespan of 50-75 years,

can reach 20-25 meters in height, and is deciduous. The leaves are narrow, without stripes, pointed at the tip and slightly serrated on the edges. *Salix alba*, *Salix babylonica*, *Salix caprea*, *Salix fragilis*, *Salix cinerea*, and *Salix viminalis* are the most common willow species (Güvenç, 2003). The antimicrobial properties of *Salix babylonica* (SB) extracts, as well as their ability to modify ruminal fermentation and enhance nutrient use in ruminants, have been studied. (Mejía-Hernández et al., 2013; Salem, 2012; Salem et al., 2010, 2011). Secondary metabolites have also been found to improve protein metabolism, reduce CH<sub>4</sub> emissions, and inhibit or promote microbial development (Makkar et al., 1998).

As a result, the focus of this research was how different dosages of *Salix babylonica* leaf extract influenced *in vitro* ruminal fermentation of TMR.

## MATERIALS AND METHODS

Individual feed ingredients for the total mixed ration (TMR) were obtained from Atatürk University's Livestock Application and Research Center and (Table 1) was prepared in the laboratory based on the proportions of the ingredients. TMR is composed of the following components (g/kg dry matter basis): maize silage 250; concentrate cattle feed 30; grass hay 20; and alfalfa hay 25.

Table 1. Ingredients composition (g/KG DM) of the TMR

<b>Total Mixed Ration</b>	
<b>Ingredient composition</b>	<b>g/KG DM</b>
Maize silage	250
Concentrate cattle feed	30
Grass hay	20
Alfalfas hay	25

The TMR sample was dried at 60°C for 48 hours in a forced air oven until it reached a consistent weight, then ground in a mill to pass a 1-mm sieve and kept in plastic bags for further chemical composition and *in vitro* gas production (GP) parameters assessment. The chemical composition of TMR was determined using the methods described by AOAC (1990). Neutral detergent fiber and acid detergent fiber contents of the TMR determined with the method described by Van Soest (1991). The composition of the TMR (Table 2) was (g/kg DM), 934 g organic matter, 133 g crude protein, 44 g ether extract, 576 g neutral detergent fiber and 302 g acid detergent fiber.

Table 2. Chemical composition (%) of the TMR

<b>Total Mixed Ration</b>	
<b>Chemical composition</b>	<b>%</b>
Dry matter	91,52
Crude ash	7,48
Ether extract	4,40
Crude protein	13,30
NDF	57,66
ADF	30,23
Crude cellulose	20,54

Briefly, leaves from various young and old *Salix Babylonica* trees were randomly collected during the summer season and freshly cut into 2 to 3 cm lengths before being extracted at 10 g leaf / 80 ml solvent combination (10 ml methanol, 10 ml ethanol, and 80 ml of distilled water) for 72h soaking time. Leaf extracts of *Salix Babylonica* were tested at 0, 0.6, 1.2 and 1.8 ml/g DM of the TMR in four replicates for each treatment using an *in vitro* gas production technique (Menke et al., 1979). Gas production was determined for 24 h. Rumen fluid was collected from three fistulated sheep fed twice daily with a diet containing alfalfas hay (60%) and concentrate (40%). After incubation, the methane content of the gas produced was determined using the infrared methane analyzer (Goel et al., 2008). Gas production and methane production were determined using additive specific blank, which is a syringe without substrate containing only inoculums, incubation medium and *Salix Babylonica* leaf extracts. TMR metabolisable energy (MJ/kg DM) and organic matter digestibility (OMD) were estimated using Menke and Steingass (1988) formulae as follows:

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.1357 \times \text{GP} + 0.057 \times \text{CP} + 0.002859 \times \text{EE2}$$

$$\text{OMD (\%)} = 14.88 + 0.8893 \times \text{GP} + 0.448 \times \text{CP} + 0.651 \times \text{CA}$$

One-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine the effects of *Salix Babylonica* leaf extracts on gas, methane production, metabolisable energy and organic matter digestibility of the TMR. Tukey's multiple range tests were used to determine the significance of individual means. Mean differences were considered significant at  $p < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

The effects of *Salix Babylonica* leaf extracts on gas production, methane production, metabolisable energy and organic matter digestibility were given in Table 3. The leaf extract of *Salix Babylonica* had a significant effect on the gas and methane production of the TMR.

Gas production ranged from 46.01 to 56.03 ml. The methane production ranged from 7.54 to 16.32 ml. ME and OMD ranged from 9.25 to 10.62 and 66.62 to 75.53 respectively. The addition of *Salix Babylonica* extract increased CH<sub>4</sub>, ME, and OMD. The results obtained in the current experiment are consistent with finding of Hassanat and Benchaar (2013) and Pellikaan et al. (2011), who showed that several tannins obtained from different sources have a significant effect on gas and methane production. They also indicated that the decrease in gas and methane production could be associated with a decrease in acetate concentration.

Table 3. The effects of leaf extracts of *Salix Babylonica* on gas production, methane production, metabolisable energy and organic matter digestibility of TMR

Treatments	Net Gas	CH <sub>4</sub> (ml)	CH <sub>4</sub> (%)	ME	OMD
TMR + 0 ml SBL extract	46.01 <sup>b</sup>	7.54 <sup>c</sup>	16.40 <sup>c</sup>	9.25 <sup>b</sup>	66.62 <sup>b</sup>
TMR + 0,6 ml SBL extract	53.36 <sup>a</sup>	13.57 <sup>b</sup>	25.43 <sup>b</sup>	10.25 <sup>a</sup>	73.31 <sup>a</sup>
TMR + 1,2 ml SBL extract	56.03 <sup>a</sup>	15.48 <sup>a</sup>	27.63 <sup>b</sup>	10.62 <sup>a</sup>	75.53 <sup>a</sup>
TMR + 1,8 ml SBL extract	52.32 <sup>a</sup>	16.32 <sup>a</sup>	31.23 <sup>a</sup>	10.11 <sup>a</sup>	72.23 <sup>a</sup>
SEM	1.298	0.516	1.034	0.177	1.155

<sup>ab</sup>Column means with common superscripts do not differ ( $p > 0.05$ ), SEM: Standard error mean, SBL: *Salix Babylonica* Leaf, ME: Metabolisable energy (MJ/kg DM), OMD: Organic matter digestibility (%).

## CONCLUSIONS

Mitigating CH<sub>4</sub> emissions from dairy cattle will offer long-term environmental benefits in terms of reducing the contribution of animal agriculture to greenhouse gas emissions. As a result, supplementation of leaf extracts of *Salix Babylonica* is not recommended to mitigate enteric methane production, although it increases metabolisable energy and organic matter digestibility.

## REFERENCES

- AOAC. Official method of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 1990. pp.66–88.
- Goel G, Makkar HPS, Becker K. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science Technology* 2008; 147 (1–3): 72–89.

Güvenç, A., 2003. Ankara Çevresinde Yetişen Salix L. (Söğüt) Türleri Üzerinde Farmasötik Botanik Yönünden Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2001-08-03-033, Ankara.

Hassanat F, Benchaar C. 2013. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93:332-339.

Hernandez PM, Salem AZ, Elghandour MM, Cipriano-Salazar M, Cruz-Lagunas B, Camacho LM. 2014. Anthelmintic effects of Salix babylonica L. and Leucaena leucocephala Lam. extracts in growing lambs. *Trop Anim Health Prod.* 46(1):173-8.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. A contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Jiménez-Peralta F S, Salem A Z M, Mejia-Hernández P, González-Ronquillo M, Albarrán-Portillo P, Rojo-Rubio R, Tinoco-Jaramillo J L. 2011. Influence of individual and mixed extracts of two tree species on in vitro gas production kinetics of high-concentrate diet fed to growing lambs. *Livestock Science*, 136, 192–200.

Johnson, K. A., and D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2483–2492.

Makkar, H.P.S., Sen, S., Blummel, M., Becker, K., 1998. Effects of fractions containing saponins from Yucca schidigera, Quillaja saponaria and Acacia auriculiformis on rumen fermentation. *J. Agr. Food. Chem.* 46: 4324-4328.

Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 1979; 93:217–222.

Menke KH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 1988; 28:7–55.

Pellikaan W, Stringano E, Leenaars J, Bongers DJGM, Shuppen S, Plant J, Mueller-Harvey I. 2011. Evaluating effects of tannins on extent and rate of in vitro gas and CH<sub>4</sub> production using an automated pressure evaluation system (APES). *Animal Feed Science and Technology*, 166-167:377-390.

Rezaei N, Pour H A. 2012. Evaluation effect of thyme extract on degradability of soybean meal with gas product technique. *Advances in BioResearch*, 3:45-47.

Salem A.Z.M., 2012. Oral administration of leaf extracts to rumen liquid donor lambs modifies in vitro gas production of other tree leaves. *Anim. Feed Sci. Tech.* 176:94-101.

Salem, A.Z.M., Olivares, M., López, S., González-Ronquillo, M., Rojo, R., Camacho, L.M., Cerrillo, S.M.A., Mejia, H.P., 2011. Effect of natural extracts of Salix babylonica and Leucaena



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

leucocephala on nutrient digestibility and growth performance of lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 170:27-34.

Salem, A.Z.M., Robinson, P.H., Lopez, S., Gohar, Y.M., Rojo, R., Tinoco, J.L., 2010. Sensitivity of sheep intestinal lactic acid bacteria to secondary compounds extracted from *Acacia saligna* leaves. *Anim. Feed Sci. Tech.* 161:85-93.

Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 1991; 74(10): 3583–3597.

ICAAW2021

## **THE CASE OF GREENHOUSES IN SHAMKİR, AZERBAIJAN: ENCOUNTERED PROBLEMS AND SOME RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT**

**Kamran Mehdiyev<sup>1</sup>, Erkan Yashoglu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bursa Uludag University Graduate School of Natural and Applied Science, Bursa, Turkey

<sup>2</sup>Bursa Uludag University, Agricultural Faculty, Biosystems Engineering Department, Bursa, Turkey

[yasli@uludag.edu.tr](mailto:yasli@uludag.edu.tr)

Corresponding Author: Kamran Mehdiyev, [kamran2146850@gmail.com](mailto:kamran2146850@gmail.com)

### **Abstract**

Significant increases have been observed in the areas of protected cultivation in Azerbaijan between 2001-2016. The total area of protected cultivation in Azerbaijan was increased from 7 610 da in 2001 to 21 650 da in 2016. In Azerbaijan, the majority of protected cultivation structures consists of greenhouses. In these greenhouses, vegetables are produced, usually While the amount of vegetables produced in 2001 was 20154 tons, it increased to 94 583 tons in 2016.

A 33.8% (7310 da) of the total greenhouse areas of Azerbaijan are located on the Shamkir region. The production from greenhouses in the Shamkir region constitutes 21% of the total greenhouse production in Azerbaijan (19 590 tons).

In this study, it is aimed to determine the current situation and structural problems of plastic covered greenhouses in the Shamkir region and to give some recommendations to solve these problems. Information on sizes, types and covering materials of greenhouses in the study area were obtained from statistical data. The research was carried out through questionnaire and onsite observations in April 2018 in greenhouse enterprises in Shamkir region, where greenhouse cultivation was performed intensively.

In order to represent the region, surveys were conducted in 21 greenhouses in 4 different villages in the Shamkir region. With the survey study, information about plant production in greenhouses, structural features of greenhouses, planning criteria, sufficiency of greenhouse indoor environmental conditions and problems of greenhouse operations related to research subject were obtained.

According to the results, it was observed that ventilation, heating and cooling systems which play an important role in the control of environmental conditions in production greenhouses are insufficient. Therefore, it is concluded that greenhouses in the Shamkir region should be improved for successfull and sustainable production.

**Keywords:** Azerbaijan, Shamkir, Greenhouse, Structural Characteristics of Greenhouses, Productivity

## YÜZEYALTI DAMLA SULAMA SİSTEMİ

Alper Baydar<sup>1\*</sup>, Mete Özfidaner<sup>1</sup>, Yeşim Bozkurt Çolak<sup>1</sup>, Engin Gönen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1426-466X>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8453-8136>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1836-3910>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0471-9376>

Sorumlu Yazar: Alper BAYDAR, alper.baydar@tarimorman.gov.tr

### Özet

Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olması ve kullanımı üzerindeki diğer sektörler (evsel, kentsel ve endüstriyel) tarafından oluşan baskıların artması, suyun etkin kullanımının önemini daha da kaçınılmaz kılmaktadır. Bu amaçla, sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, su ve enerji tasarrufu sağlayan, su kayıplarını minimum düzeye indiren, çevreyi kirletmeyen, ürün miktarında ve kalitede artış sağlayan basınçlı sulama sistemleri, özellikle yüzeyaltı damla sistemlerinin kullanılması ve doğru sulama zamanının planlanmasıyla su kaynaklarının etkin kullanımı ve su tasarrufunun sağlanması gerçekleştirilebilir. Yüzeyaltı damla sulama, su ve enerji tasarrufu sağlaması, işgücü ihtiyacının daha az olması, verim ve kalite artışı sağlaması, gübrenin sulama suyu ile birlikte uygulanması (fertigasyon) gibi avantajlar sağlayan modern sulama tekniklerinden birisidir. Yüzeyaltı damla sulama (YAD) sisteminde toprak yüzeyi kuru kalırken, alan boyunca kök bölgesini eşit ıslatır; bu nedenle, yabancı ot gelişimi ve buharlaşma azalır, derine sızma ortadan kalkar. Bütün bu faydalar tarımın sürdürülebilirliği, toprak ve su koruma ile su kullanım randımanını arttırmak için katkıda bulunabilmektedir. Bu derleme, yüzeyaltı damla sulama yönteminin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yüzeyaltı damla sulama, yüzey damla sulama, lateral derinliği, lateral aralığı

## SUBSURFACE DRIP IRRIGATION SYSTEM

### Abstract

The limited availability of water resources and the increasing pressures on it's use by other sectors (domestic, urban and industrial) make the importance of effective use of water even more inevitable. For this purpose, in order to provide the expected benefit from irrigation; pressurized irrigation systems, which save water and energy, minimize water losses, do not pollute the environment, increase the amount and quality of products, especially by using subsurface drip systems and planning the right irrigation time, effective use of water resources and water savings can be achieved. Subsurface drip system is one of the modern irrigation technique, which provides many advantages such as water and energy savings, requires less labor, increase yield and quality, allows application of fertilizer with irrigation water (fertigation). a properly managed SDI system wets the root zone uniformly through the field

while maintaining a dry soil surface therefore water losses due to evaporation and the consequent growth of weeds are reduced and deep percolation eliminated. All these benefits can potentially contribute to increase water use efficiency, with important implications for the agricultural sustainability and for soil and water conservation. In this review, subsurface drip irrigation method was evaluated.

**Key words:** Subsurface drip irrigation, surface drip irrigation, lateral depth, lateral spacing

## GİRİŞ

Su dünyada en fazla tarım sektöründe kullanılmaktadır. Tarımsal üretim için ayrılan suyun, gelecekte ki olası su kıtlığı koşulları da göz önüne alınarak giderek azalacağının düşünülmesi sonucunda, suyu daha etkin ve ekonomik kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler içinde de küçük debilerle çalışan ve su tasarrufu sağlayan düşük basınçlı sulama yöntemleri günümüzde önem kazanmaktadır. Sulama yöntemleri içerisinde, eşdeğer su dağılımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze, meyve ağaçları ve süs bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır.

Damla sulama yönteminin uygulama şekillerinden birisi olan yüzeyaltı damla sulama sistemi ise laterallerin toprak altına yerleştirilmiş ve suyun doğrudan bitki kök bölgesine verildiği bir sulama yöntemidir. Yüzeyaltı damla sulama sistemlerinin diğer sulama yöntemlerine göre çok daha yüksek su tasarrufu sağladığı bilinmektedir. Yapılan su tasarrufu ile daha fazla alanda yetiştiricilik olanağı sağlanmaktadır.

Ülkemizde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlar gün geçtikçe artmasına rağmen, yüzeyaltı damla sulama yöntemi uygulamaları ise son yıllarda görülmektedir. Bu uygulamaların, ülkemizde faaliyet gösteren damla sulama sistemi unsurlarını üreten ve pazarlayan yabancı firmalar tarafından Ege Bölgesindeki bağ alanlarında, GAP Bölgesindeki sanayi domatesi alanlarında ve patates ile soğan yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yoğunlaştığı bilinmektedir.

### **Yüzeyaltı Damla Sulama Sistemi ile Diğer Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması**

Henggeler, 1995 raporunda batı Teksas'ın bazı bölgelerinde yapılan araştırmada karık sulama yapan çiftliklerde, yüzeyaltı damla sulama yapıldığında pamuk veriminin % 20 arttığı bildirilmiştir. Hawayi' de ise yağmurlama sistemine karşılık yüzeyaltı damla sulama sistemi kullanıldığında Yonca bitkisinde de aynı durum görülmüştür. Bununla beraber her hasat zamanında yağmurlama sisteminin uygulanmasının ve sonradan kaldırılması için daha fazla iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Genel olarak mısır için YAD ile yüzey damla sulamanın verimi aynı olmaktadır. Pamukta, sorgum tohumunda denemeler yapılmıştır. Bazı hallerde özellikle de pamukta su kısıntısı koşullarında verimde azalmalar meydana gelmiştir. Fakat YAD'da düşüş daha az görülmüştür. Bazı topraklarda YAD ile verim daha da artarken bazılarında ise artış görülmemiştir ( Phene, 1992a). YAD ile diğer sulama sistemleri karşılaştırıldığında birçok bitkideki verim eşit veya daha fazla olmuştur. Güney Carolina'da tatlı mısırdaki yapılan çalışmada yüzeyaltı damla sulama sisteminde, diğer sulama sistemlerine göre %12 - 14 arasında bir verim artışı olduğu saptanmıştır. (Phene ve Beale, 1976). Teksas ve Kaliforniya'da domates bitkisinde yapılan çalışmada YAD sistemi ile karık sulama karşılaştırılmış, YAD

sisteminden %20 daha fazla verim sağlanmıştır. Arizona’da lahanada bitkisinde yapılan çalışmada YAD’da karık sulamaya göre %35 daha fazla verim sağlanmıştır. Kaliforniya, İsrail ve New Mexico’da patates bitkisinde yapılan çalışmalarda yağmurlama ve yüzeyaltı damla sulama sistemleri karşılaştırılmış, Kaliforniya ve Idaho’da patates verimleri yüzeyaltı damla sulama sisteminde yağmurlamadan daha fazla olmuştur. New Mexico’da ise bölgenin bir kısmında verim artışı görülürken, bir kısmında olmamıştır (Del Tar ve ark., 1996; Nebling and Brooks, 1995). Tunus’ta yüzeyaltı ve yüzey damla sulama sistemlerinin patlıcan bitkisi üzerine etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışmada, yüzeyaltı damla sulama sisteminin yüzey damlaya göre %23.2 su tasarrufu ve verimde %40 gibi önemli bir artış sağladığı belirlenmiştir (Douh ve Boujelben, 2010). Çin’de iki sulama yöntemi (yüzey ve yüzeyaltı) ve dört farklı fertigasyon düzeyinin dolmalık biber üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada dolmalık biber verimi yüzeyaltı damla sulama sisteminde yüzey damla sulamaya göre 2007 yılında %4, 2008 yılında da %13 daha yüksek ve önemli çıkmıştır (Kong ve ark., 2011). Yüzey ve yüzeyaltı damla sulama sistemlerinin mısır bitkisi üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapılan çalışmada sulama aralığı, miktarı ve uygulama yönteminin verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Tane verimi değerleri  $8.4 \text{ t ha}^{-1}$  (yağışa dayalı) ile  $13.14 \text{ t ha}^{-1}$  (haftalık tam sulama) arasında değişmiştir. Deneme konularına ilişkin verimlerde önemli farklılık olmamasına karşılık genelde yüzey damla sulama konularında daha yüksek verim elde edildiği belirtilmiştir (Howell ve ark., 1995; Howell ve ark., 1997). Yüzey ve yüzeyaltı sulama yöntemlerinin mısır bitkisi üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapılan çalışmada sulama sıklığının, miktarının ve uygulama yönteminin verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dane verimi değerleri  $0.084 \text{ kg m}^{-2}$  (yağışa dayalı) ile  $1.314 \text{ kg m}^{-2}$  (haftalık tam sulama) arasında değişmiştir. Konularına ilişkin verimlerde önemli farklılıklar olmamasına karşılık genelde yüzey damla sulama konularında daha yüksek verim elde edilmiştir (Howell ve ark., 1995).

Ülkemizde son yıllarda yapılan çalışmaların bazılarında ise patlıcan bitkisine dair iki farklı sulama aralığı ve 4 farklı sulama konularında yüzey ve yüzeyaltı damla sulama yöntemlerinde tam sulama ve 3 günlük sulama aralığında azot kullanım etkinliğini yüzey damlada yüzeyaltı damlaya göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Gönen ve ark., 2019). Pamuk bitkisinde yüzeyaltı ve yüzey damlanın karşılaştırıldığı çalışmada, en yüksek ortalama kuru madde miktarı ( $8.79 \text{ t ha}^{-1}$ ) ile lif veriminin ( $1865 \text{ kg ha}^{-1}$ ) 40 cm derinliğe yerleştirilen yüzeyaltı damla sulamada olduğu bildirilmiştir (Çetin, 2020). Harran Ovası koşullarında mısır bitkisinde verim değerleri yüzeyaltı damlada  $705.4 - 1157.5 \text{ kg da}^{-1}$  yüzey damlada ise  $698.4 - 1151.5 \text{ kg da}^{-1}$  arasında olduğu ve istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir. Yüzeyaltı damlada daha yüksek ET değerleri elde edilmiştir (Demirok ve Tüylü, 2019). Antalya yöresinde soya bitkisinde yapılan araştırmada yüzeyaltı damla sulamada verim istatistiksel olarak daha yüksek iken ( $439.1 \text{ kg da}^{-1}$ ) iken yüzey damlada  $395.2 \text{ kg da}^{-1}$  şeklinde belirlenmiştir ayrıca yüzeyaltı damla sulamada  $78.3 \text{ mm}$  su tasarrufu sağlanmıştır (Polat ve ark., 2021). Tarsus yöresinde sofralık üzüm çeşidinde yüzeyaltı damla sulamanın verim ve su kullanım randımanı üzerine yapılan araştırmada ise en yüksek verim tam sulama konusunda belirlenirken en düşük verim değeri PRD-75 konusundan elde edilmiştir ve su kısıntısı olmayan koşullarda yüzeyaltı damla sulamanın uygulanabileceği bildirilmiştir (Duraktekin ve ark., 2017).

## **Yüzeyaltı Damla Sulama Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları**

Yüzeyaltı damla sulama (YAD) sisteminde toprak yüzeyi kuru kalırken, alan boyunca kök bölgesinin eşit ıslatılması sağlanır. Bu nedenle, yabancı ot gelişimi ile buharlaşmada azalma, derine sızmanın ortadan kalkması veya azaltılması, daha yüksek su kullanım etkinliği, düşük kaliteli suların kullanımı için olanaklar geliştirilmesi vb avantajları bulunmaktadır. Yüzeyaltı damla sulama sisteminin avantajları olmasının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; sulamaların değerlendirilmesi ve izlenmesinin zorluğu, sıra arası genişliği ve bitki rotasyonunun değiştirilmesinin zor olması, bitki kök gelişiminin sınırlandırılması, bakım ve onarım maliyetinin yüksek oluşu, olası durumlarda sistemin düzenlenmesinin zor olmasıdır.

## **Tıkanma ve Tuzluluk Sorunu**

YAD sistemlerinde damlaticıların toprak zerrelere ve kök girişi nedeniyle tıkanması en yaygın karşılaşılan sorundur. Sulama sisteminin çalışması bittiğinde veya enerji kesintilerinde boru hatları içinde oluşan vakum nedeniyle damlaticı yakınında bulunan toprak zerrelere damlaticılardan içeri emilerek tıkanmaya neden olmaktadır. Bu sorun sistemde gerekli noktalara (sulama alanında en yüksek kotlar) vakum kırıcı vanaların yerleştirilmesiyle önlenmektedir. Damlaticılar içine kılcal kök girişi nedeniyle ortaya çıkan tıkanma sorunu genelde eksik sulama şartlarında ortaya çıkmaktadır. Sık yapılan sulamalar kök girişini azaltabilmektedir (Suarez-Rey ve ark., 2006).

Örtüaltı yetiştiriciliğinde gerek yüksek sıcaklıklar gerekse doğal yağışlarla yıkanma olmaması nedeniyle toprak tuzluluk artışı tarla şartlarına göre çok daha yüksek olmakta ve artan tuzluluk toprak bozulmalarına ve verimde azalmalara neden olmaktadır (Nakano ve ark., 2003). Bu sorun tuzlu suların YAD sistemleri ile uygulanmasıyla ortadan kaldırılabilmektedir (Oron ve ark., 1990). YAD sistemlerinde toprak yüzeyi ıslatılmadığından buharlaşma minimum düzeyde olmaktadır. Ayrıca, YAD sistemlerinde toprak tuzları sulama suyuyla birlikte kök bölgesinin dışında bulunan daha derin toprak katmanlarına yıkanmakta ve bitkinin aktif köklerinde ki tuzluluk en az düzeyde olmaktadır (Oron ve ark., 1999).

## **Yüzeyaltı Damla Sulama Sistem Unsurları**

YAD sistemlerinin işletiminde göz önüne alınması gereken unsurlar (sulama programlaması, tıkanma kontrolü ve yıkama gereksinimi, tuzluluk yönetimi, vb.) küçük farklılıklar dışında, geleneksel (yüzey) damla sulama (DI) sistemlerine oldukça benzerdir (filtrasyon sistemi, pompaj ünitesi, fertigasyon birimi vb). YAD sistemlerinde dikkat edilmesi gereken en önemli konu laterallerin yerleştirilme derinlikleridir. Laterallerin yerleştirilme derinlikleri, toprak ve bitki özelliklerine bağlı olarak, 15 ile 60 cm arasında değişmektedir (Ferguson, 1994). Yüzlek köklü bitkiler (sebzeler) için toprak tipine bağlı olarak ortalama 25 cm derinlik yeterli olmaktadır. Kapiler su iletiminin düşük olduğu hafif bünyeli topraklarda daha sığ (yüzlek) derinlikler gerekirken, ağır bünyeli topraklarda kapılar su yükselişi daha kolay olduğundan, daha derin lateral derinlikleri kullanılabilir.

## **Lateral Derinliği ve Aralıkları**

Lateral derinlikleri 0.02 - 0.70 m, lateral genişlikleri 0.25 - 0.5 m arasında değişmektedir. Bar-Yosef ve ark., 1991, Clark ve ark., 1993, Davis ve ark., 1985, El-Gindy ve El-Araby, 1996,



Martin ve ark., 1996, Phene ve ark., 1990,1992b, Schwankel ve ark., 1990, Sutton ve ark., 1985, Schwankel ve Prichard, 1990, Pier ve Doergo, 1995b, Zoldoske ve Norum, 1997, Howell ve ark., 1997, domates, biber, mısır, bağ karpuz gibi bitkilerde araştırmalarında 0.12-0.50 lateral derinlikleri ve 0.45 - 2.0 değerleri arasında lateral derinliklerini incelemişlerdir. Özellikle 2000’li yıllarda farklı bitkilere dair yapılan araştırmaların bazıları izelge 1’de verilmiştir. Benzer şekilde marul, biber, hıyar, fasulye, mısır, karpuz vb bitkilerde 1980’li yıllardan itibaren araştırmalar yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Bazı bitkilerde lateral derinlikleri ve aralıkları

Bitki	Kaynak	Lateral Derinliği (m)	Lateral Aralığı (m)
Biber	Orhangazi, 2017	0.15	0.70
	Kırnak ve ark., 2002	0.2	0.27
Bağ	Duraktekin ve ark., 2017	0.40-0.45	0.80
Patlıcan	Gönen ve ark., 2019	0.25	0.45
Sorgum	Aydınşakir ve ark., 2021	0.25	-
Yonca	Wang ve ark., 2020	0.20	0.3
Mısır	Demirok ve Tüylü, 2019	0.40	0.70
	Akşit, 2020	0.40	0.70
Pamuk	Üzen ve Sağır, 2021	0.30-0.40	1.4
	etin, 2020	0.30-0.40	1.4
Soya	Polat ve ark., 2021	0.4	-

## SONUÇ

YAD sistemi kullanılarak 30’dan fazla bitki üzerinde yürütölen çalışmalardan elde edilen sonuçlar genelde anılan sistemin önemli verim artışları sağladığı ve yüzey damla sulamaya göre daha fazla su tasarrufu yapıldığı ortaya konulmuştur (Lamm ve ark., 2010).

YAD sistemleriyle ilgili en yaygın yapılan tartışma laterallerin yerleştirilme derinlikleri ve damlatıcı tıkanma sorunudur (Patel ve Rajput, 2007). Tüm sulama sistemleri gibi yüzeyaltı damla sulama sistemlerinin de uygun şekilde projelendirilmesi ve işletilmesi gerekmektedir (Trooien ve ark., 2008).

Su kaynağı sorunu olan koşullarda yüzeyaltı damla sulama sisteminin kullanılması, su tasarrufu açısından oldukça faydalı görölmektedir. Ancak, YAD sistemlerinin kullanılmasında özellikle toprak yapısı ve bitki kök derinliği gibi parametrelerin önemle dikkate alınması zorunlu görölmektedir. YAD sistemlerinin uygulanacağı yerlerde bitki ve toprak özelliklerine göre

uygun lateral derinliklerinin belirlenebilmesi için ön denemelerin yapılmasında büyük fayda görülmektedir. Ülkemizde bu alanda yapılmış çalışmalar yeterli düzeyde değil ancak her geçen gün artarak devam etmektedir.

### KAYNAKLAR

Akşit, C., 2020. Yüzealtı Damla Sulama Yöntemi ile Uygulanan Farklı Sulama Suyu Miktarlarının Silajlık Mısır Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Aydınşakir, K., Büyüктаş, D., Dinç, N., Erdurmuş, C., Bayram, E., Bayır Yeğın, A., 2021. Yield and bioethanol productivity of sorghum under surface and subsurface drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 243:106452.

Bar-Yosef, B., Phene, C. J. ve Hutmacher, R. B., 1991. Plants Response to Subsurface Trickle Fertigation. BARD Project No. I-111686 Final Report. Bet Dagan, Israel: BARD

Clark, G.A., Stanley, C.D. ve Maynard, D.N., 1993. Surface vs. Subsurface Drip Irrigation of Tomatoes on a Sandy Soil. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 106:210-212.

Çetin, Ö., 2020. Pamuk Bitkisinde Yüze ve Yüzealtı Damla Sulamanın Toprak Sıcaklığı ve Toplam Kuru Madde (Biomass) Miktarına Etkisi. *Toprak Su Dergisi*. 9(1): 45-54.

Davis, K. R., Phene, C. J., McCormick, R. L., Hutmacher, R. B., ve Meek, D. W., 1985. Trickle Frequency and Installation Depth Effects on Tomatoes. In *Proc. 3rd Int'l. Drip/Trickle Irrigation Congress*, 2:896-902. St. Joseph, Mich: ASAE.

Del Tar, W.R., Browne, G.T., Phene, C.J., ve Sanden, B.L., 1996. Real-Time Irrigation Scheduling of Potatoes with Sprinkler and Subsurface Drip Systems. In *Proc. Int'l. Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, eds. C.R. Camp, E.J. Sadler, and R.E. Yoder, 812-824. St. Joseph, Mich., ASAE.

Demirok, A., Tüylü, G.İ., 2019. Damla ve Toprak Altı Damla Sulamanın Mısır Verimi Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.5(1): 16-31.

Douh, B., Boujelben, A., 2010. Water Saving and Eggplant Response to Subsurface Drip Irrigation. *Agricultural Segment*:1(2) AGS/1525.

Duraktekin, G., Bozkurt Çolak, Y., Kuşvuran, K., Akça, H., Altındişli Atağ, G., Çeliktıpuz, E., 2017. Farklı Sulama Seviyelerinin Yüzealtı Damla Sulama İle Sulanan Yalova İncisi Sofralık Üzüm Çeşidinde Verim ve Su Kullanım Randımanına Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 34: 67-72.

El- Gindy, A. M. ve El-Araby, A. M., 1996. Vegetable Crop Response To Surface and Subsurface Drip under Calcareous Soil. In *proc. Int'l. Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, eds. C. R. Camp. E. J. Sadler and R. E. Yoder 1021-1028. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Ferguson, K.R., 1994. Subsurface Drip Irrigation for Turf. In: Proc. of the 15th Annual Int'l Irrigation Assn. Expo and Tech. Conf., Atlanta, GA. Nov. 5-8, 1994. Irrigation Assn. Pp 273-278.

Gönen, E., Tanrıverdi, Ç., Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Özfıdaner, M., 2019. Çukurova koşullarında yüzeyüstü ve yüzeyaltı damla sulama yöntemiyle farklı su düzeylerinde sulanan patlıcan bitkisinin azot kullanım randımanının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 24: 172-178.

Henggeler, J.C. 1995. A History of Drip-Irrigated Cotton in Texas. In Proc. 5th Int'l. Microirrigation Congress, ed. F.R. Lamm, 669-674. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A ve Copeland, K.S., 1995. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. ASAE Trans. of the ASAE, 38(6):1737-1747.

Howell, T.A., Schneider, A.D., Evett, S.R., 1997. Subsurface and Surface Microirrigation of Corn Southern High Plains. Transactions of the ASAE, 40(3):635-641.

Kırnak, H., Kaya, C., Değirmenci, V., 2002. Growth and Yield Parameters of Bell Peppers With Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems Under Different Irrigation Levels. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(4): 383-389.

Kong, Q., Li, G., Wang, Y., Huo, H., 2011. Bell Pepper Response to Surface and Subsurface Drip Irrigation under Different Fertigation Levels. Irrig Sci. DOI 10.1007/s00271-011-0278-0.

Lamm, F. R., Bordovsky, J. P., Schwankl, L. J., Grabow, G. L., Enciso-Medina, J. R., Peters, T., Colaizzi, P. D., Trooien, T. P. ve Porter, D. O., 2010. Subsurface Drip Irrigation: Status of the Technology in 2010. In: Proc. 5th National Decennial Irrigation Conf., ASABE and the Irrigation Association, Phoenix, Arizona, December 5-8. 14 pp.

Martin, E. C., Slack, D. C., ve Pegelow, E. J., 1996. Crop Coefficients for Vegetables in Central Arizona. In Procg Int'l Conf. On Evapotranspiration and Irrigation Scheduling Eds, C. R. Camp E. J. Sadler and R. E. Yoder, 381-386. St. Joseph Mich.: ASAE.

Neibling H., ve Brooks, R., 1995. Patato Production Using Subsurface Drip Irrigation-Water and Nitrogen Management. In Proc. 5th Int'l. Microirrigation Congress, ed. F. R. Lamm,656-663. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Nakano, A., Yamauchi, A., Uehara, Y., 2003. Effects of Application of Low-Sulfate Slow-Release Fertilizer (LSR) on Shoot and Root Growth and Fruit Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) JARQ 37(2):121-127.

Orhangazi, R., 2017. Harran Ovası' nda Biber (*Capsicum Annuum* L.) Bitkisi için Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

Oron, G., DeMalach, Y., Hoffman, Z., Keren, Y., Hartmann, H., Plazner, N., 1990. Wastewater Disposal by Subsurface Trickle Irrigation. In: Proceedings, Fifteenth Biennial Conference, IAWPRC, Kyoto, Japan, Jul 29-Aug. 3, Pp. 2149-2158.

Patel, N., Rajput, T.B.S., 2007. Effect of Drip Tape Placement Depth and Irrigation Level on Yield of Potato. *Agricultural Water Management* 88:209–223.

Phene, C.J. ve Beale, O.W., 1976. High-Frequency Irrigation for Water Nutrient Management in Humid Regions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40(3):430-436.

Phene, C.J., Hutmacher, R. B., Davis, K. R. ve McCormic, R. L. 1990. Water-Fertilizer Management of Processing Tomatoes. *Acta Hort.* 277:137-143.

Phene, C. J., De Tar, W. R. ve Clark., 1992a. Real-time Irrigation Scheduling of Cotton with an Automated Pan Evaporation System. *Applied Engineering in Agriculture* 8(6):787-793.

Phene, C.J., Hutmacher R.B., and Davis, K. R., 1992b. Two Hundred Tons Per Hectare of Processing Tomatoes-Can We Reach it? *Hort Technol.*2(1):16-22.

Pier, J. W. ve Doerge, T. A., 1995b. Concurrent Evaluation of Agronomic, Economic, and Environmental Aspects of Trickle-Irrigated Watermelon Production. *J. Environ. Qual.* 24(1):79-86.

Polat, B., Karaca, C., Aydınşakir, K., Büyüktaş, D., Baştuğ, R., 2021. Akdeniz Koşullarında Yüzey ve Yüzeyaltı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Soya Fasulyesinin Sulama Açığına Tepkisinin Taç Sıcaklığı Kullanılarak Karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 26(2): 228-237.

Sağır, P., Üzen, N., 2021. Farklı Derinlikteki Damla Sulama Sistemleri ve Farklı Sulama Suyu Miktarlarının Pamuk Solgunluk Hastalığı (*Verticillium Dahliae* Kleb.)'na Etkisi. *Bitki Koruma Bülteni.* 61(2): 5-12.

Schwankel, L. J. ve Prichard, T. L. 1990. Clogging or Buried Drip Irrigation Systems. *California Agric.* 44(1):16-17.

Suarez-Rey, E.M., Choi, C.Y., McCloskey, W.B., Kopec, D.M., 2006. Effects of Chemicals on Root Intrusion into Subsurface Drip Emitters. *Irrigation and Drainage*, 55: 501–509.

Sutton B. G., Stirzaker, R. J., Doney, C. J. ve English, S.D., 1985. Solar Powered Drip Irrigation for Vegetables. In *Proc. 3rd Int'l. Drip/Trickle Irrig. Congress*, 2:589-593. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Trooien, T.P., Alam, M., Lamm, F.R., 2008. Filtration and Maintenance Considerations for SDI Systems. (<http://www.oznet.ksu.edu/sdi/>)

Wang, Y., Liu, C., Cui, P., Su, D., 2020. Effects of partial root-zone drying on alfalfa growth, yield and quality under subsurface drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 245:106608.

Zoldoske, D. F. ve Norum, E. M., 1997. Final Report. Progress Report on the Lehman Farms Projects: A Case Study In The Conservation of an Old Vineyard from Flood to Surface Drip and Subsurface Drip Irrigation. Center for Irrig. Tech., Pub no. 970702. Fresno, Calif: California State University.

## EVALUATION OF THE EFFECTS OF GA<sub>3</sub>, JASMONIC ACID AND SOME BENEFICIAL MICROORGANISMS APPLICATIONS ON GERMINATION AND SEED GROWTH IN WILD PEAR (*Pyrus salicifolia* Pallas) SEEDS

Selma Boyacı\*, Yaşar Ertürk, Ahmet Kazankaya

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey

Selma BOYACI: 0000-0002-3349-839X

Yaşar ERTÜRK: 0000-0003-2525-0260

Ahmet KAZANKAYA: 0000-0002-1081-4281

\*Corresponding author: [selma.boyaci@ahievran.edu.tr](mailto:selma.boyaci@ahievran.edu.tr)

### Abstract

In this study, the effects of different doses of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>), jasmonic acid (JA) and AMF and *Trichoderma* (T22) fungi on the seed germination and seedling growth parameters of wild pear (*Pyrus salicifolia* Pallas) seeds were investigated. The study was carried out in the laboratory and greenhouse of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in 2020-2021. Wild pear seeds were treated with GA<sub>3</sub> (250 ppm and 750 ppm), JA (1 mM and 3 mM) and *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2 (T22-Bioglobal™). and *Glomus* spp (mixture of 9 different *Glomus* species-ERS Bioglobal™) were applied and cold stratification at +4°C in vermiculite environment for 90 days. Considering the seed germination values at the end of stratification, it was determined that 750 ppm GA<sub>3</sub> application gave the best results (100%). Seeds extracted from stratification were transferred to vermiculite medium under controlled greenhouse conditions. In pear seedlings; different morphological features such as seedling length and diameter, root length, number of leaves, root dry and fresh weight, stem dry and fresh weight were determined. In addition, it was determined that the beneficial microorganisms used gave more positive results than JA application and control, similar to GA<sub>3</sub> applications, especially in terms of some values expressing seedling growth (such as the number of leaves, shoot length).

**Key words:** Pear, seedling, dormancy, stratification

## YABANI ARMUT (*Pyrus salicifolia* Pallas) TOHUMLARINDA ÇİMLENME VE ÇÖĞÜR GELİŞİMİ ÜZERİNE GA<sub>3</sub>, JASMONİK ASİT VE BAZI YARARLI MİKROORGANİZMA UYGULAMALARININ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### Özet

Bu çalışmada; yabani armut (*Pyrus salicifolia* Pallas) tohumlarının çimlenme oranı ve çöğür gelişimi üzerine farklı dozlarda Gibberellik Asit (GA<sub>3</sub>), Jasmonik asit (JA) ve AMF ve *Trichoderma* (T22) funguslarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma 2020-2021 yıllarında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarında ve serada yürütülmüştür. Yabani armut tohumlarına GA<sub>3</sub> (250 ppm ve 750 ppm), JA (1 mM ve 3 mM) ile *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2(T22) ve *Glomus* spp (9 farklı *Glomus* türü karışımı) uygulamaları yapılmış, 90 gün süreyle vermikülit ortamında +4°C’de soğuk

katlamaya tabi tutulmuştur. Katlama sonunda tohum çimlenmesi değerleri dikkate alındığında 750 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasının en iyi sonuçları (% 100) verdiği belirlenmiştir. Katlamadan çıkarılan tohumlar kontrollü sera koşullarında vermikülit ortamına aktarılmışlar, gelişen armut çöğürlerinde; çöğür boyu ve çapı, kök uzunluğu, yaprak sayısı, kök kuru ve yaş ağırlığı, gövde kuru ve yaş ağırlığı olmak üzere farklı morfolojik özellikler tespit edilmiştir. Ayrıca, kullanılan faydalı mikroorganizmaların, özellikle çöğür gelişimini ifade eden bazı değerler bakımından (yaprak sayısı, sürgün uzunluğu gibi) GA<sub>3</sub> uygulamalarına paralel, JA uygulaması ve kontrole göre ise daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Armut, çöğür, dormansi, katlama

## INTRODUCTION

Wild pear (*Pyrus salicifolia* Pallas) is a species that spreads in the Eastern Anatolia Region, where the continental climate is dominant in our country. It prefers arid and stony slopes as a distribution area (Mamıkoğlu, 2017). In order for a species to be cultivated, first of all, the reproduction ability of that species must be known. Pear can be propagated by seed (generative) and grafting (vegetative) methods. As in many fruit species, seed propagation is not generally preferred in pear as it causes opening (Özçağırın et al., 2019). However, reproduction with seeds maintains its importance in terms of rootstock supply and breeding. Since the saplings used in fruit production in the world and in our country are obtained by grafting, it is obligatory to use rootstock (Güleryüz, 1991). In seeds used to obtain rootstocks, especially seeds of Rosaceae family species, they cannot germinate even under suitable conditions or germinate at very low rates unless they undergo some pre-treatment due to insufficient gas and water permeability of their shells (Polat et al., 1995). This state, called resting, refers to the inactive period in seeds. In addition to folding, some plant growth regulators are used to break the rest. Among the growth regulators, especially gibberellins and ethylene are chemicals used to break the rest (Kadioğlu, 2004). Additionally, in recent years, it has been reported that jasmonic acid is effective in eliminating the need for rest in seeds (Sembdner and Parthier, 1993) and on seed germination (Ranjan and Lewak, 1995). Mahleb (Gerçekçioğlu and Çekiç, 1997), olive (Abdul Hussain and Abdul Hussain, 2004), bird cherry (Çetinbaş and Koyuncu, 2005), papaya (Güneş and Gübbük, 2006), pistachio (Abu-Qaoud, 2007, Oğuz and Akkuş, 2012), almond (Rahemi et al., 2011), apple (Bozhüyük, 2011), loquat (Al-Hawezy, 2013), jujube (Boyacı and Yılmaz, 2020), rosehip (Boyacı et al., 2021), germination studies were carried out by applying different pre-treatments to break dormancy in fruit species. In order to ensure a high rate of germination in seeds and to obtain seedlings with good vegetative development for grafting, first of all, an appropriate method is required to break the seed dormancy (Yıldız et al., 2008). Therefore, there are some pre-processes (folding, soaking, hormone application, cracking, etc.) that can be done to break the dormancy in fruit seeds. Folding is the main method used to break dormancy (Kaşka and Yılmaz, 1990). This study was conducted to investigate the effects of the application of some chemical substances such as GA<sub>3</sub> and Jasmonic acid, applied at different doses before folding, on seed germination, and also on the seed emergence and seedling growth values of wild pear (*Pyrus salicifolia* Pallas), including some beneficial microorganisms.



## MATERIAL AND METHODS

This study was carried out in the laboratory and greenhouse of Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in 2020-2021. The material of the study was the seeds of wild pear (*Pyrus salicifolia* Pallas) plants, which spread naturally in Kırşehir. The seeds were removed from the pear fruits, cleaned thoroughly in water and stored in the laboratory until the time of application. In order to break the dormancy, 250 – 750 ppm GA<sub>3</sub> and 1 mM and 3 mM jasmonic acid were applied to the pear seeds, and they were folded into 500 g plastic containers (100x120x55 mm) approximately 1 cm deep in vermiculite for 90 days at +4°C. The experiment was set up in 3 replications according to the randomized plot design, and a total of 450 seeds, 30 seeds in each replication, were used. During the stratification period, the moisture conditions of the seeds were checked regularly and the environment was kept moist. Seeds removed from stratification were sown in vermiculite medium under controlled greenhouse conditions. *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2 (T22-Bioglobal™) was applied to one part of the control group and *Glomus* spp (9 different *Glomus* species mixture-ERS-Bioglobal™) was applied to the other part. The first emergence rates of the plants that were checked regularly were recorded. In pear seedlings developed under controlled greenhouse conditions; different morphological features such as seedling length and diameter, root length, number of leaves, root dry and fresh weight, stem dry and fresh weight were determined. The data obtained at the end of the study were analyzed according to the randomized plot design with the SPSS 22.0 statistical package program, the differences between the means were subjected to the Duncan multiple comparison test (Yurtsever, 1984).

## RESULTS AND DISCUSSION

In order to break dormancy, 250 – 750 ppm GA<sub>3</sub> and 1 mM and 3 mM jasmonic acid were applied to pear seeds and kept in cold stratification at +4°C for 90 days. The emergence rates of the seeds coming out of the stratification and the first emergence rates of the seeds sown in the viols in the greenhouse are given in Table 1.

Table 1. The emergence rates of pear seeds (%)

Treatment	The emergence rates (%)	Seed emergence rate (%)
Control	91.11±1.11d	80.00±1.92a
1 mM JA	95.56±1.11cd	57.77±2.93a
3 mM JA	93.33±1.92bc	26.66±6.94b
250 ppm GA <sub>3</sub>	97.78±1.11ab	81.11±4.00a
750 ppm GA <sub>3</sub>	100.00±0.00a	73.33±13.46a

The differences between the stratification and emergence rates of pear seeds were found to be statistically significant. The highest emergence rate (100%) was obtained from the 750 ppm GA<sub>3</sub> application, and the lowest emergence rate (91.11%) was obtained from the control application. The differences between the first emergence rates of pear seeds planted in viols in the greenhouse were found to be statistically significant. In terms of first emergence rates of seeds, the highest emergence rate (81%) was obtained from 250 ppm GA<sub>3</sub> application, and the lowest first emergence rate (26.66%) was obtained from 3 mM JA application.

It is stated that the seeds of the genus *Pyrus* should be kept in a humid and cold environment for a few months before germination (Hummer and Postman, 2003). In addition, in another study on wild pear seeds; high temperature treatment negatively affects germination time by 50% (16.4 weeks to 21.8 weeks); It has been determined that high temperature not only delays the germination process, but also cold stratification is very important in seed germination (Larsen and Eriksen, 2004).

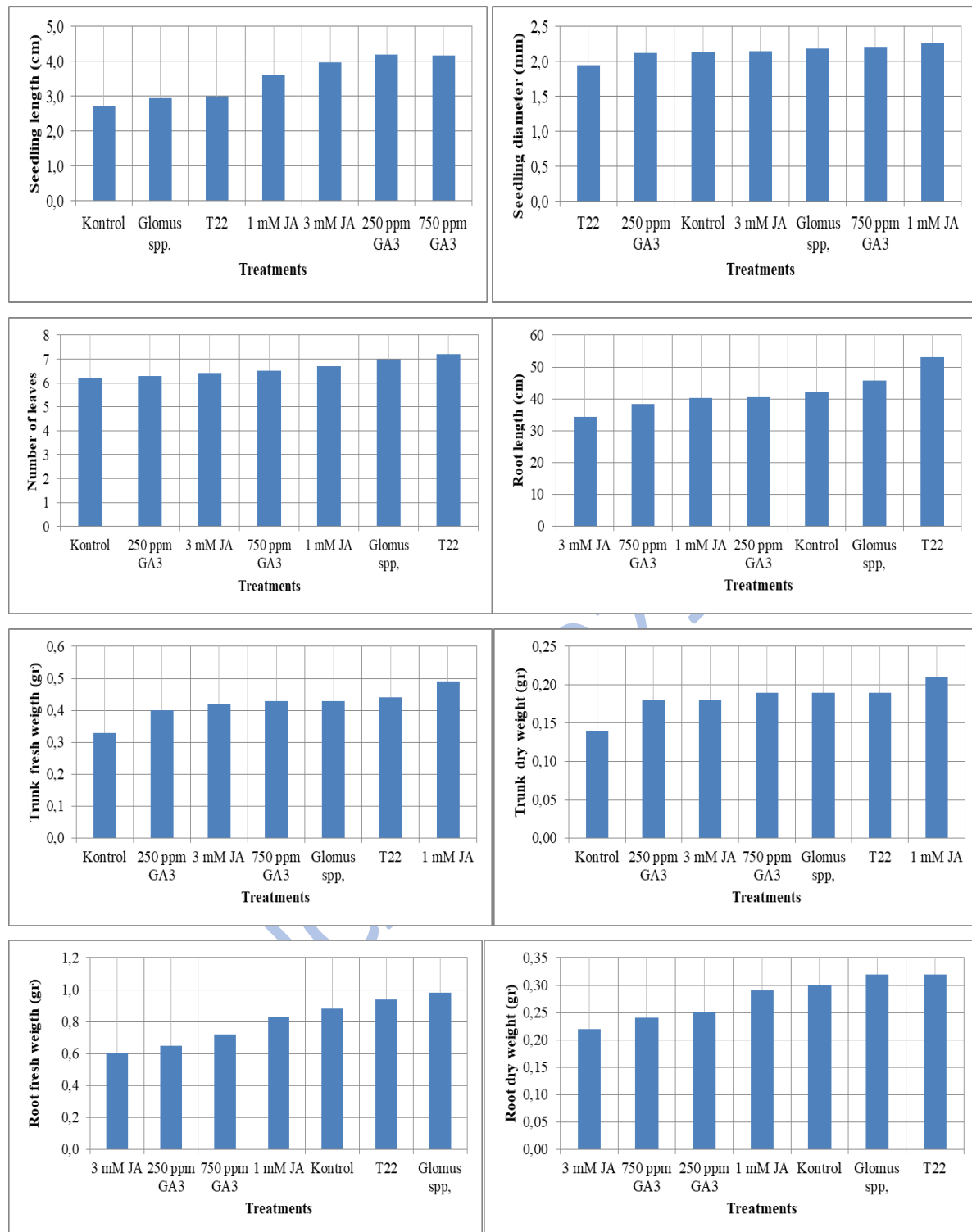
It was determined that the application of different doses of JA (0.5, 1, 1.5, 2 mM JA) to pear seeds before and after folding gave more successful results, especially before folding. In this study, the highest germination rate (68.1%) was obtained from the control application at the 30, 60 and 90 days cold folding times. In the study, it was determined that jasmonic acid decreased the germination rate depending on the dose and folding time (Yazıcı, 2005). Similarly, Yıldız et al. (2008) found that 1, 1.5 and 2 mM JA applications applied to pear seeds were effective in germination, but the germination rate decreased in parallel with the prolongation of the fertilization time.

In our study, in parallel with the results of other studies, when the seed emergence and first emergence rates in the greenhouse were evaluated, it was determined that JA applications were lower than GA<sub>3</sub> applications (Yazıcı, 2005; Yıldız et al., 2008).

Morphological characteristics such as seedling length (cm), seedling diameter (mm), number of leaves (pieces), root length (cm), stem fresh and dry weight (gr), root fresh and dry weight (gr) in pear seedlings of different applications Table 2 are given in and Figure 1. The effects of all applications were found to be statistically significant compared to the control in terms of vegetative development parameters such as seedling height, number of leaves, stem fresh and dry weights (Table 2 and Figure 1).

**Table 2.** Morphological measurements of pear seeds

Morphological Features	Control	<i>Glomus</i> spp.	T22	1 mM JA	3 mM JA	250 ppm GA <sub>3</sub>	750 ppm GA <sub>3</sub>
Seedling length (cm)	2.73±0.27b	2.95±0.17b	3.00±0.21b	3.63±0.17a	3.98±0.20a	4.19±0.13a	4.17±0.17a
Seedling Diameter (mm)	2.14±0.08ab	2.18±0.10ab	1.95±0.08b	2.26±0.05a	2.15±0.07ab	2.12±0.08ab	2.21±0.05ab
Number of Leaves	6.2±0.39a	7.0±0.50a	7.2±0.53a	6.7±0.30a	6.4±0.42a	6.3±0.25a	6.5±0.28a
Root length (cm)	42.20±4.89bc	45.78±3.77ab	53.04±3.51a	40.19±1.99bc	34.24±1.88c	40.47±2.58bc	38.26±1.99bc
Trunk fresh weight (gr)	0.33±0.03b	0.43±0.03ab	0.44±0.03a	0.49±0.02a	0.42±0.03ab	0.40±0.03ab	0.43±0.02ab
Trunk dry weight (gr)	0.14±0.01b	0.19±0.02a	0.19±0.01a	0.21±0.01a	0.18±0.01ab	0.18±0.01ab	0.19±0.01a
Root fresh weight (gr)	0.88±0.05ab	0.98±0.06a	0.94±0.10a	0.83±0.04ab	0.60±0.04c	0.65±0.04c	0.72±0.04bc
Root dry weight (gr)	0.30±0.02ab	0.32±0.03a	0.32±0.39a	0.29±0.01abc	0.22±0.01d	0.25±0.02bcd	0.24±0.01cd



**Figure 1.** The relationship between morphological features and applications in pear seedlings

The highest value in terms of seedling length was obtained from 250 ppm GA<sub>3</sub> with 4.19 cm, and the lowest value was obtained from the control application with 2.73 cm. The difference between the treatments in terms of seedling size was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). In terms of seedling diameter, the highest value was obtained from 2.26 mm with 1 mM, the lowest value with 1.95 mm was obtained from T22 application. The difference

between the treatments in terms of seedling diameter was found to be statistically insignificant ( $p>0.05$ ). The maximum number of leaves (7.2) was obtained from T22, the minimum number of leaves (6.2) was obtained from the control application. The difference between the applications in terms of the number of leaves was found to be statistically insignificant ( $p>0.05$ ). The highest root length (53.04 cm) was obtained from T22, and the lowest root length (34.24 cm) was obtained from 3 mMJA application. The difference between the treatments in terms of root length was found to be quite significant ( $p<0.01$ ). The highest fresh weight of the stem was obtained from the application of 1 mMJA with 0.49 gr, and the lowest value was obtained from the control application with 0.33. The difference between the treatments in terms of trunk fresh weight was found to be statistically significant ( $p<0.05$ ). The highest dry weight of the trunk was determined with 0.21 g in the 1 mMJA application, and the lowest value was determined in the control application with 0.14 g. The difference between the treatments in terms of trunk dry weight was found to be statistically insignificant ( $p>0.05$ ). The highest root fresh weight was 0.99 g, and *Glomus* spp. In the application, the lowest value was obtained from 0.60 g and 3 mM JA. Root dry weight was highest with 0.32 gr. *Glomus* spp. and T22, the lowest value was determined at 3 mM JA with 0.22 g. The difference between the treatments in terms of root dry weight and root fresh weight was found to be very significant ( $p<0.01$ ).

There are many studies on the pre-treatments applied to break dormancy in pear seeds. However, studies examining seedling characteristics after emergence are limited. Kumar et al. (1988) investigated the effects of GA<sub>3</sub> and ethanol on germination and seedling properties in pear seeds, and reported that ethanol was more effective in breaking dormancy in pear seeds than GA<sub>3</sub>, but the effect of ethanol on seedling growth was weak. Corbineau et al. (1988), in his study investigating the effects of methyl jasmonate (Me-Ja) and abscisic acid on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination and seedling growth, showed that both growth regulators have very similar effects, depending on the concentration, Me-Ja They found that it inhibited root and hypocotyl growth. Rahemi et al. (2009), in their study on seed germination and seedling production of some wild almond species, wild almond seeds were kept in 4 different doses of gibberelic acid (0, 250, 500 and 750 ppm GA<sub>3</sub>) in 24 hours. Seeds were folded in a humid perlite environment in plastic bags at  $5 \pm 0.5$  °C in a cold chamber and in a dark environment for 8 weeks. At the end, the germination rate, germination percentage, vigor and root length differed between applications, the hormone application was not effective, and in the second application, six different wild almonds. Seed germination abilities were compared, and it was determined that the differences between almond forms were statistically significant in terms of germination percentage, vitality index and root length parameters.

Due to the increasing cost of chemical fertilizers and their negative effects on soil health, the inclusion of beneficial microorganisms in agricultural production in order to benefit economically from an alternative plant food source has made significant progress in the last 25-30 years. Many studies have been reported on the effectiveness of various beneficial microorganisms in many stages of plant development by direct or indirect mechanisms (Ertürk et al 2008, 2010, 2011, 2012, Dursun et al 2010, Kumar et al 2015, Aw et al 2019).

The seeds of orchard plants are usually surrounded by a hard and impermeable shell. Both these features and because the seed usually has long dormancy periods, some treatments and long periods are required to break the seed dormancy. Some bioinoculants may contribute to this goal by producing different growth agents. Thus; *Azotobacter chroococcum*, phosphate-dissolving bacteria (PSB), plant growth promoting bacteria (PGPR) and mycorrhiza were used.

At the end of the 40-day germination period, it has been reported that bioinoculants increase the germination rate at a very high level and also have positive effects on seedling growth parameters (Pathak et al., 2013). Various studies of horticultural crops have shown that bioinoculants individually or in combination have a synergistic effect on plant growth. Double inoculation of *Azotobacter* and *G. fasciculatum* had more positive effects on peach seedlings compared to single inoculation or control (Godara et al., 1998). It has also been reported that VAM fungi increase the nutrient uptake and the level of plant growth substances in apples in seed development (Sharma et al., 2002). The better germination and plant growth resulting from these studies are attributed to beneficial microorganism activities in the root rhizosphere. The increase in beneficial microorganism activities in the rhizosphere also promotes germination of rooting enhancers (Wani et al., 1988, Nath and Korla, 2000). Similarly, in another study investigating the effects of different microorganisms (*Pseudomonas fluorescens* CHA0, *Pseudomonas* sp. AB842, *Bacillus subtilis* MBI600, *Trichoderma harzianum* T22 and *T. virens* G20) on the seeds of parsnips, cultivated carrots and leeks during germination and first plant development; while T22 and G20 treatments caused an increase in surviving plant sales in wild and cultivated carrot seeds, this activity was not detected in leek seeds (Wright et al., 2010).

Biopriming processes in seeds is an advanced seed processing technique that involves the application of beneficial microorganisms to the seed surface after soaking the seed in water. It also has the potential to be an alternative way out to chemical applications in seeds. In addition, this ecological strategy, which provides the opportunity to control soil-borne pathogens, can increase seed germination similar to the effectiveness of chemical substances and provides serious protection to the seed before seedling formation. In this context, the shoot length (96.48%), root length (28.13%), number of leaves (36.10%), root fresh weight (146.26%), shoot dry weight (30.17%) and root dry weight of seed applications with *Trichoderma asperellum* BHUT8 in pea seeds. It was determined that it significantly increased the development parameters such as weight (77.20%) (Singh et al., 2016). Similarly, in our study, some vegetative growth parameters increased with T22 and G20 applications. In this increase; *Trichoderma* spp. In addition to inducing secondary root development through the production of auxins and indole, it is one of the main reasons that it provides positive contributions to plant growth by increasing nutrient uptake. Additionally, making phosphorus available in the soil and making positive contributions to the increase of plant nitrogen use efficiency are evaluations of the mechanisms of these beneficial microorganisms (Contreras-conrnejo et al., 2009; 2014, Rakshit et al., 2015, Mitra et al., 2021).

## CONCLUSION

Applications to promote seed germination are an important tool to improve germination and subsequent development, especially under stress conditions in the last period. *Trichoderma*

spp. is a well-known biocontrol agent used in seed biopriming. In this study, it can be stated that some of the *Trichoderma* species can be used for biopriming in terms of some parameters, although not as much as the effectiveness of other chemicals.

## REFERENCE

- Abdul Hussain, K.H. and Abdul Hussain, M.S. 2004. Influence of the gibberellic acid on the germination seeds of olive-tree *Olea europea* L. *Journal Central European Agriculture* 5(1):1-4.
- Abu-Qaoud, H. 2007. Effect of scarification, gibberellic acid and stratification on seed germination of three pistachio species. *An – Najah Univ. J. Res. (N.Sc.)* Vol. 21:1-11
- Al-Hawezy, S.M.N. 2013. The role of the different concentrations of GA3 on seed germination and seedling growth of loquat (*Eriobotrya japonica* L.). *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 4 (5):3-6.
- Aw X, Li Z, Wc. L. and Zh, Y. 2019. The effect of plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR) on arsenic accumulation and the growth of rice plants (*Oryza sativa* L.). *Chemosphere* 242:125136. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125136.
- Boyacı, S. and Yılmaz, V. 2020. Effects of some pretreatments on the germination ratio of jujube (*Ziziphus* spp.) seeds. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(06), 4175-4180.
- Boyacı, S. Altun, B. and Kazankaya, A. 2021. Kuşburnunda (*Rosa canina* L.) tohum çıkışı ve çöğür gelişimi üzerine farklı katlama ortamlarının ve sıcaklık uygulamalarının etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(2), 330-336.DOI: 10.29133/yyutbd.846822
- Bozhüyük, M.R. 2011. A study for determining endogenous plant growth regulation substances changes during stratification and germination in Apple (*Malus domestica*) Seeds. Atatürk University. Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Horticulture. Erzurum
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., CortésPenagos, C. and López-Bucio, J. 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 149: 1579-1592.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., HerreraEstrella, A. and López-Bucio, J. 2014. The 4-phosphopantetheinyl transferase of *Trichoderma virens* plays a role in plant protection against *Botrytis cinerea* through volatile organic compound emission. *Plant and Soil* 379: 261-274.
- Corbineau, F., Rudnicki, R.M., Come, D. 1988. The effect of methyl jasmonate on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination and seedling development. *Plant Growth Regul.* 7:157-169
- Çetinbaş, M. and Koyuncu, F. 2005. Effects of cold-stratification and seed coat on breaking of mazzard (*Prunus avium* l.) seed dormancy. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 18(3): 417-423.



Dursun, A., Ekinci, M. and Dönmez, M.F. 2010. Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). Pakistan Journal of Botany, 42 (5), 3349-3356.

Ertürk, Y., Ercisli, S., Sekban, R., Haznedar, A. and Dönmez, M.F. 2008. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria PGPR on rooting and root growth of tea *Camellia sinensis* var *Sinensis* cuttings. Romanian Biotechnological Letters., 13(3), 3747-3756.

Ertürk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A. and Çakmakçı, R. 2010. Effects of plant growth promoting rhizobacteria PGPR on rooting and root growth of kiwifruit *Actinidia deliciosa* stem cuttings. Biological Research, 42(1), 91-98.

Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Duyar, Ö. and Turan, M. 2011. The effects of plant growth promotion rhizobacteria PGPR on vegetative growth and leaf nutrient contents of hazelnut seedlings Turkish hazelnut cv Tombul and Sivri. International Journal of Soil Science, 6(3), 188-198.

Ertürk, Y., Ercisli, S. and Çakmakçı, R. 2012. Yield and growth response of strawberry to plant growth promoting rhizobacteria inoculation. Journal Plant Nutrition 35:817-826.

Gerçekçioğlu, R. and Çekiç, Ç. 1997. Mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) the effects of some treatments on germination of seeds. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(1): 145-150 (in Turkish).

Godara, R.K., Awasthi, R.P. and Kaith, N.S. 1998. Interaction effect of VA mycorrhizae and *Azotobacter* inoculation on growth and macronutrients of peach seedlings. Hary. J. Hort. Sci. 27:235-240.

Güleryüz, M. 1991. Ülkemiz Meyve Fidancılığında Anaç Sorunu ve Dünyada Anaç Islahı ile İlgili Çalışmalar, Türkiye I. Fidancılık Simpozyumu. T.C. Tanım ve Köyişleri Bakanlığı Yay., 273-285

Güneş, E. and Gübbük, H. 2006. Effect of different pre-sowing treatment on seed germination percentage and time of papaya cultivars (*Carica papaya* L.) Mediterranean Agricultural Sciences 19 (1): 107-114.

Hummer, K. and Postman, J. 2003. *Pyrus* L. Pear. USDA Forest Service Research Notes.

Kadıoğlu, A. 2004. Bitki Fizyolojisi. Lokman Yayın. Tic. Ltd. Şti. Trabzon, 453.

Kaşka, N. and Yılmaz, M. 1990. Horticulture breeding technique, Faculty of Agriculture Publications: 79, Textbooks: 2, Adana/Turkey (in Turkish).

Kumar, A., Nautiyal, M.C. and Prakash, S. 1988. Enhancement of pear (*Pyrus pashia* L.) seed germination by GA3 and ethanol. Current Science, 57: 964-966

Kumar, A., Maurya, B.R. and Raghuwanshi, R. 2015. Characterization of bacterial strains and their impact on plant growth promotion and yield of wheat and microbial populations of soil. Afr. J. Agric. Res. 10, 1367–1375. doi: 10.5897/AJAR2014.8894

Larsen, S.U. and Eriksen, E.N. 2004. Delayed Release of Primary Dormancy and Induction of Secondary Dormancy in Seeds of Woody Taxa Caused by Temperature Alternations. Acta

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Hort. (ISHS) 630: 91-100, XXVI International Horticultural Congress: Nursery Crops; Development, Evaluation, Production and Use.

Mamıkoğlu, N.G. 2017. Türkiye'nin Ağağları ve alıları. 7. Basım, Kırmızı Kedi Yayınevi, İstanbul, Türkiye.

Mitra, D., Mondal, R., Khoshru, B., Shadangi, S., Das Mohapatra, P.K. and Panneerselvam, P. 2021. Rhizobacteria mediated seed bio-priming triggers the resistance and plant growth for sustainable crop production, Current Research in Microbial Sciences, V.2, <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100071>.

Nath, B. and Korla, B.N. 2000. Studies on effect of biofertilizers in ginger. Ind. J. Hort. 57:168-171.

Oğuz, H.İ. and Akkuş, G. 2012. Effects of GA<sub>3</sub> and IBA on germination of pistachio. Indian Journal of Horticulture 69 (3): 420-423.

Özçağıran, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M. 2019. Ilıman iklim meyve türleri, yumuşak çekirdekli meyveler Cilt II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 556

Pathak, D.V., Singh, S. and Saini, R.S. 2013. Impact of bio-inoculants on seed germination and plant growth of guava (*Psidium guajava*). Journal of Horticulture and Forestry, Vol. 5(10): 183-185.

Polat, A.A., Kamiloğlu, C., Durgaç C. ve Paydaş, S. 1995. Ekim öncesi bazı uygulamaların yenidoğnya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahe Bitkileri Kongresi, Cilt I (Meyve): 643-647.

Rahemi, A., Taghavi, T., Fatahi, R., Ebadi, A., Hassani, D., Chaparro, J. and Gradziel, T. 2011. Seed germination and seedling establishment of some wild almond species. African Journal of Biotechnology Vol. 10 (40): 7780-7786.

Rakshit, A., Pal, S., Meena, S., Manjhee, B., Rai, S., Rai, A., Bhowmick, M.K. and Singh, H.B. 2014. Seed bio-priming: a potential tool in integrated resource management. SATSA Mukhaptra Annual Technical Issue 18: 94-103.

Rakshit, A., Sunita, K., Pal, S., Singh, A. and Singh, H.B. 2015. Bio-priming mediated nutrient use efficiency of crop species. In Nutrient Use Efficiency: from Basics to Advances 181-191 Springer India.

Ranjan, R. and Lewak, S. 1995. Interaction of jasmonic and abscisic acid in the control of lipases and proteases in germination apple embryos. Physiol Plant. 83, 421-426

Sembdner, G. and Parthier, B. 1993. The biochemistry and the physiological and molecular action of jasmonates. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 33, 569-589

Singh, V., Upadhyay, R.S., Sarma, B.K. and Singh, H.B. 2016. Seed bio-priming with *Trichoderma asperellum* effectively modulate plant growth promotion in pea. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology Citation: IJAEB: 9(3): 361-365.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Sharma, S.D., Bhutani, V.P. and Awasthi, R.P. 2002. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae and phosphorus on leaf and soil mineral nutrient status of apple seedlings. *Ind. J. Hort.* 59:140-144.

Wani, S.P., Chandrapalaiah, S., Zambre, M.A. and Lee, K.K. 1988. Association between N<sub>2</sub> fixing bacteria and pearl millet plants-Response, mechanisms and resistance. *Plant Soil* 110:284-302

Wright, B., Rowse, H.R. and Whipps, J.M. 2010. Application of beneficial microorganisms to seeds during drum priming. *Biocontrol Science and Technology* Volume 13, 2003 - Issue 6:599-614.

Yazıcı, C. 2005. Elma ve armut tohumlarının çimlenmesi üzerine jasmonik asidin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 17 sy

Yildiz, K., Muradoğlu, F. and Yilmaz, H. 2008. The effect of jasmonic acid on germination of dormant and nondormant pear (*Pyrus communis* L.) seeds. *Seed Sci & Technol.*, 36, 569-574.

Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 121, Ankara.

ICAAW2021

## BAHÇE BİTKİLERİ ALANINDA ORGANİK TARIM İLE İLGİLİ YAYINLARIN ANALİZİ

Mehmet Hadi Cantemur<sup>1\*</sup>, Sevinç Şener<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, TOMER Birimi

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri

\*hadi.cantemur@alanya.edu.tr

### Özet

Bu çalışmanın amacı, 2011'den 2021'ye kadar olan bahçe bitkileri alanında organik tarım hakkındaki yayınları sistematik ve anlaşılır bir şekilde karakterize eden bir bibliyometrik analiz yapmaktır. Makaleler, günlük veritabanı güncellemelerinden kaynaklanan yanlışlığı önlemek için 1 Ekim 2021 tarihinde Web of Science'ın Web of Science Core Collection veritabanından aynı gün alındı. Analiz için Excel 2016, RStudio Version 1.4.1103 kullanıldı.

2011'den 2021'e kadar toplam 753 yayın analiz edildi. En fazla refere edilen yayın sayısı Scientia Horticulturae dergisinde belirlendi. İtalya en yüksek atıf sayısına sahipti. En yüksek lokal atıflar Park SA ve Son KC 'ye aitti. Ortak oluşum ağı analizinin bir sonucu olarak, 'büyüme' en önemli kelimedir. Bu çalışmada Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım ile ilgili gelişmeler, en etkili yayınlar, dergiler ve işgal edilen ülkeler bibliyometrik analiz yoluyla kanıtlara dayalı olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** organik tarım; bahçe bitkileri; bibliyometrik analiz

## ANALYSIS OF PUBLICATIONS ON ORGANIC AGRICULTURE IN THE FIELD OF HORTICULTURE

### Abstract

The aim of this study is to conduct a bibliometric analysis that systematically and comprehensibly characterizes publications on organic agriculture in the field of horticultural science from 2011 to 2021.

The articles were retrieved on the same day from the Web of Science Core Collection database of the Web of Science on October 1, 2021 to prevent bias due to daily database updates. Excel 2016, RStudio Version 1.4.1103 were used for analysis. A total of 753 publications were analyzed from 2011 to 2021. The highest number of publications was determined in Scientia Horticulturae. Italy had the highest number of citations. The highest local citations were belonged to Park SA and Son KC. As a result of the co-occurrence network analysis, 'growth' is the most important word. In this study, developments, the most influential publications, journals, and countries occupied of Organic Agriculture in the Field Of Horticulture were determined based on evidence through bibliometric analysis.

**Keywords:** organic agriculture; horticulture; bibliometric analysis

### GİRİŞ

Tarım sektörü, temel besin maddelerinin üretiminin yanı sıra, bu üretimde besin maddelerinde verimliliği sağlayan yaşamsal faaliyetlerin en önemlilerinden biridir. Sürekli artmakta olan nüfusun beslenme ihtiyacının karşılanması bu sektörün sürdürülebilir olmasıyla mümkündür. Bu doğrultuda ortaya çıkan organik tarım, suni gübreleme ve kimyasal ilaçlar kullanılmadan toprağın korunduğu bir yöntemdir. Bu yöntemde organik ve yeşil gübreleme yapmak, ekim nöbeti sağlamak, bitkide direnç artışı, çevreye fayda ve ekosistemde yaşam kalitesini artırmak adına bir takım biyolojik mücadelelerden faydalanılır (Hündür, 2021). Organik tarım kavramı ile ilgili birçok tanım vardır. Ancak herkes tarafından benimsenen ortak bir tanım bulunmadığından bu tanımlara bazı tartışmalar ve anlaşmazlıklar eşlik etmektedir. Birleşik Devletler Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından yapılan bir tanımlamaya göre organik tarım, sentetik gübreler, böcek öldürücüler, büyüme düzenleyicileri ve hayvan yemi katkı maddelerinin kullanılmasını yasaklayan veya büyük ölçüde engelleyen bir üretim sistemidir (Emir & Demiryürek, 2014).

Organik gıda tüketimine ilişkin bireysel yaşam tarzlarını, motivasyonları ve diyet kalıplarını karakterize etmeyi amaçlayan, genellikle de gıda sıklığı anketlerinden elde edilen yanıtlardan tanımlanan birçok araştırma mevcuttur (Oates vd., 2012) (Baudry vd., 2015) (Baudry vd., 2016) (Kesse-Guyot vd., 2013)(Eisinger-Watzl vd., 2015)(Hughner vd., 2007) (van de Vijver & van Vliet, 2012) (Brown vd., 2009) (Arvola vd., 2008). Bu durum, çok sayıda yayınlara sonuçlanmıştır. Ancak, araştırma çıktıları, dağılımını ve küresel olarak kurumların katkılarına karakterize etmek için kapsamlı bir analiz yapılmamıştır. Bilimsel alanlarda, bibliyometrik analiz gibi dergi ve makalelerin etkinliğini belirlemek için çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri kullanılmıştır (Hui vd., 2021). Bibliyometrik analizlerin, araştırma çıktıları geometrik ve istatistiksel yöntemlere dayalı olarak nicel olarak ölçülebilen oldukça hassas araçlar olduğu bildirilmiştir (Dalpé, 2002).

Bu nedenle bu çalışmanın amacı, 2011'den 2021'e kadar olan bahçe bitkileri alanındaki ilgili yayınları sistematik ve anlaşılır bir şekilde karakterize etmek için bibliyometrik analizini yapmaktır. Çalışmanın odak noktası, bu araştırma dönemi boyunca sınırları haritalamak ve tanımlamak, araştırma eğilimlerini değerlendirmek, araştırma iş birliği ağları oluşturmak ve yayınları analiz etmek olmuştur.

## MATERYAL VE METOD

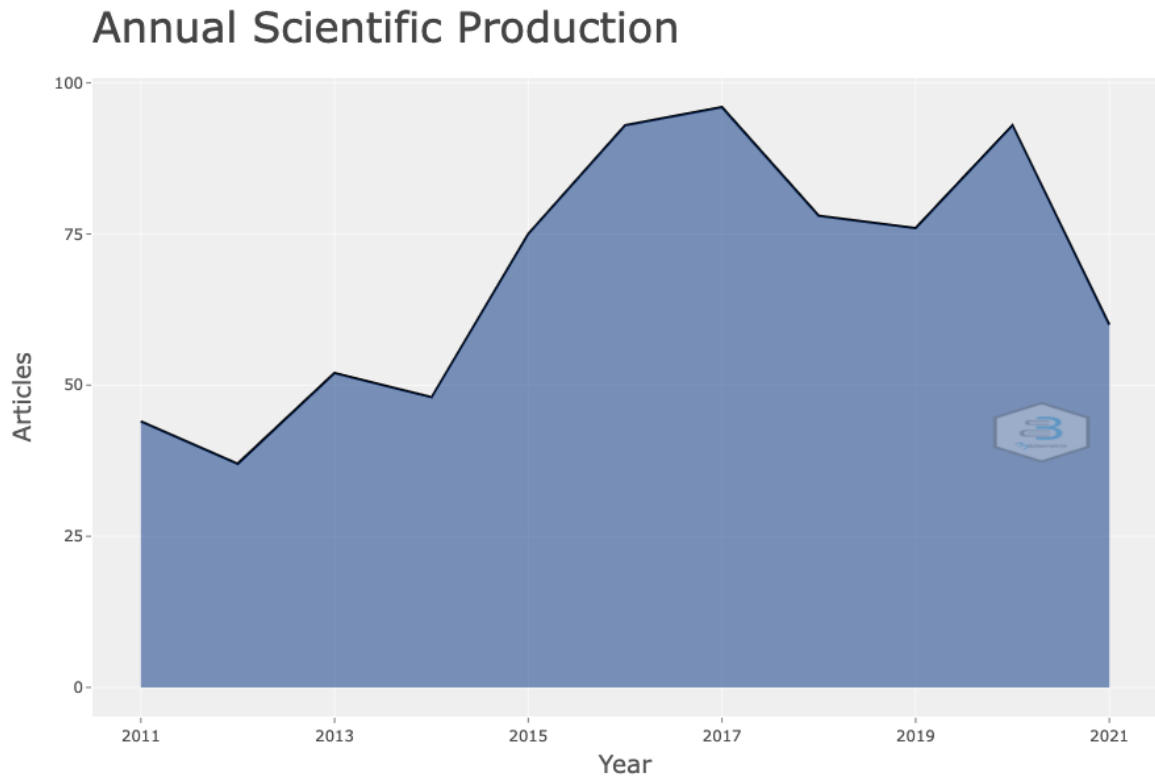
Makaleler, günlük veritabanı güncellemeleri nedeniyle önyargıları önlemek için 1 Ekim 2021'de Web of Science (WoS) sayfasının Web of Science Core Collection (WoSCC) veri tabanından alındı. MeSH, aşağıdaki arama terimlerini seçmek için kullanıldı: = "(TS = (Organic Agriculture) OR TS = (Horticulture) AND WC= Horticulture AND Refined by Language: (ENGLISH) Document Types: (ARTICLE OR REVIEW OR BOOK CHAPTERS) Timespan: 2011-2021 Indexes: (SCI-EXPANDED OR SSCI OR BKCI-S OR BKCI-SSH OR ESCI) ".

Ham veriler, bir araştırmacı (MKT) tarafından WoSCC'den çıkarıldı ve tarandı. Daha sonra Excel 2016 (Redmond, WA, ABD), RStudio Version 1.4.1103 kullanılarak işlendi. Tutarsız veriler yeniden analiz edildi ve tartışmalarla çözüldü.

R studio programı, excel programı ve wos analiz ile 2011'den 2021'e kadar bahçe bitkilerinde organik tarım alanındaki yayınların genel bilgileri, dergi dağılımı, ülke profilleri, yazar profilleri, Keyword Plus Analizleri değerlendirilmiştir.

## SONUÇLAR

2011-2021 aralığında belirtilen MeSH aramasında 753 yayım ve 33048 referans vardı. Belge tipleri şu şekilde dağılmıştır: article (619), article; book chapter (38), article; early Access (1), article; proceedings paper (12), editorial material; book chapter (5), review (78). 2011-2021 arasında yıllık ortalama 4,39 makale yayınlanmıştır. Her bir doküman için ortalama atıf sayısı 10.47 olarak çıkmıştır. 2017 yılı 96 yayım ile en çok yayım yapılan yıl oldu. Yıllık yayım sayısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarında 2011'den 2021'e Kadar Yıllık Yayın Sayısı.

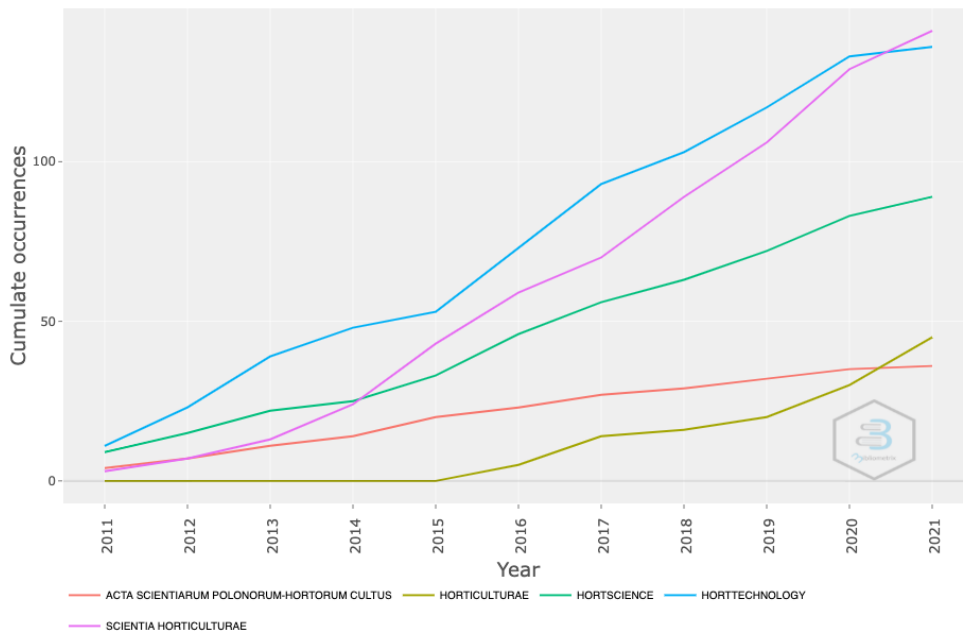
Bu çalışmada, bahçe bitkileri alanında organik tarım araştırmaları ile ilgili yayım yapan toplam 53 dergi belirlenmiştir. Toplam yayım sayısına göre *Scientia Horticulturae* (IF-2020: 3,57, Yayın Sayısı:141), *Horttechnology* (IF-2020 = 0,668, Yayın sayısı:136) ve *Hortscience* (IF-2020: 1.102, Yayın Sayısı:89) en iyi 3 dergi olurken, bu konuda ilk 10 derginin yayım sayıları, atıf sayıları, h-indexleri, g-indexleri ve IF gibi özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Bu alandaki ilk 5 derginin lider dergi dinamikleri şekil 2 de gösterilmiştir.



**Tablo 1.** Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarında İlk 10 Derginin Yayın Sayıları, Atıf Sayıları, H-İndexleri, G-İndexleri Ve Impact Faktörleri

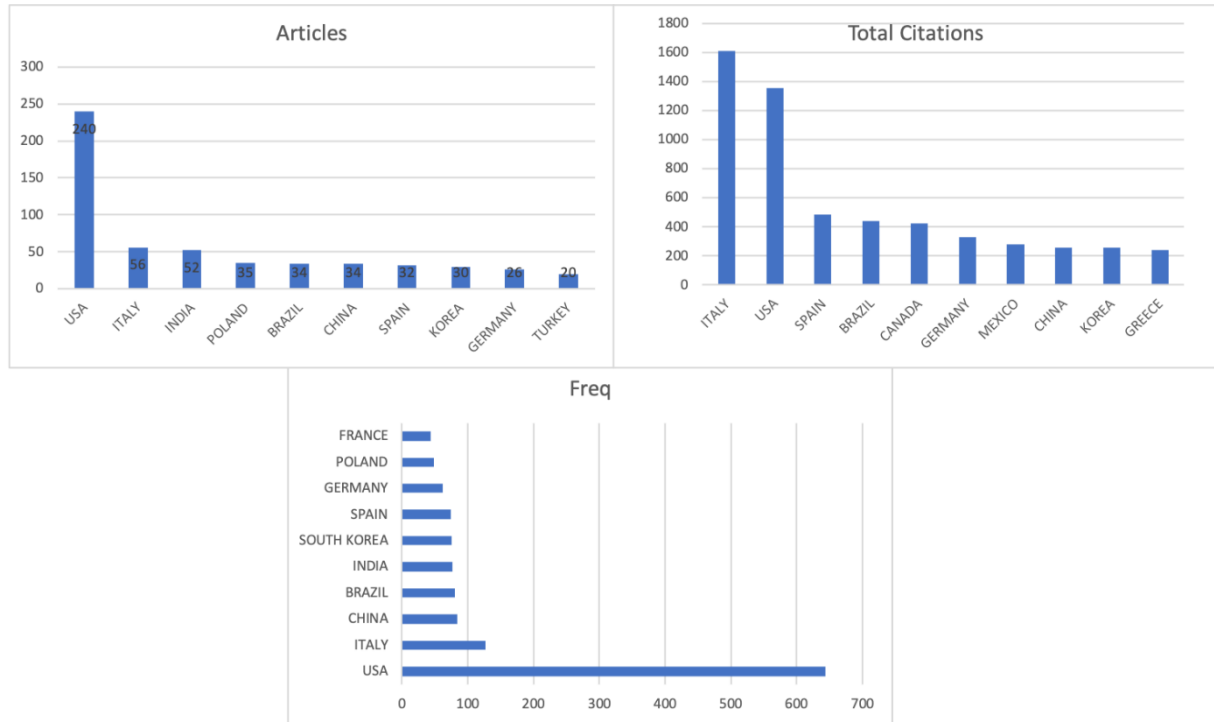
Sources	Articles	sum of citations	h index	g index	IF
SCIENTIA HORTICULTURAE	141	3783	30	57	3,57
HORTTECHNOLOGY	136	680	13	19	0,668
HORTSCIENCE	89	795	14	24	1,102
HORTICULTURAE	45	150	8	10	2,769
ACTA SCIENTIARUM POLONORUM-HORTORUM CULTUS	36	152	7	9	0,616
BIOLOGICAL AGRICULTURE & HORTICULTURE	35	454	9	21	1,674
INDIAN JOURNAL OF HORTICULTURE	31	15	2	2	0,156
EUPHYTICA	21	158	8	11	1,614
EUROPEAN JOURNAL OF HORTICULTURAL SCIENCE	21	186	6	13	1,55
HORTICULTURA BRASILEIRA	16	51	5	6	0,523

### Source Growth



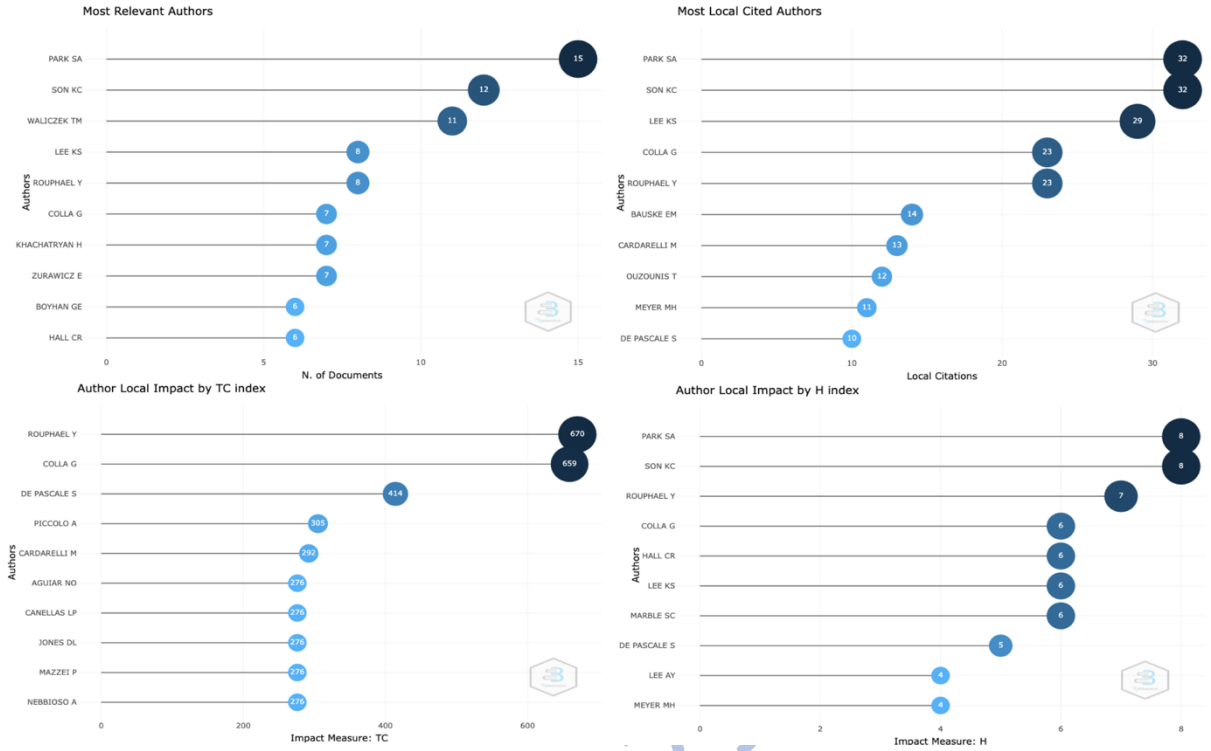
**Şekil 2.** Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarında Lider Dergilerin Yıllara Göre Dinamiklerindeki Değişimler

Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmaları 66 ülke ile geniş dağılımda ülke çalışma alanı bulmuştur. Amerika Birleşik Devletleri 240 yayın ile ilk sıradayken, İtalya 56 yayın, Hindistan 52 yayın ile takip eden ülkeler olarak ortaya çıkmıştır. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarında en çok katkı sağlayan ilk 10 ülkenin yayın sayıları, atıf sayıları ve bilimsel üretim frekansları Şekil 3’de gösterilmiştir. Yayın sayılarında Amerika Birleşik Devletleri açık ara önde olmasına rağmen toplam atıfta İtalya daha öndedir. Bilimsel üretim frekansı Amerika Birleşik Devletleri’nde en yüksekken bunu İtalya ve Çin Halk Cumhuriyeti izlemiştir.



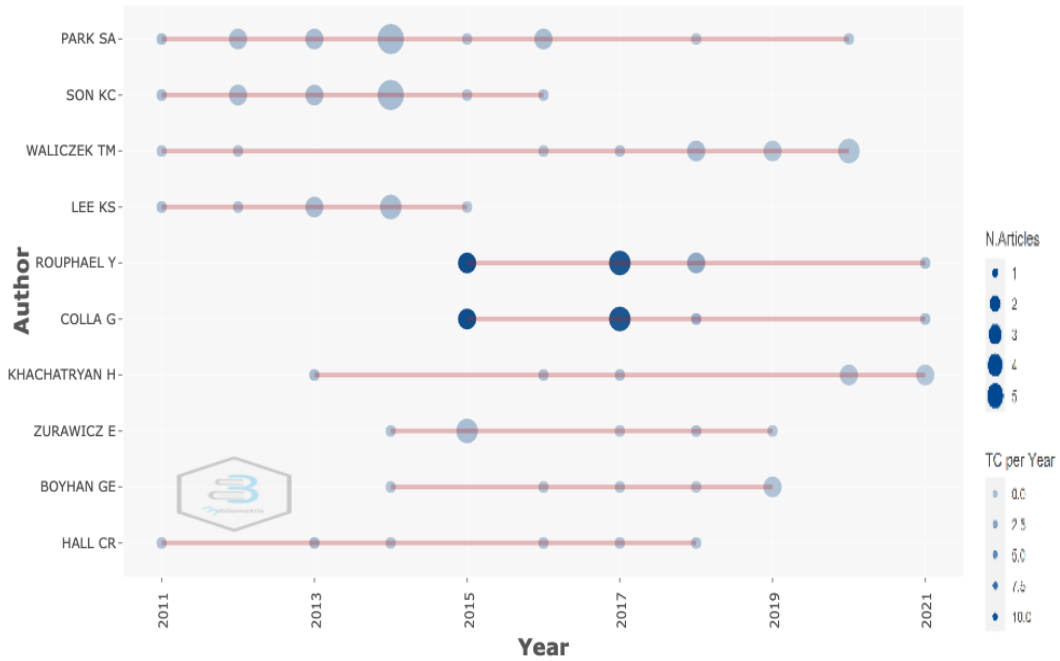
**Şekil 3.** Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarında en çok katkı sağlayan ilk 10 ülkenin yayın sayıları, atıf sayıları ve bilimsel üretim frekansları

Toplam 2639 yazar Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarına katkıda bulunmuştur. PARK SA en çok yayın yapan yazar iken (15 makale) ROUPHAEL Y 670 atıf ile en çok alınan atıfa sahip olmasına rağmen Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmaları ile ilgili en yüksek lokal atıf (32 adet) ve ve lokal etkili h-Endexi (8) Park SA ve Son KC 'ye ait çıkmıştır. (Şekil 4). Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarına en çok katkı sağlayan 10 yazarın araştırılan yıllardaki üretim zamanları şekil 5' de gösterilmiştir.



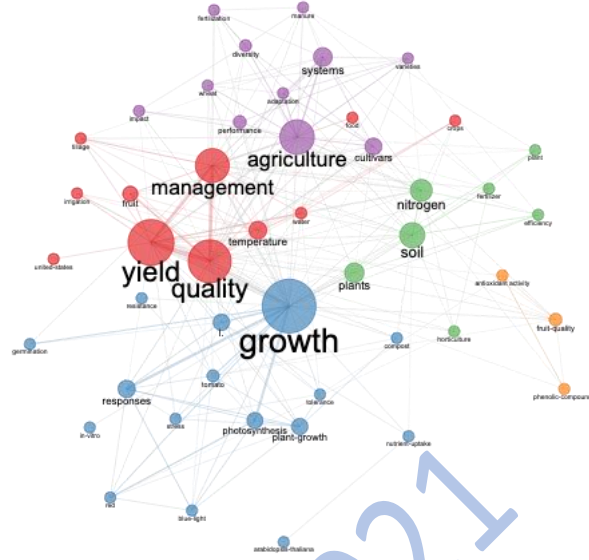
Şekil 4. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarındaki yazarların yayın, atıf, lokal atıf ve lokal h indexleri

### Top-Authors' Production over the Time

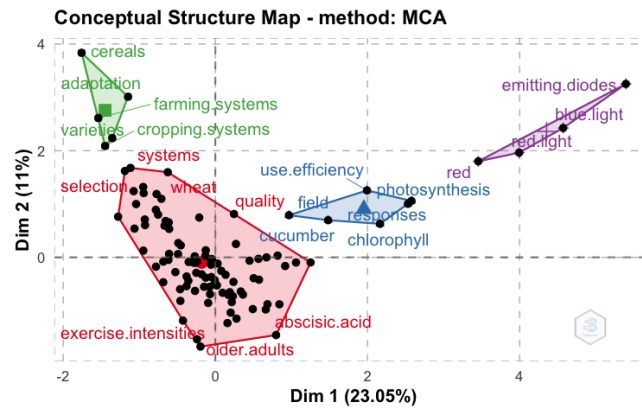


Şekil 5. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarına en çok katkı sağlayan 10 yazarın araştırılan yıllardaki üretim zamanları

Anahtar kelimelerin ortak oluşum ağı (keyword plus) Şekil 6’da gösterilmiştir. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının keyword plus analizi yapıldığında çalışmaların genel olarak 4 küme altında toplandığı Şekil 7’de gösterilmiştir. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının trend başlıklarının zaman içerisindeki değişimi Şekil 8’de gösterilmiştir.

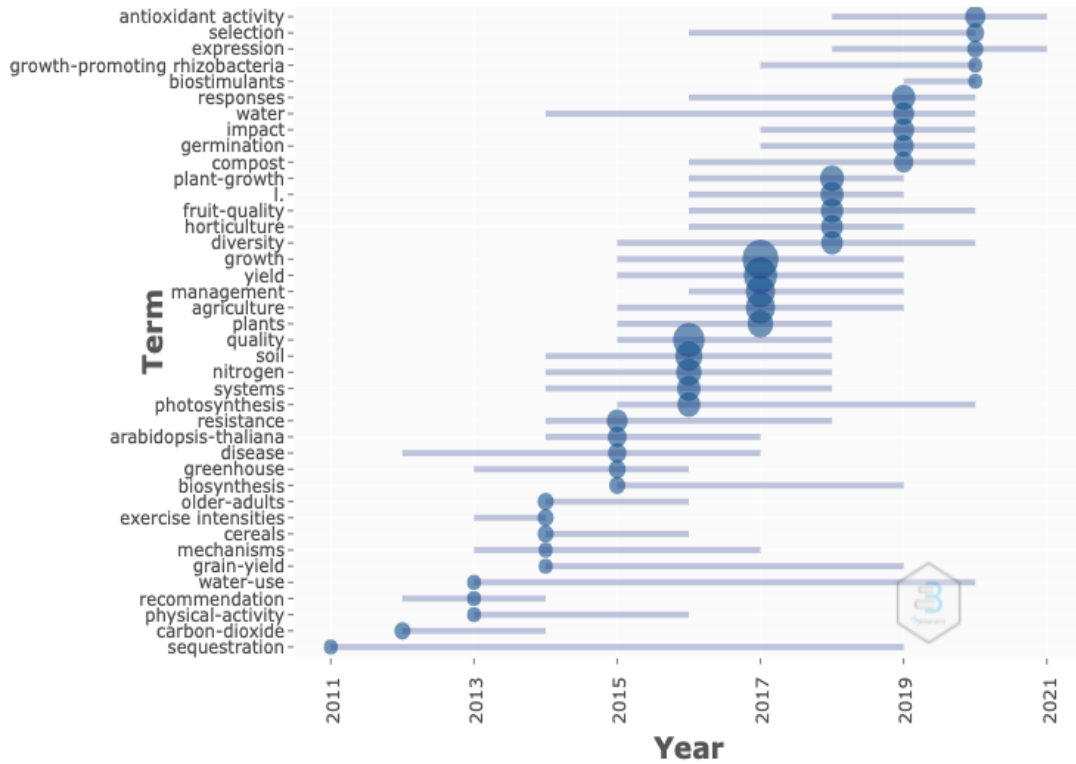


Şekil 6. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım Araştırmalarında Keyword plus için ortak oluşum ağı



Şekil 7. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının Keyword Plus analizi sonucu araştırmaların kümelendiği konular.

## Trend Topics



Şekil 8. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının Keyword Plus trend başlıkları

### TARTIŞMA

Sürdürülebilir gıda sistemleri geliştirmenin uzun vadeli hedefi, çeşitli hükümetler arası kuruluşlar tarafından yüksek bir öncelik olarak kabul edilmektedir (Burlingame & Dernini, 2012). Farklı tarımsal yönetim sistemleri, hayvan refahı, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliğin yanı sıra insan sağlığını da etkileyebileceğinden gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği üzerinde bir etkiye sahip olabilir (Mie vd., 2017). 2015 yılında, dünya çapında 179 ülkede 50,9 milyon hektarın üzerinde, dönüşüm yapılan alanlar da dahil olmak üzere organik olarak ekilmiştir (Willer & Lernoud, 2016). Organik üretim için bağlayıcı standartların geliştirildiği Avrupa Birliği'nde organik yönetim altındaki alan (tamamen dönüştürülmüş ve dönüşüm içinde) son on yılda artmıştır (Commission of the European Union, 2008) (European Commission, 2007).

Bu çalışmada son 10 yıllık periyotta Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının gelişimlerini izlemek, araştırmanın kökenini ve güncel eğilimini değerlendirmek için dünya çapındaki yayın eğilimlerinin bir analizi gerçekleştirildi. Konunun anlaşılabilirliğinin artırılması için görselleştirmelere başvuruldu. WoS veri tabanından elde edilen verilerde yapılan analiz sonucu Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmaları ile ilgili yayın sayısının yıllık bazda 2011-2021 yılları arasında artış göstermiştir. Çalışmaların özellikle 2014 yılından itibaren yüksek artış gösterdiği ancak 2016 ve 2017 yıllarındaki kırılmadan sonra yayın sayısının azaldığı görülmüştür. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmaları ile

ilgili en çok makale yayımlayan ilk üç dergi *Scientia Horticulturae* (Yayın Sayısı:141), *Horttechnology* (Yayın sayısı:136) ve *Hortscience* (Yayın Sayısı:89) olmuştur.

Yazarların iş birliği ve ülkeler / bölgeler iş birliği ağlarının haritasını çıkarmak, bilimsel iş birliğinin temel yapısını ve ülkelerin/bölgelerin ve/veya bireysel yazarların konumunu göstermek için kullanılan önemli bir bilimsel sosyal ağ sınıfıdır (Biglu vd., 2016). Analiz sonucu elde edilen verilerde bu alandaki yayınların neredeyse üçte birine sahip olan Amerika Birleşik Devletleri (Yayın Sayısı: 240, Alınan Atıf Sayısı: 1356) Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarında en çok yayın sayısına sahip olmasına rağmen atıf sayısına bakıldığında İtalya (Yayın Sayısı: 56, Alınan Atıf Sayısı: 1609) en yüksek atıf sayısına sahip ülke olarak lider konumda yer almaktadır. Bunu Amerika (Alınan Atıf Sayısı: 1356), İspanya (Alınan Atıf Sayısı: 486), ve Brezilya (Alınan Atıf Sayısı:439) takip etmektedir.

H-endeksi, bir bilim insanının, akademisyenin veya ülkelerin yayınlarının hem üretkenliğini hem de alıntı etkisini ölçen sayısal düzeyde bir değerdir (Baldock vd., 2009). Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarına özgü h-Endeksleri incelendiğinde PARK SA ve SON KC 8 lokal h-Endeksi ile en yüksek skora sahiptir. Onları ROUPHAEL Y 7 lokal h-Endeksi ile takip etmektedir.

Global Atıflar (TC), koleksiyona dahil olan bir makalenin bir bibliyografik veri tabanında (WoS, Scopus, vb.) indekslenen belgelerden aldığı toplam atıflar anlamına gelir. Bu nedenle, TC, seçilen bir makalenin "tüm dünyadan" aldığı alıntılarını sayar. Lokal atıflar (LCS) bir bibliyografik koleksiyonun yazarlarının ve belgelerinin yerel alıntılarını hesaplar. Diğer bir deyişle, lokal atıflar (LCS), bu koleksiyonda yer alan bir yazarın (veya bir belgenin) yine koleksiyona dahil edilen belgeler tarafından kaç kez alıntılındığını ölçer. Çalışmaya bakıldığında ROUPHAEL Y (atıf sayısı: 670) en yüksek TC değerine sahiptir. Bunu COLLA G (atıf sayısı: 659) ve DE PASCALE S (atıf sayısı: 414) takip etmektedir. PARK SA (Lokal atıf sayısı: 32) ve SON KC (Lokal atıf sayısı: 32) en yüksek lokal atıf sayısına sahipken LEE KS (Lokal atıf sayısı: 29) bunları izleyen yazar olmuştur.

Bilimsel/teknik bilginin yapısı en yaygın olarak iki ağ tabanlı yöntem kullanılarak araştırılır: ortak alıntı ve anahtar kelime birlikte oluşum ağları (Zhang vd., 2012). Bir ortak atıf ağı, literatürdeki alıntılar arasındaki bağlantıları analiz ederek bilimsel iletişimin yapısını incelemeye odaklanırken, bir anahtar kelime ortak oluşum ağı (KCN), bir bilimsel/teknik alanın bilgi bileşenlerini ve bilgi yapısını anlamaya odaklanır. Literatürdeki anahtar kelimeler arasındaki bağlantılar. Bu çalışma, belirli bilimsel alanlarda araştırma konularını ve bunların ilişkilerini keşfetmek için teorik ve ampirik çalışmalarda kullanılan KCN'lere dayalı analiz yöntemlerine odaklanmaktadır (An & Wu, 2011). Bu çalışmalar, KCN tabanlı analizin geleneksel literatür inceleme yaklaşımlarına göre pratik değerini ve avantajlarını göstermiştir (Zhang vd., 2012). Bir KCN, her bir anahtar kelimeyi bir düğüm olarak ele alarak ve bir kelime çiftinin her bir birlikte oluşumunu bu iki kelime arasında bir bağlantı olarak ele alarak oluşturulur (Şekil 6). Bir kelime çiftinin birlikte bulunma sayısı, bu iki anahtar kelimeyi birbirine bağlayan bağlantının ağırlığını oluşturur. Bu şekilde oluşturulan ağ, ağırlıklı bir ağı temsil eder. Arasındalık merkeziliği (Betweenness centrality) ağ içerisindeki ilişkilerin en ortasında yer alan, bir diğer deyişle ayrıtların en kısa yoldan üzerinden geçtiği düğüm en önemlidir. Bu çalışmada keyword plus ortak oluşum ağına bakıldığında 'büyüme' (btwness:



349.164576539335) en önemli kelimedir. Bunu ‘kalite’ (btwness: 189.841097064003) ve ‘verim’ (btwness: 171.382300902543) kelimeleri takip etmektedir.

Anahtar kelimeler ve araştırma konularını tespit etmek, araştırma odak noktalarını analiz etmek ve belirli bir bilgi alanının araştırma sınırı geçişlerini izlemek için kullanılabilir. Şekil 7’de anahtar kelimeler (keyword plus) kullanılarak Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının ayrıldığı 4 farklı küme gösterilmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların odaklandığı konu başlıkları kanıta dayalı bir şekilde kümelenmeleri gösterilmiştir. Bu kümelerin renk kodlarına göre isimlendirilmesi ilerleyen çalışmalar için seçilecek alanlar için ışık tutacaktır.

Bu çalışma için WoSCC veri tabanında bulunan 2011-2021 yılları arasında tüm yayın türleri kullanılmıştır. Analiz edilen Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım literatürünün tamamen kapsamaması çalışmanın limitasyonu olmuştur. Scopus, Embase gibi diğer veri tabanlarında bulunan verilerin analizi ile çalışmadaki verilerin kapsamı genişletilebilirdi fakat WoS veri tabanından alınan veriler ile diğer veri tabanlarından alınan verilerin entegrasyon problemi nedeniyle ve ayrıca diğer veri tabanlarındaki veri boyutunun analizi etkilemeyecek düzeyde olduğu için bu yol seçilmemiştir. Sonuç olarak, diğer veri tabanlarından gelen bilgiler dikkate alınmamıştır.

Sonuç olarak, Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım araştırmalarının uluslararası yayın eğilimleri bibliyometrik analiz yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım çalışmalarına yayın sayısına bakıldığında katkıda bulunan ilk üç ülke şunlardır: Amerika Birleşik Devletleri, İtalya ve Hindistan olarak gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım alanındaki gelişmeler, odaklanılan konular, en etkili yayınlar, dergiler, ülkeler bibliyometrik analiz yoluyla kanıta dayalı olarak belirlenmiştir. İlerleyen yıllarda benzer bibliyometrik analiz çalışmalarının tekrarlanması ile Bahçe Bitkileri Alanında Organik Tarım alanındaki araştırmaların gelişimi kanıta dayalı olarak izlenebilir.

**Teşekkürler veya Bilgilendirme:** Analizlerin yapılmasında ve yazım aşamasındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. M. Kemal Tümer’e teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

An, X. Y., & Wu, Q. Q. (2011). Co-word analysis of the trends in stem cells field based on subject heading weighting. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0374-1>

Arvola, A., Vassallo, M., Dean, M., Lampila, P., Saba, A., Lähteenmäki, L., & Shepherd, R. (2008). Predicting intentions to purchase organic food: The role of affective and moral attitudes in the Theory of Planned Behaviour. *Appetite*. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.010>

Baldock, C., Ma, R., & Orton, C. G. (2009). The h index is the best measure of a scientist’s research productivity. *Medical Physics*. <https://doi.org/10.1118/1.3089421>

Baudry, J., Méjean, C., Allès, B., Péneau, S., Touvier, M., Hercberg, S., Lairon, D., Galan, P., & Kesse-Guyot, E. (2015). Contribution of organic food to the diet in a large sample of French adults (The NutriNet-Santé cohort study). *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu7105417>

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Baudry, J., Touvier, M., Allès, B., Péneau, S., Méjean, C., Galan, P., Hercberg, S., Lairon, D., & Kesse-Guyot, E. (2016). Typology of eaters based on conventional and organic food consumption: Results from the NutriNet-Santé cohort study. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1017/S0007114516002427>

Biglu, M. H., Abotalebi, P., & Ghavami, M. (2016). Breast cancer publication network: Profile of co-authorship and co-organization. *BioImpacts*. <https://doi.org/10.15171/bi.2016.28>

Brown, E., Dury, S., & Holdsworth, M. (2009). Motivations of consumers that use local, organic fruit and vegetable box schemes in Central England and Southern France. *Appetite*. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.06.006>

Burlingame, B., & Dernini, S. (2012). Sustainable diets and biodiversity - Directions and solutions for policy research and action. Proceedings of the International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger. İçinde *IOM Sustainable Diets*.

Commission of the European Union. (2008). COMMISSION REGULATION (EC) No 889/2008. *Official Journal of the European Union*.

Dalpe, R. (2002). Bibliometric analysis of biotechnology. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1023/A:1019663607103>

Eisinger-Watzl, M., Wittig, F., Heuer, T., & Hoffmann, I. (2015). Customers Purchasing Organic Food - Do They Live Healthier? Results of the German National Nutrition Survey II. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2015/12734>

Emir, M., & Demiryürek, K. (2014). AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE'DEKİ ORGANİK TARIM MEVZUATINDAKİ GELİŞMELER VE SON YÖNETMELİKLERİN ANALİZİ. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 21–28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aduziraat/278131>

European Commission. (2007). Council Regulation (EC) No 834/2007. İçinde *Official Journal of the European Union*.

Hughner, R. S., McDonagh, P., Prothero, A., Shultz, C. J., & Stanton, J. (2007). Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food. *Journal of Consumer Behaviour*. <https://doi.org/10.1002/cb.210>

Hui, J., Wang, L., Liu, R., Yang, C., Zhang, H., He, S., Chen, Z., & Wei, A. (2021). A bibliometric analysis of international publication trends in premature ejaculation research (2008–2018). *International Journal of Impotence Research*. <https://doi.org/10.1038/s41443-019-0224-x>

Hündür, İ. (2021). *Organic Agriculture in the World and Turkey: Organic Vegetable Growing, Current Status Problems and Solution Proposals*. Atatürk.

Kesse-Guyot, E., Péneau, S., Méjean, C., Szabo de Edelenyi, F., Galan, P., Hercberg, S., & Lairon, D. (2013). Profiles of Organic Food Consumers in a Large Sample of French Adults: Results from the Nutrinet-Santé Cohort Study. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076998>

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Mie, A., Andersen, H. R., Gunnarsson, S., Kahl, J., Kesse-Guyot, E., Rembiałkowska, E., Quaglio, G., & Grandjean, P. (2017). Human health implications of organic food and organic agriculture: A comprehensive review. İçinde *Environmental Health: A Global Access Science Source*. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4>

Oates, L., Cohen, M., & Braun, L. (2012). Characteristics and consumption patterns of Australian organic consumers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5664>

van de Vijver, L. P. L., & van Vliet, M. E. T. (2012). Health effects of an organic diet-consumer experiences in the Netherlands. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5614>

Willer, H., & Lernoud, J. (2016). The World of Organic Agriculture 2016: Statistics and Emerging Trends. İçinde *FIBL & IFOAM - Organics International*.

Zhang, J., Xie, J., Hou, W., Tu, X., Xu, J., Song, F., Wang, Z., & Lu, Z. (2012). Mapping the knowledge structure of research on patient adherence: Knowledge domain visualization based co-word analysis and social network analysis. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034497>

ICAAW2021

## THE INFLUENCE OF MICROBIOLOGICALLY ENRICHED FERTILIZERS ON THE GROWTH AND FLOWERING OF GERANIUM (*Pelargonium x hybridum*) GROWN IN FIELD CONDITIONS

Jadwiga Treder<sup>1\*</sup>, Waldemar Treder<sup>1</sup>, Krzysztof Klamkowski<sup>1</sup>, Lidia Sas Paszt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The National Institute of Horticultural Research, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100, Skierniewice, POLAND

\*[jadwiga.treder@inhort.pl](mailto:jadwiga.treder@inhort.pl)

### Abstract

Geraniums are very attractive bedding plants grown outdoors, directly in soil or in containers. Plant quality, growth and flowering are strongly affected by water availability and macro- and microelements content in soil. However, the availability of nutrients can be improved by the presence of specific biological compounds (bacteria or fungi) active in soil. The aim of the studies, conducted in 2020, were to determine the effect of microbiologically enriched fertilizers on the growth and flowering of geranium ‘Summer Lovers Dark Red’ grown in field conditions. The tested fertilizers were enriched with fungi: *Aspergillus niger* and *Purpureocillium lilacinum* (UREA) or with bacteria *Bacillus* sp., *Bacillus amyloliquefaciens* and *Paenibacillus polymyxa* (POLIFOSKA 6 and SUPER FOS DAR 40). Control plants were cultivated without any fertilizers (control “0”) or with standard fertilization”. Half of the plants were fully irrigated according to water requirement and second half were “stressed” using reduced doses of water to the keep soil moisture at 12-15% .The fertilizers were applied at full dose -100% or reduced to 60%. A positive effect of the application enriched UREA (100%) and Super FOS DAR 40 (100%) on the number of main shoots and the height of water stressed plants were observed. The highest plants among the fertilized plants were optimally obtained with the use of POLIFOSKA 6 (100%) fertilizers enriched with bacteria, Urea enriched with fungi (100%) and Super FOS DAR 40 with bacteria in a dose reduced to 60 % of full dose. The use of microbiologically enriched SUPER FOS DAR 40, in doses of 100% and 60%, had a positive effect on the fresh weight of geranium. The enriched UREA (100%) and SUPER FOS DAR 40 (100%) had a positive effect on the number of inflorescences and number of flowers in the inflorescence, in optimally irrigated plants. POLIFOSKA 6 enriched with bacteria in a dose of 100% had a positive effect on the number of inflorescences in drought conditions.

**Keywords:** bedding plants, irrigation, water stress, beneficial microorganisms

**Acknowledgement:** Research were financed by the National Centre for Research and Development under the BIOSTRATEG program, contract number: BIOSTRATEG3 /347464/NCBR/2017.

## **EFFECT OF BENEFICIAL MICROORGANISMS ON PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE, YIELD AND NUTRITIONAL STATUS OF STRAWBERRY PLANTS GROWN UNDER DIFFERENT WATER AVAILABILITY CONDITIONS**

**Krzysztof Klamkowski<sup>1</sup>, Lidia Sas-Paszt<sup>1</sup>, Zygmunt S. Grzyb<sup>1</sup>, Waldemar Treder<sup>1</sup>, Katarzyna Wójcik<sup>1</sup>, Anna Tryngiel-Gać<sup>1</sup>**

The National Institute of Horticultural Research, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland

### **Abstract**

Because of concerns for food and environmental safety, the use of chemicals in agriculture must be reduced. In the case of mineral fertilization, the proposed solution is to increase its efficiency by enriching the soil with beneficial microorganisms. The aim of the study was to evaluate the effects of using bacterial and fungal inocula on the physiological performance, nutritional status and yield of strawberry grown under conditions of optimal or limited water availability (water deficiency).

The experiment was carried out in Skierniewice, Poland in 2019 on strawberry. The plants were cultivated in stoneware containers filled with podzolic soil. The experiment included following combinations: (i) control (unfertilized soil), (ii) no fertilization + soil application of fungi, (iii) no fertilization + soil application of bacteria. The mixture of beneficial fungi contained: *Aspergillus niger* and *Purpureocillium lilacinum*. The mixture of beneficial bacteria contained: *Bacillus* sp., *Bacillus amyloliquefaciens* and *Paenibacillus polymyxa*. The irrigation scheduling was based on soil moisture monitoring performed with dielectric probes.

Leaf water potential was the lowest in the control plants (both optimally irrigated and the stressed ones). The nutritional status of the plants was monitored by means of leaf greenness measurements and tests for the concentrations of selected elements in the sap squeezed from the leaf tissue. The stressed plants grown in the plots inoculated with beneficial fungi showed the **highest leaf greenness index** values. The leaves of the plants in the plots where beneficial fungi were used had the highest nitrogen and potassium content. Under the optimal watering conditions higher yield was obtained from the plants after enriching the soil with beneficial microorganisms. With the limited access of plants to water, no significant differences in plant yielding were found.

*This research was financed (co-financed) by the National Centre for Research and Development under the BIOSTRATEG programme, contract number BIOSTRATEG3/347464/5/NCBR/2017.*

**Keywords:** irrigation, water stress, beneficial microorganisms, leaf water potential

## **SUSTAINABILITY ANALYSIS OF NITRATE POLLUTION FROM CATTLE BREEDING IN THE WATERS OF KÜÇÜK MENDERES BASIN IN TERMS OF GOOD AGRICULTURE PRACTICES CODE AND VIRTUAL FARM STRUCTURE ENGINEERING LIFE CYCLE EXAMPLE**

**Yücel Çardakçi**

Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir İl Müdürlüğü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bornova, İzmir

\* [yucel.cardakci@tarimorman.gov.tr](mailto:yucel.cardakci@tarimorman.gov.tr); <https://orcid.org/0000-0003-2397-6009>

### **Abstract**

One of the measures to be taken for the protection of renewable water resources in non-water-rich basins is to try to minimize the harm to ground and surface waters caused by solid and liquid wastes in animal shelters where sustainable agricultural methods are not applied. This damage is caused especially by leaching the nitrate in the fertilizer content with precipitation and increasing the nitrate level of the water resources. Therefore, if the conditions in the European Union Nitrate Directive are applied in our country, it is evident that livestock enterprises will be considered as nitrates in their current form and therefore cannot sell their products or sell them at very low prices. Therefore, in order to prevent nitrate contamination in waters, it is necessary to establish the animal production structure by considering the flow diagram of fertilizer management. Accordingly, in this study, the definition, scope and principles of agricultural methods in sustainable livestock farms for the management of nitrate pollution in water will be emphasized, the reasons for the transition to sustainable agricultural methods will be explained, and the necessity and applicability of these developments in İzmir which has a great potential in terms of animal existence should be discussed. Within the scope of Good Agricultural Practices Principles and environmentally oriented innovative sustainable production proposals to reveal the sustainable agricultural situation of nitrate pollution in waters caused by cattle breeding activities in Küçük Menderes Basin A feasibility study will be conducted on the agricultural structural engineering life cycle example.

**Keywords:** Sustainable agriculture, nitrate pollution, farmyard manure, good agriculture practices code, livestock management, virtual engineering.

### **KÜÇÜK MENDERES HAVZASI SULARINDA BÜYÜKBAŞ HAYVANCILIK KAYNAKLI NİTRAT KİRLİLİĞİNİN İYİ TARIM UYGULAMALARI KODUNA GÖRE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ VE SANAL TARIMSAL YAPI MÜHENDİSLİĞİ YAŞAM DÖNGÜSÜ ÖRNEĞİ**

#### **Özet**

Su zengini olmayan havzalarda yenilenebilir su kaynaklarının korunması amacıyla alınacak olan tedbirlerden biri de sürdürülebilir tarımsal metotların uygulanmadığı hayvan barınaklarında meydana gelen katı ve sıvı atıkların yer altı ve yerüstü sularına verdiği zararı en aza indirmeye çalışmaktır. Bu zarar özellikle gübre içeriğindeki nitratın yağışlarla yıkanması ile su kaynaklarının nitrat seviyesinin artışı ile meydana gelmektedir. Bu yüzden Avrupa Birliği



Nitrat Direktifindeki şartların ülkemizde de uygulanması halinde hayvancılık işletmelerinin mevcut haliyle ürünlerinin nitratlı kabul edileceği ve bu yüzden ürünlerini satamayacağı ya da çok düşük fiyatlara satabileceği ortadadır. Bu sebeple, sularda nitrat kirliliğinin önlenmesi için gübre yönetiminin akış diyagramı göz önünde bulundurularak hayvansal üretim yapısının tesis edilmesi gerekmektedir. Buna göre bu çalışmada sularda özellikle nitrat kirliliğinin yönetimine yönelik sürdürülebilir hayvancılık işletmelerinde tarımsal metotların tanımı, kapsamı ve kısaca ilkeleri üzerinde durulacak, sürdürülebilir tarımsal metotlara geçiş nedenleri açıklanacak, hayvan varlığı açısından büyük bir potansiyele sahip olan İzmir'de bu gelişmelerin yakından izlenmesinin gerekliliği ve uygulanabilirliği havza bazında tartışılacaktır. Küçük Menderes Havzası'nda büyükbaş hayvancılık faaliyetleri nedeniyle sularda meydana gelen nitrat kirliliğinin sürdürülebilir tarımsal durumunu ortaya çıkarmak için İyi Tarım Uygulamaları İlkeleri ve çevre odaklı yenilikçi sürdürülebilir üretim önerileri kapsamında tarımsal yapı mühendisliği yaşam döngüsü örneği üzerinde bir fizibilite çalışması yapılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir tarım, nitrat kirliliği, hayvan gübresi, iyi tarım uygulamaları kodu, gübre yönetimi, sanal mühendislik.

## GİRİŞ

Son yüzyılda hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve yoğun tarımsal faaliyetler doğal çevreyi olumsuz etkileyen ve kirleten sebepleri olup, ortaya çıkan atıklar da su kirliliğinin başlıca nedenleridir. Hızla artan dünya nüfusu, her geçen gün daha çok hayvansal besine ihtiyaç duymaktadır. Son yıllardaki teknolojiyle birlikte alet ve ekipmanların kullanılmasıyla hayvansal kaynaklı proteinin karşılanması kolaylaşmakta ancak bu denli üretim kapasitesi beraberinde birtakım sorunları da getirmektedir. Özellikle bu sorun hayvansal kaynaklı atıklardaki azot ve fosfor elementleri olup, hem yeraltı sularında kirlilik yaratmakta ve hem de yüzey sularında ötrofikasyona neden olmaktadır.

Bu bağlamda, en önemli stratejik tarımsal başarı; olumsuz çevre koşullarını azaltarak, istenilen tarımsal üretim artışını gerçekleştirmek olacaktır. Bu yalnızca, koruyucu tarımsal yöntemlerin ve kalıcı çözümlerin uygulanması ile mümkün olabilecektir (Pezikoğlu, 2006; Çardakçı., 2020).

Bu kapsamda çağımızın en önemli kavramlarından birisi, kuşkusuz sürdürülebilirlik kavramıdır. Bu kavram devam eden toplumsal, ekonomik veya çevreyle ilgili bir sistemin, yaşamasına temel olan kaynağını tüketmeden, verimli bir şekilde işlevini yerine getirmesini öngören bir kavramdır. Bu tanıma göre, sürdürülebilir tarım, hızla artan dünya nüfusunun ihtiyacı olan yeterli ve kaliteli gıda maddesinin uygun maliyetlerde üretimini, çevrenin ve doğal tarım kaynaklarının korunmasını geliştirecek sistem ve uygulamaları içermektedir (Aksu, 2011).

Buna karşılık, ülkemiz tarımında, geleneksel tarım uygulamaları terk edilmiş ve tarıma yön veren modern tarımdaki gelişmeler ile hayvan ve bitki ırklarının ıslahı, bitkisel ve hayvansal üretimde ileri yapı tekniği, teknolojisi ve mekanizasyon uygulamaları artırmıştır. Bu durum, global olarak tarımsal üretimde verim artışına, dolayısıyla çiftçi gelirlerinde iyileşmeye neden olmuştur. Ancak ülkemizde olduğu gibi araştırma konusu Küçük Menderes Havzası başta olmak üzere İzmir İlinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi tarımsal atık yönetiminin

uygun yapılmamasıdır. Yapılan araştırmalar, orta ve büyük ölçekte (yıllık 3500 kg ve üzeri azot üreten) işletmelerin %90'nın da gübre yönetim sistemi projelendirilmesi ve tesisi standartlara uygun olmadığını ve tarlaya gübre yönetimi uygulamaları ve benzer sorunlar bulunduğunu ortaya koymaktadır (Çardakçı., 2020). Bu sorunlar, gübredeki özellikle nitratın kimyasal özelliğine bağlı olarak yağış ve diğer faktörler etkisiyle yıkanmasına yol açarak sularda nitrat kirliliğine sebep olmaktadır (Atılğan, 2013).

Bu nedenle, çiftçilere düşen görev sadece üretimi artırmak değil, aynı zamanda çevreyi koruma ve kültürel miras faaliyetlerini de geliştirmektir. Bahse konu problemlerin çözümü ve olumlu faaliyetlerin sürekliliğini sağlamak için, çiftçiler "Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları" olarak adlandırılan ilgili düzenlemeleri uygulamalıdır.

Ülkemizde bu düzenlemeler, 23/7/2016 tarihli ve 29779 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliğinin 7 nci maddesi gereğince hazırlanmış "iyi tarım uygulamaları kodu" olup, tarımsal üretim sisteminde su kirliliğinin önlenmesine yönelik çiftçiler için tarımsal metodları ve sularda nitrat kirliliği riskini en aza indirmek için bazı yönetim uygulamalarını içerir. Zira tarımsal kaynaklı sularda kirlilik, hayvansal ve kimyasal gübrelerdeki özellikle nitratın ekşi yüklü olması dolayısıyla kolayca yıkanıp su kaynaklarına karışması sebebiyle olmaktadır. Bu sebeple söz konusu tarımsal işletmelerde su kaynaklarının kirliliğine yönelik sürdürülebilir tarım uygulamaları sularda nitrat kirliliği yönetimi esas alınarak yapılması gerekmektedir. Böylelikle bitkisel ve hayvancılık kaynaklı sulara karışan ve yıkanması oransal olarak nitrata göre az olan diğer kirlilik parametreleri de kontrol altına alınmış olacaktır.

Sularda, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat kirlenmesini azaltmayı amaçlayan iyi tarım uygulamaları kodu, aşağıdaki hususları kapsayan belirli düzenlemeleri içermektedir:

1. Gübrelerin toprağa uygulanmasının uygun olmadığı dönemler,
2. Eğimli arazilere gübre uygulama yöntem ve koşulları,
3. Suyla doymuş, sele maruz kalmış, donmuş veya karla kaplı toprağa gübreleme koşulları,
4. Su yatak ve kaynaklarına yakın topraklara gübre uygulama koşulları,
5. Depolanmış hayvan gübresi ve silaj gibi materyallerden kaynaklanan sızıntı sularının, oluşturacağı kirliliği önleyen depolama ünitelerinin niteliği ve kapasitesinin belirlenerek inşası,
6. Hayvansal ve diğer gübrelerin doğru uygulama miktarlarının belirlenerek, toprağa homojen bir şekilde dağılımının sağlanması, böylece yıkanarak suya karışacak miktarların kabul edilebilir düzeyde kalmasını sağlayacak uygulama yöntemlerinin belirlenmesi (İyi Tarım Uygulamaları Kodu).

Bu çalışmada amaçlanan, İzmir ili Küçük Menderes Havzasını kapsayan alanda faaliyet gösteren yılda 3500 kg ve üzeri azot üreten büyükbaş hayvancılık kaynaklı su kirliliği yönetimine yönelik sürdürülebilirlik analizinin İyi Tarım Uygulamaları Kodu'na göre yapılması olduğu için, gübre yönetimi çerçevesinde konu bütünüyle incelenmek suretiyle pilot nitelikli havza bazında ve iyi uygulamaya örnek modellerle başlatılmasının gerekliliği ve uygulanabilirliği tartışılmıştır ve mevcut durum değerlendirilerek önerilerde bulunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda Küçük Menderes Havzasında Büyükbaş hayvancılık faaliyetleri

kaynaklı sularda nitrat kirliliğinin iyi tarım uygulamaları koduna göre sürdürülebilir tarım durumu ortaya konulacak ve çevre odaklı yenilikçi sürdürülebilir üretime yönelik öneriler ile uygulamaya örnek bir ileri tarım uygulaması kapsamında, sanal tarımsal yapı yaşam dönüşü yönetimi çalışması yapılacaktır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Proje materyali olarak İzmir İli Küçük Menderes Havzası'nda yer alan Bayındır, Beydağ, Kiraz, Menderes, Ödemiş, Selçuk, Tire ve Torbalı ilçelerinde faaliyet gösteren 3500 kg/yıl ve üzeri nitrat üreten büyükbaş hayvancılık işletmeleri seçilmiştir. Çalışma, büyükbaş hayvancılık yapan ve toplam hayvan sayısı arazi verilerine göre 3500 kg ve üzeri nitrat üreten 2627 adet mevcut olan işletmede yürütülmüştür (Çizelge 1.).

**Çizelge 1.** Küçük Menderes Havzası'ndaki İlçeleri'nde proje için seçilen işletmelerin sayıları

TOWN	TYPE OF ENTERPRISE				TOTAL
	Büyükbaş	Küçükbaş	Kanatlı	Karma	
Bayındır	380	-	11	101	492
Beydağ	40	-	-	-	40
Kiraz	313	-	9	-	322
Menderes	68	6	7	37	118
Ödemiş	450	250	100	56	856
Selçuk	6	2	-	-	8
Tire	550	-	18	118	686
Torbalı	79	-	-	26	105
GENEL TOPLAM	1886	258	145	338	2627

Seçilen bu işletmelerde bulunan büyükbaş hayvan barınağı, bunlara ilişkin gübre tesisleri ve gübreleme yönetimi ile ilgili vejetatif koruma ve önlemlere ait kullanılan sistemler çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

### Metot

Araştırma, büyükbaş hayvancılık işletmelerinin seçimi, arazi çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Araştırmanın büro çalışmaları aşamasında arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçta araştırma alanındaki büyükbaş hayvancılık işletmeleri için uygun olabilecek bir tarımsal yapı kullanımını ve işletilmesi aşamasındaki atık oluşumu, çevresel etkileri ve yönetimine ilişkin örnek bir sanal

tarımsal yapı mühendisliği yaşam döngüsü modelinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu Projede amaçlanan, hayvancılık kaynaklı su kirliliği yönetimine yönelik sürdürülebilirlik analizinin İyi Tarım Uygulamaları Kodu'na göre yapılması olduğu için; bu analizde, kırsal fiziki varlığın temelini teşkil eden ziraat işletmelerinden olan hayvancılık işletmelerinin alt yapısı İyi Tarım Uygulamaları Koduna göre incelenmiş olup, sonuçların kültürteknik mühendisliğine göre sürdürülebilir stratejik mekansal planlanmasına dair yolları açıklamak amaçlanmaktadır.

Buna göre, Küçük Menderes Havzasında 3500 kg/yıl azot üreten işletmelerin tarımsal faaliyetleri ele alınacaktır. Havzada sürdürülebilir çevre odaklı su yönetimini riske eden ve sürdürülebilirliği sağlayan faktörler tek tek irdelenmiştir. Projede söz konusu irdelemeye yönelik olarak, işletme sahiplerinden elde edilmeye çalışılan ve sonrasında ölçülmesi planlanan göstergeler:

Gübre Muhafazası

Gübrenin Güvenli Kullanımı

Tarımsal yapı yaşam döngüsü yönetimi

Eko-inovasyon

İşletmenin Kuruluş Yeri

Küçük Menderes Havzasında İşletme Konum ve Dağılımı

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Hayvancılık İşletmelerinin Sularda Nitrat Kirliliği Yönetimine Geçişine Yönelik Analiz

Bu bölümde sürdürülebilir tarım ve İyi Tarım Uygulamaları Kodu perspektifinde Küçük Menderes Havzasında tarımsal faaliyetler ele alınacaktır. Havzada sürdürülebilir tarımsal uygulamaları riske eden ve sürdürülebilirliği sağlayan faktörler irdelenerek konu bütünlüğü sağlanmaya çalışılacaktır.

Havzada olduğu gibi İzmir doğal kaynaklar ve ekolojik koşullar bakımından hayvancılığa oldukça elverişlidir. Ancak, uygulanan teknoloji ve temel girdi kullanımı yeterli olmaması, toprak dağılımının bozuk olması ve Kırsal alt yapı yok ya da eksikliği gibi faktörler sonucunda kırsal alanda düşük verim ve yaşam koşulu egemen olmaktadır. Anılan bu durumun ortadan kaldırılması çoğu kez geniş kapsamlı bir “Kırsal Yerleşme Düzenlemesi” gerektirir.

İncelenen işletmelerde büyükbaş hayvancılıkla birlikte karma hayvancılıkta yapılması dolayısıyla su kaynaklarına risk olabilecek toplam azot üretiminin hesaplanabilmesi için bu hayvanların büyükbaş hayvan birimi (BBHB) cinsinden sayıları araziden öğrenildikten sonra işletme toplam azot üretimi (kg/yıl) bulunarak Çizelge 2.'de dökümleri verilmiştir.

## Çizelge 2: Proje Alanındaki İşletmelerin Yıllık Azot Miktarı ve Etkileyen Faktörler

İLÇE	Proje Alanındaki İşletmelerin Yıllık Azot Miktarı ve Etkileyen Faktörler				
	Büyükbaş İşletme Varlığı	BBHB (Büyük baş Hayvan Birimi) Sayıları	Yıllık Nitrat Miktarı	Gübre Deposu Var olan İşletme Sayısı	Sürdürülebilir Gübre Programlaması Yapan İşletmeler
Bayındır	380	46.867,84	3.304.186,30	4	Yok
Beydağ	40	3509	245.654,50	2	Yok
Kiraz	313	30034,75	2.102.433	4	Yok
Menderes	68	1062,7	893761,4	5	Yok
Ödemiş	450	94878,28	6641480	10	Yok
Tire	550	57011,32	3990792	2	Yok
Torbalı	79	13300,82	931057,4	23	Yok
Selçuk	6	1205,2	84.364	5	Yok
GENEL TOPLAM	1886	247.869,91	18.193.728,60	46	-

Niteliği ülkeden ülkeye değişen kır yerleşme sorunlarını üç gruba ayırmak mümkündür. Bunlardan biri yerleşmelerin ögeleri de genel olarak; işletme avlusu, tarım arazisi ve sosyal hizmet yapıları olmak üzere konum ve dağılımından kaynaklanan sorunlar, diğerleri de sırasıyla kır yerleşmelerinin sosyo-ekonomik sorunlarıyla, fiziki sorunlardır. Bu sorunların incelendiği kırsal yerleşimlerde temel fonksiyon tarımsal üretimdir (Olgun,2011).

Hayvancılıktaki iş bu fiziksel sorun sınıfına giren gübre yönetimi kaynaklı sularda nitrat kirliliğine yönelik potansiyel çözüm yolu; mühendislik bilgisine ve bu meydana zirai kültüre dayalı teknik çalışmalar olan kültürteknik mühendisliği yanında vejetatif önlemlerle (Eğimli arazilerde toprağı koruyarak ürün yetiştirmek setler ve teraslama, bitki çitleri, hendekler ve çukurlar, taşlarla malçlama, karışık ekim ve gölgelik ağaçlar dikilmesi, tarlaları eğime paralel sürüp bitkileri de o şekilde ekip dikmek, dikine ekim yapmaya oranla erozyonu azaltır. Karışık ekim ve tahılların baklagillerle münavebeye sokulması toprağın verimliliğini geri kazanmasını sağlar ve suni azot gübresi ihtiyacını azaltır. Toprağı malçlamak ve toprağı kompost ve hayvan gübresi eklemek toprağı besin ve organik madde açısından zenginleştirir; toprak solucanları ile diğer toprak yaşamını destekler. Kireç atmak ise asit seviyesini düşürür. Vejetatif önlem denince ot, çalı ya da ağaç dikerek suyun akışını durdurmak, toprağı tutmak ve rüzgarın hızını yavaşlatmak vb.) iyileştirme uygulamalarının yapılmasını içeren “iyi tarım uygulamaları kodu” olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kodun Sürdürülebilir Temel İlkeleri de aşağıda verildiği gibidir;

Hayvancılık işletmelerinde kapsamlı Sürdürülebilir Gübre Yönetim Planları yapılarak tüm hayvan gübreleri (katı gübre, sıvı gübre, sulu hayvan gübresi/bulamaç) ve sıvı atıklar toplanmalı, tarlaya uygulanana kadar güvenli bir yerde muhafaza edilmelidir. Bununla birlikte

toprağa uygulanacak tüm hayvan gübrelere, sıvı gübreler ve kimyasal gübrelerden gelecek azot ve diğer kirleticilerin, yüzey ve yer altı sularına doğrudan sızması ve akıp gitmesi önlenmelidir. Diğer bir deyişle bu işletmelerde üretilen yıllık azot miktarı ve gübreleme planı göz önünde bulundurularak uygun nitelikte ve ebatta sızdırmaz bir depolama tesisi yapılmalı veya hayvan gübresinin güvenli bir şekilde taşınarak depolanması ya da uygulanmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır. Diğer taraftan işletmelerde barınak ile gübre depoları arasında sızdırmaz özelliğe sahip aktarma sistemleri olmalıdır.

Yeni veya daha gelişmiş bir depolama tesisine ihtiyaç varsa bu tesisin tasarımı ve yapımı Tarım ve Orman Bakanlığı ve/veya ruhsat vermeye yetkili resmî kurumların standartları karşılmalıdır. Mezkur yasal gereklilikler; planlama kontrolleri, inşaat standartları, kirlilik kontrolü, sağlık ve güvenlik standartları vb. kapsamaktadır. İnşaatla kullanılacak olan beton sınıfı C25/30- SDC (sülfat dayanımlı çimento) gibi yüksek kaliteli olmalıdır (İyi Tarım Uygulamaları Kodu).

Sürdürülebilir işletmecilikte amaç; depo veya çukur inşa ederek kirlilik riskini en aza indirmek ve hayvan gübresinin kolayca dağıtılmasını sağlamaktır. Sürdürülebilir hayvan gübresi depolama kapasitesi (Çizelge 3 ve 4) belirlenirken aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır:

1. Hayvan gübresinin herhangi bir sebeple toprağa uygulanamayacağı zaman aralığı,
2. Hayvan sayısı, türü ve gübre miktarı,
3. Yağmur suyunun avlu üzerine boşalabileceği/deşarj olabileceği her türlü çatı alanı,
4. Kirli suyun toplanabileceği her türlü avlu alanı,
5. Depolama süresince beklenen yağmur miktarı,
6. Sağımhaneler vd. yıkamada kullanılan suyun miktarı (İyi Tarım Uygulamaları Kodu).

Kapalı depolarda ek olarak 200 mm hava payı ve açık depolarda 300 mm hava payı bulunmalıdır. Açık depolama süresince net yağmur hesaba katılmalıdır (İyi Tarım Uygulamaları Kodu). Katı hayvan gübresine ait depolar gübre üzerine yağmur yağmasını engellemek için bir çatı veya polietilen örtü ile örtülmelidir. Böylece aşırı akış veya su sızıntısının da önüne geçilerek kirlenme riski engellenip hayvan gübresinin değeri arttırılmış olmaktadır. Ayrıca hayvan gübre deposu, hava kirliliğini en az düzeyde tutacak şekilde inşa edilmelidir (Atılğan ve ark., 2013).

### Çizelge 3. Sığır, koyun ve kümes hayvanları için sulu gübre (bulamaç) miktarları

Hayvan Türü	m <sup>3</sup> /hafta
Süt ineği (6000 L/yıl süt veren)	0,33
Süt ineği (3000 L/yıl süt veren)	0,29
Sığır >2 yaş	0,26
Sığır (18-24 aylık)	0,26
Sığır (12-18 aylık)	0,15



Sığır (6-12 aylık)	0,15
Sığır (0-6 aylık)	0,08
Keçi	0,02
Koyun	0,03
Kuzu	0,01
Kümes hayvanları-1000 adet (%30 Kuru Madde)	0,81

**Çizelge 4.** Depolama Kapasitesi Belirlemede Dikkate Alınacak Gübre Miktarları

Hayvan türü	Katı oranı (m <sup>3</sup> /hafta)	Sıvı oranı (m <sup>3</sup> /)
Süt ineği (6000 L/yıl süt veren)	0.28	0.04
Süt ineği (3000 L/yıl süt veren)	0.25	0.03
Sığır >2 yıl	0.23	0.02
Sığır (18-24 aylık)	0.23	0.02
Sığır (12-18 aylık)	0.13	0.01
Sığır (6-12 aylık)	0.13	0.01
Sığır (0-6 aylık)	0.07	0.01

Gereksiz su tüketiminin azaltılması su tasarrufu anlamına geleceğinden, yıkama suyunun daha az tüketilmesi ile sulu hayvan gübresi ve atıkların taşıma maliyeti azalmaktadır. Su tüketiminin azalması ile sulu hayvan gübresi üretimi de azalmakta, kötü kokular ve amonyak kaybı da azalarak gübrenin değerinin artması sağlanmaktadır. Yeni kurulacak hayvancılık işletmeleri Çizelge 5’ de belirtilen mesafeler çerçevesinde ve hâkim rüzgâr yönü dikkate alınarak yapılmalıdır.

**Çizelge 5.** Çiftlikte gübre depoları ve diğer üniteler arasındaki mesafeler

Ünite	Mesafeler	
	Üstü açık gübre deposu	Üstü kapalı gübre deposu
Ev	20 m	10 m
Komşu evi	30 m	20 m
Üretim- işleme tesisi	50 m	20 m
Tohum- yem deposu	10 m	5 m
Kuyu	15 m	15 m
Su kaynakları	50 m	50 m

Bu bağlamda, İzmir’de kırsal yerleşmelerdeki en önemli soruna bakılacak olursa; hayvansal üretim yapılarının yaklaşık % 95’inde hem konum ve dağılım sorunu ve üretilen yıllık azot miktarı göz önünde bulundurularak inşaa edilen uygun nitelikte ve ebatta sızdırmaz bir depolama tesisinin bulunmaması ve dolayısıyla da hayvansal üretimden kaynaklı sularda nitrat kirliliği riskinin çok yüksek olmasıdır. Bu durum kırsal yerleşmelerde fiziksel sorun sınıfına girmekte olup, Hayvan Çiftliklerinin (işletme avlusu) Planlanmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte, sularda nitrat kirliliğinin önlenmesi ve korunması için gübre yönetiminin akış

diyagramı göz önünde bulundurularak hayvansal üretim yapısının tesis edilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan, İzmir İli hayvancılık işletmelerinin % 90'ının sularda nitrat kirliliği yapmayan teknik ve teknolojiler bakımından yetersiz olduğu açıkça görülmektedir. Çünkü tarımsal inşaat sektöründe geleneksel uygulamalar proje ekibinin işbirliğiyle çalışmasını zorlaştırmakta, bunun sonucunda hatalı bilgi alışverişi sebebiyle, etkin şekilde işlemeyen, fazla enerji tüketen, sürdürülebilir olmayan yapılar oluşmaktadır. İşte bu noktada, Bütünleşik Yapı Tasarımı Yaklaşımı yaklaşımı (BYTY) ile Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi PLM (Product Lifecycle Management) platformu kullanıldığında sanal ortamda proje geliştirme, yapım ve yapı kullanımı süresince birçok açıdan destek sağlama potansiyeline sahiptir (Anonim, 2020). Her ne kadar tarımsal yapı projelmesi, yapımı ve sonrası süreçlerde PLM olmaksızın uygulanabilse de, PLM söz konusu süreçlerin daha verimli ve etkin işlemesine olanak tanıyacaktır. Zira BYTY, yapıların enerji ve çevre performansında iyileştirmeler yapan bir sistemdir. Bu nedenlerle tarımsal yapıların yapım öncesi ve sonrası uygulamalarında BYTY'nın PLM ile bütünleşik olarak ele alınması önerilmektedir.

Sonuç olarak, sularda nitrat kirliliğinin önlenmesine yönelik “Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları” yukarıda belirtilen sorunların çözümüne katkı sağlayacağı aynı zamanda nitrata hassas alanların olmamasına katkı sağlanarak ulusal ve uluslar arası piyasaya arz edilen tarımsal ürünün fiyatlarına etki edeceğinden sektörün rekabet gücünü artırarak olumlu yönde gelişim sağlanabilecektir. Bu sebeple, sürdürülebilir yeni Dünya düzenine ayak uydurmak ancak nitrat kirliliği yönetim yapılarının özellikle sürdürülebilirlik konularında iyileştirilmesi, üreticilerin inovatif sürdürülebilir tarım yaklaşımına yönelik olarak bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi ile sektördeki tüm paydaşların ortak hareket etmesi gerçeği de göz ardı edilmemelidir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından hayvansal yiyeceklerin önemi hiçbir zaman küçümsenemez. Artan nüfusa bağlı olarak hayvan sayısı ve hayvansal ürün artışını bu nedenle doğal karşılamak gerekir. Ancak insanın sağlıklı yaşaması ve doğanın korunması da yiyecek kaynaklarının çoğaltılması kadar büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan hayvancılıktaki sürdürülebilirliğin sistemli olarak uygulanmasıyla, bir alanda kazanılan mühendislik ilerlemeleri, diğer alanda da yani sosyo-ekonomi ve ekoloji boyutundaki gelişmeyle, kırsal kalkınma sağlayacaktır.

İzmir'de ise hayvancılık varlığın artışına bağlı iki önemli sorun ortaya çıkmaktadır. İlki barınaklarda oluşan atıklardan dolayı kirletici maddelerin yüzey akışla yüzey sularına ve derine sızma ile yer altı sularına karışması, ikincisi ise arazi üzerindeki atıkların sıvı ve katı gübrelerin başka yerde değerlendirilmesi için barınaklardan taşınmasıdır (Varol ve Atılğan, 2017).

Zira hayvancılık işletmelerinde çevre sorunlarına neden olan atıklar, aynı zamanda önemli bir ekonomik potansiyeldir. Hayvansal kaynaklı atıklar değişik şekillerde (biyogaz enerji vb.) değerlendirilmekte olup genelde bitkisel üretimde gübre olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda kamu tarafından doğaya uygun tesis edilecek pilot hayvansal gübre yönetimi altyapı modeli planlanmalıdır. Böylelikle kamu tarafından sürdürülebilir “uygulama projesi” yapılarak

çiftçiler ve işletmeler için gübre üretiminde iyileştirme ve farkındalık ortamı sağlanacaktır. (Çardakçı, 2020). Bu inovasyonla gerçekleştirilecek iyileştirme sayesinde gübre yönetimi optimizasyonu sağlanabilecek ve böylelikle çevre baskısı azaltıldığı gibi atıl durumdaki bu atıklar ekonomik olarak değerlendirilmiş olacaktır.

Bu inovatif pilot gübre yönetimi altyapı modeline ait yatırımının yapılacağı alan ise, tüm aktörlerin ulaşabileceği “İnovatif Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği” olarak havza bazında belirlenmelidir. Nitekim bu çiftlik, sularda nitrat kirliliği yönetimine yönelik yayım ve uygulamalı eğitimlerin başta üreticiler olmak üzere ziraat mühendisi, veteriner ve tüm ilgililere verilmesinde ve konuyla ilgili yürütülecek ar-ge çalışmaları için yöresel ve bölgesel bir perspektifte inovasyona zemin oluşturabilecek özelliğe sahip olacaktır. Burada esas hedeflenen, tarımsal işletmelerde, amaca yönelik inşa edilmiş depo ile, kirlenme riskinin düşürüldüğünün ve gübre yönetiminin kolaylaştırıldığı gösterilmesidir (Çardakçı, 2020). Böylece hayvancılık sektöründe yüksek katma değer içerikli girdi kullanımı ve insan gücüne sağlayacağı katkı ile İzmir ekonomisine önemli yararlar sağlanabilecektir.

Ayrıca hayvancılık kaynaklı sularda nitrat kirliliğinin yönetimine yönelik kamu tarafından, kırsal alandaki hayvancılık işletmelerinin konum ve dağılımının sorunlarının Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) teknolojilerinden yararlanılarak pilot olma özelliğine sahip havzada yapılacak sürdürülebilir mekânsal stratejik planı (tasarım) ve analizleri yapılmalıdır (Alkan et al., 2012). Zira, bu sürdürülebilir mekânsal stratejik plandan elde edilecek veri ve haritalar, kırsal planlamaya yetkili kurumlarca yapılacak mevzuat ve imar uygulamalarında altlık olarak kullanılabilir. Bu sayede hayvancılık kaynaklı sularda nitrat kirliliği oluşturmayacak bölge kalkınma strateji projeksiyonlarıyla, temiz üretime imkan sağlayan sürdürülebilir kırsal alanların oluşturulmasına katkı sağlayabilecektir.

Hayvancılıkta fiziki sorunların çözümüne yönelik fiziki planlama daha ziyade büyük bir ağırlıkla mühendislik bilgisine ve bu meydana zirai kültüre dayalı teknik çalışmalarla başarılabilir. Kültürteknik mühendisliği terimi ile özetlenebilecek bu tür teknik bilgiye sahip teknik personel sayısı henüz ülkemizde azdır. Bu sebeple bu çeşit teknik bilgiyi, kanuni tüm mühendislik yetkiyle kullanabilecek teknik elemanları yetiştirmeyi hedef tutan eğitim ve çalıştırmayı amaçlayan yatırım kuruluşlarının kurulmasına ihtiyaç vardır.

Nihai olarak, söz konusu kamu eli ile yapılacak ekolojik inovatif teknolojik sürdürülebilir tarım modeline ait tesis yatırımının pilot özelliği sayesinde, tarımda sanal dijital dönüşüme kelebek etkisi yaparak örnek tarımsal teknoloji inovasyon merkezi haline gelecektir. Böylelikle Dünya genelinde verimlilik ve pazar baskısı ile karşı karşıya kalan hayvancılık sektörü, rekabet güçlerini koruma ve inovatif sürdürülebilir kapasitelerini artırmaya yönelik yeni araçlara kavuşmuş olacaklardır.

Sanal Tarımsal Yapı Mühendisliği Ürün Yaşam Döngüsüne Yönelik Bir Model Önerisi:

Bir tarımsal yapı; tasarımcı, yüklenici, danışman, onaylayıcı kurumlar vb. paydaşların katılımlarıyla planlama, tasarım, inşaat, işletme, yıkım veya yeniden işlevlendirme yaşam döngüsü süreçleriyle oluşmaktadır. Bu paydaş aktörlerin ve proseslerin klasik yöntemle ve koordinasyonuyla yönetilirken maliyet, zaman, sürdürülebilirlik ve işletme gibi konularda

verim kayıplarına yol açmaktadır. Karşılaşılan verim kayıplarını en aza indirmek için PLM yaklaşımıyla sanal yapı benzetim programları geliştirilmiştir. (Anonim, 2020).

PLM platformu, bir taraftan dijital ortamda oluşturulan tarımsal yapı tesisinde ürün proses akış simülasyonunun yapıldığı, diğer taraftan da yapının 3D olarak modellenip projenin inşaat süreçlerinin sanal olarak simüle edilebildiği, sürdürülebilirlik analizlerinin yapılabildiği, hakedişlerinin hesaplanabildiği; işletme ve bakım onarım için gerekli bilgi ve modelin oluşturulabildiği bir sistemdir. Böylece, tüm paydaşlar tek model üzerinde çalışarak; yapının sanal ortamda ve sahada inşaatını eş zamanlı yaparak tüm yaşam döngüsü planlayabilmektedir. Bilgisayar ekranında sanal olarak hazırlanan inşaatlar, yerleşkeler, şantiyeler, yeni yerleşimler gibi yapılar üzerinde sürdürülen her faaliyet ayrıntısına kadar takip, kontrol edilebilmektedir. Bu nedenle sanal tarımsal yapı bilgi modellemesi uygulamalarının PLM ile bütünleşik olarak ele alınması önerilmektedir.

Bu bağlamda tarımsal yapının yapım öncesi ve sonrası olan sektörel PLM uygulamaları yaygın olarak kullanılmaya uygun bir yapıya sahiptir. Bu çalışmada, hayvancılık yapılarının çevre kontrolünde PLM yaklaşımı sisteme geçiş ve uygulama süreci için kaynak oluşturulmaya çalışılmıştır. Çünkü ürün yaşam döngüsü yönetimi hemen hemen yapılarda daha çok tasarım ve inşaat aşamalarında etkin bir rol alırken, yapı yönetimi aşamasındaki adaptasyonu daha geri planda kalmıştır.

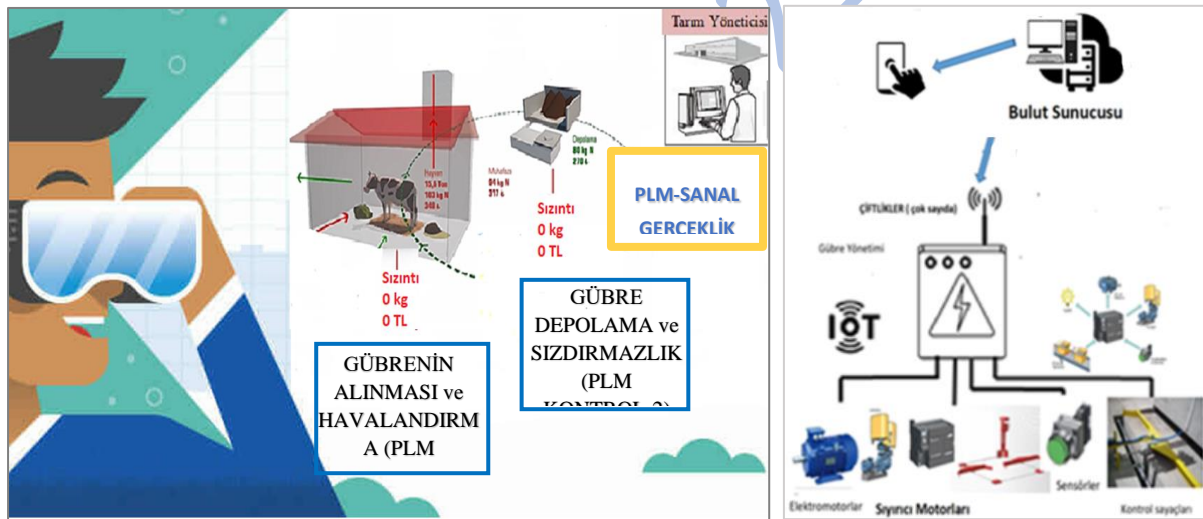
Diğer taraftan, yapıların yaşam döngüsü içerisinde tasarım ve yapım evreleri kadar işletme ve bakım evreleri de büyük bir öneme sahiptir. Çünkü yapı sektöründe yapının çalışma, işletme aşaması tesis ömrü maliyetinin ana katkısıdır ve yaşam döngüsü maliyetlerinin %85'i yapım sonrasında gerçekleşmekte olup, iş birlikçi çalışma, işletme ve bakım evreleri arasındaki verimsizlik nedeniyle ABD'de tahmini maliyetin üçte ikisinin kaybolduğu ifade edilmektedir (Erdik, 2018).

Yukarıdaki belirtilen amaç doğrultusunda; tarımsal yapılarda barınak içi çevre kirliliği önleyecek tarzda planlanmış *barınak yönetimini* sağlayan “*Ölçüm ve Kontrol Sistemleri*” uygulama projelerine yönelik *sanal ürünle inovasyon sağlayan*, PLM yaklaşımı ile birlikte ele alınacaktır. Bu yaklaşım; ürün odaklı ortamların oluşturulmasına yönelik geliştirilen üretim teknolojisi vizyonu hayvansal üretimde koruyucu odaklı yaklaşım ve yatırımların şekli ve biçimi bakımından önemlidir. Zira, PLM platformunun sunduğu bilişim teknoloji (Information Technology – IT) çözümleri ile mezkur tarımsal sisteme yönelik inovatif sanal ürün geliştirilmesinde kullanılabildiği gibi mevcut sistemin geliştirilmesiyle optimizasyonunda önemli rol oynaymaktadır (Vila, 2015).

Çardakçı (2020), yaptığı fizibilite çalışmasında, söz konusu barınak içi çevre kontrol teknolojisine sahip “ızgaralı sürdürülebilir inovatif süt sığırcılığı yatırımı” Türkiye’de ve bölgede her alandaki sabit sermaye yatırımlarına göre daha kârlı, geri dönüş süresi daha kısa ve yıllık bazda yatırım karlılığı yüksek olduğu belirtmektedir. Bu fizibilite değerlendirmeleri göz önüne alındığında İzmir İli başta olmak üzere havza bazlı sürdürülebilir tarıma geçişte sularda nitrat kirliliği yönetimine uygun sürdürülebilir ürün yaşam döngüsüne sahip inovatif ızgaralı süt sığırcılığı işletme girişimi diğer hayvancılık işletmelerine de örnek olarak son derece önemli, doğru ve gereklidir.

Sonuç olarak, ızgaralı süt sığırcılığı ahırını için önerilen Akıllı Gübre ve İçsel Çevre Kontrol Yönetim Sistemi, bir merkezden kontrol edilebilen, birbirleriyle haberleşebilen (nesnelerin interneti), ilişki kurabilen ve bütün bu teknoloji sayesinde işgücü ve kaynak kullanımı tasarruf sağlayarak daha başarılı tarımsal üretim ve kırsal yaşam sunabilen bir sistem olarak ifade edilebilir. Akıllı gübre ve içsel çevre yönetim sisteminin elemanları, çevre ile ilgili algılayıcılardan gelen verilere dayalı olarak bu verileri yorumlayarak denetim unsurlarını yönetebilir (Şekil, 1.b). Bu yapı, gelişmiş kontrol sistemi olarak basit makineler yerine akıllı sensörler ve bilgisayar sistemleri ile sanal gerçekliğe dönüşmüştür.

Bu çalışma, hayvancılık üretim yapısının çevre kontrolünde PLM yaklaşımını sanal benzetim sisteme geçişte örneklik amacıyla geliştirilen “Sanal Tarımsal Yapı Mühendisliği Ürün Yaşam Döngüsüne Yönelik Bir Model” önerisidir (Şekil, 1.a). Diğer bir ifadeyle, büyükbaş hayvancılık üretim yapılarının kullanım sürecinde, sulara nitrat kirliliği oluşumu ve ürün yaşam döngüsü değerlendirilmesine ilişkin örnek bir modelin adımlarına yönelik aşağıdaki çalışma önerilmektedir. Bu modelde, hayvancılık kaynaklı nitrat kirliliğinin PLM ana kontrol noktaları Şekil.1’de belirtilmiş olup, ayrıntısı daha önce kültürteknik bilimi çerçevesinde detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 1.a. PLM’ye yönelik İyi Tarım Uygulamaları Koduna dizayn edilmiş gübre yönetim modeli

Şekil 1.b. Akıllı gübre ve çevre kontrol sistemi

Türkiye’de mevcut tarımsal yapı stoğu ve geleneksel yapı alışkanlıkları gözetildiğinde yapıların özellikle enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik konularında iyileştirilmesi, ilgili aktörlerin bütünleşik yapı tasarımı yaklaşımına yönelik olarak bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, somut uygulamalardan hareketle pilot projelerin performans esaslı değerlendirilmeli ve uygulamalara model girdiler olarak paylaşımına açılmalıdır. Bu kapsamda KARMA Gerçeklik PLM Laboratuvarı projesi önerilmekte olup, akademisyenler, uzmanlar ve profesyonelleri buluşturarak, disiplinler arası çalışmalar yürütmeleri ve nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi için desteklenme çalışmalarında önemli bir adım teşkil ederek, örnek kamu-üniversite-sanayi iş birliği ile öncü çalışmalara ve bölgesel kalkınmaya katkı sağlanacaktır.



Ulusal ve uluslararası düzeyde yakın bir gelecekte yetkili kurumların yapı proje teslimlerini ürün yaşam döngüsü yönetimi ile kabul edeceği öngörülmektedir. Çünkü, PLM yaklaşımı kullanımının yaygınlaşması ile ulusal ve uluslararası aktörlerin proje yönetimi, zaman yönetimi, maliyet yönetimi, tesis yönetimi, yaşam döngüsü analizi-atık yönetimi, sürdürülebilirlik, sanallaştırma ve inovasyonlar gibi sağlayacağı faydalar ile sektörün rekabet ortamında farklılık meydana geleceği sonuçlarına ulaşılmıştır ( Erdik, 2020). Zira PLM platformu, ürün geliştirme yaşam döngüsünün tüm aşamalarını ve tüm kompleks süreçlerini başından sonuna kadar yönetime destek olmaktadır. Sonuç olarak, başta küçük çiftçiler olmak üzere diğer aktörlerinde desteklenmesi ve tarımsal girdilere eşit ulaşımına katkı sağlayan sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesiyle birlikte verimliliği artırmak için altyapı ve teknolojiye yatırım yapılması gerekmektedir. Böylece rekabetçi bir çevre odaklı hayvancılık vd. üretimler ile gıda güvenliği sağlanabilecektir.

### KAYNAKÇA

- Aksu, C. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre, Güney Ege Kalkınma Ajansı.
- Alkan, İ., Yılmaz, H.İ., Ünal, H.B. (2012). Gübre Yönetiminde Karar Destek Sistemlerinin Kullanılması, II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, vol.1, pp.329-335, İzmir, Turkey.
- Anonim. (2018). İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, 2018. Sürdürülebilir Tarım İlkeleri İyi Uygulama Rehberi, İstanbul
- Anonim. (2017). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/02/20170211-12.htm>
- Anonim. (2020). “Ürün Yaşam Döngüsü (PLM)”, <https://www.endustri40.com/urun-yasam-dongusu-plm/>
- Arıcı, İ., Yashloğlu, E. (2009). Kırsal Yerleşim Tekniği, U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No:104, Bursa.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Öz, H. (2013). Management of Manure from Livestock Housing and Its Environmental Potential Impact on Water Resources. The 20th International Symposium on Plant Irrigation, Bydgoszcz, Poland, 19 - 21 June, 2013, pp.1
- Atılğan, A., Öz, H., Büyüktaş, K. (2011). The location of manure accumulated in cattle livestock barns and its interaction with the environment, African Journal of Biotechnology, vol.10, no.77, pp.17825-17830, (Journal Indexed in SCI)
- Atılğan, A., Öz, H., Karaca, C., Erkan, M.C. (2012). Hayvan Barınaklarında Oluşan Gübrenin İşletimi ve Depolanması İçin Mevcut Yasal Düzenlemeler, II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Kongresi, pp.891-899, İzmir, Turkey.
- Atılğan, İ. (2000). Türkiye'nin enerji potansiyeline bakış. Gazi Üniv. Müh. Fak. Der., 15, 1, 31-47
- Aydın, M., Şeref, K. (2013). Toprak Bilimi, Nobel Akademik Yayıncılık, 2. Basım, Ankara.
- Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme, Dorlion Yayınları, Ankara.



Bilge, A.C., Çinko, M.A., Eyüpgiller, K.K., Eres, Z.M. (2017). Kırsal Mimarlık Mirasının Korunması Türkiye’den ve Dünyadan Örnekler, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul

Brohi, A.R., Karaman M.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T., Zengin, M. (2012). Sürdürülebilir Toprak Verimliliği, Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No:1, Çorum.

Çardakçı, Y. (2020). Küçük Menderes Havzası Sularında Büyükbaş Hayvancılık Kaynaklı Nitrat Kirliliğinin Good Agricultural Applications Codena Göre Sürdürülebilirlik Analizi ve Hayvansal Gübre Yönetiminde İnovatif Bir Fizibilite Örneği, Yüksek Lisans Projesi, Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

Çayır, M., Atılgan, A., Öz, H. (2012). Büyükbaş Hayvan Barınaklarındaki Gübrelikler ve Su Kaynaklarına Olan Durumlarının İncelenmesi, Süleyman Demirel Ü. Zir. Fak. Dergisi 7 (2):1-9

Emiroğlu, A. (2018). İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi, 1. Baskı, Ekin Kitabevi, Bursa

Erdik, M., (2020) Türk Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu, BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi, 22(1), 159-171.

Erdik, M., (2018) Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık A. B. D., Fen Bil. Enst., BAUN, Balıkesir.

Erkek, D. (2011). Ar-ge, İnovasyon ve Türkiye Neredeyiz? GEKA, Denizli, 2011.

Karaca, M., Yıldız, Y. (2010). Hayvan Barınaklarının Çevre Denetimi, Hasat Yayıncılık, İstanbul

Karacan, A.R. (2007). Çevre Ekonomisi ve Politikası, E.Ü. İkd. ve İdari Bil. Fak. Yay. No:6, İzmir.

Liftin, K.T., Çeviren: Ercan, P. (2014). Eko Köyler, Alfa Basım Yayım, İstanbul

Olgun, M. (2011). Tarımsal Yapılar, A.Ü Ziraat Fak. Yayın No:1577, Ders Kitabı:529, Ankara

Ozturk, I., Ünal, H.B. (2011). Evaluation of Manure Management in Dairy Cattle Farms: The Case of Izmir-Tire (Turkey) Region, Kafkas Ü. Vet. Fak. Dergisi, vol.17, no.5, pp.741-747, 2011 (SCI).

Pezikoğlu, F. (2006). Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları ve Yönlendirilmesi için Gerekli Politikaların Belirlenmesi, Doktora Tezi, Tar. Ek. Ana Bilim Dalı, Uludağ Ü. Fen Bil. Enst., Bursa.

Turhan, Ş. (2005). “Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım”, Tar. Eko. Dergisi, 11(1): 13–24.

Varol, H., Atılgan, A. (2017). Hayvancılık İşletmelerinde Oluşan Atıkların İşletimi ve Olası Çevre Etkileri: Afyonkarahisar Örneği, Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 1, Sayı 3, Sayfalar 211-221 (Diğer Kurumların Hakemli Dergileri).

Vila, C., Abellán-Nebot, J. V., Albiñana, J. C., & Hernández, G. (2015). An Approach to Sustainable Product Lifecycle Management (Green PLM). Procedia Engineering, 132, 585–592.

## **YIELD AND QUALITY OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) CULTIVARS AS AFFECTED BY IRRIGATION**

**Monika Marković<sup>1\*</sup>, Jasna Šoštarić<sup>1</sup>, Anamarija Averlio<sup>1</sup>, Katarina Kapular<sup>1</sup>,  
Marija Ravlić<sup>1</sup>, Mirsolav Dadić<sup>1</sup>, Marko Josipović<sup>2</sup>  
Božica Japundžić-Palenkić<sup>3</sup>, Atilgan Atilgan<sup>4</sup>**

<sup>1\*</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek, Osijek, Croatia, 0000-0002-8742-6922, [monika.markovic@fazos.hr](mailto:monika.markovic@fazos.hr)

<sup>1</sup>Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek, Osijek, Croatia, and 0000-0002-0251-1643

<sup>2</sup>Agricultural Institute Osijek, Osijek, Croatia, 0000-0002-6990-2606

<sup>3</sup>University of Slavonski brod, Biotechnical department, Slavonski brod, Croatia, 0000-0002-4693-8438

<sup>4</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Engineering, Alanya, Turkey, 0000-0003-2391-0317

### **Abstract**

The filed study was conducted in eastern, continental part of the Republic of Croatia. The study period was during the lettuce (*Lactuca sativa* L.) growing period, from the 4<sup>th</sup> of March to 21<sup>st</sup> May, 2019. The impact of irrigation and cultivars on the yield (kg m<sup>2</sup>) and quality (head weight (g), head diameter (cm), number of leaves per head, root length (cm), root weight (g) and root diameter (cm)) of lettuce was studied. The filed study was set up as split-plot scheme in three replicates. Lettuce was irrigated with dripping system. Irrigation water added in one irrigation event was as follows: a1=5 L m<sup>2</sup>, a2=10 L m<sup>2</sup>, and a3=15 L m<sup>2</sup>. Two cultivars of lettuce were planted: crystal (b1) and butterhead lettuce (b2). Net irrigation rate was: a1=20 mm, a2=40 mm, and a3=60 mm. A significant impact of irrigation (p<0.01) treatment was noted for leaf number per head, whereby the maximum number of lettuce leaves was recorded on a3 irrigation treatment (n=22), that is the treatment with the highest irrigation rate. The maximum root length was recorded on a1 irrigation treatment, that is the treatment with the lowest irrigation rate (a1=14.9 cm, a2=14.7 cm, and a3=13.5 cm). Lettuce cultivar significantly affected the yield, whereby the significantly higher yield (p<0.05) was achieved with the crystal lettuce cultivar (b1=3.63 kg/m<sup>2</sup>). Also, the lettuce cultivar significantly (p<0.05) affected the lettuce head weight (b1=0.38 kg) as well as the diameter of the lettuce head (b1=32.96 cm) and the number of leafs per head (b1=23, b2=17). Strong negative correlation was found between yield and root length (r=-0.8), head weight and root length (r=-0.8) and between leaf number per head and root length (r=-0.9). Strong positive correlation was found between yield and head weight (r=0.9), head diameter (r=0.8), and leaf number per head (r=0.8).

**Keywords:** irrigation rate, lettuce cultivar, yield, quality

### **INTRODUCTION**

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is annual leaf vegetable of Asteracea family. It is a good source of minerals and various health-beneficial (anti-inflammatory, sedative, cholesterol-lowering, and anti-diabetic) bioactive compounds (Yakoot et al., 2011). The world's largest lettuce producers are China (16.3 mil t), United states (3.7 mil t), India (1.3 mil t) whereby in year 2020, the lettuce top exporter is United states, top importer is Canada, while top producer China (Tridge, 2021). During the 2015-2019 period, 6075 t of lettuce has been produced in the Republic of

Croatia (CBS, 2020). Of course, vegetables have higher water requirements compared to the field crops, but it should be emphasized that the water requirements will depend on the method of lettuce growing, depending on whether the lettuce is grown in the open field or in a greenhouse. Jutka et al. (2011) claims that in greenhouse, irrigation rates applied to lettuce crops, varied depending on the irrigation system (dripping or sprinkler) and the level of soil water content (SWC). Acar (2020) noted that the irrigation system is important in lettuce growing, but the most important issue is proper water management for enhancing crop production. Same author claims that the evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), was highly dependent on lettuce varieties, availability of SWC in root systems as well as climatological factors, and ranged between 413 mm and 208 mm. As for irrigation systems in lettuce growing, the literature review (Yurtseven and Bozkurt, 1997, Acar et al., 2008) shows that drip irrigation having high water productivity, produces higher lettuce yield since SWC within root systems via frequent and light water applications, is continuously in range of field capacity (FC). Water stress reduces not only lettuce yield (Karam et al., 2002, Coelho et al., 2005, Tsabedze and Wahome, 2010) but affects yield components as well. As previously stated by Kurunc (2021) water stress did not affect plant root dry weight, but, plant water consumption, plant height, number of leaves, fresh lettuce yield, dry yield, dry matter ratio, root fresh weight and water-use efficiency (WUE) values showed significant differences among irrigation treatments. Different irrigation levels did not significantly affect mean leaf number, head height and head circle (Acar et al., 2008). The goal of this study was to test the impact of different net irrigation and lettuce cultivar on yield and following yield components of lettuce: leaf number (LN), head diameter (HD), head height (HH), root length (RL), root diameter (RD) and root weight (RW). Furthermore, irrigation efficiency (IE) and irrigation water use efficiency (IWUE) were analysed for each irrigation treatment.

## MATERIAL AND METHODS

Field study was conducted in eastern, continental part of the Republic of Croatia (2018). Lettuce was planted on 4<sup>th</sup> March and harvested on 21<sup>st</sup> May 2019. According to Zaninović et al. (2008) the climate of the eastern Croatia is a temperate continental climate (Cfwbx climate class), with a mean annual air temperature of 12 °C and a mean annual precipitation of 650 mm. Climate data during the study period are presented in figure 1.

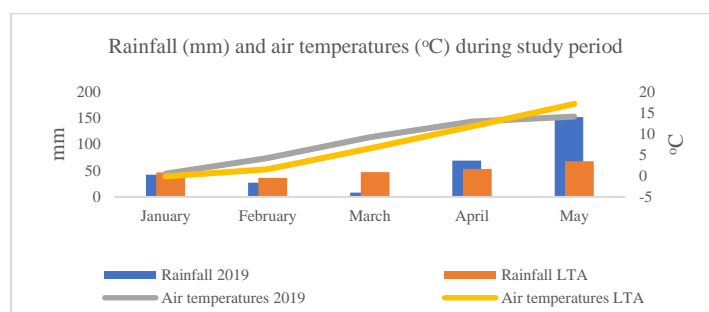


Figure 1. Rainfall (mm) and air temperatures (°C) data during study period and longterm average (LTA, 1981-2010)

There was an irregular distribution of precipitation during the lettuce growing season. During the winter period (January-March), the amount of precipitation was 40.2% lower than the longterm average (LTA, 1981-2010). The amount of precipitation during March stands out, when 8.4 mm of rain fell, which is even 82.2% less than the LTA. Afterwards, during the spring period the amount of rainfall was 122.2% higher than LTA. As for the air temperatures, the air temperatures above LTA were recorder for most of the study period. For example, during February and March the air temperature was for 2.7 °C higher than the LTA, yet during the month of May the air temperature was for 2.9 °C lower than LTA. The soil type on the study site is clay loam with following properties: soil water content (SWC) at field capacity (FC) is 35.8% (-33 kPa) while wilting point was 21.8% (-1500 kPa), and average bulk density at 30 cm depth was 1.4 g cm<sup>-3</sup>. The filed study was arranged as split-plot study in three replicates. The total area of the study plot was 29.76 m<sup>2</sup> (18 study plots; 3 irrigation treatments x 2 lettuce cultivar x 3 replicates). Irrigation treatment plot size was 2.24 m<sup>2</sup>, and the size of the lettuce plot 1.12 m<sup>2</sup>. The distance between the plots was 1 m to avoid overlapping treatments. Irrigation treatment (a) consisted of three irrigation rates as follows: 5 L m<sup>-2</sup> (a1), 10 L m<sup>-2</sup> (a2), and 15 L m<sup>-2</sup> (a3). Irrigation rates were applied on a same day with dripping system. Irrigation water was stored in a water tank with the capacity of 1000 L, filled with rain water. Irrigation water was pumped directly from the tank to the system, i.e. lateral lines placed in each plant row. Emitters were placed on same spacing as the pant, with 1.6 L h<sup>-1</sup> of nominal flow rate. Lettuce is grown from seed, in containers filled with formulated growing media and covered with plastic covered wrap to avoid water losses. The lettuce germinated on March 11<sup>th</sup>. During this phase of the study, the lettuce was watered with same irrigation water amount so that the uniform germination and early growth would be achieved. Two lettuce cultivars were used in this study: crystal (b1) and butterhead (b2). Lettuce seedlings were transplanted in open field on 30<sup>th</sup> March, with 20 cm wide interrow spacing. As for the lettuce cultivation, a standard lettuce production was applied.

Following weather data were collected from weather station located near study plot: rainfall (mm), air temperatures (°C), air humidity (%), wind speed (km h<sup>-1</sup>), and sun duration (h). Crop water requirement (CWR) was determined according to Penman-Montheith method (Allen and Pruitt, 1991):

$$ET_c = ET_o \times kc \quad (1)$$

where the ET<sub>c</sub> stands for CWR, ET<sub>o</sub> stands for reference evapotranspiration, and kc stands for crop coefficient. Crop coefficient (kc) was taken from Allen et al. (1988). At harvest time yield and following yield components were measured: head weight (g), head diameter (cm), head height (cm), leaf number (n), root length (cm), root weight (g) and root diameter (cm). A statistical analysis was performed with STATISTICA (StatSoft, Tulca, USA) to determine the significant differences between study treatments. The least significant difference was calculated on p<0.01 and p<0.05 probability level. The strength and direction of the relationship of the two variables were tested with Correlation analysis (r) according to the Pearson correlation coefficient.

## RESULT AND DISCUSSION

### Irrigation water requirements

Daily amount of rainfall during the study period is presented in figure 2, to emphasize the unfavourable rainfall distribution during the lettuce growing period. Due to the lack of rainfall and above-average high air temperatures, there was a need to compensate the lack of water with irrigation rate from the middle of the month of March to the end of the month of May (figure 3).

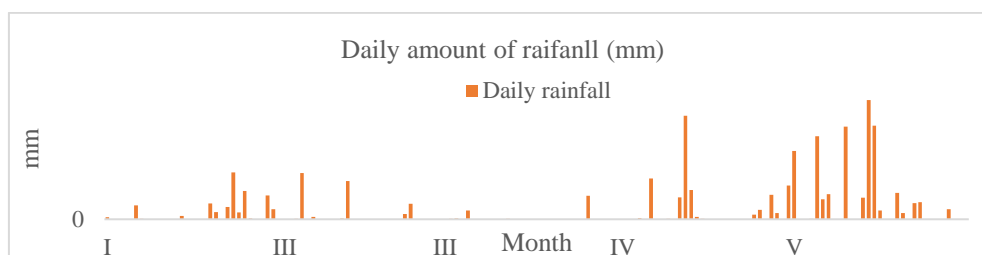


Figure 2. Daily amount of rainfall during the study period

Decadal irrigation water requirement (IWR) was analyzed for the April-May lettuce growth period. The IWR during the month of April was 55 mm, and 46.8 mm during the month of May (figure 4). Afterwards, a significant amount of rainfall was recorded, meaning that the CWR were completely satisfied. Net irrigation rate during the study period was 20 mm (a1), 40 mm (a2) and 60 mm (a3) in four irrigation events.



Figure 3. Rainfall and air temperatures relationship

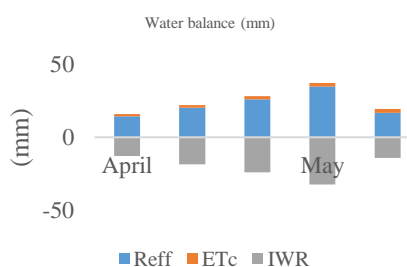


Figure 4. Irrigation water requirements

### The impact of irrigation on yield and quality of lettuce

Irrigation rate linearly increased lettuce yield ( $\text{kg m}^{-2}$ ), although not significant (n.s., table 1). Similar results are found in Acara et al. (2008) study. Authors claim that irrigation rate did not significantly increased lettuce yield. In their study, the irrigation rate ranged from 0 to 106.3 mm depending on the treatment of ET irrigation (25% to 125%  $\text{ET}_0$ ). In this study, the  $\text{ET}_c$  during April and May was 106.6 mm of which 55.5 mm / month during the month of April. It is important to point out the relatively high  $\text{ET}_c$  in the mentioned period which is due to the

high air temperature. As mentioned earlier, the average monthly air temperature during March and April was 2.7 °C higher than the LTA.

Table 1. Impact of irrigation and lettuce cultivar on yield and quality of lettuce

Yield (kg m <sup>-2</sup> )									
	Irrigation					F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	3.50	3.43	3.87	3.63*	a	6.5914	16.694	n.s.	n.s.
b2	3.13	3.33	3.47	3.31	b	5.7861	13.274	0.223	0.337
Avg. a	3.32	3.43	3.67		axb	5.4095	12.060	n.s.	n.s.
Head weight (kg)									
	Irrigation					F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	0.35	0.35	0.46	0.38*	a	6.5914	16.694	n.s.	n.s.
b2	0.33	0.31	0.35	0.33	b	5.7861	13.274	0.049	0.075
Avg. a	0.34	0.33	0.39		axb	5.4095	12.060	n.s.	n.s.
Head diameter (cm)									
	Irrigation					F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	32.70	32.97	33.20	32.96**	a	6.5914	16.694	n.s.	n.s.
b2	30.53	29.13	30.27	29.98	b	5.7861	13.274	1.45	2.201
Avg. a	31.62	31.05	31.74		axb	5.4095	12.060	n.s.	n.s.
Leaf number/head (n)									
	Irrigation					F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	22	23	23	23	a*	6.5914	16.694	1.910	3.167
b2	15	15	21	17	b**	5.7861	13.274	1.516	2.296
Avg. a	18	19	22**		axb*	5.4095	12.06	2.265	3.977
Root length (cm)									
	Irrigation					F		LSD	



Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	14.47	13.9	13.2	13.88	a*	6.591	16.69	0.909	1.508
b2	15.27	15.4	13.7	14.77	b	5.78	13.27	n.s	n.s.
Avg. a	14.87*	14.7	13.5		axb	5.41	12.06	n.s.	n.s.
Root diameter (cm)									
Irrigation						F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	2.35	2.33	2.41	2.36	a	6.5914	16.694	n.s.	n.s.
b2	2.45	2.41	2.48	2.45	b	5.7861	13.274	n.s.	n.s.
Avg. a	2.40	2.37	2.45		axb	5.4095	12.06	n.s.	n.s.
Root weight (g)									
Irrigation						F		LSD	
Cultivar	a1	a2	a3	Avg. b		5%	1%	0.05	0.01
b1	16.9	15.7	15.1	15.9	a	6.59	16.69	n.s.	n.s.
b2	16.4	15.2	14.3	15.3	b	5.78	13.2	n.s.	n.s.
Avg. a	16.7	15.5	14.7		axb	5.40	12.06	n.s.	n.s.
a1 = 5 L m <sup>-2</sup> ; a2 = 10 L m <sup>-2</sup> ; a3 = 15 L m <sup>-2</sup> ; b1 = crystal; b2 = butterhead; a x b = irrigation x lettuce cultivar; n.s. = non significant; * = p<0.05; ** = p<0.01									

Significantly ( $p < 0.05$ ) different lettuce yield ( $\text{kg m}^{-2}$ ) was recorded among lettuce cultivars, whereby the significantly ( $p < 0.5$ ) higher lettuce yield was recorded for crystal lettuce (b1), for 9.7% higher than butterhead lettuce (b2). As for axb interaction, no statistically significant differences were observed. In our study on a2 (10 L m<sup>2</sup>) irrigation treatment, lettuce yield was 3.3% higher compared to a1 treatment (15 L m<sup>2</sup>). Lettuce yield on a3 irrigation treatment was 10.5% higher than a1 treatment and 7% higher than a2 irrigation treatment. In a study by Şenyiğit and Kaplan (2013), Sanchez (2000), Sutton and Merti (1993), the authors reported a linear increase in lettuce yield by increasing the irrigation rate. In their research, the irrigation norm was determined according to the value of ET (Class A Pan), and the highest yield was achieved on the treatment with 100% ET. In addition to lettuce yield, the authors also state the highest weight of lettuce head (239.11 g), the diameter of lettuce head (44.82 g) and root mass (17.31 cm) in the treatment with the highest irrigation rate (100% ET<sub>o</sub>), which is consistent with this research. Furthermore, the authors state the maximum length of lettuce root (9.02 cm) on the treatment with the highest irrigation rate, which is contrary to the result of this study, given that the maximum length was recorded on the treatment a1 (85 L m<sup>2</sup>), which is 1.5 % more than a2 (10 L m<sup>2</sup>) and 10.6% more than a3 (15 L m<sup>2</sup>) irrigation treatment. Also, Xu et al. (2004) state the minimum length and weight of lettuce roots on the irrigation treatment with the lowest irrigation rate. Furthermore, as stated by Kizil et al. (2012), lower values of plant

height, head diameter, number of leaves per head and lettuce yield were recorded on treatments with a lower irrigation rate. In this study on a2 (10 L m<sup>2</sup>) irrigation treatment, lettuce yield was 3.3% higher compared to a1 treatment (15 L m<sup>2</sup>). Lettuce yield on a3 irrigation treatment was 10.5% higher than a1 treatment and 7% higher than a2 irrigation treatment. Guimarães et al. (2019) states that lettuce irrigation should be performed with a depth to restore 110% of the ETc. In our study significant differences (p<0.05) in lettuce head weight were observed at different lettuce cultivars (table 1). The lettuce head weight for crystal cultivar (b1) is on average 15.15% higher in compared to the butterhead cultivar (b2). The diameter of the lettuce head (cm) varied significantly (p <0.01) in relation to the cultivars. On the b1 treatment, the diameter of the lettuce head was higher by 9.9% compared to the b2 treatment (table 1). The number of leaves per lettuce head ranged from 15 (a1b2) to 23 (a3b1). Irrigation significantly (p <0.05) affected the number of leaves, whereby the highest number of leaves was recorded in a3 irrigation treatment (n = 22), by 22.2% more in relation to a1 and 15.8% in relation to a2 irrigation treatment (table 1). Also, the number of leafs varied significantly (p <0.01) in relation to the lettuce cultivar. On the b1 treatment, a higher number of lettuce leaves was recorded by 35.3% compared to the b2 treatment. Sanchez (2000) also cites a significant impact of irrigation on the number of leaves per lettuce heads, where the highest number of leaves was recorded on irrigation treatment with 100% ET. Furthermore, a significant influence (p <0.05) of the axb interaction (irrigation x cultivar) was recorded, with the largest number of leaves measured on a2b1 (n = 23) and a3b1 (n = 23) treatment. As can be seen from table 1, irrigation treatment significantly (p <0.05) affected lettuce root length. The highest root length was recorded in the a1 irrigation treatment, 1.5% higher than the a2 and 10.6% higher than the a3 irrigation treatment. Dessureault-Rompré et al. (2020) concluded that the irrigation method should allow a certain degree of dryness by use of a lower irrigation threshold (ideally between -20 and -30 kPa) to stimulate deep rooting. Regarding lettuce root diameter, as can be seen from table 1, there was no statistically justified effect of irrigation treatment or lettuce variety on root diameter. Also, no statistically significant differences were observed between irrigation treatments or lettuce cultivars on lettuce root weight (table 1). Root weight per irrigation treatment ranged from 2.4 g (a1) to 2.45 g (a3). Regarding the lettuce cultivar, a higher root weight was recorded for the crystal lettuce cultivar (b1, 15.9 g). Bozkurt (2009) claims that different irrigation levels had significant (p<0.01) effects on yield and yield components (number of total and marketable leaves, plant height and diameters, root wet weight, core diameters and tightness of head) except for plant dry weight. The results of correlation analysis are presented in table 2. The analysis revealed a strong positive correlation (r = 0.967) between yield and head weight. Then, between yield and head diameter (r = 0.832) and yield and leaf number per head of lettuce (r = 0.827). A strong negative correlation was found between yield and lettuce root length (r = -0.871).

Table 2. Correlation connection among tested variables

	Y	HW	HD	LN/H	RL	RW
HW	0.96					
HD	0.83	N.S.				
LN/H	0.82	N.S.	0.85			
RL	-0.87	-0.83	N.S.	-0.89		
RW	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	

<b>RD</b>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Y = yield; HW = head weight; HD = head diameter; LN/NH = leaf number/head; RL = root length; RW = root weight; RD = root diameter; N.S. = non-significant						

A strong negative correlation ( $r = -0.83$ ) was found between the head weight and root length and between the leaf number per head and root length ( $r = -0.89$ ). Ogbodo et al. (2010) have found positive correlation ( $r = 0.46$ ) between yield and leaf number per head, and between head weight and leaf number per head. Thakur et al. (2016) also claims a strong positive correlation between yield and lettuce head weight.

## CONCLUSIONS

In our research, irrigation, i.e. different irrigation rates and lettuce cultivar influenced the observed variables. In general, the highest values are recorded on a3 irrigation treatment, that is the treatment with the highest irrigation rate. The exception is lettuce root length, since the root length and weight was reduced as the irrigation rate increased. As for lettuce cultivar, the maximum yield, head weight, head diameter, leaf number per head and root weight were recorded for crystal cultivar (b1). Strong positive correlation between yield, head weight, diameter and leaf number per head indicates as a good trait in breeding process.

## REFERENCES

- Acar B., Paksoy M., Türkmen Ö., Seymen M. 2008. Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 7(24): 4450-4453.
- Acar B. 2020. Water – yield relationships of lettuce plants for different irrigation strategies. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*, 66(5): 177-180.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. 1988. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, 1988.
- Allen R.G., Pruitt W.O. 1991. FAO-24 reference evapotranspiration factors. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, 117(5): 758-773.
- Bozkurt S., Mansuroğlu G.S., Kara M., Önder S. 2019. Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (11): 1171-1177.
- Coelho A.F.S., Gomes E.P., de Sousa A.P., Gloria B. 2005. Effect of irrigation level on yield and bioactive amine content of American lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6): 1026-1032.
- Croatian bureau of statistics, CBS 2020. Agricultural production 2019. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2020/SI-1655.pdf](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2020/SI-1655.pdf)
- Dessureault-Rompré J., Caron J., Plamondon L., Gaudreau L., Jutras S., Lafond J.A. 2020. Growth and water-use characteristics of Romaine lettuce cultivated in Histosol as affected by irrigation management, compaction, and seeding type. *Canadian Journal of Soil Science*, 100(3): 278-288.
- Guimarães C.M., Cunha F.F., Silva F.C., Araújo E.D., Guimarães A.B.F., Mantovani E.C. 2019. Agronomic performance of lettuce cultivars submitted to different irrigation depths. *PLoS ONE* 14(12): e0224264.

Jutka D., Budiu V., Ciotlăuș A., Ficior D., Ardelean A., Sălăgean T. 2011. Irrigation regime and water consumption for lettuce cultivated in protected areas. *Agricultura – Știință și practică*, 3(4): 79-80.

Karam F., Mounzer O., Sarkis F., Lahoud R. 2002. Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 4(2): 70-76.

Kizil Ü., Genç L., İnalpula M., Şapolyo D., Mirik M. 2012. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield prediction under water stress using artificial neural network (ANN) model and vegetation indices. *Žemdirbystė=Agriculture*, 99(4): 409–418.

Kurunc A. 2021. Effects of water and salinity stresses on growth, yield, and water use of iceberg lettuce. *Journal of the science of food and agriculture*, 101(13): 5688-5696.

Ogbodo E.N., Okorie P.O., Utobo E.B. 2010. Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) At Abakaliki Agro-Ecological Zone of Southeastern Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(2): 141-148.

Sanchez C.H.A. 2000. Response of lettuce to water and nitrogen on sand and the potential for leaching of nitrate-N. *HortScience*, 35(1): 73-75.

Şenyiğit U., Kaplan D. 2013. Impact Of Different Irrigation Water Levels On Yield And Some Quality Parameters Of Lettuce (*Lactuca Sativa* L. Var. *Longifolia* Cv.) Under Unheated Greenhouse Condition. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2(4): 97-107.

Sutton B. G., Merit N. 1993. Maintenance of lettuce root zone at field capacity gives best yields with drip irrigation. *Scientia Horticulturae*, 56(1): 1-11.

Thakur M., Kumar R., Kumar S. 2016. Studies on genetic variability, correlation and path analysis in lettuce (*Lactuca sativa* L.) under protected conditions. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(4): 1924-1930.

Tsabadze M.W., Wahome P.K. 2010. Influence of different irrigation regimes on production of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 8: 233–238.

Tridge, 2021. Global production of fresh lettuce.

<https://www.tridge.com/intelligences/lettuce/production>

Xu G., Levkovitch I., Soriano S., Wallac R., Silber A. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. *Plant and Soil*, 263: 297–309.

Yakoot M., Helmy S., Fawal K. 2011. Pilot study of the efficacy and safety of lettuce seed oil in patients with sleep disorders. *International Journal of General Medicine*, 4: 451.

Yurtseven E., Bozkurt D.O. 1997. Effects of irrigation water quality and soil moisture content on crop yield and quality of lettuce. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 44-51.

Zaninović K., Gaijć Čapka M., Tadić M.P., Vučetić M., Milković, J., Bajić A., Cindrić K., Cvitan L., Katušin Z., Kaučić, D. *Climate Atlas of Croatia; Meteorological and Hydrological Service of Croatia: Zagreb, Croatia, 2008.*

## APPLICATION OF ANTITRANSPIRANTS IN AGRICULTURE

Joanna Kociğcka<sup>1\*</sup>, Daniel Liberacki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poznań University of Life Sciences, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering  
Department of Land Improvement, Environmental Development and Spatial Management

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0340-3273>

<sup>2</sup>Poznań University of Life Sciences, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering  
Department of Land Improvement, Environmental Development and Spatial Management

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4582-4535>

\*corresponding author: [joanna.kociecka@up.poznan.pl](mailto:joanna.kociecka@up.poznan.pl)

### Abstract

In the face of climate change, it is crucial to find solutions to protect plants from excessive water loss during increased transpiration caused by more frequent periods of drought. A potential solution could be the application of antitranspirants, i.e. products that reduce evaporation. The use of antitranspirants is particularly beneficial for plants that require irrigation and for which we cannot provide sufficient water due to limited water resources.

The basic division of antitranspirants includes three groups: metabolic, reflective, and film-forming antitranspirants. Metabolic antitranspirants have a hormonal or hormone-like effect, which causes partial closure of stomata and thus a decrease in transpiration. The most popular compounds in this group include chitosan, ABA (abscisic acid), fulvic acids. The second group is reflective antitranspirants, which work on the principle of light reflection, thus minimizing leaf temperature and consequently transpiration rate. After their use, the light-absorbing, reflecting, and transmitting properties of the leaves are altered. The most common representatives of this group are kaolin, calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>), calcium oxide (CaO). Furthermore, there is a group of film-forming antitranspirants. As the name suggests, these agents form a transparent membrane on the surface of plants, thus limiting transpiration. This group includes Pinolen, Vapor Gard, and Folicote.

The interest in antitranspirants is growing every year and their application is becoming more and more popular, which is also evident in the growing number of scientific research studies. Currently, antitranspirants are most frequently used on fruit crops such as cherries, plums, and other stone fruits. Previous studies indicate that their use prevents the negative effects of frost and reduces fruit cracking. Furthermore, studies on cereals have shown that some of the antitranspirants help to reduce the negative effects of stresses (such as drought, low temperature, or salinity) and increase yields. It is, therefore, possible that the widespread use of these products in agriculture could increase the ability of crops to adapt to climate change.

**Keywords:** antitranspirants, climate change adaptation, agriculture

## **THE EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD EFFICIENCY OF SELECTED BLUEBERRY CULTIVARS**

**Daniel Liberacki <sup>1</sup>, Joanna Kocięcka <sup>1</sup>, Piotr Stachowski <sup>1</sup>, Stanisław Rolbiecki <sup>2</sup>, Roman Rolbiecki <sup>2</sup>, Barbara Jagosz <sup>3</sup>, Hicran Sadan <sup>2</sup>, Anna Figas <sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Department of Land Improvement, Environmental Development and Spatial Management, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering, Poznań University of Life Sciences, 60-649 Poznań, Poland

<sup>2</sup> Department of Agrometeorology, Plant Irrigation and Horticulture, Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, 85-029 Bydgoszcz, Poland

<sup>3</sup> Department of Plant Biology and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture in Krakow, 31-120 Krakow, Poland

<sup>4</sup> Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, 85-029 Bydgoszcz, Poland

### **Abstract**

Poland has for many years been considered a country with great potential for agricultural development. This is demonstrated by expanding cultivated areas and implementing modern technologies that lead to an increase in the quantity and quality of agricultural production. Poland is one of the countries that play an important role in fruit cultivation in Europe. Fruit growing in this country is mainly focused on apples. Moreover, the cultivation of soft fruits such as blueberries and raspberries also accounts for a large share.

The growing success of fruit plantations in Poland is due, among other things, to the introduction of modern solutions in cultivation technology and the application of appropriate agrotechnical procedures. Climate change is contributing to longer and longer periods of no precipitation, which leads to water shortages.

Due to this fact, irrigation has become one of the essential agrotechnical practices. It is important for growers to save water and to implement the concept of precision agriculture. This concept increases yield, limits water consumption, and saves labour and financial resources. It also contributes to reducing negative environmental impacts. One of the modern and efficient cultivation technologies is drip irrigation. Its use is essential in the cultivation of raspberries or blueberries. The advantage of this irrigation system is a precise dosage of water directly to the root system of plants. This leads to the reduction in water consumption, which is very important for the environment in terms of decreasing water resources. It is also significant for the grower because it reduces operating costs.

This study aimed to assess the effect of irrigation on the yield of selected blueberry cultivars grown between 2014 and 2016. The study was conducted on a small plantation located in Western Poland, on 77 bushes of five highbush blueberry cultivars: Patriot, Duke, Chandler, Elliott, and Bluecrop. During the research different variants of irrigation were used; from no irrigation, through more frequent irrigation with a smaller dose, to intensive single irrigation. As a result of the conducted experiment, the above variants were evaluated and the most effective way of blueberry irrigation was chosen.

**Keywords:** blueberry, irrigation, yield



## **WATER FOOTPRINT AS AN INDICATOR OF THE CONSUMPTION OF WATER RESOURCES FOR PLANT PRODUCTION IN THE WIELKOPOLSKIE VOIVODESHIP OF POLAND**

**Piotr Stachowski, Daniel Liberacki, Joanna Kociğcka**

Department of Land Improvement, Environmental Development and Spatial Management, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering, Poznan University of Life Sciences, 60-649 Poznań, Poland; [piotr.stachowski@up.poznan.pl](mailto:piotr.stachowski@up.poznan.pl); [daniel.liberacki@up.poznan.pl](mailto:daniel.liberacki@up.poznan.pl); [joanna.kociecka@up.poznan.pl](mailto:joanna.kociecka@up.poznan.pl)

### **Abstract**

The probability of the worsening of Poland's current water deficit and its limited water reserves in the face of new challenges may change both the access to water, as well as the demand for water in agriculture. This is an argument to take measures to enable more efficient use of water resources. Today, water saving measures in agriculture to increase resilience to climate change should be increasingly used to make the best use of available water. Analysing the water footprint of crops per hectare, it was observed that the largest water footprint is generated during the cultivation of sugar beet and wheat. Wheat has the largest share in both the sown area and the water footprint. In 2019, sugar beets occupied only 2% of the area under cultivation in the Greater Poland Voivodeship, and had a 2% share in the total water footprint, but in 2020 the area increased to 3% and the water footprint to 5%. Based on the calculations performed, the following conclusions were drawn:

The highest values of the total water footprint in the Wielkopolskie voivodeship were found for wheat cultivation (on average 2891 million m<sup>3</sup>/year), followed by grain maize (791 million m<sup>3</sup>/year) and oilseed crops (671 million m<sup>3</sup>/year).

The cultivation of sugar beet (10 739 m<sup>3</sup>/ha) and wheat (8696 m<sup>3</sup>/ha) contributed to the highest water consumption in the analysed area per hectare of crops.

Of the three components, the green water footprint was the highest.

Cereals account for 77% of the green water footprint, including more than 58% of wheat. This is due to the large acreage of cereals in the Wielkopolskie voivodeship (approx. 67% of the total sown area) and the high, compared to vegetables and fruit, unit water footprint (per tonne of product).

**Keywords:** water footprint, crop production, water resources

## AYÇİÇEĞİ BİTKİSİNDE BİTKİ SU STRESİ İNDEKSİ (CWSI) İLE TANE VERİMİ VE DİĞER PARAMETRELER ARASINDAKİ KORELASYONUN BELİRLENMESİ

Ali Beyhan Uçak<sup>1\*</sup>, Halis Seçme<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Siirt/Turkey

Corresponding author e-mail: [abucak@siirt.edu.tr](mailto:abucak@siirt.edu.tr), Orcid no 0000 0003 4344 2848 Tlf 05067989992

Halis Seçme e-mail: [halissecme@gmail.com](mailto:halissecme@gmail.com), Orcid no 0000 0002 4113 7180

Sorumlu Yazar e-mail: [abucak@siirt.edu.tr](mailto:abucak@siirt.edu.tr)

### Özet

Bu araştırma, yarı kurak iklim şartlarında yetiştirilen ikinci ürün ayçiçeği genotipinin bitki su stresi indeksi (CWSI) ile tane verimi ve diğer parametreler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma Siirt üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında 2020 yılında yürütülmüştür. Bu çalışmada sulama programı, her 7 günde bir 90 cm'lik etkili kök derinliği boyunca eksilen suyun %100 (I100), %70 (I70), %35 (I35)'nin yeniden verilmesi şeklinde oluşturulmuştur. Böylelikle bir tam sulama (I100) ve 2 farklı seviyede stres içeren sulama konusu (I70 ve I35) oluşturulmuştur. Çalışmada ayçiçeği bitkisinin bitki su stres indeksi (CWSI) ile verim, su kullanım randımanı ve klorofil içeriği arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında tüm bu özellikler arasında istatistik olarak önemli ilişkiler ( $p \leq 0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir. CWSI ve verim arasında ise  $r = -0.87^{**}$  gibi yüksek bir azalan (negatif) ilişki bulunmaktadır. CWSI ve su kullanım randımanı arasında  $r = 0.77^{**}$  gibi yüksek bir artan (pozitif) ilişki bulunmaktadır. CWSI ve klorofil içeriği arasında ise  $r = -0.94^{**}$  gibi yüksek bir azalan (negatif) ilişki bulunmaktadır. Bir başka deyişle CWSI'yi arttıkça verimde bir azalma, su kullanım randımanında bir artış ve klorofil içeriğinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ayçiçeği, Bitki su stress indeksi, Sulama zamanı, Korelasyon

*Teşekkür; Bu çalışmanın bir kısmı 17 Ağustos 2021 günü TURJAF dergisine basılmak üzere yüklenmiştir.*

## **RT-PCR AND QRT-PCR DETECTION AND CHARACTERIZATION OF THE ISOLATE OF TOMATO SPOTTED WILT VIRUS IN EGGPLANTS**

**Pelin Sarikaya<sup>1\*</sup>, Hakan Fidan<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup>Corresponding author: pelinsarikaya75@gmail.com Akdeniz University Plant Protection 0000-0002-6133-6128

<sup>2</sup> hakanfidan@akdeniz.edu.tr Akdeniz University Plant Protection 0000-0002-0384-9486

### **Abstract**

The study was planned after the ring spot symptoms of Tomato spotted wilt virus (TSWV), which is characterized in pepper plants, and also seen in eggplant plants grown in Antalya. In this context, a total of 101 eggplant samples were collected, of which 32 from Alanya, 33 from Serik, and 36 from Kumluca. The symptoms observed in the leaves and fruits of the eggplant plant were associated with the typical ring spot symptom of TSWV in tomato and pepper fruits, and the presence of the virus in the eggplant samples was determined by RT-PCR method. Coat protein-specific primers are incapable of detecting any mutations in the TSWV genome. In this study, a primer pair was designed that enables the identification of TSWV-RB isolate in eggplants infected with TSWV and covers the C118Y mutation region in the genome of the virus. Sequence analysis of the RT-PCR product was performed with primers that amplify the mutation region and because of contig studies with Non-resistance isolates (NRB) that did not break resistance, it was revealed that eggplant plants were infected with TSWV-RB isolate, contained nucleotide change in the C118Y mutation region, and that TSWV-RB isolate was also the host. The primers that identified the TSWV-RB isolate and developed in this study give successful results in qRT-PCR studies and Melt Curve analyzes. Thanks to these primers, it has been possible to detect easily and quickly that the infection in many different hosts such as tomatoes, peppers, eggplants infected with TSWV is caused by the isolate that breaks the resistance.

**Keywords:** Eggplant, TSWV, Resistance-breaking, RT-PCR, qRT-PCR

### **INTRODUCTION**

Eggplant (*Solanum melongena*) is a vegetable belonging to the Solanum genus of the Solanaceae family. Eggplant is one of the five most important vegetable crops (tomato, pepper, potato, tobacco, eggplant) in Asia and the Mediterranean (Fidan and Sarikaya 2020). Turkey produced 835 422 tonnes of eggplants in 2020. Antalya, the city where eggplant plants are collected with the virus, which is the subject of this study, and is located in the Mediterranean region, is the province with the highest eggplant production (TUIK 2020). Solanaceae plants are exposed to many pathogens including threatening fungi, bacteria, and viruses. Plant viruses are among the major disease-inducing agents affecting Solanaceae crops as they are transmitted by vegetative reproduction, by contact between infected and healthy plants, and by different vectors, including insects. Eggplant is naturally infected by several viruses that cause disease outbreaks and represent increased agronomic threats (Abou Kubaa et al. 2021).

Tomato spotted wilt orthotospovirus is one of the most common viral diseases in tomatoes. TSWV is a member of the Orthotospovirus genus, Bunyaviridae family (Adams, 2017) and reduces tomato production, especially in greenhouses (Todd et al., 1995). TSWV was first found in 1915 in Australia (Brittlebank, 1919). TSWV virus is transmitted by thrips (Thysanoptera, Thripidae), the most common vector being *Frankliniella occidentalis* in the permanent and circulatory form (Mandal et al., 2001).

Tomato spotted wilt virus infecting eggplant have been reported in different parts of the world such as Italy (Betti 1992); Spain (Soler et al. 2007), Turkey (Kamberoglu 2009), (Fidan and Sarikaya 2020); Syria (Halabi et al. 2014), United States (Badillo-Vargas et al. 2015).

Studies on isolates that break resistance to TSWV continue from past to present. TSWV isolates were obtained from a wide variety of infected host plants (Latham et al. 1998). In 2002, typical symptoms of TSWV were seen in tomato plants that carry the Sw5 gene growing in a field in Barcelona, Spain (Aramburu and Marti 2003). In 2004, the TSWV field isolate was investigated for the ability of the resistance gene to overcome Sw5 by mechanically inoculating F1 hybrid tomato varieties carrying Sw5 (Ciuffo et al. 2005).

Some pepper cultivars shown to be resistant to tomato spotted wilt virus (TSWV) with symptoms commonly associated with TSWV infection were tested and inoculated into the resistant plant *Capsicum chinense* with infected sap. They published the first report of TSWV strains, which broke the resistance provided by the Tsw gene with the disease of this resistant plant, in Spain (Roggero et al. 2002). Comparison of the nucleotide and amino acid sequences showed that tomato resistance provided by the Sw5 gene could be overcome with the C to Y amino acid substitution or T120N at position 118 (C118Y) in the TSWV movement protein NSm. Phylogenetic analysis revealed that the C118Y substitution occurred independently three times in isolates studied by convergent evolution, whereas the T120N substitution was a unique occurrence. Analysis of the rates of non-synonymous and synonym changes in individual codons showed that the substituent C118Y was chosen as positive (Lopez et al. 2011). In the summer of 2012, typical symptoms of Tomato spotted wilt disease were detected in tomato plants of different resistant varieties (carrying the Sw5 gene) in different areas in southern Italy. The virus isolate obtained from symptomatic plants that carrying the Sw5 gene was mechanically inoculated by *Frankliniella occidentalis* into several different tomato hybrids. Inoculated tomato plants showed systemic infection occurred several days before local lesions appeared in inoculated leaves because of the typical hypersensitivity reaction caused by the Sw5 gene (Crescenzi et al 2013).

As a continuation of resistance breaking studies, similar studies were conducted by Margaria et al. (2015) in Italy, by Batuman et al. (2017) in California, and by Fidan and Sarı (2018) in Turkey. In contrast to the determination of resistance-breaking isolates in tomatoes, this study was conducted for the detection and symptoms of these isolates in eggplant plants. Two different PCR-based allelic distinction techniques, namely Custom TaqMan™ SNP Genotyping and high-resolution melting (HRM) assays, were developed and compared for their ability to individuate between avirulent resistance-breaking and non-resistance breaking biotypes. In our study, instead of using the Sw5 resistance-breaking isolates of TSWV using

HRM method (di Rienzo et al. 2018), a very specific primer was developed for the genome of the resistance-breaking isolate and was used successfully.

## MATERIALS AND METHODS

### Survey and plant collecting

Virus-like symptoms were determined in eggplants grown in Antalya province. Samples were collected from plants showing symptoms such as necrosis, shortening between nodes, necrotic spots, and wilt. (Figure 1). During the surveys, 32 samples from Alanya, 33 from Serik and 36 from Kumluca were collected and kept in appropriate laboratory conditions.



**Figure 1.** Eggplant leaves and fruits showing TSWV symptom

### *Nucleic acid extraction and RT-PCR assays*

Samples were taken from the leaves and fruits of eggplant plants infected with TSWV and nucleic acid was obtained using an RNA purification kit (ThermoFisher Scientific). Infection in eggplants was investigated using TSWVF: ATCAGTCGAAATGGTCGGCA and TSWVR: AATTGCCTTGCAACCAATTC primers (Mumford et al. 1996) used to detect the presence of TSWV. RT-PCR was performed for TSWV using 1-Step RT-PCR ReddyMix Kit (Thermo Scientific) under the following conditions: 50°C for 15 min and 95°C for 2 min, followed by 35 cycles of 94°C for 30 s, 52°C for 45 s and 72°C for 30 s, and a final extension at 72°C for 7 min. RT-PCR products were checked by running on 1,5 % agarose gel.

### *Primer Design Studies of The Resistance-Breaking Isolate*

As a result of molecular studies, samples confirmed positive for TSWV infection in an agarose gel were sent for sequence analysis. The sequencing results were analyzed in BioEdit programs; Clear peaks were obtained by removing impurities at the beginning and end of the sequences. A single sequence was determined by overlapping the sequences analyzed directionally. Primers covering the mutation region of resistance-breaking isolate compared to the old isolate have been developed (Figure 2). Considering the sequences of resistance-breaking isolates that show high similarity in the NCBI database of our eggplant isolates, the common primer regions were created using the Primer3 program. While this primer pair gives a certain band in resistance-breaking isolates, but it does not give band in non-resistance-



breaking

isolates

```
>MH367503.1:101-1009 Tomato spotted wilt orthotospovirus isolate TSWVAntRB segment M, complete sequence
ATGTTGACTCTTTTCGGTAAACAAGAGGCCCTCTAAGCTGCGGAAAGGATGAAGTCCCTTTAGTTTCACTTGCTAAACATAATGGCAATGTTGAAGTCTCAAACCATGGTCTTCTTCTGATGAAAAG
CTTGCTTTAACCAAAGCCATGGACGCATCCAAGGAAAGATACTGTTGAACACTGAGGGAACTCTTTCCCTTGGAACTATGAATCTGATTCTATCACAAGATCAGAGGGTTATGATCTTTCTGCTAGA
ATGATAGTAGATACAAACCATCATATCTCAAACCTGAAAAATGATCTTTTGTGTGCAACGGAAGCAAAATGCTAATAAGGTTATCAGGATCTGCAAGTGGGACAGCAGAAAAACAATACATGATG
AATTCAGGATTTGATATGGGTATGCCCACTATACCAAACCTACAGGGAAACTTGTGGTTGCTTTAGTTGATCCCAACATGCCATCTGAAAAGCAAGTCACTCTGAAAGGGTCAAGGGACAATAACT
GATCCTATCTGCTTTGTTTTTATCTGAACCTGGTCTATTCGAAAGATGAACAACACCCAGAAAACTGTTGCCAGCTGCATTGATGTGCAACCAAGAATAACAAGAAAGGGTTCTTTTGGTAGTGTC
ATGTATCTTGGACAAAAGAGTTTTTGGGATTACCCAGAGCTGATAAAGACAAAAGTTGTATGTTATACCTCTAAACAGGGCCATTAGAGCTAGGTCTCAAGCATTCAITGAAGCCTGCAAGCTGATA
AATCTAAAGGAACAGCGAGAAGCAGATTAAAAACAGCTTAAAGAATTGAGCTCAAGTCTTGAGAGATCAGTTGAAGAAGAAGGAAAGGGATTCTGACAGTGTCTCAGTTATCCTTTGATGAA
ATATAG
```

**Figure 2.** Mutation site and primer design on the Nsm protein of TSWV genome (primers with yellow, mutation site with red)

When these primers are used with the Luna kit (One-Step RT-qPCR Kit, NEB) they also give accurate results with Realtime PCR because they contain SYBR green dye. When the Melt curve method is used, it distinguishes the resistance breaking and non-breaking isolates with the peaks it gives.

### *Sequencing and bioinformatic analysis of mutation region*

After confirming TSWV infection by RT-PCR method of nucleic acids obtained from eggplant plants showing severe TSWV symptoms; First, eggplant plant and a tomato sample known to be positive for RB-isolate infection were sent for sequence analysis. The sequence results were searched in the NCBI database and compared with the isolates with high similarity. In this comparison study, both resistance breaking and non-resistance breaking isolates were included in order to determine the differences. These isolates were examined in the Bioedit program, and the mutation site has been characterized.

## **RESULTS and DISCUSSION**

### *RT-PCR of TSWV infection and RB-isolates results*

The results of the RT-PCR test performed for eggplants showing TSWV symptoms in the field were examined. Eggplants are infected with TSWV, as can be seen from the gel picture (Fig. 3) of the samples carried out at 60 volts in % 1.5 agarose gel electrophoresis. Since the primers used in this infection test are specific to the coating protein of the virus, that is, they are not in mid-segment where the mutation occurs, both resistance-breaking and non-resistance breaking isolates have been successfully used for infection detection because they have a common coating protein. After 276 bp confirmation of TSWV infection, RT-PCR was performed again with the primers developed by this study based on the sequences of resistance-breaking isolates. Band sizes of 339 bp including amplification of primers and mutation site are shown in the agarose gel image (Fig. 3).

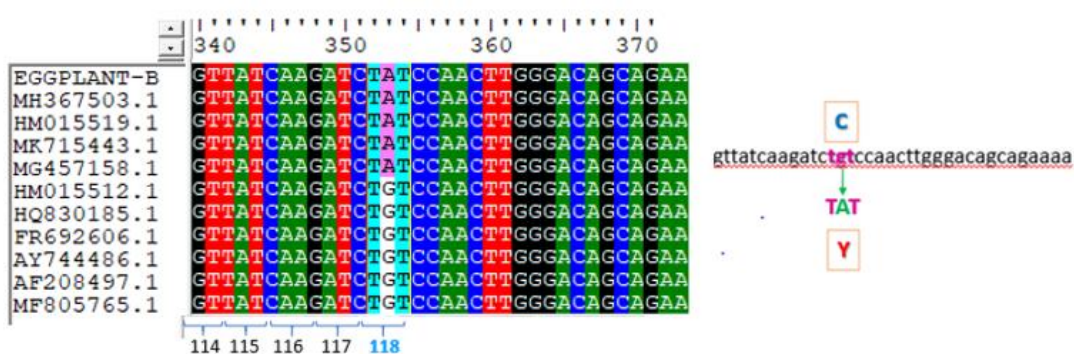




**Figure 3.** RT-PCR results of TSWV coat protein primer of infected eggplants and current study primer. Respectively 1: TSWV infected eggplant, 2: positive control, TSWV negative control; 100 bp DNA ladder, 3: RB primers with eggplant, 4: RB primers with positive control, RB negative control

### Sequencing and bioinformatic analysis results

In this analysis, a comparison is made by selecting resistance breaking and non-resistance breaking isolates. As it well known that TGT or CGT nucleotides make up the cysteine amino acid (Lopez et al. 2011). In the C118Y mutation reported by the TGT sequence that encodes cysteine transforms into TAT sequence and encodes tyrosine amino acid. Based on this information, we checked the sequence of the eggplant isolates. In this analysis, we have found that our eggplant isolate (Eggplant B) has the same mutation region as MH367503.1 (Turkey), HM015519.1, MK715443.1, MG457158.1 isolates, which is different from isolates containing the TGT sequence such as FR692606.1 and AY744486.1 as shown in Figure 4.



**Figure 4.** Comparison of RB and NRB isolates and determination of mutation site

Following the sequencing studies, the mutation region was studied in detail and primers covering this region were designed (Table 1).

Table 1. Specific primers' sequences of RB isolates

Primer name	Sequence	Annealing temp.	Literature
TSWVRB-F:	CTGTTGAACACTGAGGGAACA	53°C	In this study
TSWVRB-R	TGTCCCTTGACCCTTCAGGA		

Primers were made slightly from the beginning and end of that region to cover the mutation area. When the forward and reverse primers are matched to the target site during in vitro annealing; Since Taq polymerase enzyme will read and complete the gene region between the two primers according to the genome sequence, the mutation region was amplified.

Morphological examination of eggplant fruits infected with TSWV RB-isolate and healthy eggplant plants showed significant differences in length. The size of the virus-infected fruit is rather short, the healthy fruit is rather hard compared to the fruit. Eggplant leaves infected with TSWV-RB isolate were examined at every stage. Although the leaf symptoms are mild at the leaflet and fresh leaf stage, an increase in symptoms was observed as the plant grows. When the TSWV-RB isolate was compared with the typical symptom in tomato, the nested ring symptom was found to be similar. This symptom was clearly observed in both eggplant fruits and leaves.

In this study, we brought together molecular applications such as Melting curve assays and classical PCR studies at a common point. We developed a primer specific to the target mutation site. In this way, the detection of resistance-breaking isolates depending on the preference of the employee and laboratory conditions was possible with classical RT-PCR methods and Realtime-based analyzes.

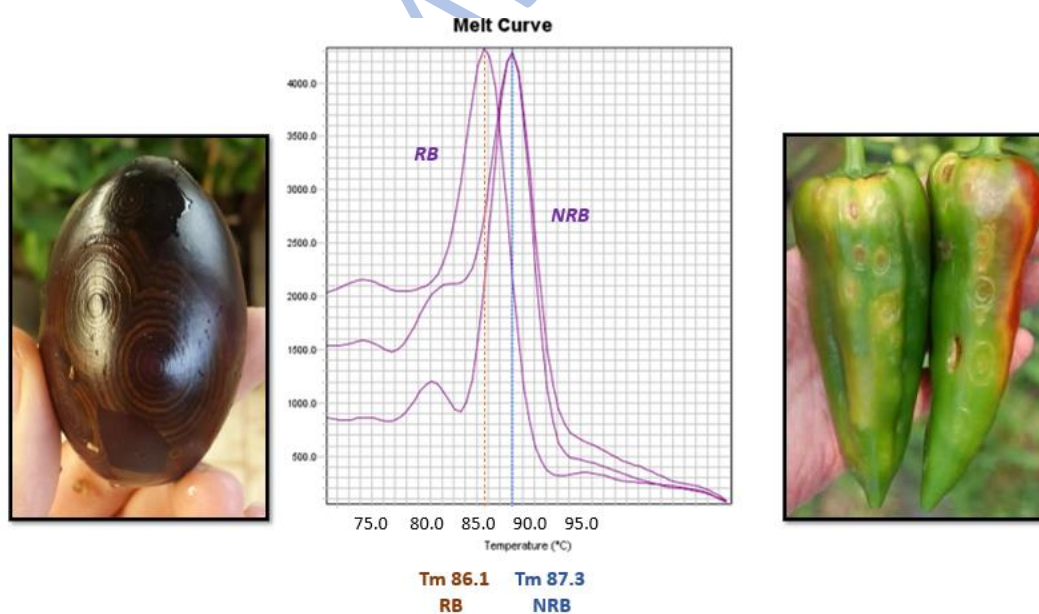


Figure 5. Melt curve analysis of RB and NRB isolates

Our primers pair is made as specific as possible so that results with the precision of Melt Curve analysis can be obtained. The Non-resistance breaking isolate was denatured at 87.3 °C, while the RB isolate was at 86.1 °C (Figure 5). Thanks to our primer, it is possible to detect all types

of hosts infected by TSWV Because the primers are not associated with the Sw5 gene in tomato, but directly with the Nsm region of the virus particle. In this way, the fact that the primer can work without the host separation has increased the importance of this study.

## CONCLUSION

Our primers pair have been made as specific as possible so that the accurate Melt Curve analysis results can be obtained (Figure 5). Thanks to our primer, it is possible to detect all types of hosts infected by TSWV because the primers are not associated with the Sw5 gene in tomato, but directly with the NSm region of the virus particle. In this way, the fact that the primer can work without the host separation has increased the importance of this study.

**Acknowledgements.** This study was carried out in the 3373 coded project supported by the BAP unit of Akdeniz University

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no conflict of interests.

**Ethical approval.** This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.

## REFERENCES

- Abou Kubaa, R., Choueiri, E., De Stradis, A.; Jreijiri, F., Saponari, M., Cillo, F. 2021. Occurrence and Distribution of Major Viruses Infecting Eggplant in Lebanon and Molecular Characterization of a Local Potato Virus X Isolate. *Agriculture* 2021, 11, 126 (20) [accessed Feb 07, 2021].
- Adams, M.J., Lefkowitz, E.J., King, A.M.Q., Harrach, B., Harrison, R.L., Knowles, N.J., Kropinski, A.M., Kuhn, M.K.H., Mushegian, A.R., Nibert, M. et al. 2017. Changes to taxonomy and the international code of virus classification and nomenclature ratified by the international committee on taxonomy of viruses. *Archives of Virology* 162: 2505-2538.
- Aramburu, J., & Marti, M. 2003. The occurrence in north-east Spain of a variant of tomato spotted wilt virus (TSWV) that breaks resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum*) containing the Sw-5 gene. *Plant Pathology*, 52(3).
- Badillo-Vargas, I. E., Roe, N., Funderburk, J. E., Adkins, S. (2015). First report of Tomato chlorotic spot virus in scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum*) and American black nightshade (*Solanum americanum*) in the United States. *Plant Disease*, 99(10), 1450.
- Batuman, O., Turini, T. A., Oliveira, P. V., Rojas, M. R., Macedo, M., Mellinger, H. C., Gilbertson, R. L. 2017. First report of a resistance-breaking strain of Tomato spotted wilt virus infecting tomatoes with the Sw-5 tospovirus-resistance gene in California. *Plant disease*, 101(4): 637-637.
- Betti L. 1992. Tomato spotted wilt virus on eggplant in Sicily (Italy). *Phytopathologia Mediterranea* 31(2): 119-120.
- Brittlebank C C. 1919. Tomato diseases. *Joirrnal of The Victorian Department of Agriculture* 17:23 1- 23s.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Ciuffo, M., Finetti-Sialer, M. M., Gallitelli, D., Turina, M. 2005. First report in Italy of a resistance-breaking strain of Tomato spotted wilt virus infecting tomato cultivars carrying the Sw5 resistance gene. *Plant Pathology*, 54(4).

Crescenzi, A., Fanigliulo, A., & Viggiano, A. 2013. Resistance breaking tomato spotted wilt virus isolates on resistant tomato cultivars in Italy. In *IV International Symposium on Tomato Diseases 1069* (pp. 95-98).

di Rienzo, V., Bubici, G., Montemurro, C., & Cillo, F. (2018). Rapid identification of tomato Sw-5 resistance-breaking isolates of Tomato spotted wilt virus using high resolution melting and TaqMan SNP Genotyping assays as allelic discrimination techniques. *PloS one*, 13(4), e0196738.

Fidan, H., Sarı, N. 2019. Molecular characterization of resistance-breaking Tomato spotted wilt virus (TSWV) isolate medium segment in tomato. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 5321-5339.

Fidan, H., Sarıkaya, P. 2020. Antalya ili patlıcan (*Solanum melongena*) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları. *Mediterranean Agricultural Sciences* 33 (2020): 27-35

Fidan, H., Sarıkaya, P. 2020. Tomato chlorosis virus and Tomato yellow leaf curl virus causing mixed infection in protected eggplant (*Solanum melongena*) crops in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 19(5).

Halabi, M. H., Ismail, I., Akel, E. 2014. First Report of Tomato Spotted Wilt Virus on Tobacco, Eggplant and Some Weeds in Syria (No. RESEARCH).

Kamberoglu MA, Caliskan AF, Alan B 2009. First report of Tomato spotted wilt virus on Eggplant in Turkey. *Journal of Plant Pathology* 91(1): 231-240.

Latham, L. J., & Jones, R. A. C. 1998. Selection of resistance breaking strains of tomato spotted wilt tospovirus. *Annals of Applied Biology*, 133(3):385-402.

Lopez, C., Aramburu, J., Galipienso, L., Soler, S., Nuez, F., Rubio, L. 2011. Evolutionary analysis of tomato Sw-5 resistance-breaking isolates of Tomato spotted wilt virus. *Journal of General Virology*, 92(1):210-215.

Mandal, B., Csinos, A.S., Martinez-Ochoa, N., Pappu, H.R. 2001. A Rapid and efficient inoculation method for tomato spotted wilt tospovirus. *Journal of Virological Methods* 149(1): 195-198.

Margaria, P., Ciuffo, M., Rosa, C., & Turina, M. 2015. Evidence of a tomato spotted wilt virus resistance-breaking strain originated through natural reassortment between two evolutionary-distinct isolates. *Virus research*, 196:157-161.

Mumford, R.A., Barker I., Wood K.R., 1996. An improved method for the detection of tospoviruses using the polymerase chain reaction. *Journal of Virological Methods* 57: 109-115.

Roggero, P., Masenga, V., & Tavella, L. 2002. Field isolates of Tomato spotted wilt virus overcoming resistance in pepper and their spread to other hosts in Italy. *Plant Disease*, 86(9): 950-954.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Soler, S., Prohens, J., Nuez, F. 2007. Breeding programme for resistance to TSWV in eggplant: developing reliable inoculation protocols. In Progress in research on capsicum and eggplant. Proceedings of the XIIIth EUCARPIA Meeting, Warsaw, Poland, 5-7 September 2007 (pp. 237-244). Warsaw University of Life Sciences.

Todd, J. W., Culbreath, A. K., Brown, S. L. 1995. Dynamics of vector populations and progress of spotted wilt disease relative to insecticide use in peanuts. *Tospoviruses and Thrips of Floral and Vegetable Crops* 431:483-490.

TUIK, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Last access date: 26.03.2020].

ICAAW2021

## HEAVY METALS AND SULPHUR IN NEEDLES OF *Pinus Sylvestris* L. AND SOIL IN THE FORESTS OF CITY AGGLOMERATION (POLAND)

Anna Figas<sup>1</sup>, Anetta Siwik-Ziomek<sup>2</sup>, Mirosław Kobierski<sup>2</sup>

Bydgoszcz University of Science and Technology, Faculty of Agriculture and Biotechnology,  
85-029 Bydgoszcz, Bernardyńska 6, Poland

<sup>1</sup> Department of Agricultural Biotechnology

<sup>2</sup> Laboratory of Soil Science and Biochemistry

Corresponding autor: [figasanna@pbs.edu.pl](mailto:figasanna@pbs.edu.pl)

### Abstract

The soil and 2-year-old pine needles was sampled from selected locations in the region of Bydgoszcz (Poland). Sampling locations: (A) - Białe Błota (53°05'59.0" N 17°55'29.8" E), (B) - Belma Electomechanical Plant (53°07'45.6" N 17°53'59.1" E), (C) - Zachem Chemical Plant (53°05'55.0" N 18°04'18.7" E), (D) - the Zbigniew Załuski Park (53°08'25.2" N 18°02'06.9" E), (E) - Forest Park of Culture and Recreation (53°09'47.4" N 18°02'05.3" E). The content of sulphur and copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) and of assimilation pigments in the needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was determined. The content of those metals and the activity of dehydrogenases (DHA) in the rhizosphere of the trees was assayed. The soils in the surface layer were not contaminated with heavy metals. The average total sulphur (TS) content in 2-year-old pine needles was 832.4 mg kg<sup>-1</sup> d.w. No significant correlation was found between TS and Cu, Fe, Mn and Zn in needles and the content of assimilation pigments indicating no phytotoxic effect of sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) and metals on Scots pine. The contents of elements satisfied the basic physiological needs of the trees. Medicinal raw material coming from the described locations can be safely used in phytotherapy. With the principal component analysis (PCA) two principal components were identified which accounted for 68% of the total change in variation. The variables that determined the principal components were the soil content of organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), TS and sulphates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), the soil content of Mn, Zn, available forms to plants of Cu, Mn, and the content of Cu, Fe in needles.

**Keywords:** Environmental pollution; scots pine; trace elements; assimilation pigments; dehydrogenases



## **BİR TARIM HAVZASINDA SEDİMENT KONSANTRASYONU KONUMSAL DEĞİŞİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE SU DERİNLİĞİ-SEDİMENT KONSANTRASYONU İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Muhammet Said Gölpinar<sup>1</sup>, Mahmut Çetin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3536-4563

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5751-0958

Sorumlu Yazar: [sgolpinar@cu.edu.tr](mailto:sgolpinar@cu.edu.tr) / 0(538) 591 6861

### **Özet**

Günümüzde; iklim değişikliği, sanayileşme ve insan nüfusundaki hızlı artış, suyun yönetimi üzerinde yapılan çalışmaların önemini artırmıştır. Yapılan araştırmalar, suyun en fazla tarım sektöründe kullanıldığını göstermektedir. Özellikle, tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı büyük ölçekli tarımsal drenaj havzalarında aşırı su kullanımı, beraberinde toprak kaybını da getirmektedir. Bu ise; doğal kaynaklar açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Araştırmacılar; bu hususta alınacak önlem ve yapılacak planlamaların, sürdürülebilir bir tarım için çok önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmada; tarımsal drenaj havzasının farklı noktalarındaki drenaj kanallarından (L2, L4, L10, L11, DO1, DO2, DO3 ve DO5) alınan su örnekleri sediment konsantrasyonlarının karşılaştırılması ve akım gözlem istasyonu olan noktalardaki kanal kesitinde gözlenen su derinlikleri ile sediment konsantrasyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma; Türkiye'nin güneyinde ve Aşağı Seyhan Ovası'nda yer alan komşu alt havzalarda gerçekleştirilmiştir. Ana drenaj kanalının çıkış noktasında kurulu otomatik örnekleme aleti ile günlük, alt havzaların çıkış noktalarından ise 3 haftada bir olmak üzere, iki yıllık süreyle (2019-2020) su örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin, laboratuvar ortamında sediment konsantrasyonları kurutma yöntemiyle elde edilmiştir. Su derinlikleri; havzanın çıkış noktası ile 3 farklı alt havzanın çıkış noktasına kurulmuş olan limnigraflardan sağlanmıştır. Veriler korelasyon analizine tabi tutulmuştur. Buna göre; L10, L11, DO1, DO2, DO3 ve DO5 gözlem noktalarındaki sediment konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $\alpha=0.05$ ) korelasyona saptanmıştır. Bunun yanı sıra; L4 (ana drenaj çıkış noktası) ile L10 (alt havza çıkış noktası) da ölçülen su derinlikleri arasında, yüksek korelasyon (0.779) tespit edilmiştir. Ayrıca; L10 noktasında su derinlikleri ile sediment konsantrasyonları arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Sediment taşınımında havzadaki hakim bitki örtüsü ve drenaj veriminin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sediment konsantrasyonu, su derinliği, korelasyon analizi, alt havza, su yönetimi.

## COMPARISON OF SEDIMENT CONCENTRATION SPATIAL VARIATIONS IN AN AGRICULTURAL BASIN AND DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN WATER DEPTH AND SEDIMENT CONCENTRATION

### Abstract

Lately, climate change, industrialization and rapid increase in the human population have increased the importance of studies on water management. Research results have shown that water has been consumed mostly in the agricultural sector. The excessive use of irrigation water in large-scale agricultural catchments, where agricultural activities are intensive, leads to soil loss that becomes a threat to the natural resources. Researchers emphasize that the measures to be taken and the plans to be made in this regard are of importance for the sake of sustainability in agriculture. The objectives of this study were to: a) compare the magnitude of sediment concentrations in drainage waters at different locations (L2, L4, L10, L11, DO1, DO2, DO3 and DO5) in a large agricultural drainage basin and, b) determine the relationship between the water depths observed in the channel cross-sections at the observation points and sediment concentrations. The research was carried out in the contiguous sub-basins in the Lower Seyhan Plain of the Seyhan River Basin, located in southern Turkey. Water samples were taken daily by using an automatic water sampler located at the main outlet of the catchment and every 3 weeks from the other locations for a period of two-year (2019-2020). Sediment concentrations were obtained by evaporating water samples in the laboratory. Water depths at the channel cross-sections were measured by the use of water level recorders installed at the outlets of the basins. Water depths and sediment data were processed for correlation analysis. Correlation analysis showed that there was a statistically significant ( $\alpha=0.05$ ) linear association between the sediment concentrations at L10, L11, DO1, DO2, DO3 and DO5 observation points. On the other hand, the correlation between the water depths measured at L4 (main drainage outlet) and L10 (sub-basin outlet) was found remarkably high ( $r=0.779$ ) and statistically significant ( $P=99\%$ ). It is important to address that direction of the linear relationship between water depths and sediment concentrations was negative at the L10 point. In turn, it was concluded that preponderant crops grown and drainage yield of the basin is of great importance in sediment transport from an agricultural catchment.

**Keywords:** Sediment concentration, water depth, correlation analysis, sub-basins, water management.

### GİRİŞ

Gelişen sanayi ve nüfus oranındaki değişim; su ve gıda gibi temel ihtiyaçlara olan talebi gittikçe arttırmıştır. Bu durum, sınırlı olan tarımsal kaynakların sürdürülebilirliğini daha da önemli kılmış ve ülkelerin milli politikasının bir parçası haline gelmiştir (McBratney ve ark., 2014). Erozyon, tarımda ciddi bir sorun olup tarım topraklarının sürdürülebilirliğini etkileyen en büyük tehlikelerden birini oluşturmaktadır (Boardman ve Poesen, 2006; FAO, 2011; Borrelli ve ark., 2017). Toprak erozyonu; toprakların verimliliğini azaltır ve tarımsal arazilerini verimsiz hale getirerek, tarımsal faaliyetlerin gelişimini olumsuz etkiler. Bu nedenle, toprak

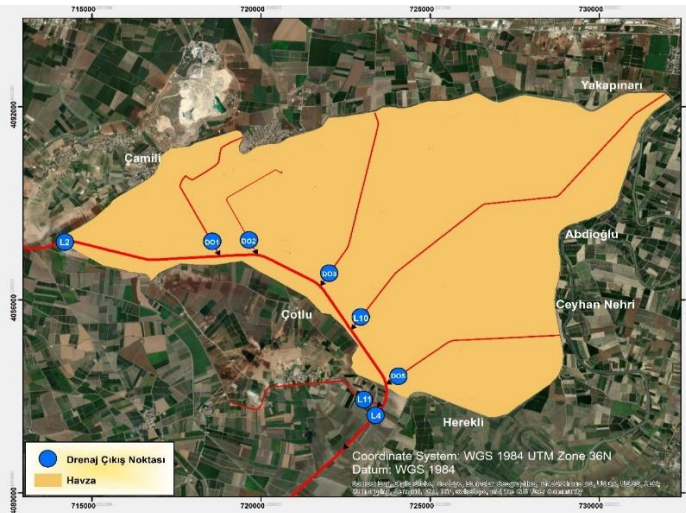
erozyonu küresel bir tehdittir (Montanarella ve ark., 2016; Poesen, 2018). Dünya genelinde, ekili alanların yaklaşık üçte biri toprak erozyonuna bağlı olarak amaç dışı kullanımlara terk edilmiştir (Pimentel ve ark., 1995). Özellikle Akdeniz iklim kuşağı gibi yarı kurak bölgelerde bulunan tarımsal araziler, erozyon sorunundan daha çok etkilenmektedirler. Bu bölgelerde, yağış şiddeti, yağışların zaman ve mekan içindeki düzensiz dağılımı, yağışlardan kaynaklı taşkınlar ve tekniğine uygun olmayan yüzeysel sulama tekniklerinin uygulanması vb. faktörler toprak kaybının oluşumunda başlıca etken olarak gösterilmektedir.

Bir havzadan olan erozyonun, bir başka anlatımla toprak kaybının belirlenebilmesi için akarsu yatağındaki askıda katı madde ve sürüntü malzemesi miktarının bilinmesi gerekir (Hamel ve ark., 2015): Bunun için sediment konsantrasyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, birçok araştırma yapıldığı görülmektedir (Symeonakis ve ark., 2007; Xu ve ark., 2011; Bajocco ve ark., 2012). Yapılan araştırmalarda, daha çok küçük ölçekli tarımsal alanlar seçilmektedir. Ancak, sulu tarım yapılan büyük ölçekli tarımsal havzaların genel olarak çalışılmadığı dikkati çekmektedir. Büyük ölçekli havzalarda çalışma yapmanın zorlukları bunda önemli bir etken olmaktadır. Bu çalışmada; doğal olmayan drenaj kanallarına sahip tarımsal bir drenaj havzasındaki, farklı drenaj çıkış noktalarından alınan su örneklerindeki sediment konsantrasyonlarının karşılaştırılması ve akım gözlem istasyonu olan noktadaki kanal kesitinde gözlenen su derinlikleri ile sediment konsantrasyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### MATERYAL

Araştırma alanı, 9 495 hektar genişliğinde olup, sahanın güneyinde Çotlu ve Büyük Kapılı, doğusunda Abdioğlu ilçesi ve Ceyhan Nehri, batısında camili ve kuzeyinde ise Yakapınar yerleşim yerleri yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma sahası, coğrafi olarak Doğu Akdeniz bölgesinde  $36^{\circ} 51' 46''$  -  $36^{\circ} 57' 00''$  kuzey enlemleri ve  $35^{\circ} 24' 10''$  -  $35^{\circ} 36' 34''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır (Çetin, 2015). Araştırma alanında; yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklim karakteri etkilidir.



Şekil 1. Çalışma sahası (Aşağı Seyhan Ovasında bir tarımsal drenaj havza)

Araştırmada sediment gözlemleri, Şekil 1’de gösterilen L2, L4, L10, L11, DO1, DO2, DO3 ve DO5 noktalarında yapılmıştır. Su derinlikleri, sadece L2, L4 ve L10 noktalarında ölçülmüştür.

## YÖNTEM

### *Sediment Konsantrasyonları*

Araştırma sahasının alt havzalar bazında sediment konsantrasyonunun belirlenmesi için havzanın farklı drenaj çıkış noktalarından (Bk. Şekil 1’de L2, L10, L11, DO1, DO2, DO3 ve DO5) üç haftada bir olmak üzere iki yıllık süreyle (2019-2020) su örnekleri alınmıştır. L4 noktasında, günlük bazda örnekleme yapılmıştır. Alınan örneklerin sediment konsantrasyonları, laboratuvar ortamında kurutma yöntemiyle elde edilmiştir (İbrikçi ve ark., 2016). Kurutma yönteminde izlenen aşamalar şöyledir:

Örnekler için kullanılan cam beherlerin sterilize edilmesi, hassas terazide daralarının tartılması, Darası belirlenmiş her bir örnek kabı içine dereceli silindir ile 250 ml su örneği konulması,

Su örnekleri konulmuş olan cam beherlerin 103-105 °C sıcaklığındaki etüv içerisine konulması (Bilgin, 2015) ve örnekleme suyunun tamamen buharlaşması için beklenmesi (örneklerin kurutulması),

Kurutulan örnek kaplarının çıkarılarak tartılması ve tara ağırlığı ile farkı alınarak *g/250 ml* biriminden örnek içerisindeki sediment konsantrasyonunun elde edilmesi,

Hacmi 250 ml olan örneklerin sediment konsantrasyonlarının, standart sediment konsantrasyonu birimine (*mg/l* veya *g/l*) dönüştürülmesi.

### *Su Derinliklerinin Ölçülmesi*

Su derinlikleri, ana havzanın çıkış noktası ile diğer iki alt havzanın çıkış noktasındaki limnigraflar yardımı ölçülmüştür. Drenaj kanallarındaki su derinlikleri, ölçme noktalarında otomatik olarak kayıt altına alınmıştır. Araştırma alanında; drenaj suları iki noktadan (bk. Şekil 1’de L11 ve L2) çalışma alanına girerken, havzanın çıkış noktasından (bk. Şekil 1’de L4) çalışma alanını terk etmektedir.

### *Korelasyon Analizi*

Korelasyon analizi, Excel programı kullanılarak Eşitlik 1 yardımıyla yapılmış (Hogg ve ark., 1995) ve gözlem noktalarının sediment konsantrasyonları ikili gruplar halinde Köklü ve ark. (2006)’ya göre karşılaştırılmıştır. Benzer şekilde, akım gözlem istasyonu olan ana havza çıkış noktası ile alt havza çıkış noktalarında ölçülen su derinlikleriyle aynı noktadaki sediment konsantrasyon değerleri arasındaki ilişkilerde belirlenmeye çalışılmıştır.

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sqrt{\text{Var}(X)\text{Var}(Y)}} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Burada, X ve Y değişkenleri korelasyon katsayısı hesaplanacak iki farklı drenaj noktasında ölçülen sediment ya da su derinliğini göstermektedir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Sediment Konsantrasyonları Mekansal ve Zamansal Değişimleri*

Çalışma alanında, iki yıl süreyle (2019-2020) yapılan gözlemler kapsamında, ana havza ile alt havzaların çıkış noktalarından su örnekleri alınmış ve sediment konsantrasyonları (g/l) laboratuvarında belirlenmiştir. Gözlem yapılan noktalardaki sediment konsantrasyonları korelasyon matrisi elde edilmiştir (Tablo 1). Buna göre; ana drenaj çıkış noktası L4 ile alt havzaların çıkış noktaları arasında sediment konsantrasyonu bakımından negatif bir korelasyon bulunmakla birlikte, anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Buna karşın, L10 noktası ile DO3 ve DO5 noktaları arasında yüksek derecede korelasyona tespit edilmiştir (sırasıyla 0.839 ve 0.802). Benzer şekilde DO2 ve DO3, DO3 ve DO5 noktaları arasında da pozitif ve güçlü/kuvvetli korelasyon ( $0.70 \leq r \leq 1.00$ ) gözlenirken, DO2 ve DO5 arasında orta düzeyde ( $0.40 \leq r \leq 0.70$ ) pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ancak, L2 ve L11 çıkış noktalarında gözlenen sediment konsantrasyonları arasındaki korelasyonun  $r=0.39$  düzeyinde ve zayıf nitelikli olduğu ( $0.00 \leq r \leq 0.40$ ) görülmektedir (Tablo 1).

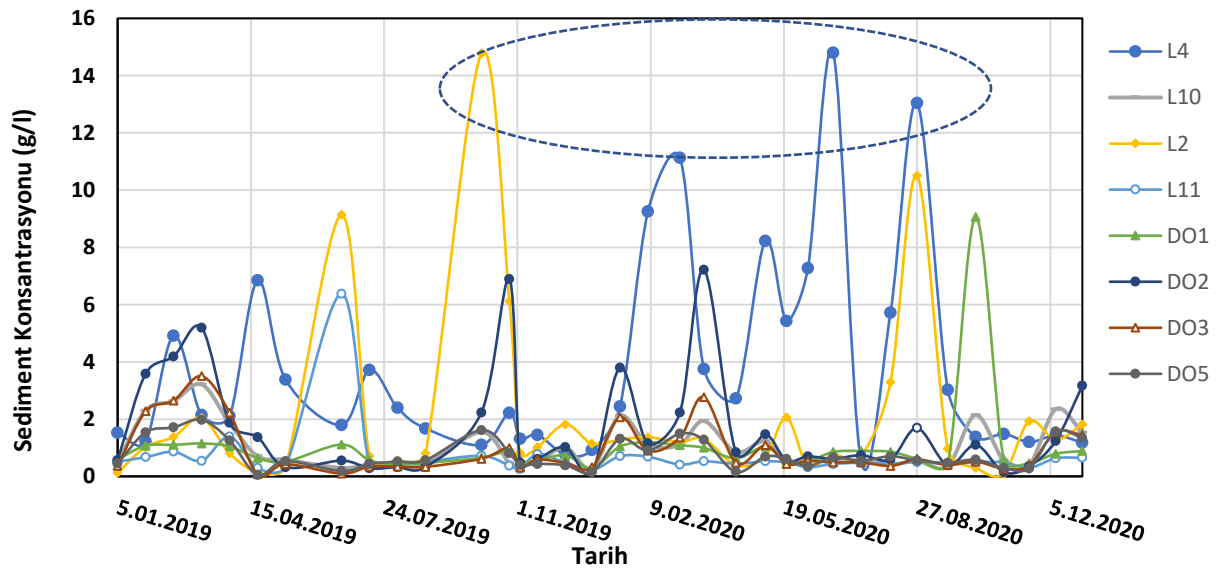
**Tablo 1.** Havzada farklı noktalarda gözlenen sediment konsantrasyonları korelasyon matrisi

Gözlem Noktaları	L2	L4	L10	L11	DO1	DO2	DO3	DO5
L2	1							
L4	0.047	1						
L10	-0.033	-0.145	1					
L11	<b>0.392</b>	-0.130	-0.069	1				
DO1	-0.096	-0.093	<b>0.376</b>	0.018	1			
DO2	0.181	-0.065	<b>0.544</b>	-0.078	0.035	1		
DO3	-0.089	-0.060	<b>0.839</b>	-0.085	0.027	<b>0.750</b>	1	
DO5	0.194	-0.005	<b>0.802</b>	-0.120	0.041	<b>0.605</b>	<b>0.819</b>	1

Sediment konsantrasyonlarının zamanla değişimi (Şekil 2) incelendiğinde; L2 drenaj noktası (havzaya giren sediment konsantrasyonu) (2019 Kasım) ile L4 ana drenaj çıkış noktasında (2020 Haziran-Ağustos) en yüksek sediment konsantrasyonu (14.77, 14.79 ve 13.04 g/l)



gözlenmiştir. Diğer taraftan, 2019 Nisan ayı DO3 ve DO5 drenaj çıkış noktalarında 0.07 g/t ve 0.05 g/l değerleriyle en küçük sediment konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. Gözlem noktalarının mevsimsel olarak toplam sediment konsantrasyonu değerlendirildiğinde, tüm sezonlar için L4 noktası en büyük değerler ile birinci sırada; L2 ve DO3 çıkış noktaları ikinci ve üçüncü sırada yer almıştır. L2 noktasındaki sedimentin yüksek olmasının ana nedeni, havzanın eğiminin diğer kesimlere kıyasla oldukça yüksek olması ve tarla tarımının yoğun olması gösterilebilir. Bahçe tarımının ağırlıklı olduğu kesimleri drene eden çıkış noktalarındaki sediment konsantrasyonları, tarla tarımının hakim olduğu kesimlere nazaran daha düşük sediment konsantrasyonu ile karakterize edilmiştir. Bu bağlamda, sediment konsantrasyonu en düşük DO5 ve L11 noktalarında elde edilmiştir. Çünkü, L11 noktasındaki drenaj kanalı daha çok insan faaliyetinin olmadığı ve ana sulama kanalının ayak sularının direk tahliye edildiği bir kanal olup, müdahalesiz alanları drene etmektedir. Diğer yandan, DO5 noktasının drene ettiği tarım alanlarının büyük bir bölümünde ise bahçe bitkilerinin yetiştirilmektedir. Drenaj sistemlerinin etkin çalıştığı, bahçe tarımı yapılan ve eğimi düşük olan damla ve yağmurlama sulama yöntemleri ile sulanan alanları drene eden drenaj kanallarında daha az sediment konsantrasyonu gözlenmiştir. Bu alanlarda, yüzey akış azalmakta ve sediment konsantrasyon oranı düşmektedir.



Şekil 2. Ana ve alt havza çıkış noktalarının zamana bağlı sediment konsantrasyonu

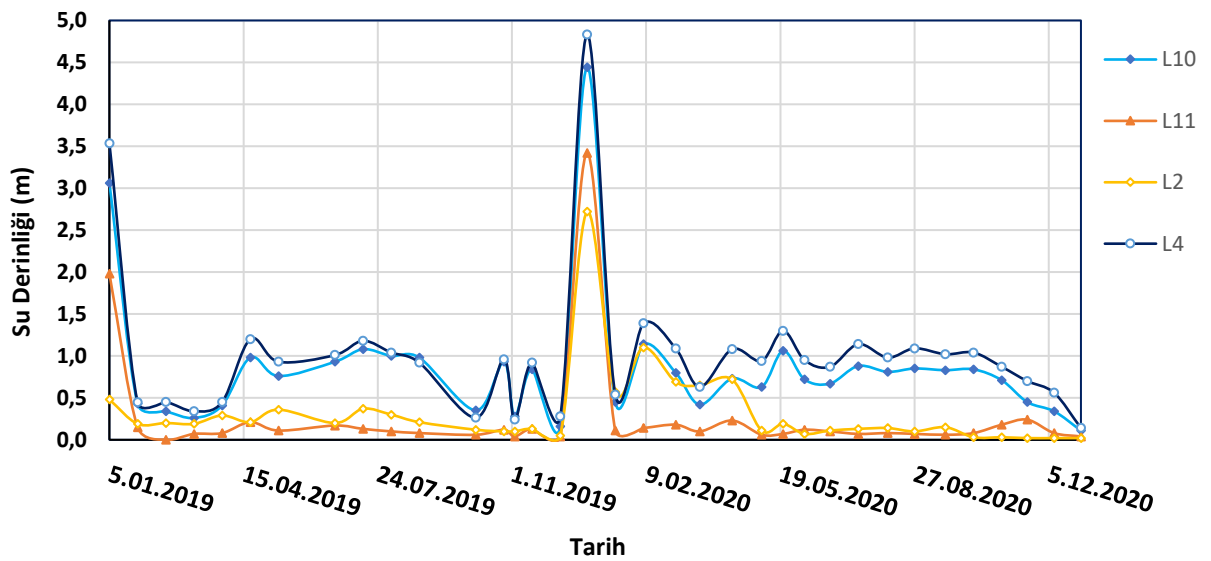
### *Kanal Kesiti Su Derinlikleri Mekansal ve Zamansal Değişimleri*

L2, L4, L11 ve L10 drenaj çıkış noktalarında sediment gözlemi yapılırken kesitteki su derinlikleri de ölçüldüğünden, su derinlikleri ile sediment gözlemleri arasındaki olası ilişkiler araştırılmıştır. Korelasyon analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Kesitlerde gözlenen su derinlikleri arasındaki doğrusal ilişki dikkate alındığında, tüm noktaların arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum, havza içerisindeki alt havzaların hidrolojik bir sistem olarak benzer tepkiler gösterdiğine kanıt teşkil etmektedir. Şekil 3, varılan bu savı desteklemektedir.

**Tablo 2.** Gözlem noktalarındaki kanal kesitinde gözlenen su derinlikleri korelasyon matrisi



Gözlem Noktaları	L2	L4	L10	L11
L2	1			
L4	<b>0.765</b>	1		
L10	<b>0.772</b>	<b>0.993</b>	1	
L11	<b>0.803</b>	<b>0.934</b>	<b>0.942</b>	1



Şekil 3. Akım gözlem istasyonlarının zamana bağlı su derinlikleri

Akım gözlemlerinin yapıldığı drenaj çıkış noktalarının (L2, L4, L10 ve L11) su derinlikleri ile sediment konsantrasyonları incelendiğinde; L10 noktasının su derinlikleri ile sediment konsantrasyonları arasında orta derecede ( $r=-0.406$ ), L2 noktasında düşük seviyede (önemsiz) ( $r=-0.132$ ) ve L11 noktasında, benzer şekilde negatif yönde oldukça zayıf korelasyon ( $r=-0.075$ ) olduğu saptanmıştır. L4 ana drenaj çıkış noktasında, sediment konsantrasyonları ile kanaldaki su derinliği arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. Drenaj kanallarındaki sediment konsantrasyonu ile su derinliği arasındaki ters ilişki şu şekilde açıklanabilir: a) Sulama mevsiminde aşırı sulama suyu kullanılması, sulamadan dönen suların fazla olması, b) Havza içerisindeki sulama kanallarının uç tahliye sularının direk olarak “*by-pass akımı*” şeklinde drenaj kanallarına boşaltılması, böylece sediment konsantrasyonunu seyreltme etkisi oluşması.

## SONUÇ

Doğal olmayan drenaj kanallarına sahip sulama altındaki tarımsal bir drenaj havzasında yürütülen bu çalışmada; farklı drenaj çıkış noktalarında 2 yıl süreli (2019-2020) sediment ve su derinliği gözlemleri yapılmıştır. Her bir noktanın eş zamanlı olarak gözlenen sediment konsantrasyonları ile kanal kesitindeki su derinlikleri değerlendirilmiştir. Sediment

konsantrasyonları zaman ve mekan boyutunda değişkenlik göstermiştir. Tarla bitkileri yetiştiriciliğinin ağırlıklı olarak yapıldığı kesimleri drene eden drenaj kanalları çıkış noktalarında gözlenen sediment konsantrasyonu değerlerinin yüksek olduğu; yoğun olarak bahçe bitkilerinin bulunduğu alanları drene eden drenaj kanallarında gözlenen sediment konsantrasyonlarının ise daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Sediment konsantrasyonlarının, arazilerin eğimi ve tarımsal faaliyet türü ile ilişkili olunduğu ortaya konulmuştur.

Akım gözlem istasyonu olan drenaj çıkış noktalarında, su derinlikleri arasında yüksek oranda kuvvetli korelasyon saptanmıştır. Hidrolojik sistemin, bir bütün olarak yağış ve sulamalara tepki verdiği sonucuna varılmıştır. Sediment konsantrasyonu ile kanal su derinlikleri arasında ters yönde ve zayıf bir ilişki, havzadaki zayıf sulama suyu yönetimine, düşük sulama randımanına ve yüksek drenaj akımlarına, “*by-pass akımları*”nın direk etkisine seyreltici etkisine atfedilmiştir. Elde edilen bulgular dikkate alındığında:

Yüzey sulama yöntemleri yerine damla ve yağmurlama sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması; sulama şebeke randımanının yükseltilmesi,

Tarımsal alanlardaki tarla içi drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi, yüksek eğimli alanlarda sulama ve sürüm yönünün kontur çizgilerine paralel olarak yapılması havza bazında toprak kayıplarını önlemede etkili olacaktır. Böylece, drenaj sularındaki sediment konsantrasyonları azalacak ve drenaj kanallarının çevresel etkileri minimize edilebilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma; Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “*Sulu Tarım Yapılan Büyük Ölçekli Havzalarda Toprak Taşınımının Belirlenmesi: Akarsu Sulama Birliği Sahasında Örnek Bir Çalışma*” başlıklı araştırma projesi kapsamında (*Proje No: FBA-2019-11309*) nolu BAP projesi ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A. and Salvati, L., 2012. The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. *Environ. Manage.*, 49 (5), pp. 980-989, 10.1007/s00267-012-9831-8.

Bilgin, A., 2015. An assessment of water quality in the Coruh Basin (Turkey) using multivariate statistical techniques. *Environ Monit Assess*, DOI 10.1007/s10661-015-4904-9, 187:721.

Boardman, J., Poesen, J., 2006. *Soil Erosion in Europe*. Wiley, New York.

Borrelli, P., Robinson, P., Fleischer, L.R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schutt, B., Ferro, V., Van Oost, K., Montanarella, L., Panagos, P., 2017. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nat. Commun.*, 8, Article 2013, 10.1038/s41467-017-02142-7.

Çetin, M., İbrikçi, H., Berberoğlu, S., Karnez, E., 2015. Türkiye’de Tarımsal Bir Alanda Sulamadan Dönen Suyun ve Sudaki Besin Elementi Yükünün İzlenmesi ve Çok Ölçekli

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Modellenmesi (IRAFLUT). TÜBİTAK Aratırma Projesi Gelişme Raporu (Bilimsel Rapor), TÜBİTAK Proje No: 113O151.

FAO, 2011. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW): Managing Systems at Risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Hamel, P., Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Mueller, C., 2015. A new approach to modeling the sediment retention service (InVEST 3.0): case study of the cape fear catchment, North Carolina, USA. *Sci. Total Environ.*, 524, pp. 166-177.

Hogg, R.V., Craig, A.T., 1995. Introduction to mathematical statistics, prentice hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, paper: 92.

İbrikçi, H., Çetin, M., Sağır, H., Uçan, M., Gölpınar, M.S. ve Karnez E., 2016. Sulu tarımın yapıldığı akarsu sulama havzasında drenajla oluşan azot kayıplarının zamansal izlenmesi. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.* 31(3): 153-163.

Köklü, N., Büyüköztürk, Ş. ve Bökeoğlu, Ç. Ö., 2006. Sosyal Bilimler için İstatistik. Ankara: Pegem Yayınları.

McBratney, A., Field, D.J. and Koch, A., 2014. The dimensions of soil security. *Geoderma*, 213, pp. 203-213, 10.1016/j.geoderma.2013.08.013.

Montanarella, L., Pennock, D.J., McKenzie, N., Badraoui, M., Chude, V., Baptista, I., Mamo, T., Yemefack, M., Singh Aulakh, M., Yagi, K., 2016. World's soils are under threat *Soil*, 2:79-82.

Pimentel, D., Harvey, C., Resoudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., Mcnair, M. and Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, pp. 1117-1123, 10.1126/science.267.5201.1117.

Poesen, J., 2018. Soil erosion in the anthropocene: research needs. *Earth Surf. Proc. Land.*, 43, pp. 64-84, 10.1002/esp.4250.

Symeonakis, E., Calvo-Cases, A. And Arnau, E., 2007. Land use change and land degradation in Southeastern Mediterranean Spain. *Environ. Manage.*, 40 (1), pp. 80-94, 10.1007/s00267-004-0059-0.

Xu, Y., Luo, D. and Peng, J., 2011. Land use change and soil erosion in the Maotiao River watershed of Guizhou Province. *J. Geograph. Sci.*, 21, p. 1138, 10.1007/s11442-011-0906-x.

## THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER AMOUNTS ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) YIELD AND QUALITY

Yunus Emre Ozkaya<sup>1</sup> Gokhan Ismail Tuylu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Harran University, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Şanlıurfa ORCID: 0000-0002-0823-8270

<sup>2</sup>Harran University Department of Agricultural Structures and Irrigation ORCID: 0000-0001-8678-0287

\*Corresponding author: yeozkayaa@outlook.com

### Abstract

In the conditions of the Harran Plain, in 2019, it was aimed to determine the effects of different irrigation amounts on cotton yield and fiber quality, and cotton (*Gossypium hirsutum* L.) was grown using subsurface drip irrigation systems (SDIS). Irrigation issues; [I<sub>1</sub> (1.25), I<sub>2</sub> (1.00), I<sub>3</sub> (0.75), I<sub>4</sub> (0.50), I<sub>5</sub> (0.25)] Determined according to Class A Pan method and Class A Pan crop coefficient (K<sub>cp</sub>), irrigation water amount (I), plant water consumption (ET), water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) parameters were investigated. As yield parameters in the study; seed cotton yield (kg ha<sup>-1</sup>), ginning outturn (g g<sup>-1</sup>) and number of bolls per plant (per plant<sup>-1</sup>) were determined and fiber quality parameters; fiber length (mm), fiber uniformity index (%), fiber strength (g tex<sup>-1</sup>), fiber yellowness (+b), fiber reflectance (Rd), fiber fineness (mic) and fiber elongation (elg) was studied. K<sub>cp</sub> value was 1.25, I values were 896.4-298.8 mm, ET value was 998.4-332.8 mm, WUE values were 0.59-0.39 kg m<sup>-3</sup> and IWUE values were 0.65-0.44 kg m<sup>-3</sup>. Seed cotton yield 5870.73-1330.96 kg ha<sup>-1</sup>, ginning outturn 43-37 (g g<sup>-1</sup>) and number of boll per plant (per plant<sup>-1</sup>) 20.66-5.33 and fiber index (g) 6.41-4.64, fiber length (mm) 26.38-25.67, fiber uniformity index 83.13-81.21 (%), fiber strength (g tex<sup>-1</sup>) 30.01-26.8, fiber yellowness (+b) 8.58-7.58, fiber reflectance (Rd) 76.59-74.81, fiber fineness (mic) 4.30-4.22 and fiber elongation (elg) 7.94-7.10.

**Keywords:** HVI 1001, Irrigation, Şanlıurfa, Underground

### INTRODUCTION

Cotton plant is a perennial plant and is a widely used fiber plant. The cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.), which is grown to be used in many fields such as textile, food, medicine and industry, is economically important. In the world, India, The United States of America and China are the leading countries in cultivation. Turkey is in the 11th place in the world. Cotton production in Turkey is carried out in the Aegean Region, Southeastern Anatolia Region, Çukurova and Antalya regions. Considering the production areas, the Southeastern Anatolia Region ranks first (Anonymous, 2019).

Pressure irrigation systems have taken their place to be used in irrigation rapidly depending on the developing irrigation technology in the world and in our country. Drip irrigation systems are systems that save water, save on irrigation labor and energy. Subsurface drip irrigation systems are a modification of drip irrigation systems. Scientific studies using both irrigation systems are common in the world and in Turkey (Tuylu and Tuylu, 2019). In the conditions of the Harran Plain; Kirnak et al. (2002), Demirok and Tuylu (2019), Orhangazi (2017) and Carus

(2019) investigated water-yield relation in different plants using subsurface drip irrigation systems.

Furrow irrigation method, which is one of the traditional methods, is widely used in cotton irrigation in Şanlıurfa Region. In recent years, there has been a tendency to use drip irrigation methods, which is one of the pressure irrigation methods. In the future, it is possible to use subsurface drip irrigation systems. To this end; under the conditions of the Harran Plain, the possibilities of using subsurface drip irrigation systems in cotton irrigation were investigated in 2019. Class A Pan plant coefficient ( $K_{cp}$ ), irrigation water amount (I), plant water consumption (ET), water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) parameters were determined. As yield parameters in the study; seed cotton yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), ginning outturn ( $\text{g g}^{-1}$ ) and number of boll per plant ( $\text{per plant}^{-1}$ ) were determined and fiber quality parameters were determined as quality parameters; fiber length (mm), fiber length uniformity index (%), fiber strength ( $\text{g tex}^{-1}$ ), fiber yellowness (+b), fiber reflectance (Rd), fiber fineness (mic) and fiber elongation (elg) was studied.

### MATERIAL AND METHOD

The study was carried out in the test field of Harran University Faculty of Agriculture Eyyübiye Campus in 2019. The altitude of the test field is 470 m and its geographical location is at  $36^{\circ} 42'$  North latitude and  $38^{\circ} 58'$  east longitude. Some climate values of the test field, the long term mean of years 1985-2019 and the values of 2019 are given in Table 1.

Table 1. Mean climate values of 2019 and 1985-2019 long years (LY) in test field (Anonymous, 2019)

Climate Parameters		Maximum Temperature	Minimum Temperature	Mean Temperature	Relative humidity	Wind Speed	Hours of Sunshine	Rain
Month	Year	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	( $\text{m s}^{-1}$ )	(h)	(mm)
May	2019	40,3	10,1	25,1	36,4	1,4	344,1	6,8
	L.Y.	37,15	11,32	23,55	41,15	1,55	311,52	20,72
June	2019	44,1	18,5	30,8	31,1	1,7	353,2	8,1
	L.Y.	42,75	17,77	29,7	30,97	1,97	360,15	4,45
July	2019	42,3	19,7	31,7	30,1	2,0	383,9	0
	L.Y.	43,00	21,05	32,7	28,3	1,95	383,25	0,05
August	2019	45,8	20,7	32,8	29,9	1,8	349,3	0
	L.Y.	43,95	21,02	36,67	31,57	1,7	349,57	0
September	2019	39,5	15,9	28,0	30,6	1,3	312,9	0,2
	L.Y.	40,6	16,65	28,25	30,9	1,47	297,45	0,57
October	2019	36,2	11,3	23,0	44,7	1	230,4	41,1
	L.Y.	33,8	11,05	21,87	40,52	1,15	233,37	28,27
November	2019	27,5	5,9	14,8	42,2	0,8	182,4	6,1
	L.Y.	25,97	4,02	13,47	53,3	0,92	149,22	35,05

The total sowing-planting area of the Harran plain is 235 000 ha. Cotton, corn, wheat, vegetables and fruits are grown as the dominant plant pattern. Soil pH values and structure of the plain vary between 7.2-7.6, respectively; it is in the form of 84% clay, 8% clay-silt, 8% clay-loam soil (Table 2). Irrigation water is well water and its quality is C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> and pH 7.77 (Table 3).

Table 2. Soil properties of the test field

Depth (cm)	As (g m <sup>-3</sup> )	FC (g g <sup>-1</sup> )	WP (g g <sup>-1</sup> )	ECe (dS m <sup>-1</sup> )	Phosphor (kg ha <sup>-1</sup> )	Potassium (kg ha <sup>-1</sup> )	Organic substance (%)	pH	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Texture
0-30	1.37	35.75	22.10	1.04	380	1475	0.44	7.3	56.6	20.0	23.4	C
30-60	1.48	36.38	21.20	0.94	160	1295	0.44	7.4	54.6	17.0	24.4	C
60-90	1.48	35.75	22.08	0.97	110	1264	0.83	7.4	62.6	17.0	21.4	C

ECe: Electrical conductivity, TK: Field capacity, SN: Wilting point, As: Bulk density

Table 3. Chemical properties of irrigation water (Carus, 2019).

Electical conductivity (dS m <sup>-1</sup> )	Colour	Turbidity	Temperature of water (°C)	Sulphate (mg l <sup>-1</sup> )	Aluminum (mg l <sup>-1</sup> )	Chlorine (mg l <sup>-1</sup> )	pH	Classification
445	0	0.6	16.4	23.5	0.074	39	7.77	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>

In the study, DP-396 cotton variety was used and randomized blocks were planted in a split plot design with 3 replications. The plot areas are 8.4 m<sup>2</sup> and they are designed to be 0.20 m between rows and 0.70 m on rows. 13 plants were planted in each lateral. At the time of harvest, the impact effect was obtained as 0.35 m on rows and 0.10 m between rows.

Irrigation issues; 125% (v v<sup>-1</sup>), 100 % (v v<sup>-1</sup>), 75 % (v v<sup>-1</sup>), 50 % (v v<sup>-1</sup>) and 25% (v v<sup>-1</sup>) were determined according to the amount of evaporation obtained from Class A Pan in 2019 (I<sub>1</sub>: 1.25, I<sub>2</sub>: 1.0, I<sub>3</sub>: 0.75, I<sub>4</sub>: 0.50, I<sub>5</sub>: 0.25) The amount of irrigation water to be given to the cotton plant and the amount of evaporation from the open water surface were determined using Class A-Pan. The amount of water given to all trial subjects was measured with a meter and applied. Subsurface drip irrigation system was used in the test field. The lateral flow of the system is 2 l h<sup>-1</sup> and the dripper spacing is 0.20 m. Soil lateral depth is 40 cm.

After 30 cm deep ploughing was made in the test field, the lateral pipes of the subsurface drip irrigation were placed 40 cm and the manifold pipe connections were made and covered. Then the soil surface roughness was smoothed. The fertilizer DAP (18 kg Nitrogen 46 kg, Phosphorpentaoxide (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)) was applied to the soil during seed planting. Depending on the vegetative development of the plant, urea fertilizer, leaf fertilizer, phosphorus, ammonium nitrate fertilizers were used. It was done in the fight against pests (Tobacco Thrips (*Thrips tabaci* Lind), Cutworm (*Agrotis ipsilon*), Cotton Aphid (*Aphis gossypii* G.), Cotton Spider Mites (*Tetranychus* sp.), Cotton whitefly (*Bemisia tabaci* Gennius)) during the vegetative development period in cotton. Weed control was done by hand.

The HV11001 device was used to determine the fiber quality parameters. SPSS 26.0 computer software was used to analyze the data statistically.



### **Determination of Irrigation Water Amount**

The amount of water (I) to be given to the parcels was found by measuring from Class A Pan (Kanber, (1984); Demirok and Tuylu, (2019); Tuylu and Tuylu, (2019)).

$$I = A \times K_{cp} \times E_p \times P$$

In equality;

I: Amount of irrigation water to be applied (mm),

A: Pan container area (m<sup>2</sup>),

K<sub>cp</sub>: Pan coefficient,

E<sub>p</sub>: Evaporation from Class A Pan (mm),

P: Percentage of wetted area.

### **Determination of Plant Water Consumption**

While determining the amount of water used by the plant, water budget equality was used, and deep infiltration and runoff were neglected (James, (1988); Demirel, (2012)):

$$ET = I + R - DP - RO \pm \Delta S$$

ET: Plant water consumption (mm),

I: Applied irrigation water (mm),

R: Precipitation (mm),

DP: Deep penetration (mm),

RO: Runoff (m),

Δs: Soil water change in the effective root zone during the irrigation interval (mm).

### **Water Use Efficiency and Irrigation Water Use Efficiency**

Water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) equations were used to determine the amount of water applied to the trial plots (Howell et al., 1994).

$$WUE = E_y / ET$$

In equality;

WUE = Water use efficiency (kg m<sup>-3</sup>),

E<sub>y</sub> = Yield (kg ha<sup>-1</sup>),

ET = Seasonal plant water consumption (mm).

$$IWUE = E_y / I$$

In equality;

IWUE = Irrigation water use efficiency (kg m<sup>-3</sup>),

I = Seasonal irrigation water amount (mm).

## **CONCLUSION AND DISCUSSION**

In the study carried out, kcp coefficients ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ), water use efficiency (WUE), irrigation water use efficiency (IWUE), plant water consumption (ET) and irrigation water amounts (I) were determined and the results were examined.

WUE, IWUE, ET and I values, 9 irrigations were made from the sowing of the cotton plant to the harvest period. Water efficiency (WUE) values ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ) in order;  $0.59 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.46 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.43 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.41 \text{ kg m}^{-3}$  and  $0.39 \text{ kg m}^{-3}$  were obtained. Irrigation water use efficiency (IWUE) values ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ) are respectively;  $0.65 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.51 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.48 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.46 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $0.44 \text{ kg m}^{-3}$  were obtained. Plant water consumption (ET) values ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ) respectively; Calculated as 998.4 mm, 832 mm, 665.6 mm, 502.2 mm, 332.8 mm. The amount of water applied (I) was found to be 896.4 mm, 747 mm, 597.6 mm, 448.2 mm and 298.8 mm, respectively (Table 4).

Table 4. (WUE), (IWUE), (ET) and (I) values

Irrigation Amounts	WUE ( $\text{kg m}^{-3}$ )	IWUE ( $\text{kg m}^{-3}$ )	ET (mm)	I (mm)
$I_1$	0.59	0.65	998.4	896.4
$I_2$	0.46	0.51	832	747
$I_3$	0.43	0.48	665.6	597.6
$I_4$	0.41	0.46	499.2	448.2
$I_5$	0.39	0.44	332.8	298.8

As yield parameters in the study; seed cotton yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), ginning outturn ( $\text{g g}^{-1}$ ) and number of bolls (per plant<sup>-1</sup>) were determined and fiber quality parameters; fiber length (mm), fiber length uniformity index (%), fiber strength ( $\text{g tex}^{-1}$ ), fiber yellowness (+b), fiber reflectance (Rd), fiber fineness (mic) and fiber elongation (elg) were examined, statistically evaluated and the results discussed.

**Seed Cotton Yield:** It was determined that there was a statistically significant difference ( $p < 0.01$ ) between different irrigation amounts (Table 5). Although it keeps bolls for irrigation, the bolls are not completely filled with fiber and seed grain. According to the irrigation subjects ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ), the mean seed yield amounts are respectively; it was determined that  $5870.73 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $3813.50 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $2863.46 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $2052.06 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $1330.96 \text{ kg ha}^{-1}$ . In the study conducted by Coşkun (2015), the highest mean seed cotton yield was obtained in  $I_{150}$  irrigation as  $5967 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Table 5. Statistical analysis of seed cotton yield

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	372975.913	4	93243.978	72.338**	.000
Ingroup (Error)	12890.028	10	1289.003		
Total	385865.941	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Ginning Outturn:** It was determined that there was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 6). It was concluded that there was a

linear increase between irrigation amount and ginning outturn. According to irrigation subjects ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ), the ginning outturn are respectively; it was calculated as  $43 \text{ g g}^{-1}$ ,  $43 \text{ g g}^{-1}$ ,  $42.33 \text{ g g}^{-1}$ ,  $40.67 \text{ g g}^{-1}$ ,  $37.00 \text{ g g}^{-1}$ . The ginning outturn of the DP-396 cotton variety was found to be 41.16 by Yıldız, Haliloğlu (2017).

Table 6. Table 6. Statistical analysis of ginning outturn

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
İntergroup	77.067	4	19.267	3.753*	.041
İngroup (Error)	51.333	10	5.133		
Total	128.400	14			

**Number of Bolls per Plant:** It was determined that there was a statistically significant difference ( $p < 0.01$ ) between different irrigation amounts (Table 7). According to the irrigation amounts ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ), the number of bolls per plant, respectively; 20.66 per plants<sup>-1</sup>, 14.34 per plants<sup>-1</sup>, 10.66 per plants<sup>-1</sup>, 7.61 per plants<sup>-1</sup>, 5.33 per plants<sup>-1</sup> were found. By Çetin (2019); the number of bolls per plant according to the irrigation subjects of the subsurface drip irrigation method ( $I_{75}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{125}$ ) respectively; it was found that 12.8 per plants<sup>-1</sup>, 14.6 per plants<sup>-1</sup>, 16.4 per plants<sup>-1</sup>.

Table 7. Statistical analysis of number of bolls per plant

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
İntergroup	429.314	4	107.329	70.305**	.000
İngroup (Error)	15.266	10	1.527		
Total	444.580	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Index (g):** It was determined that there was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 8). According to the amount of irrigation ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{25}$ ), the fiber index is respectively; it was determined to be 6.41(g), 6.15 (g), 5.63 (g), 5.09 (g), 4.64 (g). Cızzak and Cevheri (2021) determined that the mean fiber index in DP-396 cotton variety was 6.96 (g).

Table 8. Statistical analysis of fiber index

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
İntergroup	6.416	4	1.604	5.254*	.014
İngroup (Error)	3.052	10	.305		
Total	9.468	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Length (mm):** There was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 9). According to the amount of irrigation ( $I_{125}$ ,  $I_{100}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{50}$ ,

I<sub>25</sub>), respectively; it was found as 26.38 mm, 26.28 mm, 26.01 mm, 25.87 mm, 25.67 mm. Yilmaz (1999); Dagdelen et al. (1998) determined the fiber length values obtained from different irrigation amounts as 28.00-30.00 mm.

Table 9. Statistical analysis of fiber length

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	1.017	4	.255	.183	.942
Ingroup (Error)	13.960	10	1.394		
Total	14.977	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Strength (g tex<sup>-1</sup>):** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 10). According to the amount of irrigation (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>), fiber strengths are respectively; it is determined as 30.01 g tex<sup>-1</sup>, 29.51 g tex<sup>-1</sup>, 28.20 g tex<sup>-1</sup>, 27.69 g tex<sup>-1</sup>, 26.8, g tex<sup>-1</sup>. Alvarez (1991) determined that although the amount of irrigation water in cotton was effective on the physiological and morphological development of the plant, it did not have any effect on fiber strength.

Table 10. Statistical analysis of fiber strength

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	20.791	4	5.139	.907	.491
Ingroup (Error)	56.711	10	5.666		
Total	77.502	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Fineness (mic):** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 11). According to the amount of irrigation (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>), fiber finesses are respectively; 4.30 mic., 4.28 mic., 4.26 mic., 4.25 mic., 4.22 mic. was measured. The fiber fineness obtained by the drip irrigation method by Özkan (1991) and Kanber (1997) is 4.1-3.3 mic. was obtained.

Table 11. Statistical analysis of fiber fineness

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	.013	4	.003	.535	.744
Ingroup (Error)	.060	10	.006		
Total	.072	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Length Uniformity Index (%):** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 12). According to the amount of irrigation

(I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>), fiber length uniformity indexes are respectively; measured 83.12 mm, 82.70 mm, 82.66 mm, 81.84 mm, 81.21 mm. According to Odabaşoğlu (2021), it was concluded that there is no significant interaction between the fiber length uniformity index of the cotton plant irrigated with the drip irrigation method and the amount of irrigation.

Table 12. Statistical analysis for fiber length uniformity index

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	6.869	4	1.717	.891	.502
Ingroup (Error)	19.280	10	1.928		
Total	26.149	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Elongation:** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 13). According to the amount of irrigation (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>) fiber elongation (elg) values are respectively; it was measured as 7.94 elg, 7.34 elg, 7.22 elg, 7.17 elg and 7.10 elg.

Table 13. Statistical analysis of fiber elongation

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	1,404	4	,351	3,270	,064
Ingroup (Error)	1,073	10	,107		
Total	2,477	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Reflectance:** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 14). According to the amount of irrigation (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>), the fiber reflectance values are respectively; it was measured as 76.59, 75.92, 75.76, 75.07, 74.81. According to Odabaşoğlu (2021), the effect of drip irrigation amounts on fiber reflectance was investigated. It was found to be 76.5-78.91.

Table 14. Statistical analysis of fiber reflectance

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	5.953	4	1.488	.952	.479
Ingroup (Error)	15.640	10	1.564		
Total	21.593	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

**Fiber Yellowness:** There was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) between different irrigation amounts (Table 15). According to the amount of irrigation (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>), the yellowness values in the fiber are respectively; It was measured as 8.58, 7.91, 7.69, 7.63, 7.58.

The lowest value of the yellowness measure in the fiber was determined as 4 and the highest value as 8 (Anonymous, 1997). In the Cotton Registration Report, the fiber yellowness value of the DP-396 cotton variety in the Harran plain conditions was determined as 7.9, Viranşehir 7.6, Akçakale 7.4 (Anonymous, 2021).

Table 15. Statistical analysis of fiber yellowness

Source of variatoin	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F	P
Intergroup	2.057	4	.514	2.217	.137
Ingroup (Error)	2.320	10	.232		
Total	4.377	14			

0.05\* important, 0.01\*\* important, n.i.: not important

## RESULTS

In the study carried out according to Harran plain conditions, irrigation water (I), plant water consumption (ET), water use efficiency (WUE), effective water use efficiency (IWUE) of cotton plant grown according to different irrigation amounts (I<sub>125</sub>, I<sub>100</sub>, I<sub>75</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub>). Values on seed cotton yield (kg ha<sup>-1</sup>), ginning outturn (g g<sup>-1</sup>), number of bolls per plant (per plant<sup>-1</sup>), fiber index (g), fiber length (mm), fiber strength (g tex<sup>-1</sup>), fiber fineness (mic), fiber length uniformity index (%), fiber elongation (elg), fiber reflectance (Rd), fiber yellowness (+b) were investigated. Irrigation water (I) 896.4-298.8 mm, plant water consumption (ET) 998.4-332.8 mm, water use efficiency (WUE) 0.59-0.39 kg m<sup>-3</sup>, irrigation water use efficiency (IWUE) was calculated as 0.65-0.44 kg m<sup>-3</sup>. According to the amount of irrigation water, the lowest and highest yields are respectively; seed cotton yield (kg ha<sup>-1</sup>) 5870.73-1330.96, ginning outturn (g g<sup>-1</sup>) 43 -37, number of bolls per plant (per plant<sup>-1</sup>) 20.66-5.53, fiber index (g) 6.41-4.64, fiber length (mm) 26.39-25.67, fiber strength (g tex<sup>-1</sup>) 30.17-26.81, fiber fineness (mic) 4.31-4.22, fiber length uniformity index 83.10-81.33 (%), fiber elongation (elg) 7.94-7.06, fiber reflectance (Rd) 76.59-74.81 and fiber yellowness (+b) was found in the range of 8.58 -7.58. According to the results obtained, it was concluded that the Kcp coefficient with the highest yield content was 1.25 and the Kcp: 1.25 coefficient could be recommended to the researchers who will use the subsurface drip irrigation system.

## REFERENCES

Alvarez-Reyna, V. De P. (1991). Growth And Development Of Three Cotton Cultivar Of Contrasting Plant Types Differentially Irrigated Through A Drip Irrigation System. *Dissertation Abstracts International*, , 51: 4110B.

Anonymous, (2020). 2020 Pamuk Raporu.pdf <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=104> (Date of Access: 26.10.2021)

Carus İ. (2019). Possibilities of Using Underground Drip Irrigation Systems in Grass Cultivation in Şanlıurfa Region (Şanlıurfa Yöresinde Çim Bitkisi Yetiştiriciliğinde Toprak Altı Damla Sulama Sistemlerinin Kullanılabilme Olanakları). *Harran University Graduate School Of Natural and*



*Applied Sciences. Master Thesis. Sanliurfa. (T.C. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa). , 69p*

Cızzak M., . (2021). Determination of Yield and Yield Components of Some Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Varieties in Şanlıurfa Ecological Conditions (Şanlıurfa Ekolojik Şartlarında Bazı Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi). *Harran University Graduate School Of Natural and Applied Sciences. Master Thesis. Sanliurfa. (T.C. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa). , 72p*

Coşkun, Z.. (2015). The Effect of Drip Irrigation on Cotton Yield in Harran Plain (Harran Ovasında Damla Sulamanın Pamuk Verimine Etkisi). . *Harran University, Graduate School of Natural and Applied Sciences (Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa) , 59p*

Demirel K., 2012. Soil Water Content of the Underground Water Retention Barriers (stb) and Effects on Grass Plant Growth (Toprak Altına Serilen Su Tutma Bariyerlerinin (stb) Toprak Su İçeriği ve Çim Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkileri). *COMU, Soil Graduate School of Natural and Applied Sciences Department, Ph.D. Thesis. (ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Anabilim Dalı, Doktora Tezi). 109 p.*

Demirok, A. & Tuylu, G. İ. ( 2017). Evaluation of Planned and Realized Irrigation Schedule for Corn Plant (*Zea Mays* L.) in Harran Plain (Harran Ovası'nda Mısır Bitkisi (*Zea Mays* L.) İçin Planlanan ve Gerçekleşen Sulama Zamanı Programının Değerlendirilmesi). *Harran Journal of Agricultural and Food Sciences 21 (1) (Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi), 21 (1) , DOI: 10.29050/Harranziraat.303164, 84-90*

Odabaşoğlu C., (2021). The Effect of Different Nitrogen Doses and Irrigation Levels on Yield, Yield Components and Fiber Properties of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) (Farklı Azot Dozları Ve Sulama Düzeylerinin Pamuğun (*Gossypium Hirsutum* L.) Verim, Verim Unsurları ve Lif Özelliklerine Etkisi). *Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Institute of Science. Doctoral Thesis. Sanliurfa. (T.C. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Şanlıurfa)., 125p.*

Orhangazi R. (2017). Investigation of Surface and Subsurface Drip Irrigation Applications for Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Plant in Harran Plain (Harran Ovası'nda Biber (*Capsicum Annuum* L.) Bitkisi İçin Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması). *Harran University Institute of Science and Technology. Master Thesis. Sanliurfa (T.C. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa)., 73p.*

Tuylu, G. İ., Tuylu, M. (2019). Effect of Amount of Irrigation Water on Leaf Anatomy. November 25-27 1 st International Göbeklitepe Agriculture Congress, Şanlıurfa Turkey.

Yıldız, Haliloğlu. (2015). Harran University Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Şanlıurfa Income Per Decare Approach in Variety Preference in Cotton (Harran Üniversitesi

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa Pamukta Çeşit Tercihinde Dekara Gelir Yaklaşımı). Nevşehir Journal of Science and Technology, Vol. 6 (*Nevşehir Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 6) ICAFOF 2017 Special Issues) 261-270 2017. (ICAFOF 2017 Özel Sayı) 261-270 2017.

ICAAW2021

## **ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP OF VERMICOMPOST AND SOIL ENZYMES IN SUSTAINABLE SOIL FERTILITY**

**İsmail Emrah Tavalı<sup>1</sup>, Hüseyin Ok<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Medicinal and Aromatic Plants, Gazipaşa M. Rahmi Büyükballi Vocational School, Alanya Alaaddin Keykubat University, Antalya, Turkey. ORCID iD: 0000-0003-0083-194X

<sup>2</sup>Department of Plant Production and Technologies, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Cyprus International University, Lefkosa, Turkish Republic of Northern Cyprus. ORCID iD: 0000-0003-4396-6932

### **Abstract**

Soil fertility is an active feature that occurs as a result of the effects of soil humus content, structure, texture, moisture, temperature, mineral nutrient element richness and existing biota, both separately and together, as well as related climatic conditions. In this context, there is always a positive correlation between soil fertility and the number and activity of microorganisms in the soil under normal conditions. For this reason, in addition to the species richness of the microorganisms they host, especially the enzyme activities are considered as an important indicator in the characterization of soils in terms of productivity. The vast majority of soil enzymes are extracellular enzymes secreted by microorganisms in order to break down the nutrients bound to organic matter in the soil. These enzymes are adsorbed by the inorganic and organic colloids of the soil, so they are more resistant to the negative effects of the environment than the enzymes secreted by other living things and can maintain their activities for a long time. On the other hand, vermicompost obtained by worm composting has made a name for itself in maintaining soil fertility in national/international agricultural environments in recent years. The most important difference that distinguishes this fertilizer from other organic fertilizers is that the fertilizer has a unique microbial presence and these provide a wide variety of benefits to the plant in the soil environment. Unfortunately, since the microbiological effect of this fertilizer on the soil has not been fully understood, it is treated as an ordinary organic fertilizer, so the expected beneficial effects cannot be fully revealed. For this reason, serious progress can be made on how to use the new information to be obtained by studying all aspects of fertilizer by the scientific community, especially in maintaining the fertility of the soils.

**Keywords:** Organic fertilizer, soil bacteria, soil quality, vermiculture

## INTELLIGENT PACKAGING OF FOOD PRODUCTS

**Sinan Uzunlu<sup>1\*</sup>, Ziba Güley<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Rafet Kayış Engineering Faculty Food Engineering Department, Alanya-Antalya/Turkey.

S. Uzunlu ORCID: 0000-0001-9824-7586

Z. Güley ORCID: 0000-0002-8738-286X

\*Corresponding author e-mail: sinan.uzunlu@alanya.edu.tr

### Abstract

Civilization and changes in lifestyles minimized the time to cook in household. Therefore, demands for ready-to-eat, microwaveable, packaged foods have increased in market shelves. Moreover, consumers aim to shorten cooking time without compromising with the taste, high nutrition values and indeed the conventional 'home-made' food experience. In order to meet these requests, the need for innovative packaging solutions is increasing. Packaging is the final step of a production chain to obtain a stable food throughout its shelf-life. Primary function of packaging is to protect the foodstuffs against physical, chemical, and biological spoilage during the shelf life. The shelf life is highly dependent on the conditions of the packaging and storage conditions of the foodstuffs. Intelligent food packaging became as a new sound of food packaging industry, in last decades. This kind of packaging monitors certain conditions (e.g. pH, temperature, gas, etc.) of surrounding environment of foods to provide a reliable shelf life estimation. Also, undesirable situations related to food/food packaging can be easily detected by consumers in market conditions visually. Prevention of economic losses due to the earlier spoiled foods are promised by wider usage of intelligent packages worldwide.

**Keywords:** Food packaging, intelligent packaging, shelf-life, sensors

## **AGRICULTURAL WATER RESOURCES FOR IRRIGATION POTENTIAL IN RWANDA**

**Emmanuel Hakiruwizera<sup>1\*</sup>, Emre Topçu<sup>1</sup>, Yusuf Uçar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Isparta-Turkey

Emre TOPÇU, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6521-5481>

Yusuf UÇAR, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9243-3695>

\*Corresponding author: e-mail: [emmyhakiri@gmail.com](mailto:emmyhakiri@gmail.com) : 0000-0002-5303-6766

### **Abstract**

Agriculture has multi-benefits to the livelihoods of the farmers. The main objective of the study is to assess the agricultural water resources for irrigation potential in Rwanda. Rwandan agriculture national reports, irrigation expert documents, and various published articles were used in the preparation of this study. Rwanda is a small, land-locked, and fertile country in East Africa. Rwanda has a total area of 26,338-km<sup>2</sup> and a population size of 12.7 million. Agriculture accounts for 24% of the total GDP (Gross Domestic Product) in 2020 and accounted for 64% of the working population. The country has 1.4 million ha of agricultural land, of which 43% (0.6 million ha) is irrigable land. Approximately 10% (63,742 ha) of the irrigable areas in the country are irrigated. Rwanda's average annual precipitation is 1200 mm, and the total amount of usable water is 6.8 billion m<sup>3</sup>/year. The percentage of the irrigated plots by surface irrigation, sprinkler, and drip irrigation systems with an average of 49.7%, 6.7%, and 2.5%, respectively in 2017 to 2021. In 2021, the agricultural production of cereals, legumes and pulses, tubers and roots, and vegetables-fruits were 491,130 tons, 288,018 tons, 1,826,018, and 184,944 tons, respectively.

**Keywords:** Agriculture; irrigation plots; Rwanda; water usage

## VERMİKOMPOST VE SIVI VERMİKOMPOST EKSTRAKTI UYGULAMALARININ PARAZİT VE YARARLI NEMATOD POPÜLASYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

F. Şüheda Hepşen Türkay<sup>a</sup>, İlker Türkay<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir  
<https://orcid.org/0000-0002-9413-264X>

<sup>b</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir  
<https://orcid.org/0000-0002-6373-4357>

### Özet

Vermikompost organik bir toprak ıslah maddesidir. Bununla birlikte diğer tüm organik toprak düzenleyiciler gibi toprak sağlığındaki iyileşmenin beraberinde getirdiği verim artışı sebebiyle organik bir gübreleme materyali özelliği kazanmaktadır. Ancak bir gübreleme materyali olarak vermikompost, yüksek mikroorganizma içeriği ve ihtiva ettiği bitki gelişim düzenleyicilerden dolayı diğer tüm toprak organik düzenleyicilere göre üstün niteliklere sahiptir. Bu niteliklerin en önemlilerinden biri vermikompostların diğer organik gübreler için söz konusu olamayacak bir bitki koruma özelliğine sahip olmasıdır. Çünkü diğer organik materyallerin bitki hastalıklarına hassasiyet, böcek çekiciliği ve topraklara patojen ilavesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Vermikompostlar yine yüksek mikrobiyal aktivite içeriği sebebiyle bitki koruma bakımından da önemli organik bir materyaldir. Vermikompostların, bitki patojenlerinin sebep olduğu hastalıkların azalması ve bu hastalıkların açtıkları yaralarda oluşan enfeksiyonlara etkilerinin yanı sıra toprak nematodları, soğuk yakması ve iklimsel zararlanmalarına karşı etkileri üzerine de bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Vermikompost uygulamalarının, sürdürülebilir toprak sağlığı için sakıncalı olan pekçok nematisit kullanılmasına rağmen verim kayıplarına sebep olan zararlı nematodlar üzerine etkileri ile ilgili yapılan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bununla beraber çalışma sonuçları, farklı ürünlerde farklı nematod türlerinde yapılan farklı vermikompostların uygulamalarında zararlı nematod sayılarının düştüğünü buna karşın topraktaki serbest nematod sayılarının ise arttığını göstermektedir. Vermikompost uygulaması yapılan bazı çalışmalarda ise nematod yaranmaları sonucu açılan yaralarda enfeksiyon oluşturan patojen mikroorganizma sayılarında düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu makalenin çalışma konusu, toprak sağlığı ve bitki koruma açısından önemli olan yararlı ve zararlı toprak nematodları ile vermikompost ilişkisi hakkında var olan çalışmaları araştırmak ve sonuçlarını tartışmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Mikrobiyal aktivite, nematod, organik gübre, vermikompost, vermikompost çayı.

## EFFECTS OF VERMICOMPOST AND AQUEOUS VERMICOMPOST EXTRACT APPLICATIONS ON PARASITIC AND BENEFICIAL NEMATODE POPULATIONS

### Abstract

Vermicompost is an organic soil amendment material. However, like all the other organic soil conditioners, it gains the feature of an organic fertilizing material due to the increase in yield



brought about by the improvement in soil health. However, vermicompost as a fertilizing material has superior qualities compared to all other soil organic regulators due to its high microorganism content and plant growth regulators it contains. One of the most important of these qualities is that vermicomposts have a plant protection feature that cannot be said for other organic fertilizers. Because they also have disadvantages such as susceptibility to plant diseases, insect attraction and pathogen addition to soils. Vermicomposts are also an important organic material in terms of plant protection due to their high microbial activity content. Scientific studies are being conducted on the effects of vermicomposts against soil nematodes, frostbite and climatic damage, as well as reducing the diseases caused by plant pathogenics and their effects against infections in wounds caused by these diseases. There are a limited number of studies on the effects of vermicompost applications on harmful nematodes that cause yield losses despite the use of many nematicides, which are harmful for sustainable soil health. However, the results of the study show that the number of harmful nematodes decreased in different vermicompost applications made on different nematode species in different crops, while the number of free-living nematodes in the soil increased. In some studies where vermicompost was applied, it was determined that there was a decrease in the number of pathogenic microorganisms that cause infection in wounds opened as a result of nematode injuries. The subject of this article is to investigate and discuss the results of existing studies on the relationship between beneficial and harmful soil nematodes and vermicompost, which are important for soil health and plant protection.

**Keywords:** Microbial activity, nematode, organic fertilizer, vermicompost, vermicompost tea

## GİRİŞ

Vermikültür toprak solucanlarının doğadaki ekolojik işlevlerinin kontrollü koşullar altında taklit edilerek yapılmasında kullanılan tekniklerdir. Vermikültürün dikkat çektiği ilk çalışmalar 1930'larda İngiltere de başlayarak 1950'lere kadar taksonomi çalışmalarıyla sınırlı kalmış ancak 1970'lerden sonra tarım alanında yol kat edilmiş ve Amerika ve Avrupa da tarım yasalarına dahil edilmiştir. Toprak solucanlarının bitki gelişimine etkileri ve tarımsal önemlerine dair ilk bilimsel veriler; toprak solucanları toprağı adeta bir saban gibi havalandırdığı, dışkılarının toprağı ve bitkiyi beslediği ve organik atık dönüşümü yaptıklarını belirtmektedir (Darwin, 1881). Günümüzde vermikültür teknolojileri her ne kadar ahır gübresi kadar araştırılmış ve çözümlenmiş olmasa da yaklaşık 50 yıldır çalışılmakta ve geliştirilmektedir. Vermikültür ile temelde 2 ürün elde edilmektedir; Vermikompost (katı vermikompost, vermikest, vermikompost çayı, sıvı vermikompost) ve solucan biyokütlesi (solucan biyokütlesi, solöm sıvısı).

Toprak solucanlarının ekolojik 3 ana sınıfı olan epijeik, endojeik ve anesik türleri toprak ve toprak verimliliği açısından önemli olan türlerdir (Blakemore, 2006; Mısıroğlu, 2001). Toprağın yüzeye yakın derinliklerinde ve yüzeyinde bulunan organik artıkların ve toprak üzerine yığılmış olan organik artıkların (gübre-dışı) içinde doğal olarak kolonize olan türler kullanılarak, bu doğal yaşam şartları da vermikültür tesislerinde simüle edilerek organik atıkların içine solucan ilavesiyle atıklar vermikompostlanmakta ve organik atıklar dönüşmekte ve değerlendirilmektedir. Vermikompostlanma sürecinde solucanların ortamdaki varlıkları kadar ortamın mikrobiyal aktivitesi de önemlidir. Gerek ortamdaki gerekse solucanın sindirim

sisteminde yaşayan mikroorganizmalar da süreçte solucanlar kadar rol oynamaktadır. (Hepşen Türkay, 2010; Toprak, 2021; Kızılkaya ve Hepşen, 2014). Vermikompost tarımsal açıdan 3 temel bilim dalı altında incelenmektedir; toprak ve bitki besleme, bitki koruma, tarımsal biyoteknoloji (bitki, hayvan ve toprak biyoteknolojisi).

Solucanın sindirim sisteminde salgılanan mukus salgısı solucanın yaşadığı ortamdaki mikroorganizma sayısını ve çeşitliliğini de artırmaktadır. Solucan dışkısı solucan bağırsağından içeriğinde bulunan polisakkaritlerle paketlenmiş olarak dışkılanmaktadır (vermikest). Son ürün olan vermikompost, bitki besin elementleri, yararlı mikroorganizma popülasyonları, bitki gelişim düzenleyiciler, toprak enzimleri, humus, hümik ve fülvik asit ve bitki hastalıkları ve patojenlerini baskılayıcılar bakımından son derece zengin ve dolayısıyla üstün nitelikli bir organik materyaldir (Lazcano ve Ark., 2018; Lorez ve Ark., 2006).

Vermikompostlar geleneksel termofilik kompostlamayla karşılaştırıldığında en önemli farklılık sürecin mezofilik olmasıdır dolayısıyla vermikompostlar bakterileri  $5,7.10^7$ , mantarları  $22,7.10^4$ , aktinomisetleri  $17,7.10^6$  daha büyük popülasyonlarda içermektedir (Edwards ve ark., 2011). Bununla birlikte solucan bağırsağında yaşamakta olan antagonistik etkiye sahip mikroorganizmaların salgıları ve bitki hastalıklarını baskılayıcı maddeler, bitki patojenlerinin gelişmesi ve bitkiye enfekte olmasını engellemektedir. Solucan bünyesinde bulunan bazı mikroorganizma grupları ise diğer patojenler ile beslenmekte ve bu çok hızlı sanitizasyon sürecinde son ürün patojenlerden arınmış olarak sıhhileşmektedir. Vermikompostlar bitki patojenlerinin toprağa bulaşmasını ve bulaşık olanların da köke enfekte olmasını engellemektedir. (Monroy ve ark., 2009; Edwards ve ark., 2004). Bitki zararlısı nematodların varlığını azaltırken yararlı olanları taşıyıp toprakta dağılımını ve sayılarını artırmaktadır.

Solucan gübresinin bitki koruma sağlama mekanizması 2 açıdan değerlendirilmelidir; (i)İçerdiği mikroorganizma popülasyonları ve ürünleri ile hastalık ve zararlılara karşı baskılama mekanizması, (ii)Toprak sağlığı ve verimlilik parametrelerine olan pozitif etkisi ile hastalıklara karşı dayanıklılık (Jack ve ark., 2011).

Vermikompostun hastalık ve zararlıları baskılama mekanizmasında katı vermikompost, sıvı vermikompost ve solöm sıvısı yer almaktadır. Katı vermikompost toprakta bitki kök bölgesine, toprak analizleri ve bitki ihtiyaçları doğrultusunda uygulanır. Vermikomposta üstünlüğüne veren yüksek mikroorganizma içeriği ve mikrobiyal faaliyet ürünleri olan enzimler ve bitki gelişim düzenleyiciler ve sağladığı hızlı hümifikasyon sonucu açığa çıkan hümik asit içeriği ile bitkinin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığını artırır. Vermikompost ve vermikest hem katı hem de sıvı formda kullanılabilir. Sıvı vermikompost topraktan ve/veya yapraktan uygulanabilir. Topraktan uygulandığında, elbetteki katı vermikompost gibi toprak düzenleyici bir etki gösteremez. Sıvı vermikompost organik materyallerin büyük partiküllerini içermez ancak vermikompost ekstraktı olduğundan tüm zenginleşmiş içeriğe sahiptir. Dolayısıyla topraktan verildiğinde yine katı da olduğu gibi sekonder metabolitleri artırmaktadır. Yapraktan uygulandığında ise, yüksek mikrobiyal içerik ile dal gövde ve yaprakları bir film tabakası gibi kaplayarak patojenlerin enfekte olmasını engellemektedir. İçeriğinde bulunan antagonistik mikroorganizmalar ile enfekte olmuş patojenlerin popülasyonlarını düşürerek hastalığı baskılamaktadır. Antagonistik etkinin yanısıra vermikompostta geçmiş olan solöm sıvısı ile

hijyen sağlayarak rejenerasyon yeteneği ile yaralanmaları kapatmaktadır. Yüksek mikrobiyal aktivite yüksek solunumu beraberinde getirdiğinden bitki yüzeyinde ekolojik şartlardan oluşacak patojenlere hassasiyeti de ortadan kaldıracaktır. (Chaoui ve ark., 2002; Elmer, 2009; Whipps, J. M. 2001). Solucan bünyesindeki solöm sıvısı ise solucanın derisinde hijyen, dış etkenlere karşı koruma, üreme ve rejenerasyon sağlamaktadır.

Toprakla ilgili en önemli sorun toprak kaynaklı hastalıklar ve nematodlardır. Hastalık ve zararlılarla mücadelede en yaygın olarak izlenen yol kimyasal savaşıdır. Pestisit kullanımı üründe kalıntı, toprak kirliliği ve toprak mikrobiyal aktivitesinde düşme gibi dezavantajları beraberinde getirirken bazen hastalık ve zararlılarla mücadelede yetersiz de kalabilmektedir.

Solucanlar aylarca buldukları ortama dolayısıyla vermikomposta karışan solöm sıvısının yapısında bulunan enzimler ve proteinler, bazı fungus, bakteri ve yapısında kitin maddesi bulunan zararlılara (Pythium, Phytophthora, Fusarium, Verticillium, Rhizoctonia) karşı etki göstermekte, böylece birçok hastalığın ve zararlının olumsuz etkisini zayıflatmaktadır. Vermikompost ürünleriyle yapılan çalışmalar, bitki hastalıklarını baskılama etkisinin, aerobik kompost ürününe olduğu gibi, biyolojik olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan araştırmalar vermikompostun içindeki mikroorganizma çeşidi ve toplam sayısının, solucanın yaşadığı ortamdaki mikroorganizma çeşidi ve toplam sayısından çok daha fazla olduğunu göstermiştir. Vermikompost ürünlerinin bitki hastalıklarını ve zararlılarını kontrol edebilme etkilerinin sebebi olarak gösterilen; vermikompost içindeki mikroorganizma çeşidi ve toplam sayısının fazla olmasının sebebi olan solucan sindirim sisteminden salgılanan mukustur.

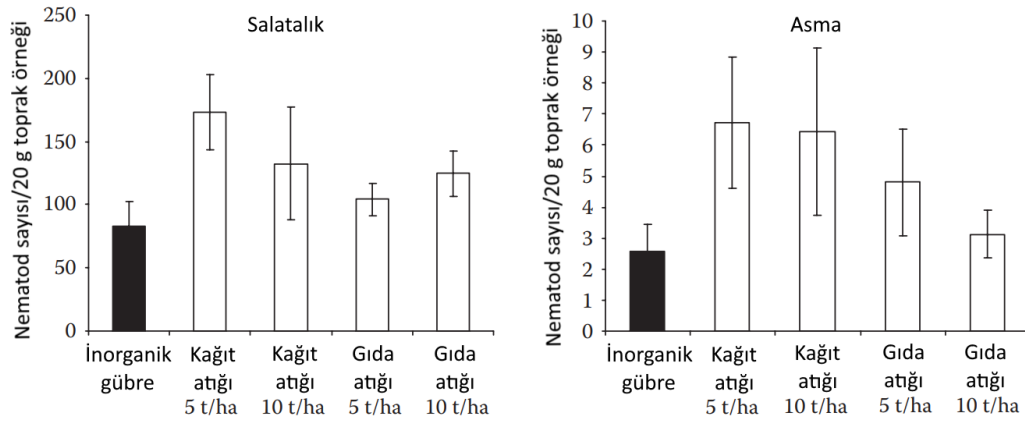
Son yıllarda vermikompostun mikrobiyal çeşitliliği konusunda yapılan çalışmalarda ileri moleküler teknikler kullanılarak vermikompost ürünlerindeki çeşitliliği etkileyen faktörler saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalarda ana hedef öncelikle bitki besleme ve bitki koruma etkinliği gösteren mikroorganizma çeşitliliğini belirleyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri belirlemektir. (Szczec, 1999; Scheuerell, 2005; Rivera ve ark., 2001).

### **Katı Vermikompostun Toprak Nematod Populasyonları Üzerine Etkileri**

Parazit nematod varlığı olan topraklara çeşitli organik madde uygulamalarının nematod popülasyonlarını baskıladığı bilinmektedir. Bir organik madde çeşidi olarak vermikompostların bitki parazitik nematod popülasyonlarını baskıladığı bilimsel literatürde rapor edilmiştir (Monroy ve ark., 2008).

Swathi ve ark. (1998), vermikompost uygulamasının tütündeki *Meloidogyne incognita* saldırılarını bastırdığını; Morra ve ark. (1998), bir domates-kabak rotasyonunda solucan gübresi tarafından *M. incognita*'nın kontrol altına alındığını; Ribeiro ve ark. (1998), solucan gübresinin *M. javanica*'nın gal sayısını ve yumurta kütlelerini azalttığını bildirmişlerdir. Daha pek çok çalışma solucan gübresinin bitki paraziti nematod *M. incognita*'yi baskıladığını göstermektedir. (Pandey 2005; Saikia ve ark. 2007; Masheva ve ark. 2009).

Ohio Eyalet Üniversitesi'ndeki Toprak Ekolojisi Laboratuvarında yapılan 2 yıllık bir çalışmada ise (Arancon ve ark. 2002) katı solucan gübresinin nematod popülasyonları ve toplulukları üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Katı solucan gübresinin nematod popülasyonları ve toplulukları üzerine etkileri (Ohio Eyalet Üniversitesi Toprak Ekolojisi Laboratuvarı, Arancon ve ark., 2002'den değiştirilerek)

Çalışmada, bitki paraziti nematodlara karşı farklı dozlarda farklı vermikompost uygulamalarının etkileri inorganik gübrelemeye karşı değerlendirilmiştir. Vermikompost dozu arttıkça nematod sayılarında önemli düşüşler belirlenmiş ve nematod popülasyonlarının baskılandığı bildirilmiştir.

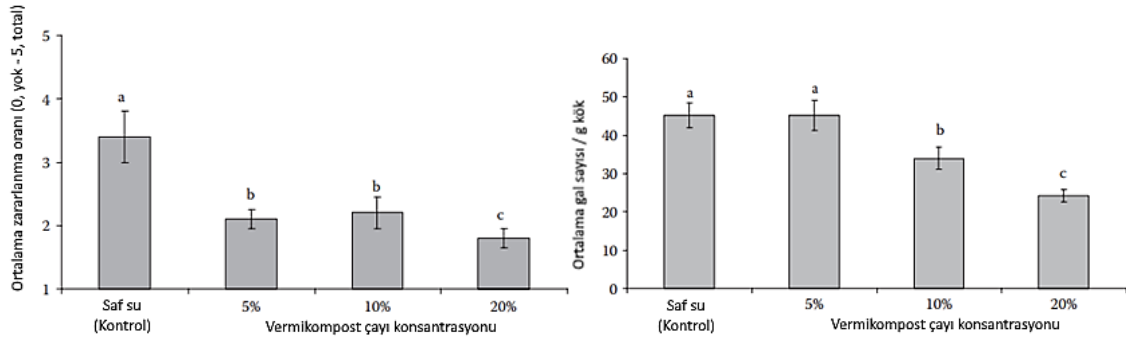
Arancon ve ark. (2002)'nin yaptığı aynı çalışma kapsamında yapılan salatalık ve asma bitkisi denemelerinde farklı dozlarda farklı vermikompost uygulamalarının fungivor nematodlar üzerine etkileri de inorganik gübrelemeye karşı değerlendirilmiştir. Vermikompost dozu arttıkça parazit olmayan yararlı (free-living) fungivor nematod sayılarında önemli artışlar belirlenmiş ve yararlı nematod popülasyonlarının desteklendiği bildirilmiştir.

Katı vermikompost uygulamasının etki mekanizması hususunda bir başka sonuca göre; mantarlar solucanların en önemli besin kaynaklarıdır. Vermikompostlar ise mantar sporlarının çok zengindir. Dolayısıyla vermikompost uygulamasının bacterivarius nematodlara göre fungivarius nematod popülasyonları üzerinde etkisi daha büyüktür. Vermikompost uygulama dozu arttıkça yararlı nematodların sayıları da artmaktadır (Edwards ve ark. 2011).

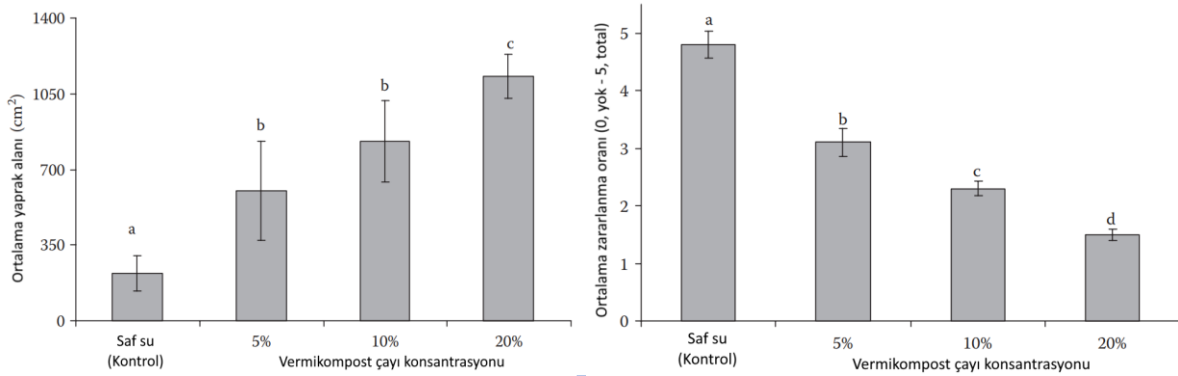
### **Vermikompostların Sıvı Ekstraktlarının (Çay) Nematod Popülasyonları Üzerine Etkileri**

Vermikompost ve nematod ilişkisi mekanizması halen tartışmalıdır. Bazı çalışma sonuçları değerlendirildiğinde farklı sonuçlar elde edilmiştir ve değerlendirmeler 4 grupta toplanmıştır; (i) vermikompostlar nematod kistlerine saldıran mantarlarca zengindir, (ii) vermikompostların nematod avcısı akarlarca karşı çekiciliği yüksektir, (iii) vermikompostlarca yüksek miktarda bulunan rhizobacter'lerin salgıladığı toksinler ve enzimler nematodlar üzerinde toksik etki yapmaktadır, (iv) vermikompostlanma sürecinde açığa çıkan amonyak, hidrojen sülfür ve nitrit nematodların ölmesine sebep olmaktadır. (Siddiqui ve Mahmood 1988; Rodriguez-Kabana 1986; Edwards ve Fletcher 1988)

Edwards ve arkadaşlarının (2011) yaptığı bir çalışmada farklı parazitik nematod türleri bulaşık olan domates ve salatalık bitkilerinde vermikompost çayı uygulamalarının gal sayılarına, bitki zararlanmalarına ve yaprak genişliği üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre vermikompost çayı dozları arttıkça zararlanmalar ve gal sayıları düşerken yaprak alanlarının arttığını belirlemişlerdir (Şekil 3, Şekil 4).



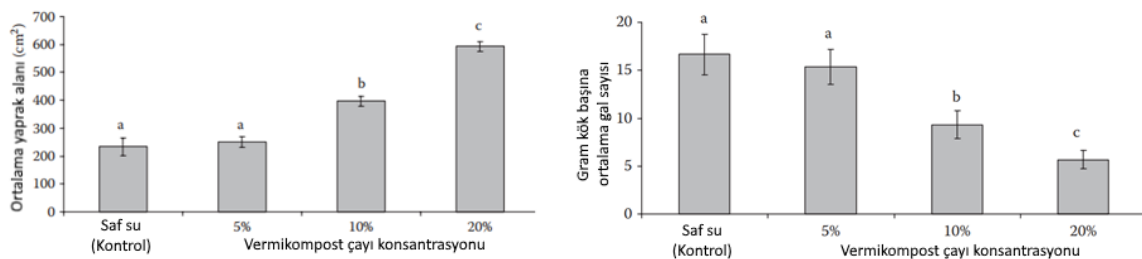
**Şekil 2.** Toprakta sıvı vermicompost uygulamasının Domates bitkisinde *Fusarium oxysporum* zararına ve *Meloidgyne hapla* bulaşık salatalık bitkisinde nematod gal sayıları üzerine etkisi (Edwards ve ark., 2011'den değiştirilerek).



**Şekil 3.** *Rhizoctonia solani* bulaşık salatalık bitkisinde topraktan sıvı vermicompost uygulamasının yaprak alanına ve nematod zararına etkisi (Edwards ve ark., 2011'den değiştirilerek)

Erşahin (2007) bir çalışmada tarımsal artıklardan ürettiği vermicompostun içinde *Lysinibacillus* türü bir bakterinin *Rhizoctonia* hifleri üzerinde ilerlediğini ve bu hiflerin normal ve boğumlu yapısını bozarak *Rhizoctonia*'yı etkisiz hale getirdiğini gözlemlemiştir.

Edwards ve ark. (2011), Ohio Eyalet Üniversitesi Toprak Ekoloji Laboratuvarında vermicompostlar ve nematodlar arasındaki ilişkiyi araştırdıkları kapsamlı bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmaya ait farklı bitki ve farklı nematod türlerinin farklı bitki gelişim parametreleri üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. *Meloidogyne hapla* bulaşık salatalık bitkisinde artan dozlarda vermicompost çayı uygulamalarının yaprak alanını doz artışına paralel olarak artırdığını ve kök-ur sayılarını ise dozlara bağlı olarak önemli derecede azalttığını saptamışlardır (Şekil 5).



**Şekil 4.** *Meloidogyne hapla* bulaşık salatalık bitkisinde vermicompost çayı uygulamalarının yaprak alanı ve kök-ur sayıları üzerine etkileri (Edwards ve ark., 2011'den değiştirilerek)



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Vermikestin diğer organik gübre materyallerinden ilk ve en önemli farkı soğuk kanlı bir hayvanın dışkısı olmasıdır. Bu yüzden diğer organik gübrelerin etki mekanizmaları, organik bileşikler her ne kadar kompleks ve değişken de olsa, görece olarak daha iyi anlaşılmıştır. Bitkisel ve hayvansal atıklar ve atıklardan elde edilen kompost gübrelerin içerik ve etki mekanizmaları uzun yıllardır çalışılmaktadır, bilinirliği yüksek ve yaygındır. Ancak vermikompostta görev alan solucanın hem kendi biyokütlesinin ve metabolitlerinin hem de sindirim sisteminde yaşayan mikroorganizmaların işlevleri ve etkileri pek çok çalışma alanı bakımından henüz yeteri kadar çalışılmamış ve açıklanamamıştır.

Vermikompostların katı ve sıvı ekstraktlarının toprak sağlığı, toprak verimliliği, ürün verimi, depolama süresi, satılabilir ürün miktarı gibi tarımsal verim üzerine olumlu etkileri olduğu bilindiği kadar bitki sağlığı ve bitki koruma özelliği olduğu da yapılan çalışmalarda belirlenmektedir. Vermikompostun diğer organik gübreleme materyallerinden çok daha yüksek miktarda mikroorganizma popülasyonu ve çeşitliliği barındırdığı, beraberinde besin elementi yarayışlılığının artması, bitki gelişim düzenleyicilerin yüksek olması, bitki sağlığını koruyacak metabolitler gibi maddeleri taşıyor olmasının diğer materyallere göre ortama üstünlük kattığı unutulmamalıdır. Aynı zamanda katı vermikompost ve vermikestin bu üstünlüğünün sıvı ekstrakt alındığında vermikompost çayına da geçmesi vermikompost materyalinin diğer bir önemli özelliğidir.

Solucanların yaşadıkları toprakta biyokütleleri ile yararlı nematodları naklettikleri topraklara aşıladıkları bilinmektedir ancak vermikompost uygulama çalışmaları ile solucanın bu metabolizma atığının nematod popülasyonları üzerine seçici bir etkisi olmaktadır. Her ne kadar spekülasyon olsa da tam olarak mekanizma henüz ortaya konulmamış olsa da vermikompost uygulamaları parazit nematod sayılarını düşürürken yararlı nematod sayılarını artırmaktadır. Vermikompost üretim, uygulanması ve etkileri bu ve diğer çalışma alanlarında halen pek çok çalışmaya muhtaçtır.

## KAYNAKLAR

- Akhtar, M., Malik, A. 2000. Role of organic amendments and soil organisms in the biological control of plant parasitic nematodes: A review. *Biores. Technol.* 74: 35–47.
- Arancon, N., Edwards, C.A., Yardim, F., Lee, S. 2002. Management of plant parasitic nematodes by use of vermicomposts. In *Proceedings of Brighton Crop Protection Conference—Pests and Diseases*, 8B-2: 705–710.
- Blakemore, R. J. 2006. *Cosmopolitan Earthworms—An Eco-Taxonomic Guide to the Peregrine Species of the World*. 2nd ed. VermEcology, Yokohama, Japan.
- Bilgrami, A.L. 1996. Evaluation of the predation abilities of the mite *Hypoaspis calcuttaensis*, predaceous on plant and soil nematodes. *Fundam. Appl. Nematol.* 20: 96–98.
- Chaoui, H. I., C. A. Edwards, A. Brickner, S. S. Lee, and N. Q. Arancon. 2002. Suppression of the plant diseases, *Pythium* (damping-off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticillium* (wilt) by vermicomposts. *Proceedings of Brighton Crop Protection Conference—Pests and Diseases*, 2, 8B-3, 711–716.



Darwin, C. 1881. The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observations on Their Habits. Murray, London.

Edwards, C.A., Domínguez, J. & Arancon, N.Q. 2004. The influence of vermicomposts on plant growth and pest incidence. In Shakir, S.H. Mikhail, W.Z.A. (eds), Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century, 397–420, El Cairo, Egypt.

Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Emerson, E., Pulliam, R. 2007. Suppressing plant parasitic nematodes and arthropod pests with vermicompost “teas”. *Biocycle* 48: 38–39.

Elmer, W. H. 2009. Influence of earthworm activity on soil microbes and soilborne diseases of vegetables. *Plant Dis.* 93 (2):175–179.

Hepşen Türkay, F.Ş. 2010. Fındık zurufu ve arıtma çamurunun solucanlar ile kompostlanması ve elde edilen vermicompostun sera ve tarla koşullarında toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.

Jack A.L.H, Rangarajanb A., Culman S W., Sooksa-Nguand, T., Thie J.E., 2011. Choice of organic amendments in tomato transplants has lasting effects on bacterial rhizosphere communities and crop performance in the field. *Applied Soil Ecology* 48(1):94-101.

Kızılkaya R., Hepşen Türkay F.Ş., 2014. Vermicomposting of Anaerobically Digested Sewage Sludge with Hazelnut Husk and Cow Manure by Earthworm *Eisenia foetida*. *Compost Science & Utilization*, 22:1–15, 2014 Copyright c Taylor & Francis Group, LLC. ISSN: 1065-657X print / 2326-2397 online. DOI: 10.1080/1065657X.2014.895454

Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Domínguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* 72:1013–1019.

Lores, M., Gómez-Brandón, M., Pérez-Díaz, D., Domínguez, J. 2006. Using FAME profiles for the characterization of animal wastes and vermicomposts. *Soil Biol.Biochem.*38:2993-2996.

Mısıroğlu İ.M., 2001. Toprak Solucanları. *Bilim ve Teknik Dergisi. TÜBİTAK*, 408: 78-80

Monroy, F., Aira, M., Domínguez, J. 2008. Changes in density of nematodes, protozoa and total coliforms after transit through the gut of four epigeic earthworms (*Oligochaeta*). *Appl. Soil Ecol.* 39:127–132.

Monroy, F., Aira, M., Domínguez, J. 2009. Reduction of total coliform numbers during vermicomposting is caused by short-term direct effects of earthworms on microorganisms and depends on the dose of application of pig slurry. *Sci. Total Environ.* 407:5411–5416.

Ribeiro, C.F., Mizobutsi, E.H., Silva, D.G., Pereira, J.C.R., Zambolim, L. 1998. Control of *Meloidogyne javanica* on lettuce with organic amendments. *Fitopatologia Brasileira* 23: 42–44.

Rivera, M.C., Wright, E.R., Lopez, M.V., Guastella. G.S. 2001. Use of vermicompost to suppress *R. solani* in nurseries of eggplant, 2000. *Biol. Cult. Tests Cont.Plant Dis.* 16. V88

Saikia, J., Aparajita, Borah, Bora, B.C. 2007. Efficacy of organic amendments in combination with the nematicide for management of *M. incognita* in Brinjal. *Indian J. Nem.*37:2-8.

Scheuerell, S., D. M. Sullivan, W. Mahaffee. 2005. Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, *Pythium irregulare*, and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific Northwest compost sources. *Phytopathology* 95:306–315.

Siddiqui, Z.A., Mahmood, I. 1999. Role of the bacteria in the management of plant parasitic nematodes: A review. *Biores. Technol.* 69: 167–179.

Szczech, M.M., 1999. Suppressiveness of vermicompost against *Fusarium* wilt of tomato. *J. Phytopathol.* 147:155–161.

Toprak T., 2021. Farklı organik atıklardan elde edilen vermikompostun buğday verimi ve toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Omü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.

Whipps, J. M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52:487–511.

ICAAW2021

## **EFFECT OF SOWING DENSITY ON YIELD OF ANCIENT WHEAT *Triticum Sphaerococcum* AND *T. Persicum* IN LOW-INPUT CULTIVATION**

**Malgorzata Szczepanek<sup>1\*</sup>, Rafal Nowak<sup>1</sup>**

Bydgoszcz University of Science and Technology, Poland

\* Correspondence: [Malgorzata.Szczepanek@pbs.edu.pl](mailto:Malgorzata.Szczepanek@pbs.edu.pl)

### **Abstract**

The need for a balanced supply of food has led to the rediscovery of ancient wheat species *Triticum sphaerococcum* Perc. and *T. persicum* Vav. as raw materials with valuable consumption value, but their reintroduction requires assessment of productivity under different agricultural practices. The field experiments were carried out for three years (2018–2020) to test the hypothesis that wheat species *T. sphaerococcum* and *T. persicum* the sowing density (400, 500 and 600 no m<sup>-2</sup>) will affect the plant agronomic traits, and grain yield. Research has shown that grain yield depended on wheat species, year of study and sowing density. A significant correlation of the grain yield of both species with the amount of precipitation in tillering (1–10 May), and from booting to the beginning of fruit development (June) was demonstrated. The sowing density of *T. sphaerococcum* had a significant impact on the grain yield only under moderately drought stress during the growing season (2019), when the highest grain yield was obtained at the sowing density of 600 no m<sup>-2</sup>. In 2019 the most favorable was the highest sowing density also for *T. persicum*. In the year with the lowest amount of rainfall during the growing season (2018), the grain yield of *T. persicum* was the highest in the lowest sowing density. It can be concluded that in the integrated low-input cultivation of Indian dwarf and Persian wheat it is justified to use a sowing density of 600 pcs. m<sup>-2</sup>, if moderately drought stress during the growing season is expected.

**Keywords:** crop density, Indian dwarf wheat, Persian wheat, tillering, yield components

## THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON CHICKPEA

Burak Şen<sup>1\*</sup>, Lutfullah Anwari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nigde Omer Halisdemir University Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Biosystem Engineering, Nigde, Turkey orcid.org/0000-0001-8105-1106

<sup>2</sup>Nigde Omer Halisdemir University Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Plant Productions and Technologies, Nigde, Turkey, orcid.org/0000-0002-4539-3915

\* Sorumlu Yazar: [bsen@ohu.edu.tr](mailto:bsen@ohu.edu.tr)

Adres: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Merkez Kampüs, 51240, Niğde, TÜRKİYE.

### Abstract

Global climate change is expected to increase the occurrence and severity of drought and heat waves. Food especially chickpea security in the future will depend on the development of cultivars with improved adaptation to drought, heat stress and yield stability. Therefore, it is important to improve the efficiency of breeding, to increase productivity and to reduce the gap between yield potential and yield in the grower's field.

Quality and vigorous chickpea seed use is important for successful farm practices where abiotic stress such as drought and salinity due to frequent climate change severely effects the chickpea seed germination and seedling establishment especially in arid and semi-arid regions. The result showed that the CROPGRO-Chickpea model was able to successfully simulate growth, development and yield of chickpea.

As a result of climate change by causing a decrease in the crop yields in Turkey, it is estimated to decrease production and increase prices. The decrease in production is estimated in the average in national level as 2–7% for 2020, 4–12% for 2050 and 5–20% for 2080. Crop prices are expected to increase by 0–6% for the year 2020, by 2–13% for the year 2050 and by 10–25% for the year 2080. The economic loss of climate change calculated as \$1.1 billion in 2020, \$2.3 billion in 2050 and \$3.8 billion in 2080.

Keywords: Agricultural production, chickpea, climate change, food security, Turkey

### INTRODUCTION

World population is estimated to reach about 9 billion by 2050 and to feed them agricultural production needs to be increased further (Godfray et al. 2010). Increasing agricultural production in resource depleted condition is already challenging and effects of changing climatic conditions are making it even more difficult. The increase in human population and climate change will most likely to threaten food and nutritional demands in the coming decades (Mpambela and Vincent, 2017). In the present scenario of climate change with constantly increasing CO<sub>2</sub> concentration, there is a risk of altered crop performance in terms of growth, yield, grain nutritional value and seed quality (Lamichaney et al., 2021).

Chickpea is a cool season, drought hardy grain legume crop that is grown in Asia, East Africa, United States of America and Europe. The crop has the potential to close the winter legume

gap because it can adapt to cool season temperatures (Maya and Maphosa, 2020). Photoperiod and temperature are the most important factors affecting chickpea productivity (Summerfield et al., 1979). Growing Degree Days and Heat Use Efficiency based on temperature are very useful in predicting the growth and yield of chickpea. Another important aspect is the utilization of heat in terms of dry matter (Ray *et al.*, 2020). In this article, the requirements, response to stresses, the effects of climate change on chickpea and adaptation suggestions are discussed.

## **ORIGIN AND DISTRIBUTION OF CHICKPEA**

Chickpea (*Cicer arietinum. L*) possess the third rank among legumes after dry bean (*Phaseolus vulgaris*) and field pea (*Pisum sativum*). It is thought that chickpeas were first domesticated in the Fertile Crescent – a broad arc which extends from western Iran, through Iraq, Jordan and Israel to south-east Turkey. The earliest records of people using chickpeas date as far back as around 8,000 BC in Syria (Sorecha *et al.*, 2017).

Historical and botanical signs detect that it was first cultivated in the Middle East (Philogos, 2008). Southeastern of Turkey is said to be the homelands of chickpeas. According to various sources indicated that approximately 7000-7500 years ago chickpea has been cultivated in this area (Babaoğlu, 2003). Turkey produces many of chickpea varieties including edible and roasted chickpea which are Hisar, Yaşa-05, Azkan and Işık-05 and Gecit Kuşagi Agricultural Research Institute breeds those (Yilmaz et al 2014). Almost 90% of global production comes from six countries: India, Australia, Myanmar, Turkey, Pakistan and Ethiopia (Martinelli *et al.*, 2020).

## **CHICKPEA PRODUCTION IN GLOBAL AND TURKEY SCALES**

Chickpea is sown globally in 14.56 million hectares, added 14.78 million tons of grains annually to the basket of world food and has productivity average of 1015 kg/ha (Patil *et al.*, 2021). The world's largest producer of chickpea was India in 2018 with a share of about 66% in global scale. Turkey due to possessing (3.14%) acreage and (4.04%) production (Average of 2009-2018 years) is located among the top five producer countries. According to the world chickpea trade, Russian Federation had the first rank, Australia the second and Turkey the third rank according to the data of FAOSTAT in 2019 (TURKSTAT, 2020). On continental scale, 89% of chickpea production area is in Asia, 4.3% in Africa, 2.6% in Oceania, 2.9% in Americas and 0.4% in Europe (Gaur et al., 2010).

Turkey had 392,673 ha cultivated area of chickpea by producing 470,000 tons in 2017 (FAOSTAT, 2020). And Central Anatolia, Mediterranean and Southeastern areas of the Turkey are the major producers of chickpea. Also a center of its production is Central Anatolia area owing to applying rain-fed farming system (Kan, Doğan and Kan, 2020). When the acreage of Turkey was evaluated, Kırşehir province was ranked first by producing 71000 tons and after that, Yozgat and Ankara provinces were next by producing 69000 tons and 68000 tons respectively in 2019. Also regions of chickpea cultivation have been proliferated nearly 0.72% in 2019 than 2018 (TURKSTAT, 2020).

Chickpea is an essential and significant part of agricultural, sustainable farming systems and necessary food in Turkey. Although, owing to different reasons like climate, price policies and disease, significant decrements happened in its cultivation regions (Kan, Doğan and Kan, 2020).

### **WATER REQUIREMENT**

The crop has an indeterminate growth habit and deeper rooting system which may allow the crop to recover in the event of temporary moisture stress. The crop grows well in areas with annual rainfall of between 400 and 600 mm, its productivity under marginal rainfall conditions may be increased through genotype selection and manipulation of planting density. Owing to its deep taproot, chickpea is fairly drought tolerant as it is able to extract moisture from deep layers of soil profile, but its productivity is reduced by the recurrence of the terminal droughts (Beyene et al., 2015)

### **TEMPERATURE REQUIREMENT AND HEAT STRESS**

The crop can tolerate frost (Mckay et al., 2002) and high temperatures during flowering and behaves similar to spring cereal grains. Furthermore, it grows best when daytime temperature is between 21 and 29°C, and nighttime temperature is between 18 and 21°C and an annual rainfall of 600–1000 mm. It is a long-day plant, but flowering occurs in every photoperiod. The critical stages of chickpea to the external environment evolutions are flowering and podding (Ray *et al.*, 2020).

Disposal of plant to heat stress (35°C) at these phases is said to cause decrement in grain yield (Summerfield et al., 1984). Before reaching specific phonological stages, plants have a certain temperature need. High moisture, temperature stress and humidity within flowering harm the flowering and the herbage, pollen desiccation and intervening with the pollination causing in poor formation of grain (Brouwer et al., 1970). High temperature approximately 30 to 35°C possess a harmful impact on the growth of chickpea was shown in table 1.

Among biotic and abiotic stresses, terminal heat and drought stress are the main restrictions to production of chickpea in the semi-arid tropical and warmer short-season areas (Singh *et al.*, 2014).

Ellis et al. indicated that the optimal temperature for germination is 10–15°C and noted that high germination temperatures are considered to be 22–35°C. Covell et al. showed that germination was faster at higher temperatures between 31.8 and 33°C. However, at high temperatures the mobilisation of cotyledon reserves and embryo growth are adversely affected.



**Table 1.** Summary of Findings on the Effect of High Temperature on Germination, Growth and Development and Flowering of Chickpea (Devasirvatham *et al.*, 2012).

Crop stage	Optimum temperature	Detrimental high temperature
<i>Germination</i>		
Soil temperature	15-34°C	≥35°C
Air temperature	31.8-33°C	≥35°C
<i>Growth and development</i>		
Seeding growth	20-24°C	≥28°C
Leaf growth	10-25°C	≥27°C
Early growth	20-26°C	≥27°C
<i>Flowering</i>		
In vitro pollen germination	25°C	35°C
In vitro pollen tube growth	25°C	45°C
Flowering and pod development	20-26°C	≥30°C

## WATER STRESS

Drought cause both inhibition and delay in seed germination resulting in poor seedling foundation in many regions. Chickpea escape drought through early phenology (Short duration) mechanism. The most important phenological trait under this mechanism is days to first flowering (the number of days taken from sowing to first flowering). ICRISAT classify short duration chickpea genotypes that flowers between 25-30 days. In the Asian continent, this adaptation resulted in improved chickpea yields. Early flowering and maturity escapes drought and avoid yield losses and shorter vegetative period combined with a longer grain filling period could lead to higher yields. The roots of chickpea can use water up to 30 cm soil layer. In addition, deeper root systems and use of subsoil water above 30 cm offers survival advantage under terminal drought (Maya and Maphosa, 2020).

Climate change, associated with augmented cultivation of chickpea in the drier and warmer circumstances in the future will worsen more the harmful effects of heat and drought stress on its productivity. Although, climate change probably have an effective impact on the crop in cooler areas in the short term before soaring suitable temperature (20-26) (Devasirvatham *et al.*, 2012).

## CLIMATE CHANGE IN GLOBAL AND TURKEY SCALES

The major reasons of climate change are increasing fossil fuel consumption such as coal, oil, and gas to generate electricity, run cars and forms of transportation, and power manufacturing and industry, deforestation, increasing intensive agriculture.

Climate change cause high weather and ocean temperature, altering precipitation, transpiration patterns, sea level rise and many species changes like plants, pests and diseases.

Today, it is a scientifically proven fact that the planet will face increase in temperatures and changes in precipitation in the coming decades. In the last 100 years the global climate has gotten 0.5°C warmer due to greenhouse gas emissions partially caused by human activities.

The research of English scientist Stern indicates that global temperatures will continue to increase between 0.5° and 1°C even if emissions stop as of today.

Climate models prepared within this research envisage a temperature increase between 1.4° and 5.8°C in the next hundred years unless measures are taken to critically reduce emissions. These changes will render the globe's hydrological cycle unstable to a great extent, will cause bigger changes in precipitation and water flow and will increase the intensity of extreme hydrological events (Maya and Maphosa, 2020).

Changing water levels, temperatures and flows affect the integrity of the ecosystem as well as affecting food supply, agriculture, health, industry, tourism and transportation sectors.

Among the measures to be taken for adaptation are important issues such as increasing the resistance of the agriculture sector against drought, reducing flood risks through more storage and infrastructure management and integrated management of water resources. Moreover, in certain cases, mitigating the negative consequences of climate change in other words reducing greenhouse gas emissions and adaptation strategies are closely linked and can be complementary.

### **CLIMATE CHANGE IN TURKEY**

In the case of increases in the global temperature of up-to 2°C the expected impacts in the Mediterranean Basin of which Turkey is situated in, show the extent to which measures taken against the impacts of climate change need to be programmed. In the Fourth Assessment Report of the IPCC it is indicated that a 1°C - 2°C increase in temperatures in the Mediterranean basin would be observed, that aridity will be felt in an even wider area, and heat waves and the number of very hot days will increase especially in inland regions. For Turkey, on the other hand, the average increase in temperatures is estimated to be around 2.5°C - 4°C, reaching up to 5°C in inner regions and up to 4°C in the Aegean and Eastern Anatolia. The IPCC report and other national and international scientific modeling studies demonstrate that Turkey in near future will get hotter, more arid and unstable in terms of precipitation patterns (Martinelli *et al.*, 2020).

It is anticipated that 50% of the surface waters in the Gediz and Greater Menderes Basins will be lost by the end of the century and that water scarcity will be faced in agricultural,

Diminishing water resources, forest fires, drought, desertification and ecological degradation linked to these are the impacts of climate change that are evident in Turkey (Naşacı *et al.*, 2021).

The highest seasonal temperature increase for entire Turkey has been reported for the summer, 4.3 °C. In addition, very distinctive change in future precipitation of winter season has been noted for the Black Sea region (increase) and the Mediterranean region (decrease) of Turkey (Öno1 and Semazzi, 2009).

Bozkurt and Sen, (2011) indicated that warmer summer and autumn sea surface temperatures of the surrounding seas of Turkey probably enhance the formation of the flash floods and extreme precipitation events.

Hemming et al. (2010) pointed out that magnitude of precipitation decrease (5%-25%) for all the model ensembles is highly consistent in western coasts of Turkey during the first-half of 21st century. Moreover, projected annual discharges simulated by Kitoh et al. (2008) indicate that substantial decrease for the Euphrates River has been calculated (30-70%) at the end of the 21st century because of the reduction in precipitation over the basin. Evans (2009) examined future predictions of 18 GCMs over Middle East and he showed that the largest precipitation decrease (annually more than 25%) caused by less storm track activity over Eastern Mediterranean occurs over South-western Turkey in year 2095.

The surface temperature is projected to increase all over Turkey for the 2011-2040 period (Fig. 1), but the increases are usually small (less than 0.5 °C in winter and 1.0 °C in summer). Substantial increases in surface temperature start to appear in the second period (2041-2070) in Turkey. They amount to around 1.5 °C in winter and to about 2.4 °C in summer. By the end of the twenty first century, surface temperature increases are projected to reach to around 3.5 °C in winter and 6 °C in summer. For the last period, the summer temperature increases reach to around 6 °C in places in the south-eastern and south-western parts of Turkey while they only rise to around 3 °C in much of the Black Sea and Marmara regions (IPCC, 2011).

### **THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON CHICKPEA IN GLOBAL AND TURKEY SCALES**

Current scientific evidence also suggests that global climate change will lead to greater rainfall variability. Drought is responsible for 40%–45% of chickpea yield losses across the globe.

Drought and high temperature stresses are the most important constraints among climate events. It is estimated that 50% of yield losses are caused by drought and heat stresses (Gaur et al., 2012). According to Chanders et al. (2008), an increase in the seasonal temperature of 1°C can reduce chickpea yield by 53–300 kg/ha in different regions. In India yield loss was estimated to be 10%–15% for every 1°C above the optimum temperature (Upadhaya et al., 2011).

Similarly, with every 0.1°C temperature rise combined with 31% reduction in seasonal rainfall, the yield of chickpea decreased by 38.5 kg/ha. This shows that high temperature and drought are the major factors that affect chickpea production. Drought is potentially the biggest obstacle in chickpea production, with estimated yield losses of 50% as a result of widespread changes in climate (Dubey et al., 2011).

Mechanism of Phonological, Physiological And Biochemical Changes In Drought stress are root length density, chlorophyll loss, low water potential, shoot biomass and grain yield, drought tolerance index, carbon  $\Delta^{13}\text{C}$  isotope discrimination during the photosynthetic activity, high osmotic adjustment with low water potential to maintain turgor, high water-soluble carbohydrate content in stressed plants, higher catalase activity under drought which inhibits the osmotic stress, small leaf area with less water loss by transpiration, reduced pollen viability, pistil function and pod set, and canopy temperature depression during mid-reproductive stage. Also the mechanism changes due to heat stress are pod number per plant, harvest index, heat tolerance index, grain yield, application of abscisic acid (ABA) induces heat tolerance, reduced pollen viability, failure of fertilization due to oxidative stress, early flowering, filled pod

number per plant, canopy temperature depression during reproductive stage, reduced enzyme activity (rubisco, sucrose phosphate synthase, sucrose synthesizing enzyme) due to stress and reduced pollen function due to lower sucrose level in pollen (Sayilgan, 2020).

Heat stress also affects nitrogen fixation and symbiosis in chickpea. The high temperature (>32.5 °C) leads to a reduction in nodule formation and affects nodule structure and function. Slightly increased day temperature (32.5 °C) delays nodulation and decreases nitrogen fixation in the plant and durability of the symbiotically active nodule population. At 35 °C, the nitrogenase activity gets affected in chickpea roots. The optimum soil temperatures for nodulation and nitrogen fixation for chickpea lie between 18 and 22°C (Rodrigues et al. 2006).

### **THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON CHICKPEA IN TURKEY AND FUTURE PREDICTIONS**

Here are 24 million ha of agricultural land in Turkey. 80% of agricultural lands depend on rainfall. On the other hand, although only 20% of agricultural land are irrigated, more than 70% of total water resources are used for agricultural irrigation in Turkey. One of the disasters caused by climate change is drought. Turkey which is located in semi-arid region is under drought risk, and experiencing more severe dry years (uçak, Erman and Oğuz, 2018).

According to the research results of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) temperature is anticipated to boost from 2.4 to 4°C in the upcoming century (Erden et al., 2011). Similarly, another research indicated that the Mediterranean Basin containing Turkey will be one of the most affected areas of the globe in the upcoming century and there will occur serious heat waves, decreased precipitation, augmented temperature, reduced soil moisture and ascent of sea levels (IPCC, 2014)

Rosenzweig and Iglesias (2006) estimated the product changes of some plants in some countries. Their assessment for grain and oilseed plants product changes of Turkey would cause 12% decrease in 2080.

The decrement for chickpeas, dry beans, green and red lentils was 3%. Furthermore, the decrement in 2050 and 2080 for chickpeas, dry beans, green and red lentils would be 7% and 12% respectively (Dellal and Unuvar, 2019).

A research was conducted by Ucak et al., (2018) by the name of identification of chickpea genotypes tolerant to water stress. Experiments were carried out over the experimental fields (Saipbeyli village in farmer conditions) of Siirt Province. Hasanbey genotype was identified as water stress resistant and can be used in further studies to be carried out for resistance to abiotic stress factors (uçak, Erman and Oğuz, 2018).

### **THE IMPACTS OF ELEVATED CO<sub>2</sub> ON CHICKPEA**

Climate models anticipated an increment in CO<sub>2</sub> of atmosphere to attain 700 ppm by the year 2100 (IPCC, 2014). Increment in CO<sub>2</sub> and an associated increment in temperature is expected to affect significantly on food security and agricultural production (Streck 2005).

The assessment of the impacts of elevated atmospheric carbon dioxide [e (CO<sub>2</sub>)] (600 ppm) on chickpea crop showed positive impact on chickpea plant growth in a sub-tropical environment

which caused increase on the plant height 4-8%, and 8-29% at flowering and podding phases, leaf and stem biomass over ambient carbon dioxide [a (CO<sub>2</sub>)] treatment. The [e (CO<sub>2</sub>)] enhanced seed production about 11-18% that was due to increment in the seeds/plant 8-9% and number of pods 6-10%, but no difference was observed in the weight of 100-seed of plant over [a (CO<sub>2</sub>)]. Although, [e (CO<sub>2</sub>)] diminished the protein of seed 7%, reactive substances of thiobarbituric acid 12%, total phenol 13% and raised the starch 21% and uptake rate of water as compared to the harvested seeds from [a (CO<sub>2</sub>)] area (Lamichaney et al., 2021). Elevated CO<sub>2</sub> enhanced photosynthesis of plant that improved growth, yield and biomass of the plant (Rai et al., 2016).

The research results indicate the [e (CO<sub>2</sub>)] till 600 ppm was capable to improve the growth and productivity of chickpea in a sub-tropical climate by implicating its nutritional quality of the produce (Lamichaney et al., 2021).

The outcomes indicated no impact of elevated carbon dioxide [e (CO<sub>2</sub>)] interceded conversions in the physiological effect on the germination and seeds vigor produced, that is not expected to have effect on chickpea seed industry (Lamichaney et al., 2021).

### **THE MODEL FOR ASSESSMENT OF THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE & FUTURE PREDICTIONS**

Plant growth simulation models are utilized to evaluate plant growth and yield benefits owing to novel technologies in diverse target environments. CROPGRO-Chickpea model (revised version) is used for evaluating the effects of climate change and genetic features of growth and yield of chickpea (Singh *et al.*, 2014).

In this model simulations were accomplished for the baseline climate and the projected climate change by 2030 and 2050 for each location. The effects of change in temperature (T), changes in temperature and CO<sub>2</sub> (T+CO<sub>2</sub>), and changes in temperature, CO<sub>2</sub> and rainfall (T+CO<sub>2</sub>+R) were studied singly to determine quantity of the effects of each factor. The CO<sub>2</sub> concentration of atmosphere checked was 380 ppm for the baseline, 454 ppm for 2030, and 530 ppm for the 2050 climate projections (IPCC, 2001). These reliable outcomes vouch that the genetic factors of the three baseline cultivars are precise and the CROPGRO-Chickpea model can be trustfully utilized to simulate growth and yield of chickpea in response to climate change factors and genetic modifications for diverse soil-climate circumstances. In the South Asia region, the baseline mean yields were 1322, 1813, 1181 and 960 kg/ha at Hisar, Indore, Nandhyal and Zaloke, respectively. Increment in temperature by 2030 at these sites augmented the yields by nil to 5%, except at Nandhyal where the yield reduced by 15%.

The increase in yield at the cooler sites is primarily attributed to favorable warmer temperatures due to climate change and increased atmospheric CO<sub>2</sub> concentration that promoted crop growth, pod and seed setting in chickpea. Poor pod and seed setting in chickpea under low temperatures has been reported by several researchers (Croser et al., 2003; Clarke and Siddique, 2004).

## ADAPTATION AND ADAPTATION SUGGESTIONS

It is extensively sown in tropical and subtropical areas of the world (FAO, 2016). Nearly, 90% of the globe's chickpea is cultivated under rain-fed circumstances where their productivity is restricted and the crops are flourished in a gradually depleting soil water profile and faces terminal drought stress (Singh et al., 2014).

Chickpeas need cool weather during the initial growing phase. The studies found out that the optimum temperature for chickpea growth is 18-26°C in Turkey (Babaoğlu, 2020).

Temperature, light and rainfall are the most significant factors for suitable crop growth and development, among the climate parameters.

Newly, a kind of cultivation named dormant seeding management (DSM) of chickpea was examined by the farmers in the area. Under DSM, the seeds stay dormant and ungerminated in the soil up to temperature and moisture get appropriate for crop flourishing after low temperatures term in the winter and frost (Amiri and Deihimfard, 2018).

Agriculture won't face to the same type of susceptibility to climate change in all areas, site-certain improved plant varieties and administrative practices will be required to conform the features of the future climates and other natural conditions of each region (Singh *et al.*, 2014). Boote et al. (2011) offered genetically progress of plants for higher tolerance to the raised temperature and drought, high reacting crops to enhancing CO<sub>2</sub> and the improvement of novel agronomic technologies to adapt plants to the nowadays incompatible climates and climate change, in terms of chickpea, physiologists and plant breeders have already specified crop features which express tolerance of the chickpea to heat and drought tolerance (Krishnamurthy et al., 2011).

## CONCLUSIONS

Global climate change is predicted to increase the occurrence and severity of drought and heat waves. Food especially chickpea security in the future will depend on the development of cultivars with improved adaptation to drought, heat stress and yield stability. Therefore, it is important to improve the efficiency of breeding, to increase productivity and to reduce the gap between yield potential and yield in the grower's field.

As a result of climate change by causing a decrease in the crop yields in Turkey, it is estimated to decrease production and increase prices. Based on the findings of these assessments, the following Works are recommended in order to decrease the negative effects and to adapt climate change phenomenon:

An inventory of local and regional cultivated crops, their varieties and ability to adaption capability to climate change should be undertaken.

An inventory should be drawn on how the farmers' practices in agricultural adaptation to climate change. For instance, utilizing drought and heat stress resistant varieties or changing the sowing time.

Regional and more detailed studies should be supported.



Additional work on other ways to compensate the negative effects in overhead (such as minimization of losses and waste reduction) should be conducted.

## REFERENCES

- Amiri, S. R., Deihimfard, R. and Eyni-Nargeseh, H. 2020. Toward dormant seeding of rainfed chickpea as an adaptation strategy to sustain productivity in response to changing climate. *Field Crops Research*, 247, p. 107674.
- Babaoğlu, M. 2020. Nohut ve Tarımı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>.
- Brouwer R, Jenneken PJ, Borggreve. 1970. Growth responses of shoots and roots to interruptions of irrigation supply. *Jaarb Ibs.*29-36pp.
- Dellal, I. and Unuvar, I. 2019. Effect of Climate Change on Food Supply of Turkey. *Journal of environmental protection and ecology*, 20, 292–700 pp.
- Devasirvatham, V., Tan, K.Y., Gaur, P.M., Raju, T.N., Trethowan, R.M. 2012. High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement. *Crop Past. Sci.* 63, 419–428pp.
- FAOSTAT. 2020. Crop Production. Available Online: <http://faostat.fao.org>.
- Gaur, P.M.; Jukanti, A.K.; Samineni, S.; Chaturvedi, S.K.; Basu, P.S.; Babbar, A.; Jeyalakshmi, V.; Nayyar, H.; Devasirvatham, V.; Mallikarjuna, N. 2012. Climate change and heat stress tolerance in chickpea. In *Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance*; Tuteja, N., Gill, S.S., Eds.; Wiley Blackwell: Weinheim, Germany. 839–855pp.
- IPCC. 2014. Climate change impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge university press, Cambridge.
- Kan, A., Doğan, H. and Kan, M. 2020. General Characteristics of Chickpea Producers and Their Production Behaviours in Turkey’, *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 8. 203–210 pp.
- Krishnamurthy, L., Gaur, P.M., Basu, P.S., Chaturvedi, S.K., Tripathi, S., Vadez, V., Rathore, A., Varshney, R.K., Gowda, C.L.L., 2011. Large genetic variation for heat tolerance in the reference collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm. *Plant Genet. Resour.* 9 (1), 59–69pp.
- Lamichaney et al., A. 2021. Effect of elevated carbon-dioxide on plant growth, physiology, yield and seed quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in *Indo-Gangetic plains*.
- Maya, M. and Maphosa, M. 2020. ‘Current status of chickpea production: Opportunities for promoting, adoption and adapting the crop in Zimbabwe: A review’, *Journal of Dryland Agriculture*, 6(1), 1–9 pp.
- Maya, M. and Maphosa, M. 2020. ‘Current status of chickpea production: Opportunities for promoting, adoption and adapting the crop in Zimbabwe: A review’, *Journal of Dryland Agriculture*, 6(1), 1–9 pp.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Mpambela M, Vincent M. 2017. Effects of Climate Change and Their Indelible Impact on Social Work Profession in Zimbabwe. *African Journal of Social Work* 7(2):30-35pp.

Patil, S. B. *et al.*, 2021. Planting Density Affected Dry Matter Production, Partitioning, and Yield in Machine Harvestable Chickpea Genotypes in the Irrigated Ecosystem', *International Journal of Plant Production*, 15(1), 29–43 pp.

Philogos, 2008. Chickpeas Forward Association, 2007 Retrieved August 2.

Rai P, Chaturvedi AK, Shah D, Pal M. 2016. Impact of elevated CO<sub>2</sub> on high temperature induced effects in grain yield of chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian J Agric Sci* 86(3):414–417pp.

Ray, M. *et al.* 2020. Effect of Climate Change on Productivity and Profitability of Chickpea Cultivars under Various Dates of Sowing in Rice Fallows, *Current Journal of Applied Science and Technology*, pp. 116–124pp.

Rodrigues CS, Laranjo M, Oliveira S. 2006. Effect of heat and pH stress in the growth of chickpea mesorhizobia. *Curr Microbiol* 53:1–7pp.

Singh, P. *et al.* 2014. Climate change impacts and potential benefits of drought and heat tolerance in chickpea in South Asia and East Africa', *European Journal of Agronomy*, 52. 123–137 pp.

Streck NA. 2005. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric carbon dioxide and temperature on crop growth, development and yield. *Ciencia Rural Santa Maria* 35(3):730–740pp.

Summerfield, R.J., Hadley, P., Roberts, E.H., Minchin, F.R., Rawsthorne, S., 1984. Sensitivities of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) to hot temperatures during the reproductive period. *Exp. Agric.* 20, 77–93pp.

Summerfield RJ, Minchin FR, Robert EH, Hadley P. 1979. The effect of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Proceedings of International Workshop of Chickpea Improvement, Hyderabad, 28 Feb -2 March, Patancheru, ICRISAT.* 1980; 121-149pp.

TurkStat, 2020. Crop Production and Price Statistics (Different Years).

Uçak, ali beyhan, Erman, M. and Oğuz, A. 2018. Identification of Chickpea (*Cicer arietinum*.) Genotypes Tolerant to Water Stress, *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 7634–7642 pp.

Upadhaya, H.D.; Dronavalli, N.; Gowda, C.L.L.; Singh, S. 2011. Identification and evaluation of chickpea germplasm for tolerance to heat stress. *Crop Sci.* 51, 2079–2094pp.

Yilmaz et al., 2014. Physico-Mechanical Properties of four Turkish Chickpea Varieties. Suleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery, Isparta, Turkey.

## **INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON HEATING COSTS IN GREENHOUSE TOMATO (*Solanum Lycopersicum L.*) PRODUCTION IN ALANYA REGION WITH EXPERT GREENHOUSE SOFTWARE PROGRAM SERASIM**

**Bora Şen<sup>1\*</sup>, Burak Şen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Central Campus, 16059 - Görükle / Bursa, Turkey.

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Biosystems Engineering, Central Campus, 51240, Merkez/Niğde, Turkey.

\*Correspondence: borasen@hotmail.com

### **Abstract**

Climate change emerges due to increases in greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> etc.) content of the atmosphere resulting from human activities. Climate change results in irregularities in the distribution and amount of precipitation and increases in surface temperatures, drought severity and evaporation, which causes significant decreases in agricultural production. The aim of this paper is to investigate the effects of climate change on heat demand and cost of greenhouses in Alanya region producing tomato, one of the most consumed vegetables in the world. For this purpose, based on the temperature increases of 1.5 °C and 3.0 °C estimated in the IPCC reports, the possible changes in heat demand and cost of greenhouses producing tomato in plastic greenhouse with iron construction for a whole year are determined for different energy sources e.g. electricity, lignite, fluid gas and natural gas. SERASIM software, an expert program for the calculations of construction, cover, equipment and climatization, is used in the study. According to the prediction of 1.5 and 3.0 °C temperature increase for Alanya region towards the end of the century, the heating cost in the greenhouses will be eliminated in electricity, lignite, liquid fuel and natural gas types.

**Keywords:** Tomato (*Solanum lycopersicum L.*), Industry 4.0, Greenhouse Climatization, SERASIM, Climate change.

## **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ALANYA YÖRESİNDE SERADA DOMATES (*Solanum Lycopersicum L.*) ÜRETİMİNDE ISITMA MALİYETLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN UZMAN SERA YAZILIM PROGRAMI SERASİM İLE İNCELENMESİ**

### **Özet**

Küresel iklim değişikliği, insan kaynaklı davranışların sonucu olarak başta atmosferdeki sera (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> vb.) gazlarının miktarındaki artışlar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda yeryüzündeki sıcaklıklarda, yağış dağılımı ve miktarında düzensizlikler, kuraklık ve buharlaşmada önemli derecede artışlar oluşmakta ve buda tarımsal üretimde ciddi düşümlere neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı küresel iklim değişikliğinin dünyada en çok tüketilen sebzelerden biri olan domates bitkisinin Alanya yöresinde seralarda yetiştirilmesinde ısıtma ihtiyacı ve maliyeti üzerine olası etkilerini belirlemektir. Bu amaçla IPCC raporlarında da

belirtilen 1.5 °C ve 3.0 °C lik sıcaklık artış öngörülerine göre demir konstrüksiyonlu plastik seralarda yıl boyunca domates yetiştiriciliği yapıldığında seradaki ısıtma ihtiyacı ve maliyetlerindeki değişimler elektrik, linyit, sıvı yakıt ve doğal gaz türlerine göre belirlenmiştir. Bu amaçla seralarda yapı, örtü, malzeme ile iklimlendirme hesaplamalarını yapan uzman bir yazılım olan SERASİM programı kullanılmıştır. Buna göre yüzyılın sonlarına doğru Alanya yöresi için 1.5 ve 3.0 °C lik sıcaklık artış öngörüsüne göre seralardaki ısıtma maliyeti elektrik, linyit, sıvı yakıt ve doğal gaz türlerinde ortadan kalkacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Domates (*Solanum lycopersicum* L.), Endüstri 4.0, Sera İklimlendirme, SERASİM, İklim Değişikliği

ICAAW2021

## **THE EFFECT OF GINGER (*Zingiber officinale* L.) LIQUID EXTRACT SUPPLEMENTED TO WHOLE MILK ON GROWTH AND GENERAL HEALTH OF HOLSTEIN CALVES**

**Serkan Özkaya<sup>a\*</sup>, Fahrudin Pigamov<sup>a</sup>, Sabri Erbaş<sup>b</sup>, Murat Mutlucan<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Isparta University of Applied Sciences, Agriculture Faculty, Department of Animal Science, Isparta, Turkey  
(0000-0003-3389-3188, 0000-0002-9162-7938)

<sup>b</sup>Isparta University of Applied Sciences, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Isparta, Turkey (0000-0003-0691-6127, 0000-0002-6990-277X)

### **Abstract**

This study was carried out to examine the effects of the supplementation of ginger liquid extracts (GLE) to whole milk on the growth and general health of Holstein calves. A total of calves (4-d old) were included in the experiment and randomly assigned to groups, and they were fed whole milk containing GLE at a rate of 0, 0.50, 0.72 and 1% of the milk amount consumed. Calves consuming 1% GLE milk were weaned at an earlier age and gained better body weight compared to the other groups ( $P < 0.05$ ). The group fed with 0.50% GLE milk consumed less daily starter compared to other groups ( $P < 0.05$ ). These results obtained in the study show that 1% GLE supplementation can be effective in raising healthy calves by improving the immune level and antioxidant capacity.

**Keywords:** Ginger, liquid extract, growth, immunity, oxidative stress, health, calves

### **INTRODUCTION**

Ginger is a plant that has been used medicinally in China and India from 2500 years ago to this time (Grant and Lutz, 2000). Ginger has various pharmacological properties including anti-inflammatory, anticancer, antimicrobial, anthelmintic and antiprotozoal activities (Al-Masoudi, 2011; Kobo et al., 2014; Vinothkumar et al., 2014; Kumar et al., 2018). In addition, ginger has nematocidal, cestocidal, trematocidal, insecticidal, molluscidal and anti-leech effects (El-Sayed and Safar, 2015). Commonly used as a spice and flavouring in foods and beverages, ginger has antioxidant and antihypercholesterolemic activity due to its active components such as gingerol and gingerdiol. In addition, ginger, which is rich in essential oils and mineral substances, can be considered as a feed additive that increases productivity in livestock (Kishk and El Shestetawy, 2010; Ogbuewu and Mbajiongu, 2020). The stimulating effect of the bioactive components of ginger on gastric secretion and enzymes positively affects feed efficiency and nutrient utilization (Ogbuewu and Mbajiongu, 2020). Ginger also positively

affects lipid digestion and absorption by increasing the synthesis of bile acids in the liver and their excretion from bile (Franckic et al., 2009).

Ginger aqueous extract added to the diets of broiler chickens shows better performance in terms of body weight and feed conversion ratio. Ginger aqueous extract improves the performance of broilers while also improving their health (Oleforuh-Okoleh et al., 2015). Similarly, the supplementation of ginger root powder to broiler chickens diets significantly affected feed consumption, body weight, body weight gain and feed conversion ratio (Rio et al., 2019). Thakur et al. (2020) reported that the ginger powder significantly affected the feed intake of broiler chickens, however, did not affect body weight gain. Duwa et al. (2020) concluded that ginger had no effect on the growth performance of broilers, significantly improved the feed conversion ratio and could be used as a feed additive. In the study with the ginger meal, Agu et al. (2017) concluded that ginger supplementation did not affect feed consumption, body weight gain and feed conversion ratio of broilers, but significantly increased carcass weight and high-density lipoprotein level. The supplementation of ginger to the diets of growing turkeys improved the feed conversion ratio.

Jubril (2019) reported that ginger powder supports rabbits optimal growth and digestibility of protein without affecting the digestibility of the other nutrients.

The supplementation of ginger root powder to the diet positively affects feed consumption, milk production and milk quality without adversely affecting the health of cows (Al-dain and Jarjis, 2015). It has been reported that the supplementation of Olebiotec flavour obtained from ginger spice to calf starter diet has no effect on milk consumption, starter consumption, body weight gain, feed efficiency ratio during pre- or post-weaning period (Davarmensh et al., 2015). In a study with sheep, it was reported that by Muhammed et al. (2016) that the doses of ginger applied to the diet significantly reduced feed intake, dry matter, crude protein, ether extract and fibre intake. It has been reported that ginger added to the diets of ewes during pregnancy can increase the milk yield and components of ewes, as well as red and white blood cells (Hendawy et al., 2019). Ilkyume et al. (2020) reported that the supplementation of ginger did not affect the body weight, total feed consumption (hay and concentrated feed) and feed conversion ratio of sheep, but increased the daily body weight gain significantly. Also, they reported that the effect on the rumen pH value of sheep was not significant while increased the total volatile fatty acids, acetate, propionate and butyrate values significantly. However, they reported that the effect on the total bacteria count, fungi and protozoa in the rumen was not significant.



There is a paucity of information on the effect of the ginger liquid extract on calves' growth performance, nutrient utilization. Therefore, this research was carried out to determine and evaluate the effect of the ginger liquid extract on the development and health parameters of calves.

## **MATERIAL and METHODS**

The study was approved by the Animal Experiments Local Ethics Committee of Isparta University of Applied Sciences (Protocol number: 27. 05. 2021/001).

*Animal material:* The study was carried out in the Livestock farm of Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Education, Research and Application Farm, and 16 Holstein calves born in the farm were used.

*Feed material:* Commercially available calf starter (18% Crude Protein and 2800 kcal Metabolic Energy) was used in the study. During the study, standard feeding was given to the groups. No hay was given to the calves in the pre-weaning.

## **METHOD**

The calves born on the farm were fed with colostrum for the first 3 days. The body weight and body measurements of the calves at the 4 days-age were taken and randomly divided into 4 groups and taken into individual boxes. Milk was given to the calves as 2 L in the morning and evening, as 4 L/day. Calves were offered calf starter and water *ad libitum*. GLE was mixed with whole milk as a percentage of the amount of milk consumed. Kishk and El-Sheshetawy (2010) reported in their study the total phenolic components were higher at 56 °C and 0.72% concentration powder ginger. Therefore, doses of 0.50, 0.72 and 1% were used in the study. Experiment groups were as follows:

C: Calf starter+whole milk drinking group, T1: Calf starter+whole milk drinking group with 0.50% of the GLE added, T2: Calf starter+whole milk drinking group with 0.72% of the GLE added, T3: Calf starter+whole milk drinking group with 1% of the GLE added.

The calves were weaned when they consumed an average of 0.800 kg/day calf starter on consecutive days.

*Obtaining ginger liquid extract:* The ginger powder used in the study was obtained from spice traders. The ginger powder was mixed in distilled water at a concentration of 1% and kept at 22±2 °C overnight (18 h) (Kishk and El-Sheshetawy, 2010). It was filtered to obtain a liquid extract.

*Determination of total phenolic substance amount of ginger liquid extract:* The total phenolic content of GLE was determined by the spectrophotometric method (Eberhardt et al., 2000). 125 µl of GLE was added to 0.5 ml of distilled water and 125 µl of Folin-Ciocalteu reagent was added to it and waited for 6 minutes. Then, 1.25 ml of 7% sodium carbonate solution was added. The final volume was made up to 3 ml with distilled water. The samples were measured at 760 nm wavelength in a spectrophotometer (Shimadzu UV-1201) after 90 minutes at room temperature. The results were calculated as gallic acid equivalents as µg GAE/ml according to the calibration curve.

*Determination of phenolic compounds of ginger liquid extract:* Determination of phenolic compounds was done according to the method determined by Capanio et al. (1999). Compounds were determined in the RP-HPLC instrument. Determination and amounts of compounds were determined by the SCL-10 Avp control system, SIL-10 AD vp autosampler, LC-10 AD vp pump, DGU-14a deaerator with 278 nm tuning. 250 x 4.6 mm i.d. C18 column was used. The flow rate was 0.8 ml/min, the sample injection amount was 10µ, and the column temperature was set to 30 °C. Two different solvent solutions were used. Solvent A: Acetic-water (2:98, v/v), Solvent B: methanol. The obtained data were combined and analyzed using the Shimadzu Class-VP Chromatography Laboratory Automated Software System (Chiyodaku, Tokyo, Japan). Extracts, standard solution and mobile phases were filtered with a 0.45 µm membrane filter (Vivasciiece AG, Hannover, Germany). The amount of phenolic compounds in the extract was calculated as mg/100g according to the standard calibration curve.

*Determination of the antioxidant activity of ginger liquid extract:* Antioxidant activity was determined using 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazil (DDPH). The DPPH method was performed according to Shimada et al. (1992). 1 ml of 0.2 mM DPPH was added to 1 ml of extract and mixed thoroughly by vortexing. After waiting 30 min in dark condition and room temperature, readings were taken at 517 nm. The free radical binding activity of the samples was calculated using the following formula:

Antiradical activity (%):  $((\text{absorbance value of control} - \text{eg absorbance value}) / \text{absorbance value of control}) \times 100$

*Determination of antioxidant activity by iron-reducing power method:* The iron reducing power was determined using the method of Oyaizu (1986). Accordingly, 2.5 ml of 200 mM sodium phosphate buffer (pH: 6.6) and 2.5 ml of 1% potassium ferrocyanidin were added to 2.5 ml of extract and mixed. After the samples were kept at 50 °C for 20 minutes, 2.5 ml of 10%

trichloroacetic acid was added to them and centrifuged at 200 g for 10 minutes. 5 ml of the upper phase was taken and 5 ml of deionized water and 1 ml of 0.1% iron chloride were added. Then, absorbance values of the samples at 700 nm wavelength were measured in the spectrophotometer. Since the high absorbance value indicates the high iron-reducing power, the absorbance values obtained from the samples are based on synthetic materials such as BHA (butylated hydroxyanisole) I BHT (butylated hydroxytoluene) and Trolox (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid). Comparisons with antioxidants were made and the iron-binding strengths of the samples were revealed.

*Body weight and measurements:* Body weight and measurements (Body length-BL, Wither height-WH, Hip height-HH, Body depth-BD, Chest girth-CG) of calves were taken at the beginning of the experiment. The body weight and body measurements of the calves were followed weekly until weaning.

*Feed and Milk Analysis:* The starter nutrient analyses used in the study were made with the Weende analysis method (Akyıldız, 1984). Fat, protein, lactose, dry matter and freezing point analyses of milk were performed with Milk test (Hasvet Medical Inc., Antalya, Turkey) milk analysis device (Table 1).

Table 1. Chemical composition of starter and milk

	Starter	Milk
Dry matter, %	90.05	8.9
Crude protein, %	18.17	3.3
Ether extract, %	2.79	3.4
Crude fiber, %	9.41	-
Moisture, %	9.95	-
Ash, %	7.52	-
Starch, %	28.25	-
Metabolic energy, kcal/kg	2848.90	-
Intensity, %	-	36.3
Lactose, %	-	5.8
Conductivity	-	4.5

*Feed consumption:* The feed consumption of the calves was recorded daily using electronic scales with 1g precision. In this way, it was possible to determine the calves that consumed 800g of starter on consecutive days.

*Fecal score:* The feces of the calves were monitored daily and scored for consistency. Scoring was stated according to Larson et al. (1977); it was recorded as 1- normal, 2- soft, 3- flowing, and 4- watery.

*Number of days with diarrhea:* The number of days with diarrhea and disease of the calves was recorded. When the fecal score is 3 and above, the calf was recorded as having diarrhea.

*Statistical analysis:* The data were analyzed with the repeated measurements variance analysis technique, and the differences between the groups were examined with the Tukey test (Minitab 2017 v18.1, Minitab Ltd. UK).

## RESULTS and DISCUSSION

### *Phenolic components of ginger powder*

The phenolic components of ginger powder used in the study are shown in Table 2.

Table 2. Phenolic components of ginger powder

	Ginger powder
Protocatechuic acid, $\mu\text{g/g}$	0.8
Chlorogenic acid, $\mu\text{g/g}$	2.8
Epicatechin, $\mu\text{g/g}$	6.5
Syringer acid, $\mu\text{g/g}$	0.9
Vanillin, $\mu\text{g/g}$	6.3
P-coumaric acid, $\mu\text{g/g}$	2.1
Sinapinic acid, $\mu\text{g/g}$	13.1
O – coumaric acid, $\mu\text{g/g}$	0.1
Rosmarinic acid, $\mu\text{g/g}$	0.6
Eriodictyl, $\mu\text{g/g}$	5.2
Cinnamic acid, $\mu\text{g/g}$	3.3

### *Effects of liquid extract from ginger powder on the performance of calves*

Calves' weaning age, body weight and measurements are shown in Table 3.

GLE allowed calves to be weaned at an early age ( $P < 0.05$ ). Weaning age decreased in parallel with increasing doses of GLE (Table 3). The appetizing properties of medicinal aromatic plants and their extracts stimulate digestion and increase feed consumption by promoting gastric and intestinal motility by increasing the release of enzymes. Increasing feed consumption allows

animals to be weaned at an early age (Tekeli at al., 2006; Kehoe et al., 2007; Ozkaya at al., 2018).

The numerical differences between the body weight of calves at the weaning age were not found to be statistically significant (Table 3). However, there was a significant difference between body weights at the end of the experiment. The body weight of calves in T3 were higher the other groups.

Table 3. Effects of ginger liquid extract on weaning age and performance of calves.

	C Mean±SE	T1 Mean±SE	T2 Mean±SE	T3 Mean±SE	P
Weaning age, day	49.91±2.08 <sup>ab</sup>	51.50±3.67 <sup>a</sup>	45.87±2.52 <sup>ab</sup>	35.39±4.04 <sup>b</sup>	0.04
WBW, kg	61.56±3.61	57.21±3.82	56.94±1.69	55.29±3.67	0.12
Final body weight, kg	71.29±1.69 <sup>ab</sup>	63.32±6.93 <sup>b</sup>	67.91±0.73 <sup>ab</sup>	74.82±3.49 <sup>a</sup>	0.04
DWG, kg	0.51±0.02 <sup>ab</sup>	0.37±0.05 <sup>b</sup>	0.45±0.02 <sup>ab</sup>	0.57±0.05 <sup>a</sup>	0.04
TWG, kg	29.87±1.30 <sup>ab</sup>	21.90±2.68 <sup>b</sup>	26.50±1.01 <sup>ab</sup>	33.40±2.95 <sup>a</sup>	0.04
TBLG, cm	13.17±1.01	11.83±1.74	12.83±1.17	16.50±0.76	0.30
TBDG, cm	4.40±0.44 <sup>b</sup>	5.43±0.29 <sup>ab</sup>	6.92±0.67 <sup>a</sup>	6.08±0.44 <sup>ab</sup>	0.04
TWHG, cm	8.48±0.33	8.25±0.67	10.07±0.29	9.54±1.20	0.35
THHG, cm	9.10±0.17	8.55±0.88	9.71±0.29	10.31±1.20	0.41
TCGG, cm	15.33±1.17	8.75±3.32	12.74±3.21	14.85±0.88	0.24

WBW: Weaning body weight, DWG: Daily weight gain, TWG: Total weight gain, TBLG: Total body length gain, TBDG: Total body depth gain, TWHG: Total wither height gain, THHG: Total hip height gain, TCGG: Total chest girth gain, <sup>ab</sup> Difference between averages in the same row (P<0.05).

Similarly, the calves in T3 gained more body weight than the other groups (Table 3). In the first four weeks of calves' life, herbal products increase body weight significantly, but this effect disappears in the post-weaning period (Jenny et al., 1982). The findings obtained in the study were similar to studies reporting that herbal products provided significant increases in body weight (Ahmed et al., 2009; Soltan, 2009; Ghosh et al., 2010, 2011). It increases the digestibility of nutrients by increasing the total volatile fatty acid concentrations in the rumen of medicinal aromatic plants and has a positive effect on body weight gain (Chaves et al., 2008). In addition, the improve of body weight of these plants and their extracts may be due to their positive effects on intestinal flora (Tiihonen et al., 2010; Sharma et al., 2013; Ozkaya et al., 2018). However, it has been reported that herbal products have no effect on body weight (Ozkaya et al., 2018).

Numerical differences between body measurements other than BD were not found to be significant (Table 3). GLE added at the rate of 1% improved the body measurements of the calves. It has been reported by many researchers that the appetizing properties of medicinal

aromatic plants and their extracts increase feed consumption and feed utilization by suppressing the growth of pathogenic bacteria in the intestinal flora due to its antibacterial effect. However, it has been reported that both the increase in feed consumption and feed utilization improve the body weights and measurements of the calves (Tiuhonen et al., 2010; Sharma et al., 2013; Ozkaya et al., 2018).

*Effect of ginger liquid extract supplementation of feed performance and clinical parameters of calves*

*Feed performance*

Feed performance and clinic parameters of calves fed with GLE supplemented milk are shown in Table 4. The numerical difference between the total feed consumption of the calves was not found significant. However, the total feed consumption of calves in C and T2 increased compared to those in T1 and T3.

The difference between daily feed consumption averages was significant ( $P < 0.05$ ). While the lowest daily feed consumption was obtained in T1, this value was close to each other in the other groups (Table 4).

Table 4. Feed performance and clinic parameters of calves fed with ginger liquid extract supplemented milk

	C Mean±SE	T1 Mean±SE	T2 Mean±SE	T3 Mean±SE	P
Feed performance					
Total feed consumption, kg	16.57±2.12	13.23±1.73	16.57±1.32	12.53±1.33	0.25
Daily feed consumption, kg	0.35±0.03 <sup>ab</sup>	0.27±0.02 <sup>b</sup>	0.40±0.03 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	0.02
Feed conversion ration	0.69±0.06	0.77±0.14	0.87±0.03	0.69±0.088	0.42
Starting calf starter intake	4.67±0.67	4.00±0.00	4.67±0.67	7.67±2.33	0.24
Clinic parameters					
Clinic score (1=healthy, 2=ill)	2.00±2.00	1.00±1.00	0.67±0.67	0.67±0.67	0.85
Number of diarrhea days	4.33±0.33	3.67±2.03	3.33±1.76	2.67±1.33	0.89
Fecal score	1.50±0.05	1.34±0.09	1.33±0.06	1.31±0.04	0.19
Body temperature, °C	38.62±0.05	38.52±0.13	38.49±0.12	38.83±0.06	0.13



Herbal extracts improve the digestion of feed by increasing saliva, bile and enzyme activities. However, as a result of the suppression pathogenic bacteria in the intestine, it increases the ability of epithelial cells to regenerate the villi and increases the digestive and absorption capacity of the intestine (Maurao et al., 2006). The findings obtained in the study are in line with Ghosh et al. (2010; 2011), who reported that herbal extracts significantly increased feed intake. However, there are studies reporting that herbal extracts do not affect feed consumption (Soltan, 2009; Unlu, 2011; Özkaya et al., 2018). This difference between the results may be caused by systemic losses in mucus secretion of herbal extracts (Jamroz et al., 2006).

The non-significant increases in feed conversion ratio (Table 4). However, Feed conversion ratios tended to improve in C and T3 compared to other groups. The non-significant increase in feed conversion ratio in the current study was consistent with other results reporting the effects of ginger in sheep and goats (Muhammad et al., 2016; Ikyume et al., 2017; 2020).

There was no significant difference between the ages of starting calf starter. However, calves in G3 started feed consumption late. In the study with oregano aromatic oils, it was reported that there was no difference in the age of starting starter consumption (Tapki et al., 2020).

#### *Clinical parameters*

The differences between the clinical scores of the calves were not significant (Table 4). However, the clinical score decreased in the ginger groups. The oils obtained from medicinal aromatic plants and their extracts support the immune system and reduce the incidence of disease cases in calves (Li et al., 2012a, 2012b; Wang et al., 2012; Sajjad et al., 2014; Zeng et al., 2014, 2015; Özkaya et al. 2018).

Although there was no significant between the diarrhea days of the calves, a decrease was observed in the groups that consumed ginger (Table 4). Digestive system diseases suppress the growth of calves and cause death (Davis and Drackley, 1998; NAHMS, 2007). The antibacterial properties of herbal extracts suppress the growth of pathogenic bacteria in the intestinal flora, improving the immune system and reducing diarrhea cases (Ahmed et al., 2009). Similarly, it has been reported that the supplementation of oregano aromatic water reduce the incidence of diarrhea in calves (Ozkaya et al., 2018). This also explains why the fecal score was lower in the ginger groups (Table 4).

There was no difference in body temperature of calves (Table 4). Although the difference between the body temperatures of groups was not significant, the mean values remained within normal limits for calves (Latimer et al., 2003). It has been reported by many researchers that

the body temperature exceeds 39.5 °C in both respiratory tract and digestive system diseases (Güneş, 2018).

### CONCLUSIONS

The application of 0.50 and 1% ginger liquid extract had a positive effect on the growth and health of calves. However, it was concluded the best results were obtained in the application of 1% ginger liquid extract and it could be used as an alternative feed additive in healthy calf rearing.

### ACKNOWLEDGEMENT

The study was funded by TUBITAK (BIDEB-2209-A)

### REFERENCE

- Agu, E.C., Okeudo, N.J., Aladi, N.O. and Okoro, V.M.O. 2017. Effect of dietary inclusion of ginger meal (*Zingiber officinale Roscoe*) on performance, serum cholesterol profile and carcass quality of broilers. Nigerian Journal of Animal Production, 44(1): 254-266.
- Ahmed, A.A., Bassuony, N.I., Awad, S., El-Habiab, S., Aiad, A.M. and Mohamed, S.A. 2009. Adding natural juice of vegetable and fruitage to ruminant diets (B) nutrients utilization, microbial safety and immunity, effect of diets supplemented with lemon, onion and garlic juice fed to growing buffalo calves. World Journal of Agricultural Sciences 5(4): 456-465.
- Akyıldız, A.R. 1984. Yem bilgisi laboratuvar kılavuzu. A. Ü. Z. F. Yay: 895. Uygulama Kılavuzu, A. Ü. Basımevi, Ankara, Pp. 213-236.
- Al-dain, Q.Z.S. and Jarjeis, E.A. 2015. Vital impact of using ginger roots powder as feed additive to the rations of local Friesian dairy cows and its effect on production & economic efficiency of milk and physiological of blood. Kufa Journal for Veterinary Medical Sciences, 6(1): 154-165.
- Al-Masoudi, H.K. 2011. Antigiardial activity of *Zingiber officinale* in combination with honey *in vivo*. Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences, 2(19): 450-454.
- Capanio, F., Alloggio, V. and Gomes, T. 1999. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. Food Chemistry, 64: 203-209.
- Chaves, A.V., Stanford, K., Gibson, L.L., Mc Allister, T.A. and Benchaar, C., 2008. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. Animal Feed Science and Technology, 145: 396-408.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Davarmanesh, A.R., Fathi Nasri, M.H., Kalantari Firouzabad, A.R. and Montazer-Torbati, M.B. 2015. Effect of Ca-butyrate and Olebiotec (a flavouring agent) supplemented starter on the performance of Holstein dairy calves. *Journal of Agricultural Science*, 153: 1506-1513.

Davis, C.L. and Drackley, J.K. 1998. The development, nutritional and management of young calf. (1<sup>st</sup> ed. ed.) Iowa State University Press.

Duwa, H., Amaza, I.B., Dikko, M.I., Raymond, J.B. and Paulyne, U.O. 2020. *Nigerian Journal of Animal Science*, 22(3): 279-286.

Eberhardt, M.V., Lee, C.Y. and Liu, R.H. 2000. Nutrition-antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405: 903-904.

El-Sayed, N.M. and Safar, E.H. 2015. Anti-parasitic activity of *Zingiber officinale* (ginger): A brief review. *Aperito Journal of Bacteriology, Virology and Parasitology*, 2(1): 112-116.

Frankic, T., Voljc, M., Salobir, J. and Rezar V. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Argiculture Slovenica*, 94(2): 95-102.

Ghosh, S., Mehla, R.K., Sirohi, S.K. and Roy B. 2010. The effect of dietary garlic supplementation on body weight gain, feed intake, feed conversion efficiency, faecal coliform count and feeding cost in crossbred dairy calves. *Tropical Animal Health and Production*, 42: 961-968.

Ghosh, S., Mehla, R.K., Sirohi, S.K. and Tomar, S.K. 2011. Performance crossbred calves with dietary supplementation of garlic extract. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95: 449-455.

Grant, K.L. and Lutz, R.B. 2000. Alternative therapies: Ginger. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 57(10): 945-947.

Gunes, V. 2018. Respiratory disease of calves. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58: 35-40.

Hendawy, A.O., Mansour, M.M. and Nour El-Din, A.N.M. 2019. Effects of medicinal plants on haematological indices, colostrum, and milk composition of ewes. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Science*, 2(1): 1008.

Ikyume, T.T., Afele, T., Donkoh, D.S., Aloko, J.M. and Suleiman, U. 2020. Comparative effect of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) and their combination on growth,

rumen ecology and apparent nutrient digestibility in sheep. Nigerian Journal of Animal Production, 47(5): 227-238.

Jamroz, D., Wertelecki, T., Houszka, M. and Kamel, C. 2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and Jejunum walls in chicken. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 90: 255-268.

Jenny, B.F., Van Dijk, H.J. and Grimes, L.W. 1982. Performance of calves fed milk replacer once daily at various fluid intakes and dry matter concentrations. Journal of Dairy Science, 65(12): 2345-2350.

Jubril, T.O. 2019. Growth performance and digestibility in growing rabbits fed diet supplemented with powdered ginger. Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences, 4(4): 1-5.

Kehoe, S.I., Dechow, C.D. and Heinrichs, A.J. 2007. Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. Livestock Science, 110: 267-272.

Kishk, Y.F.M. and El Sheshetawy, H.E. 2009. Optimization of ginger (*Zingiber officinale*) phenolics extraction conditions and its antioxidant and radical scavenging activities using response surface methodology. World Journal of Dairy and Food Sciences, 5(2): 188-196.

Kobo, P.I., Erin, P.J., Suleiman, M.M., Aliyu, H. and Tauheed, M. 2014. Antitrypanosomal effect of methanolic extract of *Zingiber officinale* (ginger) on *Trypanosoma brucei*-infected Wistarmice. Veterinary World, 7(10): 770-775.

Kumar, L., Chhibber, S. and Harjai, K. 2013. Zingerone inhibit biofilm formation and improve antibiofilm efficacy of ciprofloxacin against *Pseudomonas aeruginosa*. PAO1, Fitoterapia, 90: 73-78.

Larson, L.L., Owen, F.G., Albright, J.L., Appleman, R.D., Lamb, R.C. and Muller, L.D. 1977. Guidelines toward uniformity in measuring and reporting calf experimental data. Journal of Dairy Science, 60: 989-991.

Latimer, K.S., Mahaffey, E.A. and Prasse, K.W. 2003. Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology, 4<sup>th</sup> Edn. 331-338.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Li, S.Y., Ru, Y.J., Liu, M., Xu, B., Person, A. and Shi, X.G. 2012a. The effects of essential oils on performance, immunity and gut microbial population in weaner pigs. *Livestock Science*, 145: 119-123.

Li, P.F., Piao, X.S., Ru, Y.J., Han, X., Xue, L.F., and Zhang, H.Y. (2012b). Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 25: 1617-1626.

Maurao, J.L., Pinheiro, V., Alves A., Guedes, C.M., Pinto, L., Saavedra, M.J., Spring, P. and Kocher A. 2006. Effect of mannan oligosaccharides on the performance, intestinal morphology and caecal fermentation of fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 126: 107-120.

Muhammad, N., Tukur, H.M., Magandi, S.A., Abdulqadir, H.I., Ifesinachi, U., Abubakar, M., Ezimuo, C.U., Garba, M.G., M.G., Saulawa, L.A. and Yusuf, A. 2016. Nutrients intake and digestibility of growing and fattening Uda sheep fed graded in semi-arid Nigeria. *Scientific Journal of Animal Science*, 5(6): 314-321.

NAHMS. 2007. National Animal Health Monitoring System, Part I: References of dairy health and management in the United States. #N480.1007. USDA-APHIS; VS; CEAH, Veterinary Services, Fort Collins, CO.

Ogbuewu, L.P. and Mbajiorgu, C.A. 2020. Meta-analysis of the effect of ginger (*Zingiber officinale*) on health status, production indices and semen quality in chickens. *Agricultural Research*, 9(4): 640-651.

Oleforuh-Okoleh, V.U., Ndofor-Foleng, H.M., Olorunleke, S.O. and Uguru, O. 2015. Evaluation of growth performance, haematological and serum biochemical response of broiler chickens to aqueous extract of ginger and garlic. *Journal of Agricultural Science*, 7(4): 167-173.

Oyaizu, M. 1986. Studies on product of browning reaction: Antioxidative Activities of product of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.

Ozkaya, S., Erbas, S., Ozkan, O., Baydar, H. and Aksu T. 2018. Effect of supplementing milk replacer with aromatic oregano (*Oreganum onites* L.) water on performance, immunity and general health profiles of Holstein calves. *Animal Production Science*, 58: 1892-1900.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Rio, T., Vidyarthi, V.K. and Zuyie, R. 2019. Effect of dietary supplementation of ginger powder (*Zingiber officinale*) on performance of broiler chicken. *Livestock Researcher International*, 7(2): 125-131.

Sajjadi, R., Solati, A.A., Motlagh, K.K. and Bonchenari, M.K. 2014. Immune responses and some blood metabolite responses of female Holstein calves to dietary supplementation with licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(3): 505-508.

Sharma, P., Mack, J.P. and Rojzman, A. 2013. Ten highly effective essential oils inhibit growth of methicillin resistant staphylococcus aureus (MRSA) and methicillin sensitive staphylococcus aureus (MSSA). *International Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(1): 52-54.

Soltan, M.A. 2009. Effect of essential oils supplementation on growth performance, nutrient digestibility, health condition of Holstein male calves during pre- and post-weaning periods. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(5): 642-652.

Tekeli, A., Celik, L., Kutlu, H.R. and Gorgulu, M. 2006. Effects of *Syzygium aromaticum* and *Zingiber officinale* essential oils on performance and some carcass, blood and intestinal parameters of broilers. 57<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP). Vol 12, Antalya, Turkey, pp 303.

Tapki, I., Ozalpaydin, H.B., Tapki, N., Aslan, M. and Selvi, M.H. 2020. Effects of oregano essential oil on reduction of weaning age and increasing economic efficiency in Holstein Friesian calves. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(2): 745-752.

Thakur, R., Neeraj, Pandey, R., Singh, A.K. and Nagar, A. 2020. Effect of cardamom and ginger powder supplementation on growth performance in Caged broilers. *International Journal of Livestock Research*, 10(12): 155-162.

Tiihonen, K., Kettunen, H., Bento, M.H., Saarinen, M., Lahtinen, S., Ouwehand, A.C., Schulze, H. and Rautonen, N. 2010. The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota. *British Poultry Science*, 51: 381-392.

Unlu H.U. 2011. Effects of oregano and garlic essential oils on performance of calves and some parameters of faeces and blood. PhD Thesis, Ege University, Institute of Science and Technology, Izmir, Turkey.



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Wang, F., Yan, Y., Zhang, Y., Han, Y. and Guan C. 2012. Effects of immune synergist Chinese medicinal herbs on the efficacy of vaccination against classic swine fever. *African Journal of Biotechnology*, 11(6): 1535-1539.

Vinothkumar, R., Vinothkumar, R., Sudha, M. and Nalini, N. 2014. Chemo-preventive effect of zingerone against colon carcinogenesis induced by 1, 2-dimethylhydrazine in rats. *European Journal of Cancer Prevention*, 23: 361-371.

Zeng, Z., Xu, X., Zhanf, Q., Li, P., Zhao, P.F., Li, Q., Liu, J. and Piao, X. 2014. Effects of essential oil supplementation of q-low energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs. *Animal Science Journal*, 86: 279-285.

Zeng, Z.K., Zhang, S., Wang, H. and Piao, X. 2015. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6: 7.

ICAAW2021

## DETERMINATION OF FUSARIUM SPECIES IN CARNATION GREENHOUSES IN ISPARTA PROVINCE

Hülya Özgönen Özkaya<sup>1\*</sup> Tuğçe Okumuş Erol<sup>1</sup>, Aydın Atakan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Isparta University of Applied Sciences, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection, Isparta, Turkey

<sup>2</sup>Gaziantep University, Araban Vocational School, Plant Protection Program, Gaziantep, Turkey

Corresponding author: \*hulyaozgonen@isparta.edu.tr

### Abstract

Carnation is the most important ornamental plant in Turkey. Soil-borne diseases are the most important limiting factors for yield production in carnation greenhouses. Isparta is one of the most important carnation production centers following Antalya. Carnation production continues in both provinces alternately for 12 months of the year to meet the supply. In this study, determination of soil-borne fungal disease in carnation greenhouses in Isparta Province were aimed. Total of 40 samples showing disease symptoms were collected from the carnation greenhouse in Isparta and isolations were made. According to the results of isolations, identifications were made at the level of genus and species of fungi obtained using macroscopic and microscopic techniques. Pathogenicity of identified species were determined using Turbo carnation variety. The most common genus was *Fusarium* spp in carnations greenhouses. The other isolated species were *Rhizoctonia solani* and *Macrophomina phaseolina*. As a result of the diagnostic studies, species belonging to the genus *Fusarium* were determined as *F. chlamydosporum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. verticillioides*. *F. oxysporum* is the most commonly isolated species. According to the pathogenicity test in Turbo carnation variety, the disease severity of *Fusarium* species were changed and *F. oxysporum* had the highest pathogenicity rates among the others. Consequently, a total of 7 species have been identified and has been demonstrated that have potential problem in carnation cultivation in greenhouses in Isparta Province.

**Keywords:** Isparta, *Fusarium* spp, isolation, carnation,

### INTRODUCTION

Ornamental plants have an important place in daily life in our country. Ornamental plants are considered as a sector that contributes significantly to the economy in many countries. In some countries, especially cut flowers among ornamental plants have traditionally been among the main export products (Kazaz, 2006; Kazaz, 2012).

The homeland of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) is the Mediterranean region. Carnation is a plant with about 300 species and grows naturally on the Mediterranean coast, and there are 67 species in our country (Şevik and Saruhan, 2010).

Isparta has an important place in carnation production in our country and it ranked 3rd in Turkey. In Isparta, 103.770.000 branches with an agricultural production value of 34 million TL were produced in 769 da of land (TUIK, 2019).

One of the most important factors limiting carnation production in our country is the losses due to diseases and pests. *Alternaria dianthi* (leaf blight) and *Uromyces dianthi* (rust) diseases are important in carnation greenhouses, especially in the early period of upper part diseases. However, it is reported that the most important losses are caused by soil-borne diseases. The most important diseases are *Fusarium* spp. *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. These diseases can occur at any time during the production season (Sezgin et al., 1984; Qazi vd., 2006).

The most important *Fusarium* species in carnation is *F. oxysporum* f.sp *dianthi*. *Fusarium* species cause rot in the plants in the early period after planting and they cause wilt diseases in the later periods during the vegetation. The disease enters from the root parts of the plant, then progresses in the vascular bundles, causing yellowing and wilting. The browning of the vascular bundles is evident when the stem parts of the infected plants (Mc Cain, 2003). In this study, it was aimed to determine *Fusarium* species that are a problem in carnation greenhouses in Isparta province.

## **MATERIAL and METHODS**

### *Survey Studies*

Plant samples showing disease symptoms were collected from carnation greenhouses in different locations in Isparta province. Sampling was made from the greenhouses of different commercial companies located in Deregümü, Yakaören villages and Center (Ring Road), where carnation has been grown in Isparta.

Plants showing signs of disease from randomly selected greenhouses (browning in the root and root crown parts, wilting, lesion on the stem, color changes in the vascular bundles, yellowing, shortening in plant height) were taken, together with the label containing the information indicating the region and the greenhouse. Samples were brought to the laboratory through an ice box in polyethylene bags. Sample locations and sample numbers are shown in Table 1.

Table 1. Number of samples taken from carnation growing greenhouses in the Isparta Province.

Location	Number of sample
Center (Ring road)	20
Deregümü	10
Yakaören	10
Total	40

### *Fungal Isolation*

Immediately after the diseased plant samples were brought to the laboratory, their roots were washed under running tap water, cleaned and excess moisture was removed on blotting paper. For isolation, tissue pieces of 4-5 mm were cut from the plant parts to contain the diseased and healthy tissues together. Tissue pieces were kept in 2% sodium hypochlorite for 2 minutes. The plant parts subjected to surface sterilization in this way were washed 2 times with sterile distilled water, and the excess moisture was removed by keeping them on sterile blotting papers for 20 minutes. 5 pieces of tissue were cultured in a petri dish containing PDA medium and incubated at 24 °C for 7 days. At the end of the incubation period, purification of *Fusarium* spp. was done from developed fungal colonies. *Fusarium* colonies transferred into Petri dishes containing PDA (Potato Dextrose Agar), CLA (Clove Leaf Agar), SNA (Synthetic Nutrient Agar).

### *Identification of Fungal Species*

In order to identification of *Fusarium* species, the species were cultured in PDA, SNA and CLA media and incubated at 25°C for 7-10 days. At the end of the 4-day development period, the daily growth rate was calculated by measuring the colony diameters. A slide culture of each *Fusarium* spp was prepared for diagnosis. Hyphal branching, filial, microconidia, macroconidial shapes and sizes, chlamyospore and sporodochium formation of *Fusarium* species were observed using light microscope (Nicon/Eclipse E 100). During microscopic observations, for each species microconidia and macroconidia dimensions were measured with 10x and 40x objectives (Booth, 1977; Nirenberg and O'Donnell, 1998).

### *Pathogenicity tests*

The pathogenicity tests of *Fusarium* species were determined with pot trials in healthy carnation plants (*Dianthus caryophyllus* Linn. cv. Turbo). Rooted carnation plants were replanted in pots with 10 cm diameters including peat and were grown in the climate room (16 hours of light, 8 hours of dark conditions, at 20 °C and 60-70% relative humidity). A selected isolate of each species was cultured on autoclaved wheat culture in 9 cm diameters petri dishes. Plants

were inoculated by spor suspension ( $2 \times 10^6$  spor ml<sup>-1</sup>) around roots. Pathogenicity of *Fusarium*

<i>Fusarium</i> spp.	Daily development rate (cm)	Pigmentation	Chlamidospore formation	Microconidia		Number of septa in macroconidia	Apical cell	Basal cell	Macroconidia size (µm)
				Shape	Number of septa				
<i>F. chlamydosporum</i>	1.8	Burgundy	+	Smooth, Comma	0-2	3-5	Short curved pointed	Foot-shaped notched	30-37,5x3-5
<i>F. oxysporum</i>	1.5	White-violet	+	Oval Elipsoid Cylindrical	0-2	3-5	Curved	Foot shaped	20-50x3-6
<i>F. sambucinum</i>	1.0	Cream-Brown reddish	+	-	-	3-5	Needle typed	Foot shaped	22-50x4-5,6
<i>F. solani</i>	1.0	Brown-orange	+	Clavate Elipsoid	0-2	3-5	Elongated curved	Foot shaped, notched	27-65x4,4-6,8
<i>F. verticilloides</i>	1.5	Grayish cream-violet	-	Oval Clavate	0-2	3-7	Tapered curved needle-tipped	Foot shaped, notched	30-58x2,7-3,6

species were evaluated according to scale 1-5 (Prados- Ligeró et al, 1994)

## RESULTS and DISCUSSION

### Cultural and Morphological Characteristics of *Fusarium* Species

*Fusarium* species isolated from carnation greenhouses in Isparta province were diagnosed by classical methods according to their cultural and morphological characteristics, and 5 *Fusarium* species were identified. The macroconidia, microconidia and chlamidospore formation status of *Fusarium* species on the medium, their color in the PDA medium, and their characteristics according to their daily growth rates are summarized in Table 2.

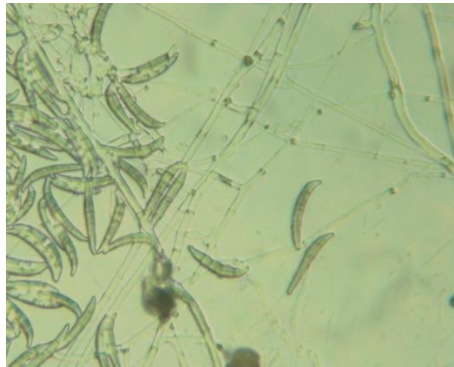
**Table 2.** Characteristics of *Fusarium* species

#### *Fusarium* Species

##### *Fusarium chlamydosporum* Wollenweber & Reinkin

The colony diameter was measured as 7 cm at 25 °C on the PDA medium at 4th days. The aerial mycelium is white in young cultures. As the culture ages, its colour changes into greyish or burgundy. Microconidia are smooth or comma shaped, usually 0-2 septate, 10-26 x 2.5-4 µm in size. Microconidia are abundant and they are produced on both mono and poliphialides. Sporodochia formation is rare in PDA. In CLA, when sporodochia is produced, it is usually hidden on the bottom surface of carnation leaves. Macroconidia are thick walled and moderately curved (Figure 1). Macroconidia are usually 3-5 septate and have dimensions of 30-37.5 x 3-5 µm. Chlamydospore formation is abundant and very fast on CLA.

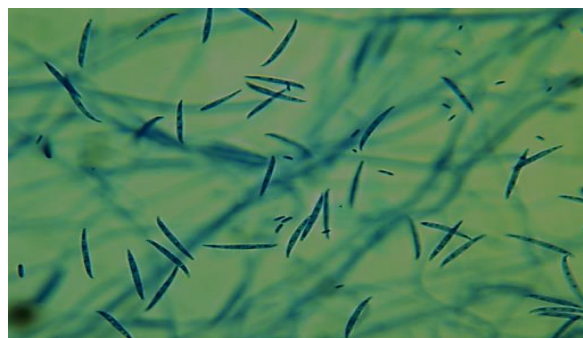
Chlamydoconidia can be formed both singly and as a chain or bulk (Nelson et al., 1983; Leslie and Summerell, 2006)



**Figure 1.** *Fusarium chlamydoconidia* (X40)

***Fusarium oxysporum* Schlecht.:Fr**

The colony diameter was measured as 3-5.5 cm at 25 °C on the PDA medium at 4th days. The aerial mycelium has a cottony appearance and its whitish or peach colored. The pigmentation in the agar varies from cream to burgundy. In some races, orange colored sporodochia can be formed. Monophialides consist of branched or unbranched conidiophores. Microconidia are usually 0-2 septate, oval, ellipsoidal, cylindrical, smooth or slightly curved and 5-12 x 2.2-3.5 µm in size. They are formed in abundant amounts in short-branched phialides. Macroconidia are 3-5 septate, fusiform shaped, slightly curved, prominent in apical and basal cells and (20)27-46(50) x 3-4,5(6) µm in size (Figure 2). Chlamydoconidia are formed on hyphae or conidia, thin or thick-walled, semi-spherical shaped, terminal or intercalary of 5-15 µm in diameter. Chlamydoconidia can occur in both single and chain forms (Samson et al., 1995; Leslie and Summerell, 2006).



**Figure 2.** *Fusarium oxysporum* macroconidia (X20)



### ***Fusarium sambucinum* Fuckel**

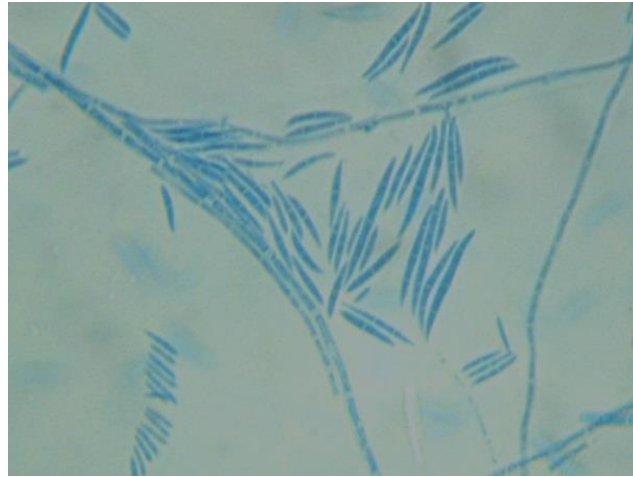
The colony diameter was measured as 3.4-5.9 cm at 25 °C on the PDA medium at 4th days. The aerial mycelium is cottony and its color varies from white to dried rose. It forms white, yellowish, rosy or grayish red pigment on the agar surface. Dark red pigment is rarely seen in older cultures. It forms spore mass or sporodochia. There are no production of microconidia. Macroconidia are 3-5-7 septate, falcate, curved and thin-walled. Average dimensions of macroconidia are 22-50 x 4-5,6 µm (Figure 3). Chlamydospores occur singly, in the form of a chain, or as a mass (Samson et al., 1995; Leslie and Summerel, 2006).



**Figure 3.** *Fusarium sambucinum* macroconidia (X40)

### ***Fusarium solani* (Mart.) Sacc.**

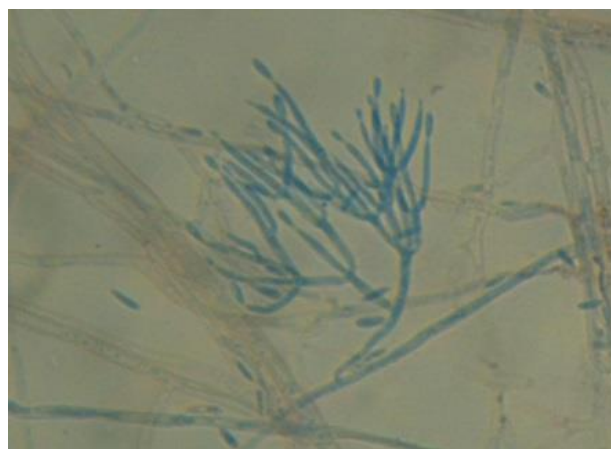
The colony diameter was measured as 2.5-5.0 cm at 25 °C on the PDA medium at 4th days. The aerial mycelium is sparse or dense and its colour varies from greenish white to cream. Sometimes, on the surface of the agar forms a bluish-brown pigment from green. The conidial mass are also composed of sporodochia. Monophialides emerge from branched or unbranched conidiophores. Microconidia are generally ovoid, 0 to 1 septate and 8-16 (24) x 2-4 (5) µm in size and consist of long conidiophores with verticillate branching. Macroconidia are 3 to 5 septate (usually 3 septate) fusiform, cylindrical, slightly curved shaped and 27-52 (65) x 4.4-6.8 µm in size (Figure 4). The foot cell has a short apical cell that is not evident. Shape of chlamydospore varies from globose to ovoid and it forms hypha or conidia. Chlamydospores can form in terminal, intercalary, or chain form. Among the hosts were reported in carnations, avocados, beans, citrus, pea, peppers, potatoes and squash (Samson et al., 1995; Leslie and Summerel, 2006).



**Figure 4.** *Fusarium solani* macroconidia (x20)

***Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb.**

The colony diameter was measured as 3.5-5.5 cm at 25 ° C on the PDA medium at 4th days and 6.2 cm diameters in the 10 days on the SNA medium (Nirenberg, 1976). Microconidia are produced abundantly in aerial mycelium. It forms dark violet, lilac, wine red or shaded cream pigment on the agar surface. Microconidiophores are usually on aerial mycelium and don't show branching. The microconidia are in the form of long chains, rarely stacked, 0-2 septate, clavate shaped, with dimensions of 4.3-19 x 1.5-4.5  $\mu\text{m}$ . Sporodochium and macroconidia are rarely seen in many races. Macroconidiophores show lateral and verticillate branching on hyphae (Figure 5). Macroconidia are thin, 3-7 septate smooth or slightly curved, fusiform, thin-walled, curved, apical cell elongated and basal cell stalked form. Sizes of macroconidia range from 30-46 x 2,7-3,6  $\mu\text{m}$  to 47-58 x 3,1-3,6  $\mu\text{m}$ . Chlamydospore formation is absent (Samson et al., 1995; Leslie and Summerel, 2006).



**Figure 5.** *Fusarium verticillioides* hyphal branches (X10)

According to the pathogenicity test in Turbo carnation variety, the disease severity of *Fusarium* species were changed and *F. oxysporum* had the highest pathogenicity rates among the others.

Table 3. Diseases severity of *Fusarium* species on carnation plants

<i>Fusarium</i> spp.	Diseases severity (%)
<i>F. chlamidosporum</i>	70
<i>F. oxysporum</i>	95
<i>F. sambucinum</i>	85
<i>F. solani</i>	80
<i>F. verticilloides</i>	60

In addition to the *Fusarium* species, the other isolated species were *Rhizoctonia solani* and *Macrophomina phaseolina*. As a result of the study, 5 different *Fusarium* species were obtained. These species were determined as *F. chlamidosporum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. solani* and *F. verticilloides*. As can be seen, it is not only *F. oxysporum* species that causes wilt in carnation, but other species also have the potential to cause wilting. In a study conducted by Atakan and Özgönen Özkaya (2020), similar species were detected in greenhouses where cloves were grown in Antalya, but different *Fusarium* species were found. Different *Fusarium* species were found in some studies on diseases in cut flower cultivation in different regions of our country (Özer and Soran, 1989). In a study conducted in Bulgaria, it was revealed that *Fusarium* species cause significant losses in carnation (Mirkova and Karadjova, 1994).

Determination of *Fusarium* species that cause wilt in carnation cultivation will be important in revealing the disease control strategy. At the same time, this study contains data that will form the basis for the development of resistant varieties against diseases. Within the scope of the project, it is the first study carried out to determine *Fusarium* species that cause wilt in carnation cultivation in Isparta province.

### Acknowledgement

This part of the work was supported by TUBITAK BİDEB 2209-A.

### REFERENCES

- Atakan, A., Özgönen Özkaya, H., 2020. Determination of *Fusarium* species in carnation greenhouses in Antalya, Turkey. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series: C Biology. 29 (1): 131-147.
- Booth, C., 1977. *Fusarium* a Laboratory Guide to the Identification of the Major Species. CMI, Kew Surrey, 58p, England.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Kazaz, S., 2006. Farklı Dikim Sistemleri ve Sıklıklarının Yaz Karanfil Üretiminde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 194s, Aydın.

Kazaz, S., 2012. Süs Bitkilerinde İhracat Hedefi 100 Milyon Dolar.Erişim Tarihi: 12.05.2014.<http://www.dunya.com/sus-bitkilerinde-ihracat-hedefi-100-milyon-dolar-182123.htm>

Leslie, J.F., Summerel, B.A., 2006. The Fusarium Laboratory Manuel. Blackwell Publishing, 388p, USA.

McCain, A.H., 2003. Disease of Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). Erişim Tarihi:20.05.2014.<http://www.apsnet.org/online/common/names/carnatn.asp>.

Mirkova, E., Karadjova, Y., 1994. New Species of Fusarium in Glasshouse Carnation in Bulgaria. Biotechnol & Biotechnol Eq, 8(4): 8-12.

Nelson, P.E., Toussoun, T.A., Marassas, W.F.O., 1983. Fusarium Species. An Illustrated Manuel for Identification. The Pennsylvania State University Press, 193p, London.

Nirenberg, H.I., 1976. Untersuchungen über die Morphologische und Biologische Differenzierung in der Fusarium Sektion Liseola. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 169, 1-117.

Nirenberg, H.I., O'Donnell, K., 1998. New Fusarium Species and Combinations within the Giberella fujikuroi Species Complex. Mycologia, 90, 434-458.

Özer, N., Soran, H., 1989. İstanbul ve Çevresinde Bazı Kesme Çiçek Türlerinde Görülen Fusarium Türlerinin Tespiti, Dağılımları, Morfolojik Özellikleri ve Patojenisiteleri Üzerinde Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 29: 195-207.

Prados-Ligero, A.M, Basallote-Ureba, M.J., Lopez-Herrera C.J., Melero-Vara, J.M.,2007 Evaluation of Susceptibility of Carnation Cultivars to Fusarium wilt and Determination of Fusarium oxysporum f.sp. dianthi races in Southwest Spain, HortScience, 42:596-599.

Qazi, N.A., Ahmad, K., Bieg, M.A., Dar, H., Yousuf, V., Ganai, N.A., 2006. Prevalence of Major Carnation Disease in Kashmir and Management of Leaf Spot (*Alternaria dianthi* Stev Hall) of Carnation (*Dianthus caryophyllus* L). Applied Biological Research, 8: 29-32..

Sezgin, E., Karcilioğlu, A., Esentepe, M., Onan, E., 1984. Ege Bölgesi'nde Ticari Amaçla Yetiştirilen Süs Bitkilerinde Görülen Hastalık, Zararlı, Yabancıotlar ve Bunlarla Savaşım

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Olanaklarının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. İzmir Bölğ. Zir. Müc. Arş. Enst. Proje A. 105-023/1, 162s.

Şevik, M.A., Saruhan, İ., 2010. Karanfil (*Dianthus caryophyllus* L.)’de Görülen Bitki Koruma Problemleri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 3(2): 33-41.

TUIK, 2019. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) Erişim tarihi: 01.10.2021

ICAAW2021

## YAPRAK VE ÇAY İNFÜZYONU BAKIMINDAN ALANYA EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞEN *Cistus* sp. BİTKİSİNİN BAZI TEMEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Armağan Kaya<sup>1</sup>, Tuğba Aktar Küçükaslan<sup>1</sup>, Zehra Tuğba Murathan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi

<sup>2</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi Battalgazi MYO

### Abstract

*Cistus* (Cisaeae), beyaz ve mor çiçekli, yapışkan gövdeli ve fonksiyonel olarak zengin yapraklı çalılarını içeren çeşitli türlerin polimorfizmleri nedeniyle küçük ve karmaşık cins sunan kıymetli Akdeniz bitkilerinden biridir. *Cistus* sp. antik çağlardan beri antimikrobiyal, antiinflamatuvar, sitotoksik ve antiülserojenik özellikleri nedeniyle yerel halk tarafından kullanılmaktadır. Geleneksel halk tıbbında yara iyileşmesi ve vazodilatör özellikleri için doğrudan yaprak kullanımı ile birlikte, bitki yaprakları fonksiyonel aktivitesi için çay infüzyonu olarak da tüketilmektedir. Bu çalışma, Alanya ekolojik koşullarında yetişmiş *Cistus* sp. yaprak örneklerinin ve çay infüzyonlarının bazı özelliklerini araştırmayı amaçlamaktadır. Yaprak örneklerinde içerikleri açısından; askorbik asit, toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antioksidan ve toplam klorofil içeriği araştırılmıştır. Öte yandan yapraklardan demlenmiş çay infüzyonlarında, askorbik asit, toplam fenolik ve toplam antioksidan içerikleri tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular yaprakta tespit edilen özellikler ile çay infüzyonunda tespit edilen özelliklerin farklı olduğunu ortaya koymuştur.

**Keywords:** Askorbik asit, *Cistus* sp., fenolik madde, flavanoid



## **INDICATORS MEASURING PARCEL SHAPES COMPLEXITY ASSESSMENT IN LAND CONSOLIDATION PROJECTS**

**Fırat Arslan<sup>1\*</sup>, Hasan Değirmenci<sup>2</sup>, Evelin Jürgenson<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Rafet Kayış Engineering Faculty, Biosystem Engineering Department, Antalya, Turkey

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>3</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Forestry and Rural Engineering, Chair of Geomatics, Tartu, Estonia

### **Abstract**

Land consolidation projects (LCP) have the highest share among capital expenditures by the Turkish Ministry of Agriculture. Within the scope of land consolidation (LC) and on-farm development services, approximately 800 million appropriations were allocated by the ministry in 2018. High LCP performances, which are carried out with high costs, should be evaluated in terms of sustainable agriculture. In the evaluation of land consolidation projects, there are many factors such as land fragmentation, water, road service, satisfaction of enterprises and parcel shapes. In areas where LCP has not been applied in Turkey, the parcel forms have deteriorated and are not suitable for agriculture. Inappropriate aspect ratio or hereditary fragmentation, road construction or urbanization can be considered as the reasons for this inconvenience. With the land consolidation works, the parcel forms are delivered to the business owners by creating the most suitable forms for agriculture. However, it does not apply to all ATPs. While preparing ATP reports, specifying the regularity degrees of parcel shapes with a number helps project engineers to produce better projects. The aim of this study is to evaluate the plot shape indicators used in LCP and to offer suggestions.

**Keywords:** Land consolidation, parcel shape indicator, parcel shape

## **ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE PRICES OF BASIC FOOD SOLD IN TRADITIONAL MARKETS: THE CASE OF JAKARTA PROVINCE, INDONESIA**

**Zahraturrahmi ZAHRATURRAHMI<sup>1</sup>, Vecdi DEMIRCAN<sup>1\*</sup>, Radu Adrian MORARU<sup>2</sup>, Dan BODESCU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Isparta-Turkey. ORCID ID: [0000-0003-0373-0108](https://orcid.org/0000-0003-0373-0108) (Zahraturrahmi Zahraturrahmi); [0000-0002-0124-6075](https://orcid.org/0000-0002-0124-6075) (Vecdi Demircan)

<sup>2</sup>Iasi University of Life Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agroecology, Iasi-Romania. ORCID ID: [0000-0003-2968-9828](https://orcid.org/0000-0003-2968-9828) (Radu Adrian Moraru); [0000-0002-2133-6633](https://orcid.org/0000-0002-2133-6633) (Dan Bodescu)

\*Corresponding author: [vecdidemircan@isparta.edu.tr](mailto:vecdidemircan@isparta.edu.tr)

### **Abstract**

This study aims to analyze the development and fluctuation of basic food prices in traditional markets in Jakarta before and during the Covid-19 pandemic. This study used performance reports from the Indonesian Central Statistical Institute (BPS), National Center for Food Price Information (PHPI), various government agencies, the latest news from reliable online media, and secondary data from various studies. The scope of the research focused on the development of basic food prices in traditional markets from January 2019 to May 2021 in Jakarta, Indonesia. The basic food prices discussed in this study are shallots, rice, red chili, and garlic. According to the researched data, the impact of the Covid-19 pandemic on the price fluctuations of shallots in the traditional markets of Jakarta was not significant. During the Covid-19 pandemic, rice prices have remained stable due to the government's welfare program. The price of red chili in traditional markets has tended to decrease due to the Covid-19 outbreak. The Covid-19 pandemic has caused fluctuations in garlic prices in traditional markets in Jakarta, and this is because garlic imports from China face logistical difficulties.

**Keywords:** Covid-19, traditional market, basic food prices, Indonesia

## RESEARCH ON EMBRYO CULTURE FROM SEEDLESS GRAPE CROSSES

Ayşe YALÇIN ELİDEMİR<sup>1\*</sup>, Safiye AŞIKLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükballi Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Antalya, Turkey

\*Sorumlu yazar: ayse.yalcin@alanya.edu.tr

### Abstract

“Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless” are seedless grape grown in Türkiye. In this research, “Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless” grape cultivars’ being crossed with 2 cultivars (Flame Seedless, Red Globe), hybrid embryos are gained as a result of crossing them and determining the best sample taking time in ovule-embryo culture (4,6 and 8 weeks later from full blooming). Germination rates of ovules, viable embryo rates, embryo germination rates and plant formation rates were observed. Barış x Red Globe hybrids were found to be the most successful in terms of both embryo germination (100%) and plantlets (66%- 8week samples). Although embryo germination (100%) was observed in 8-week samples of Yalova Seedless hybrids, the plant could not be obtained.

**Keywords:** *Vitis vinifera* L., hybridization, ovule-embryo culture, seedless, embryo

### INTRODUCTION

Until the improvement of tissue culture method, no plant gained from stenospermocarpic seedless (Pommer at all. 1995, Guimei and Hanfey 1997). The embryo culture technique has been used for seedless grapes since 1980 (Emershad and Ramming, 1984; Spiegle-Roy et al., 1985; Gray et al., 1990; Ponce et al., 2000; Bharathy et al., 2005; Tian et al., 2008; Tang et al., 2009; Singh et al., 2011). Studies have been conducted that embryo should develop and germination in the types of stenospermocarpic grapes (Shukla S., 2016); genotype (Ji W. et al., 2013, Burger and Goussard, 1996; Liu et al., 2003; Bharathy et al., 2005; Tian et al., 2008; Guo et al., 2010), development time (Ji W. et al., 2013), core track size (Tang D. et al., 2008), inoculate conditions (Ji W. et al., 2013) and culture media (Ji W. et al., 2013) are linked to many factors. They also reported that embryo formation (Shukla S., 2016), germination and plant development depend on different combinations of hybridiation (Ji W. et al., 2013). Researchers thought of this situation as a result of their genetic compatibility and closeness (Ji W. et al., 2013, Sun et al. 2011). In traditional crossbreeding, the variety of grapes with seeds has been used as female parents in breeding studies (Ji W. et al., 2013). However, selection of pollinator varieties can significantly affect the viability and ultimately success of hybrid seeds in breeding studies (Atak A. et al., 2019). It has been reported that the selected varieties and pollination method affect the success in breeding studies (Şahin and Sabır, 2016).

In this study, three different seedless grape cultivars grown in Turkey were pollinated with two different pollinators and embryo viability and plant production possibilities were investigated in the cultivars used.

### MATERIALS AND METHODS

As materials, Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless were crossed two kinds of cultivation (Flame Seedless and Red Globe) and their seeds were used in this study. We used three seedless cultivars which full blooming bunches were specified, crossed with two cultivars (Flame Seedless, Red Globe) and then berries were taken in the 4 (the 28 th day), 6 (the 42 th day) and the 8 (56 th day) weeks following the full blooming after hybridization.

Emasculated bunches were cut as 70-80 flowers (Figure 1a) to be left and the blooming has not started yet. For the hybridization from each species, for each bunches emasculated. After emasculatation and pollinization were finished, the bunches were covered with paper (Figure 1b).

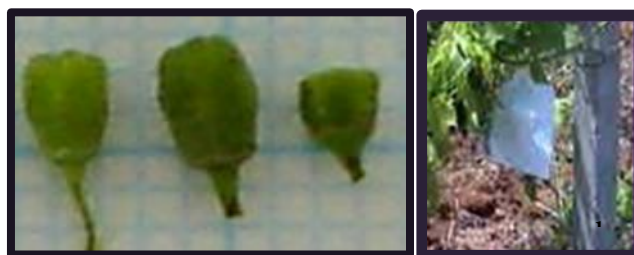


Figure1. a. Unopened flowers of Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless (from left to right)  
b. After emasculatation and pollinization, the bunches were covered.

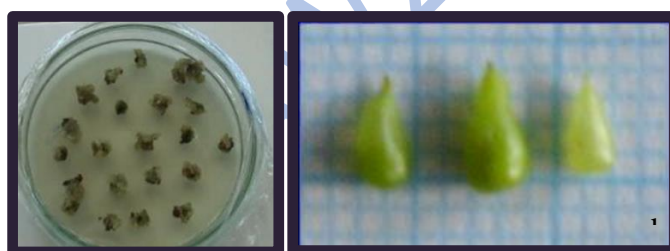


Figure 2. a. Tekirdağ Seedless x Flame Seedless hybrid ovules, which were cultured 6 weeks after full bloom and kept in the culture medium for 12 weeks  
b. Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless (from left to right) (4 weeks after full bloom)

E20A (Tangolar et all. 1998) medium (Table1) was used in this research.  $10^{-2}$  mg IAA was added in this media, according to Sarı (1994). No change was made in the media, in embryo germination and further levels. The berries which are in the center of the bunches, are disinfected by being kept in the solution of 20% sodium hypochlorite and 1-2 drops of tween-20 for 20 minutes (Tangolar vd 1998). Ovules (Figure 2b) were cultured on E20A medium with  $10^{-2}$  mg IAA for 12 weeks (Figure2a), after that they were dissected under binocular and subjected to embryo culture (Gray et all. 1990, Fernandez et all. 1991). No change was made in the medium at any stage of culture. The experiment was carried out with 5 times. The embryos were inoculated  $26 \pm 2$  °C, 16 hours of photoperiod (Spiegel Roy et all. 1985, Tsolova 1990), 3000-4000 luxury lightening, in the growing room. The samples' ovule germination, viable embryo, embryo germination and the plantlet rates were observed.

Table 1. E20A medium (mg/l) (Tangolar ve ark., 1998)

E20A	E20A
------	------

KNO <sub>3</sub>	1075.0	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.008
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	619.0	Na <sub>2</sub> EDTA.2H <sub>2</sub> O	37.300
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	206.0	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.800
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	156.5	Myo-Inositol	50.300
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	71.0	Pyrodoxine-HCl	5.500
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	25.0	Folic acid	0.5
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	19.0	Nicotinic acid	0.700
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17.0	Thiamine-HCl	0.600
KCl	3.5	Calcium Pantothenate	0.500
MnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	11.065	Biotine	0.005
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1.812	Glycine	0.100
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.575	IAA	10 <sup>-2</sup> mg/l
KI	0.345	Sucrose	20 g/l
NaMgO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.094	Agar	8 g/l
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.008	pH	5.9

## Results

### Ovule Germination

In the hybridizations in which Yalova Seedless, Barış and Tekirdağ Seedless were used as female parents in hybridization, ovule germination rates (%) in three each samples' taking times are presenting in Table 2. No ovule germination was observed in ovules formed as a result of hybridization of Tekirdağ Seedless x Flame Seedless. No difference was observed the sampling times, in the germination of the ovule, which is the result of hybridization of Tekirdağ Seedless x Red Globe. The most ovule germination from total 300 ovules taken into culture in hybridizations of Yalova Seedless were observed in 8 week samples. The highest ovule germination (Figure 3) in hybridization of Barış x Red Globe were observed in the 6 week samples (8%).

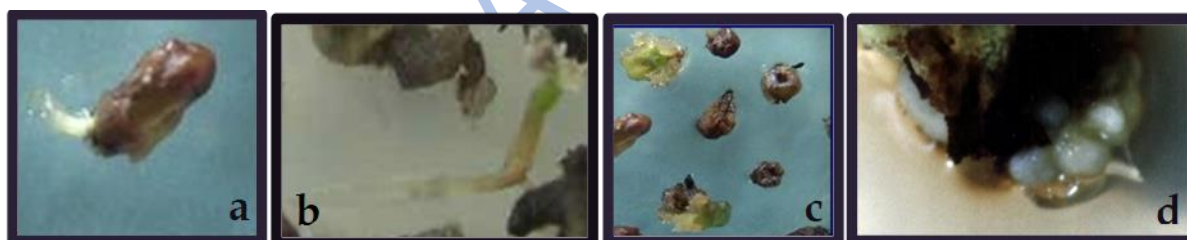


Figure 3: Barış x Red Globe hybrids' a.b:ovule germination, c:ovules, d: Embryogenic structures

Table 2: Ovule germination (%), Embryo germination (%) and Plantlet (%) rates.

Cultivars	Weeks	Pollinizer	Ovule germination (%)	Viable embryo (%)	Embryo germination (%)	Plantlet (%)
Tekirdağ Çekirdeksizi	4	Flame Seedless	0	12	66	0
		Red Globe	2	12	50	0
	6	Flame Seedless	0	12	100	0
		Red Globe	2	16	100	0
	8	Flame Seedless	0	48	100	8
		Red Globe	2	30	66	0
	4	Flame Seedless	0	4	0	0

Yalova Çekirdeksizi	6	Red Globe	0	12	0	0
		Flame Seedless	0	16	0	0
		Red Globe	0	16	50	0
	8	Flame Seedless	4	20	100	0
		Red Globe	4	16	100	0
	Barış	4	Flame Seedless	0	6	100
Red Globe			8	14	100	14
6		Flame Seedless	2	10	100	0
		Red Globe	2	12	100	30
8		Flame Seedless	0	4	100	0
		Red Globe	2	12	83,33	66

### Viabile Embryo

Viabile embryo rates are shown in Table 2. While the rate of viable embryos was observed to be highest in 8-week-old samples in Tekirdağ Seedless and Yalova Seedless hybrids, the highest number of viable embryos was observed in 8-week-old samples in Barış hybrids. The highest number of viable embryos were obtained from Tekirdağ Seedless x Flame Seedless hybrids. It was observed that Flame Seedless hybridizations of Tekirdağ Seedless and Yalova Seedless contained higher rates of viable embryo compared to the ovules hybridized with the Red Globe. However, when we examined Barış hybrids, it was determined that there were more viable embryos in those crossed with the Red Globe.

### Embryo Germination Rates

Embryo germination rates, Tekirdağ Seedless, Yalova Seedless and Barış hybridizations were observed as the most successful weeks as 6, 8 and 4 respectively. In Yalova Seedless hybrids, embryo germination is observed more in later weeks. In Barış hybrids, it was observed that embryo germination was more in earlier weeks. Embryo germination rates varied with sampling times and cultivars (Notsuka et all, 2001).

### Plantlets



Figure 4. Barış X Red Globe hybrids (8 weeks samples)

In this research, 4 to 48% viable embryos were obtained at varying rates according to the genotype. Notsuka et all (2001), reported that the rates of viable embryos were between 2.7 to 4.7% in their study. These research results are line with our results. Embryo germination of Barış was relatively high. Although viable embryo and embryo germination were observed in Yalova Çekirdeksizi hybrids, the plantlet could not be obtained. The most successful result in



terms of plant production was obtained from Barış hybrids. Plantlets were obtained only from Barış x Red Globe(Figure 4) and Tekirdağ Seedless x Flame Seedless hybrids. To increase plantlet by in ovulo embryo culture, studies of different cultivars and crosses, culture media composition, and culture times should be continued.

Zu et al. (2021), reported that the rate of hybrid embryos was quite high (17.4%), but it decreased to 1.76%, depending on the varieties. Liu et al. (2008) reported that the effectiveness of in ovulo culture is important for maximum success when seedless varieties are used as the main parent in hybridization. They reported that the rates of viable embryos vary depending on the types of parents and are between 5-14%. They reported that it is necessarily to understand the environmental factors affecting the female parent for maximum number hybrid plantlets. Laise and Matthew (2021), tested the sampling time and culture environments in their study. They reported that 8 weekly samples (52-56 days) showed the highest germination (37.65%), also reported that WPM Plus culture medium gave the best results. The results of these studies were generally consistent with our results.

## REFERENCES

- Atak, A., Şen, A., Doğacı, Y., Kandilli, G. (2019). Farklı üzüm tür ve çeşitlerinin melezlenmesi ile elde edilen melez genotiplerin canlı tohum oranlarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (2), 149-156. DOI: 10.29278/azd.599984
- Burger, P., Goussard, P.G. 1996. *In Vitro* Culture of Ovules and Embryos from Seedless Grapes (*Vitis vinifera* L.). *South African Journal for Enology and Viticulture*,17(2):31- 37.
- Bharathy PV, Karibasappa US, Patil SG, Agrawal DC. (2005). In ovulo rescue of hybrid embryos in Flame Seedless grapes- Influence of pre-bloom sprays of benzyladenine. *Sci. Hortic.* 106: 353-359.
- Emershad RL, Ramming DW (1984). In-ovulo embryo culture of *Vitis vinifera* LCV 'Thompson seedless'. *Am. J. Bot.* 71: 873-877
- Ebadi, A., M. Aalifar, M. Farajpour, M.R. Fatahi. Moghaddam. 2016. Investigating the most effective factors in the embryo rescue technique for. use with 'Flame Seedless' grapevine (*Vitis vinifera*). *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 91(5):441-447, doi: 10.1080/14620316.2016.1162026
- Fernandez, G.E., Clark, J. R., Moore, J. N. 1991. Effect of Seedcoat Manipulation on the Germination of Stenospermocarpic Grape Embryo Cultured in Ovulo. *Hortscience*, 26(9): 1220.
- D.J. Gray, J.A. Mortensen, CM. Benton. 1990. Ovule Culture to Obtain Progeny from Hybrid Seedless Bunch Grapes. *J. AMER. Soc. HORT. SCI.* 115(6):1019-1024.
- Guimei, Q.I., Hangfeng, D. 1997. Ovules Culture and Plant Formation of Hybrid Progeny of Seedless Grape. <http://www.infodienst-mir.bwl.de/la/lvwo/ecofrutiv/ovulesculture49.pdf>
- Guo YS, Li K, Zhao YH and Guo XW (2010). Study of embryo rescue on cross between tetraploid table grape (*Vitis vinifera* L.) and *Vitis amurensis* Rupr. 2nd Conf. *Hortic. Sci. Technol.*147-149

Spiegel-Roy, P., Shar, N., Baron, I., Lavi, U. 1985. In Vitro Culture and Plant Formation from Grape Cultivars with Abortive Ovules and Seeds. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 110(1): 109- 112.

Ji W, Li ZQ, Zhou Q, Yao WK, Wang YJ. (2013). Breeding new seedless grape by means of in vitro embryo rescue. *Genet Mol Res*. 12(1):859-69. doi: 10.4238/2013.March.26.1. PMID: 23613194.

Laise S. M., Matthew D.C. (2021). Embryo Rescue of Cold-hardy Table Grapes. *HORTSCIENCE* <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15850-21>

Liu, Shiming, Sykes, S., Clingeleffer, P. (2008). Effect of culture medium, genotype, and year of cross on embryo development and recovery from in vitro cultured ovules in breeding stenospermocarpic seedless grape varieties. *Australian Journal of Agricultural Research - AUST J AGR RES*. 59. 10.1071/AR07165.

Liu, S.M., Sykes, S.R., Clingeleffer, P.R. (2003). Improved in Ovulo Embryo Culture for Stenospermocarpic Grapes (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54: 869-876.

Notsuka, K., T. Tsuru, M. Shiraishi. (2001). Seedless-Seedless Grape Hybridization via In-Ovulo Embryo Culture. *Engei Gakkai Zasshi*. 70. 7-15. 10.2503/jjshs.70.7.

Pommer, C.V., Rammig, D.W., Emershad, R.L. (1995). Influence of Grape Genotype, Ripening Season, Seed Trace Size and Culture Date on In Ovulo Embryo Development and Plant Formation. *Bragantia, Campinas*, 54(2):237- 249.

Ponce, M.T., Agüero, C.B., Gregori, M.T., Tizio, R. (2000). Factors Affecting the Development of Stenospermic Grape (*Vitis vinifera*) Embryos Cultured *In vitro*. Proc.VII Int. Sym. On Grapevine Genetics and Breeding. *Acta Horticulturae*, 528:667- 671.

Sarı, N. (1994). Karpuzlarda Işınlanmış Polen Uyartımıyla Haploid Bitki Eldesi Üzerine Genotipin ve Mevsimin Etkisi ile Işınlama Yerine Geçebilecek Uygulamalar Üzerinde Çalışmalar. Ç.Ü. Fen. Bil. Enst. Bahçe Bit. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 244s.

Singh NV, Singh SK, Singh AK (2011). Standardization of embryo rescue technique and bio-hardening of grape hybrids (*Vitis vinifera* L.) using Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) under sub-tropical conditions. *Vitis* 50: 115-118.

Spiegle-Roy P, Sahar PN, Baron J. (1985). In vitro culture and plant formation from grape cultivars with abortive ovules and seeds. *J. Am. Soc. Hortic. Sci*. 110: 109-112. Stout AB (1936). Seedlessness in grapes. New York State Agriculture Experimental Station. Tech. Bull. 238.

Sun L, Zhang GJ, Yan AL, Xu HY (2011). The study of triploid progenies crossed between different ploidy grapes. *Afr. J. Biotechnol*. 10: 5967-5971.

Şahin, G., Sabır, A. (2016). Farklı Polen Kaynakları ile Tozlanan Alphonse Lavallée Üzüm Çeşidinde Tane Büyüme Seyri ve Tane Şekil İndeksi . *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* , 5(1), 7-13 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad/issue/36993/425824>

Shukla, S. (2016). Embryo Rescue Technology: An approach for varietal development and in vitro germplasm conservation. National Academy of Agricultural Science (NAAS). Vol:34, No:3.

Tang Dongmei; Cai Junshe; Luo Qiangwei. (2008). Study on embryo rescue technique for seedless grape breeding ; the Journal of Fruit Science. 25(3): 316-321

Tang DM, Wang YJ, Cai JS, Zhao RH. (2009). Effects of exogenous application of plant growth regulators on the development of ovule and subsequent embryo rescue of stenospermic grape (*Vitis vinifera* L.). Sci. Hortic. 120: 51-57.

Tian LL, Wang YJ, Niu L, Tang DM. (2008). Breeding of disease-resistant seedless grapes using Chinese wild *Vitis* spp. I. In vitro embryo rescue and plant development. Sci. Hortic. 117:136-141

Tangolar S., Tangolar S.G., Ergenoğlu F., Çetiner S. (1998). Bazı Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinin Embriyo Kültüründen Yararlanılarak Çoğaltılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 87-92.

Tsolova, V. (1990). Obtaining Plants from Crosses of Seedless Grapevine Varieties by Means of In Vitro Embryo Culture. *Vitis*, 29: 1- 4.

Zhu P., Luo Y., Xiang W., Zhang M. And Zhang J. (2021). Rescue and Molecular Marker Assisted-Selection of the Cold-Resistant Seedless Grape Hybrid Embryo. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54(6): 1218-1228.

## SOMATİK EMBRİYOGENESİSTE EPIGENETİK DÜZENLEMELER

Sümevra UÇAR<sup>a1</sup>, Esmâ YİĞİDER<sup>a2</sup>, Murat AYDIN<sup>a3\*</sup>, Mahmut Sinan TAŞPINAR<sup>a4</sup>

<sup>a1</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum  
ID 0000-0002-7629-0206

<sup>a2</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum  
ID 0000-0002-6896-0193

<sup>a3\*</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum  
ID 0000-0003-1091-0609

<sup>a4</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum  
ID 0000-0001-6399-2703

Sorumlu yazar: Doç. Dr. Murat AYDIN, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum, Tel: 0442 231 1362, Fax: 0442 236 09 48, E mail: maydin@atauni.edu.tr

### Özet


Bitki rejenerasyon sistemlerinden biri olan somatik embriyogenesis (SE), embriyo oluşumu için gerekli olan biyokimyasal ve moleküler süreçlerde önemli rol oynamaktadır (Nic-Can ve ark., 2013). Bu sistem bitkilerde döllenmeyi engelleyici çevresel ve genetik faktörlerin üstesinden gelerek birçok bitki türünün hızlı klonal çoğaltılmasında, sentetik tohum üretimi ve gen aktarımı alanlarında kullanılan önemli bir tekniktir (Elhiti ve ark., 2013). Bununla birlikte, SE totipotensiyi temel alan, bitki gelişim çalışmalarının iyileştirilmesinde geleneksel tarım yöntemleri için yeni bir model sistem olarak kabul edilmektedir (Gulzar ve ark., 2020; Talapatra ve ark., 2016). SE epigenetik bir denge mekanizmasına sahiptir ve SE' nin oluşum aşamalarında yer alan birtakım genler ((Wuschel-related HOMEBOX (WOX), Leafy cotyledon (LEC), Baby Boom 1 (BBM1) ve Somatik embriyogenesis reseptör kinaz (SERK)) tarafından kontrol edilmektedir (Wojcikowska ve ark., 2013; Gulzar ve ark., 2020). DNA metilasyonu, kromatinlerin yeniden biçimlendirilmesi ve mikroRNA' lar (miRNA), SE' de rol alan epigenetik değişikliklerdir. Bu epigenetik mekanizmalar yoluyla gen ifade seviyesi düzenlenmektedir (Kumar ve ark., 2017). DNA metilasyonu, gen ifadesindeki temel rolü nedeniyle en çok çalışılan epigenetik mekanizmalardan biri olup hipometilasyon ve hipermetilasyon arasındaki denge SE' nin başarısında oldukça önemlidir. Bunun yanında DNA metilasyon seviyeleri *in vitro* ortamlarda değişmekte ve DNA metilasyonu modellerindeki değişiklikler veya modifikasyonlar, bitkilerde SE' nin başlatılmasında ve gelişmesinde rol alan çeşitli aday işaretleyici genlerin düzenleyici mekanizmasına bağlıdır (Osorio-Montalvo ve ark., 2018). Diğer bir epigenetik mekanizma ise histon modifikasyonlarıdır. Bu modifikasyonlardan histon asetilasyonu, transkripsiyonda doğrudan görev almaktadır. Ancak bu modifikasyon hücre döngüsünde çevresel faktörlerin etkisiyle histon asetilasyonu yerine deasetilasyonu meydana getirerek gen ifadesini engellemektedir. Bu durum SE' nin başarısını olumsuz etkilemektedir (Zhao ve ark., 2010). SE' nin genetik temelini anlamada gelişmeler olmasına rağmen, bu süreci düzenleyen epigenetik mekanizma hala tam olarak açıklanamamıştır (Kumar ve ark., 2017). Bununla birlikte, çok az sayıda bitki türünde SE' de epigenetik mekanizmaların rolü araştırılmış olmakla birlikte, embriyonik kapasiteyi arttırmaya yönelik bu konuda yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler;** *Epigenetik, In vitro, Somatik Embriyogenesis*


## TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİDE CRISPR

**Esma Yigider<sup>a</sup>, Mahmut Sinan Taşpınar<sup>a\*</sup>**

<sup>a</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum

 0000-0002-6896-0193

<sup>a\*</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum

 0000-0001-6399-2703

Sorumlu yazar:

Prof. Dr. Mahmut Sinan TAŞPINAR

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum

Tel: 0442 2312135, Fax: 0442 2360948

E mail: [taspinar@atauni.edu.tr](mailto:taspinar@atauni.edu.tr)

### Özet

Dünya nüfusunun her geçen gün artması ile birlikte 2050 yılına kadar 9,7 milyara çıkması ve toplam gıda tüketiminin ise %50-70 oranında artması besin gereksiniminin karşılanması bakımından önemli bir sorun olarak düşünülmektedir (Tilman ve ark., 2011). Sürdürülebilir tarımsal üretim dünya genelinde, artan nüfus, toplumsal beslenme değişiklikleri, iklim değişikliği, ekilebilir arazi ve su kaynaklarındaki azalmalar gibi çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Anand ve Jones, 2018). Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesinin artırılması ve olumsuz çevresel koşullara dirençli çeşitlerin geliştirilmesi makul bir öncü yaklaşım olacaktır (Zhu ve ark., 2020). Daha yüksek verim elde etme başlıca odak noktası olmasına rağmen, ekilebilir alanları artırmak mümkün olmadığı için temel ürünlerde besin yoğunluğunu ve biyoyararlanımı artırmak daha çok dikkate alınmıştır. Tarımsal ürünlerin biyoyararlanımını artırmak için geleneksel yetiştirme, agronomik yaklaşım (mineral gübre kullanımı) ve genetik mühendisliği olmak üzere üç temel teknik kullanılmaktadır (Lal ve ark., 2020). Geleneksel ıslah yöntemleri zaman alıcı, pahalı ve karmaşık olmasına rağmen birçok başarıya ulaşmış olsa da küçülen gen havuzundaki çeşitliliği artırmak için daha hızlı, daha güçlü, kolay uygulanabilir ve maliyeti düşük stratejilerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Ahmad ve ark., 2020). Yüksek kaliteli tarımsal ürünlerin geliştirilmesine izin vermenin yanı sıra gen fonksiyonunun anlaşılmasını sağlamak için genetik modifikasyon uygun bir araştırma aracı haline gelmiştir (Lawrenson ve ark., 2015). En iyi modern genom düzenleme stratejisi olarak bilinen düzenli aralıklarla kümelenmiş kısa palindromik tekrarlar (CRISPR), daha iyi tarımsal özellikler, biyotik ve abiyotik stres toleransı, biyolojik güçlendirme ve birçok ürün türünde besin içeriğinin artırılması amacıyla tarımsal biyoteknoloji de kullanılmaya başlanmıştır (Zhang ve ark., 2020). CRISPR/Cas9 piyasaya sürülmesinden bu yana genleri nakavt etmek veya devre dışı bırakmak, düzenlemek, bastırmak veya müdahale etmek ve hedeflenen genleri etkinleştirmek gibi heterolog genom düzenlenmesi amacıyla sıkça kullanılmıştır (Hilton ve

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

ark., 2015; Shin ve ark., 2016; Duke ve ark., 2020). Bu gerçeklerden hareketle laboratuvarlarımızda genom düzenleme araçları kullanılarak tarımsal ürünlerimizin besin değerini artırmaya yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

**Anahtar Kelimeler;** Biyoyararlanım, CRISPR, Genom Düzenleme


ICAAW2021




## TARIMSAL ÜRETİMDE AĞIR METAL STRES TOLERANSINA OMİKS YAKLAŞIMLAR

**Merve Yüce<sup>a1\*</sup>, Güleray Ağar<sup>a2</sup>, Murat Aydın<sup>a3</sup>, Mahmut Sinan Taşpınar<sup>a4</sup>**


<sup>a1</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum

 0000-0002-7629-0206


<sup>a2</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum

 0000-0002-6896-0193

<sup>a3\*</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum

 0000-0003-1091-0609

<sup>a4</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Erzurum

 0000-0001-6399-2703

\*Sorumlu yazar e [mail: merve.yuce@atauni.edu.tr](mailto:merve.yuce@atauni.edu.tr)

### Özet

Son yıllarda artan antropojenik faaliyetler, hızlı sanayileşme ve modern tarımsal uygulamalar ile pestisitler, gübreler ve kompost atıklarının aşırı kullanımı canlı organizmalar için toksisiteye neden olan ve artış eğilimi gösteren ağır metal kirliliğinin en önemli nedenleridir (Kavamura ve Esposito, 2010; Miransari, 2011). Toprak, hava ve suda toksisiteye neden olan ağır metal kirliliği ürün verimliliği ve kalitesi için önemli bir risk haline gelmiştir. Artan gıda talebi çevresel streslere karşı uyum/direnç gösterebilen ürün çeşitlerine yönelik ihtiyacı artırmıştır (Singh ve ark., 2016). Ağır metalden kaynaklanan toksisitenin dengelenmesi bitki bünyesindeki moleküler, biyokimyasal, fizyolojik, hücresel, doku ve tüm bitki düzeyinde karmaşık mekanizmalar ile mümkün olabilmektedir. Metabolomik, transkriptomik, proteomik vb. gibi biyolojik bilimlerin çeşitli disiplinlerindeki son gelişmeler, metabolitlerin, transkripsiyon faktörlerinin ve ağır metal toleransında yer alan stresle indüklenebilen proteinlerin karakterizasyonuna yardımcı olmaktadır (Ahsan ve ark., 2009; Tran ve ark., 2010; Hossain ve Komatsu 2013). Ağır metal toleransında yer alan mekanizmaların anlaşılması, sadece stres toleransını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda yeni ve istenen tarımsal özelliklere sahip bitkilerin geliştirilmesi için fırsatlar da sunacaktır (Atkinson ve ark., 2012; Singh ve ark., 2016). Bu nedenle, mevcut bitki moleküler biyoloji araştırmalarının bulgularına dayalı olarak, metabolitlerin (metabolomik), iz elementlerin (iyonomik), transkripsiyon faktörlerinin (transkriptomik) ve çeşitli stresle indüklenebilir proteinlerin (proteomik) rollerinin derlendiği bu çalışmada, çeşitli araştırmacılar tarafından ağır metal toksisitesi altındaki bitkilerde belirlenmiş tolerans mekanizmaları hakkındaki bilgileri gelecek araştırmalara yardımcı olabilecek şekilde bir araya getirmek amaç edinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler;** Ağır metal, *Metabolomik, Transkriptomik, Proteomik*

## CHANGES IN IRON AND ALUMINIUM OXIDES ALONG THE SOIL PROFILE DEPEND ON THE SOIL-FORMING PROCESSES

Jacek Długosz<sup>1</sup>, Mirosław Kobierski<sup>1</sup>, Barbara Kalisz<sup>2</sup>, Piotrowska-Długosz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biogeochemistry and Soil Science, Bydgoszcz University of Science and Technology in Bydgoszcz

<sup>2</sup>Department of Soil Science and Microbiology, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

### Abstract

Iron and aluminium are among the most important elements involved in many soil-forming processes. They occur in various forms, which quantity and distribution along the soil profile are considered to be an important diagnostic indicators (e.g. free and amorphous forms). The aim of this study was to determine the influence of soil-forming processes on formation of four different soils developed on the glacial till: Haplic Luvisols (HP), Mollic Eutric Stagnosols (MES), Mollic Stagnic Gleysols (MSG) and Cutanic Luvisols (CL). We assessed free iron (Fed) and aluminium (Ald) oxides as well as amorphous iron (Fea) and aluminium (Ala) oxides. The highest Fed content was found in the illuvial horizons of Luvisols (7.39-4.64 g·kg<sup>-1</sup>), in BC horizon of Haplic Luvisol (5.53 g·kg<sup>-1</sup>) and in Ap horizon of Cutanic Luvisol (5.08 g·kg<sup>-1</sup>). The highest content of Ald was determined in illuvial (Bt) and BC horizons of Haplic Luvisol (1.10 g·kg<sup>-1</sup>) and Ap layers of Cutanic Luvisol (1.13 g·kg<sup>-1</sup>). The lowest content of Ald was in turn found in gleic horizons of MSG (0.30 and 0.27 g·kg<sup>-1</sup>). The highest Fea content was determined in Bt and BC horizons in Haplic Luvisol (2.17 and 2.09 g·kg<sup>-1</sup>), while the highest Ala content was assessed in Bt horizon of Haplic Luvisol and in 2ACgg layer of MSG (0.74 g·kg<sup>-1</sup>). Similarly to Fed, the lowest content of Fea was determined in gleic horizons of MES and MSG. Accumulation of Fed in illuvial horizons is due to the lessivage process in which oxides and clay particles are translocated from the elluvial to the illuvial horizons. This is confirmed by the low Fed content in elluvial horizons of Haplic Luvisol (2.0 and 2.4 g·kg<sup>-1</sup>). The low content of Fe and Al forms in the gleic horizons indicated the inhibition of the weathering process in the horizons with the reducing conditions.

**Keywords:** Soil properties, iron oxides, aluminium oxides, soil forming processes

## ARDAHAN İLİNİN TARIMSAL MEKANİZASYON DÜZEYİ

Hasan ERTOP<sup>1\*</sup> Atılğan ATILGAN<sup>2</sup> Burak SALTUK<sup>2</sup>

Osman GÖKDOĞAN<sup>3</sup> Ali YÜCEL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

<sup>2</sup> Alanya Alaattin Keykubat Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

<sup>4</sup> Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Programı

\* Sorumlu yazar e-mail: [hasanertop@hotmail.com](mailto:hasanertop@hotmail.com)

### Özet

Bu çalışmada Türkiye, Ardahan ili ve ilçelerinin 2011-2020 yılları arasındaki mekanizasyon düzeyi belirlenmiştir. Bu amaçla bu yıllara ait tarımsal istatistiksel değerler kullanılarak, bir ülkenin ve bölgenin tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan, 1000 ha alana düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha), bir traktöre düşen toplam alan (ha/traktör) ve birim alana düşen traktör gücü (kW/ha) göstergeleri hesaplanmıştır. 2011 yılında Türkiye için 1000 ha alana düşen traktör sayısı 51-70 BG sınıfı için 17,89 iken, 2020 yılı için 23,55 olarak hesaplanmıştır. 51-70 BG sınıfında Ardahan ili için bu değer 2011 yılında 70,33 iken, 2020 yılı için 105,01 ve 2011 yılında Merkez ilçede 67,80 iken, 2020 yılında ise 115,38 olarak hesaplanmıştır. 2011 yılında Türkiye için bir traktöre düşen toplam alan 35-50 BG sınıfı için 49,61 iken, 2020 yılı için 44,67 olarak hesaplanmıştır. 35-50 BG sınıfında Ardahan ili için bu değer 2011 yılında 90,69 iken, 2020 yılı için 65,84 ve 2011 yılında Çıldır ilçesinde 65,84 iken, 2020 yılında ise 51,15 olarak hesaplanmıştır. 2011 yılında Türkiye için birim alana düşen traktör gücü 70 BG'den fazla sınıfı için 0,25 iken, 2020 yılı için 0,52 olarak hesaplanmıştır. 70 BG'den fazla sınıfında Ardahan ili için bu değer 2011 yılında 0,32 iken, 2020 yılı için 1,16 ve 2011 yılında Posof ilçesinde 3,22 iken, 2020 yılında ise 7,21 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerin ışığında Ardahan ilinin mekanizasyon düzeyinin Türkiye ortalamasından yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ardahan, Mekanizasyon, Traktör, Beygir Gücü

### AGRICULTURAL MECHANIZATION LEVEL OF ARDAHAN PROVINCE

#### Abstract

This study has been conducted with the purpose of determining the mechanization level of Ardahan province and districts of Turkey for the 2011-2020 periods. With this in mind, the agricultural statistics have been used for the aforementioned period in order to calculate the number of tractors per 1000 ha area (tractor/1000 ha), the total area per tractor (ha/tractor) and tractor power per unit area (kW/ha), all of which are the indicators used in determining the mechanization level of a country and a region. The number of 51-70 HP tractors per 1000 ha was 17,89 in Turkey in 2011, and this value has been calculated as 23,55 for the year 2020. With regards to the 51-70 HP class, this value was 70,33 in Ardahan province in 2011, 105,01 in 2020 and in Central district it was 67,80 in 2011 and 115,38 in 2020. The total area per 35-50 HP tractor was 49,61 in Turkey in 2011 and it has been calculated as 44,67 in 2020. With regards to 35-50 HP class, this value was 90,69 in Ardahan province in 2011, and it was 65,84

in 2020. With regards to Çıldır district, the same figure was 65,84 in 2011, and it has been calculated as 51,15 in 2020. With regards to 70+ HP, the tractor power per unit area was 0,25 in Turkey in 2011, and it has been calculated as 0,52 in 2020. The same value for Ardahan province has been calculated as 0,32 in 2011, and it was 1,16 in 2020, and with regards to Posof district, the same figure has been calculated as 3,22 in 2011, and it has been calculated as 7,21 in 2020. Based on these findings, it can be said that the mechanization level of Ardahan province is higher than the average in level of Turkey.

**Keywords:** Ardahan, Mechanization, Tractor, HP

## GİRİŞ

Gelişen tarıma paralel olarak tarımsal uygulamalarda makine kullanımı artmaktadır. Mekanizasyon düzeyi o bölgede kullanılan tarım alet ve makinelerin artması ile gelişir ve çiftçi daha az zamanda daha çok işi verimli ve nitelikli olarak yapabilir (Ayata ve Çakır, 2003). Tarımsal mekanizasyon; tarım alanlarını daha sağlıklı hale getirmek, tarımsal üretim çeşitliliğini arttırmak ve tarımsal ürünlerin daha etkin ve çeşitli olarak kullanılmasını sağlamak gibi amaçların benimsendiği imalat sektörünün yatırım malları üreten alt sektörlerinden biri olarak tanımlanabilir (Anonim, 2012). Bir diğer tanımlamaya göre; tarımsal mekanizasyon, tarımsal işlemlerin makina ve enerji kullanımıyla gerçekleştirilmesini ifade etmektedir. Tarımda makina kullanımı, diğer tarım teknolojisi uygulamalarından farklı olarak, verim artışını dolaylı olarak etkilemekte; kırsal kesimde yeni üretim yöntemlerinin uygulanmasını sağlamaktadır. Bu yönüyle diğer teknolojik uygulamaların etkinliğini ve ekonomikliğini arttırmakta ve çalışma koşullarını iyileştirmektedir (Baran ve ark., 2014). Tarımdaki teknolojik gelişmeler, mekanizasyonun önemini arttırmış, tarımsal üretimde birim alandan daha fazla verim alınmasını sağlamıştır. Tarım sektöründe teknolojinin kullanımı ve işgücü talebini; iklim özellikleri ve arazi yapısı etkilemektedir. Tarımsal mekanizasyon, tarımda verimlilik artışındaki gübre, ilaç ve tohum gibi girdi materyallerinin uyumlu kullanılması için en önemli araçlardan birisini oluşturmaktadır (Özgüven ve ark., 2010; Altuntaş, 2016). Tarımsal mekanizasyon, tarımda çağdaş üretim tekniklerinin uygulanabildiği gelişmiş makine ve araçların kullanılmasıdır. Bir ülkenin tarımsal gelişmişlik seviyesi tarımda kullanılan üretim teknolojilerinin kullanımıyla doğrudan ilişkilidir. Ürün veriminin artırılması, üretici gelirinin artırılması ve üretim maliyetinin azaltılması, tarımda yeni ve modern teknolojilerin kullanımının artırılmasıyla olanaklıdır. Tarımda kullanılan tarımsal üretim teknolojileri; toprak, ilaçlama, gübreleme, sulama ve girdilerin etkin kullanımını olanaklı kılan ve verimliliği sağlayan tarımsal mekanizasyon uygulamalarıdır (Sessiz ve ark., 2012; Doruk, 2016). Tarımsal mekanizasyon uygulamalarında en yaygın kullanılan kuvvet kaynağı traktördür. Bu nedenle bir bölgenin tarımsal mekanizasyon düzeyi belirlenirken en yaygın olarak kullanılan ölçü birimi tarımsal alana düşen traktör gücü (kW/ha) göz önüne alınmaktadır. Bu kriter makineleşme düzeyinin belirlenmesinde en doğru kriter olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra traktör/1000 ha ve ha/traktör değerleri de mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan kriterler olmaktadır (Sabancı ve Akıncı, 1994; Koçtürk ve Onurbaşı Avcıoğlu, 2007; Altıkat ve Çelik, 2009; Lüle ve ark., 2012; Gürsoy, 2013; Altuntaş, 2016; Doruk, 2016; Işık, 2017).

Ülkemiz bugünkü tarımsal mekanizasyon düzeyini oluşturan kriterler açısından dünya ortalamasının üzerinde olmasına rağmen, hızla artan tarımsal ürün talebinin karşılanması için mevcut üretim düzeyinin artırılması ve verimin yükseltilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin bölgelerine göre tarımsal mekanizasyon düzeyinin planlanması; traktör ile tarım alet ve makine parkının çeşitliliğinin artırılarak etkin hale getirilmesi ile sağlanabilir. Ülkemiz tarım bölgelerinin makineli tarım verimliliğine; bölgenin arazi varlığı, şekli ve büyüklüğü, bitki ve toprak cinsi, üretim sistemi, iklim, yetişmiş iş gücü ve makineleşme etkili olmaktadır (Çalışır ve ark., 1991). Bu çalışmada, traktör sayıları ve işlenen arazi varlıkları esas alınarak Türkiye, Ardahan ve ilçelerinin tarımsal mekanizasyon değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Türkiye, Ardahan ve ilçelerinin tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde 2011-2020 yılları arasındaki tarım alanları ve traktör sayılarına ilişkin Türkiye İstatistik Kurumunun verileri kullanılmıştır. Tarım alanlarının belirlenmesinde ekili ve nadas alanlarının toplamları dikkate alınmıştır. Traktör sayıları belirlenirken ise sadece tekerlekli traktörler dikkate alınmış, paletli traktör sayıları hesaplamalarda kullanılmamıştır. Öncelikle traktörler çift akslı olarak gruplandırılmış sonrasında her grup içerisinde de güç değerleri dikkate alınarak sınıflandırmalar yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Traktör güç hesaplamasında kullanılan ortalama değerler (Korucu ve ark., 2015)

Traktör Grubu	Ortalama Güç (BG)
İki Akslı (35-50 BG)	42,5
İki Akslı (51-70 BG)	60,5
İki Akslı (70 BG'den Fazla)	85

Çizelge 1 kullanılarak traktörlerden elde edilebilecek toplam ortalama BG (Beygir Gücü) hesaplanmıştır.

Toplam Ortalama BG = Traktör x ortalama BG

Elde edilen veriler beygir gücü cinsinden olup, 0,7457 ile çarpılarak kW'a dönüştürülmüştür (Abdikoğlu, 2019).

Mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde 1000 ha alana düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha), bir traktöre düşen toplam alan (ha/traktör) ve birim alana düşen traktör gücü (kW/ha) göstergeleri esas alınmıştır. Bu göstergelerin hesaplanmasında toplam tarım alanları, traktör sayısı ve ortalama traktör gücü değerlerinden (Lüle ve ark., 2012) yararlanılmıştır. Değerler bilgisayarda EXCEL programında hesaplanmış ve sayısal olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler değerlendirilerek Türkiye, Ardahan ili ve ilçeleri değerleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Türkiye'nin 2011-2020 yılları arasındaki tarımsal alan (ha) ve iki akslı-traktör sayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye'nin 2011-2020 yılları arasındaki tarımsal alan ve iki akslı-traktör sayıları

Yıllar	Alan (ha)	35-50 BG (Adet)	51-70 BG (Adet)	70 BG'den Fazla (Adet)
2011	23613761,44	476010	422389	91411
2012	23781999,33	488877	438623	106522

2013	23805511,91	493462	451292	118000
2014	23940713,76	493914	461399	125536
2015	23933614,11	491828	468060	135297
2016	23711159,16	489621	475665	140699
2017	23346598,45	492343	493660	152133
2018	23179985,93	493134	505087	162425
2019	23099503,42	495375	513035	174105
2020	23136396,07	517899	544909	190677

Çizelge 2 incelendiğinde, Türkiye'nin tarımsal alan değerlerine bakıldığında dalgalanmalar olsa da 2011 yılında 23613761,44 ha olan tarımsal alanın 2020 yılında %2,02 oransal bir azalış ile 23136396,07 ha olduğu görülmektedir. Tarım arazilerindeki azalışta tarım arazilerinin vasıflarının değiştirilerek tarımsal faaliyetler dışında kullanılması veya tarım arazilerinde tarımsal faaliyetlerden uzaklaşılması etken olarak gösterilebilir. Tarım arazilerinin azalmasının aksine, 989810 adet olan 2011 yılına ait traktör sayısının %26,64 artış ile 2020 yılında 1253485 adet olduğu görülmüştür. Traktörlerin modern tarım faaliyetleri kapsamında tarımsal faaliyetlerde kullanılması traktör sayısındaki artışı etkilemektedir. Bununla birlikte, traktör sayısının artma eğiliminde olmasında kırsal kesimde traktör varlığının zenginlik ve sosyal statü sahibi olarak görülme düşüncesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ancak bu durumda atıl olarak kullanılmayı bekleyen traktör sayıları artabileceğinden dolayı, bu traktörlerin kullanıma kazandırılması için ilgili kurum ve kuruluşlarca projelerin geliştirilerek hem üreticiye hem de tarımsal üretime fayda sağlanmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Türkiye'nin 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye'nin 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha) değerleri

Yıllar	Traktör - İki Akşlı (35-50 BG)	(Traktör - İki Akşlı (51-70 BG)	Traktör - İki Akşlı (70 BG'den Fazla)
2011	20,16	17,89	3,87
2012	20,56	18,44	4,48
2013	20,73	18,96	4,96
2014	20,63	19,27	5,24
2015	20,55	19,56	5,65
2016	20,65	20,06	5,93
2017	21,09	21,15	6,52
2018	21,27	21,79	7,01
2019	21,45	22,21	7,54
2020	22,38	23,55	8,24

1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 2011 yılında traktör grupları içerisinde toplamda 41,92 iken, 2015 yılında 45,76 ve 2020 yılında ise 54,17 olduğu hesaplanmıştır. Buradan Türkiye'de 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısının sürekli olarak arttığı görülmektedir. Buna sebep olarak ise, 2011 yılında 23613761,44 ha olan tarım alanlarının 2020 yılında 23136396,07 ha'a düşmesi ve 2011 yılında 989810 adet olan traktör sayısının 2020 yılında 1253485 adete yükselmesinin temel etken olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Avrupa Birliği'nde 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 89'dur (İleri, 2010; Gökdoğan, 2012a). Çalışma sonucunda ise bu değer 47,18 olduğu görülmektedir. Buradan Türkiye'nin küresel rekabet anlamında Avrupa Birliği'nin gerisinde olduğu varsayılabilir. Türkiye'nin traktör başına işlenen alanı (ha/traktör) Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiyede traktör başına işlenen alan (ha/traktör)



Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)	Traktör - İki Akslı (51-70 BG)	Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)
2011	49,61	55,91	258,33
2012	48,65	54,22	223,26
2013	48,24	52,75	201,74
2014	48,47	51,89	190,71
2015	48,66	51,13	176,90
2016	48,43	49,85	168,52
2017	47,42	47,29	153,46
2018	47,01	45,89	142,71
2019	46,63	45,03	132,68
2020	44,67	42,46	121,34

Traktör başına işlenen alana (ha/traktör) ait çizelge incelendiğinde, 2011 yılında traktör grupları içerisinde toplamda 363,85 iken, 2015 yılında 276,69 ve 2020 yılında ise 208,47 olduğu hesaplanmıştır. Buradan Türkiye’de traktör başına işlenen alanın sürekli olarak azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde Abdikoğlu (2019); 2008- 2017 yılları arası Türkiye’de traktör başına işlenen alanın sürekli bir azalış eğiliminde olduğunu ifade etmiştir. Değerlerde ki bu azalışa, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısında da olduğu gibi tarım alanlarının azalırken, traktör sayının artması kaynak olarak gösterilebilir. Türkiye’nin toplam ortalama beygir gücü cinsinden traktör gücü ve kW cinsinden toplam traktör gücü Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Toplam ortalama BG ve kW gücü

Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)		Traktör - İki Akslı (51-70 BG)		Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)	
	Ortalama BG	kW	Ortalama BG	kW	Ortalama BG	kW
2011	20230425	15085827,92	25554535	19056016,38	7769935	5794040,53
2012	20777273	15493612,10	26536692	19788410,85	9054370	6751843,71
2013	20972135	15638921,07	27303166	20359970,89	10030000	7479371,00
2014	20991345	15653245,97	27914640	20815946,68	10670560	7957036,59
2015	20902690	15587135,93	28317630	21116456,69	11500245	8575732,70
2016	20808893	15517191,14	28777733	21459555,13	11959415	8918135,77
2017	20924578	15603457,44	29866430	22271396,85	12931305	9642874,14
2018	20958195	15628526,01	30557764	22786924,24	13806125	10295227,41
2019	21053438	15699548,34	31038618	23145497,07	14798925	11035558,37
2020	22010708	16413384,58	32966995	24583487,80	16207545	12085966,31

Ortalama toplam BG ve kW gücü değerleri incelendiğinde, Türkiye’nin traktör sınıflarında 2011 yılında en düşük güce ve 2020 yılında ise en yüksek güce sahip olduğu hesaplanmıştır. 2011 yılından 2020 yılına doğru traktör gücünde artış olmasında tarımsal arazilerin azalmasına karşın tarımsal faaliyetlerde verim ve üretim artışında modern makinaların bilhassa da traktörlerin tercih edilmesinin etkisinden bahsedilebilir. Türkiye’de işlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. İşlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri

Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)	Traktör - İki Akslı (51-70 BG)	Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)
2011	0,64	0,81	0,25
2012	0,65	0,83	0,28
2013	0,66	0,86	0,31
2014	0,65	0,87	0,33
2015	0,65	0,88	0,36
2016	0,65	0,91	0,38
2017	0,67	0,95	0,41
2018	0,67	0,98	0,44

2019	0,68	1,01	0,48
2020	0,71	1,06	0,52

İşlenen alana düşen traktör gücünde yıllık bazda dalgalanmalar olmasına karşın 2020 yılında 2011 yılına göre genel olarak bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir. 2011-2020 yılı değerleri toplamı dikkate alındığında ortalama olarak Türkiye değeri 1,96 olarak hesaplanmıştır. Türkiye ortalamasını; Koçtürk ve Onurbaş Avcıoğlu (2007), 1,75 ve Işık (2017) ise; 2,22 olarak ifade etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değer önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Değerlerin birbirinden farklılık göstermesinde neden olarak ise; değerlendirmeye alınan traktör sınıfı ve arazi varlığına dâhil edilen kullanım alanlarının farklılık göstermesi düşünülebilir. Buna karşın, genel itibari ile birbirine yakın değerlere ulaşıldığı da görülmektedir. Ardahan'ın 2011-2020 yılları arasında ki tarımsal alan (ha) ve iki akşlı-traktör sayıları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Ardahan'ın 2011-2020 yılları arasındaki tarımsal alan ve iki akşlı-traktör sayıları

Yıllar	Alan (ha)	35-50 BG (Adet)	51-70 BG (Adet)	70 BG'den Fazla (Adet)
2011	57316,5	632	4031	287
2012	72306,1	635	3983	437
2013	58863,2	643	4008	464
2014	32952,5	665	4045	486
2015	31567,5	683	4185	525
2016	28182,4	683	4218	541
2017	36080,5	690	4337	598
2018	38949,3	748	4449	610
2019	40912,2	598	4216	601
2020	42798,4	650	4494	781

Ardahan'ın tarımsal alan değerlerine bakıldığında 2011 yılında 57316,5 ha olan tarımsal alanın 2020 yılında %25,33 oransal bir azalış ile 42798,4 ha olduğu görülmektedir. Bunun aksine 4950 adet olan 2011 yılına ait traktör sayısının %19,70 artış ile 2020 yılında 5925 adet olduğu görülmüştür. Ardahan'ın 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha) değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Ardahan'ın 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör /1000 ha) değerleri

Yıllar	Traktör - İki Akşlı (35-50 BG)	Traktör - İki Akşlı (51-70 BG)	Traktör - İki Akşlı (70 BG'den Fazla)
2011	11,03	70,33	5,01
2012	8,78	55,09	6,04
2013	10,92	68,10	7,88
2014	20,18	122,75	14,75
2015	21,64	132,57	16,63
2016	24,23	149,67	19,20
2017	19,12	120,20	16,57
2018	19,20	114,23	15,66
2019	14,62	103,05	14,69
2020	15,19	105,01	18,25

Çizelge 8 incelendiğinde, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 2011 yılında traktör grupları içerisinde toplamda 86,37 iken, 2015 yılında 170,84 ve 2020 yılında ise 138,45 olduğu hesaplanmıştır. Buradan Ardahan'da 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısının yıllar itibari ile dalgalanmalar yaşamasına rağmen 2020 yılı sonu ile artış gerçekleştiği hesaplanmıştır. Bununla birlikte Ardahan'da genel olarak traktör sayısının artmasına karşın tarım alanlarında

dalgalanma olduğu görülmektedir. Ardahan'ın traktör başına işlenen alan (ha/traktör) Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Traktör başına işlenen alan (ha/traktör)

Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)	Traktör - İki Akslı (51-70 BG)	Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)
2011	90,69	14,22	199,71
2012	113,87	18,15	165,46
2013	91,54	14,69	126,86
2014	49,55	8,15	67,80
2015	46,22	7,54	60,13
2016	41,26	6,68	52,09
2017	52,30	8,32	60,34
2018	52,07	8,75	63,85
2019	68,42	9,70	68,07
2020	65,84	9,52	54,80

Çizelge 9 incelendiğinde, traktör başına işlenen alan Ardahan'da 2011 yılında traktör grupları içerisinde toplamda 304,62 iken, 2015 yılında 113,89 ve 2020 yılında ise 130,16 olduğu hesaplanmıştır. Bununla birlikte traktör başına işlenen alanın 2011-2016 yıllarında azaldığı, 2017-2019 yıllarında arttığı ve 2020 yılında tekrar azaldığı görülmektedir. Buna sebep olarak ise, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısında da olduğu gibi Ardahan'da genel olarak traktör sayısının artmasına karşın tarım alanlarında dalgalanma olduğu söylenebilir. Ardahan'ın toplam ortalama beygir gücü cinsinden traktör gücü ve kW cinsinden toplam traktör gücü Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Toplam ortalama BG ve kW gücü

Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)		Traktör - İki Akslı (51-70 BG)		Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)	
	Ortalama BG	kW	Ortalama BG	kW	Ortalama BG	kW
2011	26860	20029,50	243875,5	181857,96	24395	18191,36
2012	26987,5	20124,58	240971,5	179692,45	37145	27699,03
2013	27327,5	20378,12	242484	180820,32	39440	29410,41
2014	28262,5	21075,35	244722,5	182489,57	41310	30804,87
2015	29027,5	21645,81	253192,5	188805,65	44625	33276,87
2016	29027,5	21645,81	255189	190294,44	45985	34291,02
2017	29325	21867,65	262388,5	195663,11	50830	37903,93
2018	31790	23705,80	269164,5	200715,97	51850	38664,55
2019	25415	18951,97	255068	190204,21	51085	38094,09
2020	27625	20599,96	271887	202746,14	66385	49503,30

Çizelge 10 incelendiğinde, Ardahan'ın 2019 yılında 35-50 BG traktör sınıfında, 2012 yılında 51-70 BG traktör sınıfında ve 2011 yılında 70'den fazla BG traktör sınıfında en düşük güce sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Ardahan'ın 35-50 BG sahip traktör sınıfında 2018 yılında, 51-70 BG sahip traktör sınıfında 2020 yılında ve 70'den fazla BG sahip traktör sınıfında da 2020 yılında en yüksek güce sahip olduğu belirlenmiştir. Traktör sınıflarındaki en düşük ve en yüksek güce sahip olunan yıllardaki farklılığın traktör varlığındaki değişimden kaynaklandığı söylenebilir. Ardahan'da işlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11 incelendiğinde, işlenen alana düşen traktör gücü yıllık bazda dalgalanmalar olmasına karşın genel olarak artış söz konusu görülmektedir. 10 yılın ortalaması hesaplandığında, Ardahan ilinde işlenen alana düşen traktör gücü 6,07 olarak hesaplanmıştır.

Antalya ilinde Comart (2016) tarafından yapılan bir çalışmada işlenen alana düşen traktör gücü 5,67 olarak ifade edilirken; Isparta ilinde Gökdoğan (2012b) tarafından yapılan bir çalışmada ise bu değer 6,17 olarak ifade edilmiştir. Bu değerler neticesinde; Ardahan ilindeki tarımsal faaliyet alanları ile Antalya ve Isparta ilindeki tarımsal faaliyet alanlarının farklılık göstermesine rağmen işlenen alana düşen traktör gücü değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Buradan tarımsal faaliyetler alanlarının ve arazi varlıklarının farklılık göstermesine karşın bu tarım arazilerinin işlenmesinde traktör gücünün ön plana çıktığı söylenebilir. Ardahan ilçelerinin 2011-2020 yılları arasında ki tarımsal alan (ha) ve iki akslı-traktör sayıları Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 11. İşlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri

Yıllar	Traktör - İki Akslı (35-50 BG)	Traktör - İki Akslı (51-70 BG)	Traktör - İki Akslı (70 BG'den Fazla)
2011	0,35	3,17	0,32
2012	0,28	2,49	0,38
2013	0,35	3,07	0,50
2014	0,64	5,54	0,93
2015	0,69	5,98	1,05
2016	0,77	6,75	1,22
2017	0,61	5,42	1,05
2018	0,61	5,15	0,99
2019	0,46	4,65	0,93
2020	0,48	4,74	1,16

Çizelge 12. 2011-2020 yılları arasındaki tarımsal alan ve iki akslı-traktör sayıları

	Yıllar	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
Alan (ha)	2011	3309,9	18250,7	8134,4	17699,9	1494,2	8427,4
	2012	3698,5	27907,2	9720,6	20018,1	1717,7	9244,0
	2013	3754,5	15538,5	10421,5	17419,1	2778,7	8950,9
	2014	2359,2	5975,0	6637,2	8963,6	2876,7	6140,8
	2015	2453,8	6217,7	6180,2	8219,2	2562,6	5934,0
	2016	2725,4	5119,3	4196,7	6662,8	1566,7	7911,5
	2017	7018,4	4954,0	3924,6	11556,5	2508,8	6118,2
	2018	7336,3	7877,9	4012,5	13271,5	1173,0	5278,1
	2019	6462,0	8167,8	3990,9	13281,2	687,4	8322,9
	2020	3313,4	13208,1	5726,0	12350,1	834,9	7365,9
	Yıllar	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
35-50 BG (Adet)	2011	0	75	0	160	269	128
	2012	0	78	0	160	269	128
	2013	0	80	0	160	275	128
	2014	0	75	0	180	280	130
	2015	0	73	0	200	280	130
	2016	0	73	0	200	280	130
	2017	0	75	0	200	280	135
	2018	0	75	0	243	280	150
	2019	0	78	0	250	120	150
	2020	20	86	0	250	120	144
	Yıllar	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
51-70 BG (Adet)	2011	335	1035	410	1200	346	705
	2012	335	995	400	1200	346	707
	2013	335	996	420	1200	350	707
	2014	335	990	420	1250	350	700
	2015	335	950	450	1300	350	800
	2016	365	951	452	1300	350	800
	2017	370	955	458	1300	450	804

	2018	382	960	458	1380	450	819
	2019	380	980	461	1400	175	820
	2020	450	992	620	1425	175	832
	Yıllar	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
70 BG'den Fazla (Adet)	2011	16	25	60	110	76	0
	2012	16	155	80	110	76	0
	2013	16	160	100	110	78	0
	2014	16	165	100	125	80	0
	2015	16	169	120	140	80	0
	2016	35	169	117	140	80	0
	2017	30	170	118	160	120	0
	2018	30	170	120	170	120	0
	2019	35	180	121	170	95	0
	2020	100	195	200	185	95	6

Çizelge 12 incelendiğinde, Ardahan ili ilçeleri tarımsal alan değerlerine bakıldığında sadece Damal ilçesinde 2020 yılı itibari ile tarımsal alanların arttığı görülmektedir. Bununla birlikte traktör sınıfları incelendiğinde 35-50 BG traktörlerin 2020 yılı sonunda Posof ilçesinde azaldığı, Hanak ilçesinde bu sınıfa ait traktör bulunmadığı ve Damal ilçesinde sadece 2020 yılında bu sınıfa ait traktör varlığından bahsedildiği görülmektedir. 51-70 BG traktör sınıfına ait traktörlerin 2020 yılı sonu ile Göle ve Posof ilçelerinde azaldığı ve 70 BG'den fazla güce sahip traktör sınıfının ise 2020 yılı itibari ile her ilçede artış gerçekleştiği görülmektedir. Ardahan ili ilçelerine ait 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör /1000 ha) değerleri Çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 13. 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı (traktör /1000 ha) değerleri

Yıllar	Traktör grubu	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
2011	35-50 BG	0	4,11	0	9,04	180,03	15,19
	51-70 BG	101,22	56,71	50,40	67,80	231,56	83,66
	70 BG +	4,83	1,37	7,38	6,21	50,86	0
2012	35-50 BG	0	2,79	0	7,99	156,60	13,84
	51-70 BG	90,57	35,65	41,15	59,95	201,43	76,48
	70 BG +	4,33	5,55	8,23	5,50	44,25	0
2013	35-50 BG	0	5,15	0	9,19	98,97	14,30
	51-70 BG	89,23	64,10	40,30	68,89	125,96	78,99
	70 BG +	4,26	10,30	9,60	6,31	28,07	0
2014	35-50 BG	0	12,55	0	20,08	97,34	21,17
	51-70 BG	142,00	165,69	63,28	139,45	121,67	113,99
	70 BG +	6,78	27,62	15,07	13,95	27,81	0
2015	35-50 BG	0	11,74	0	24,33	109,26	21,91
	51-70 BG	136,52	152,79	72,81	158,16	136,58	134,82
	70 BG +	6,52	27,18	19,42	17,03	31,22	0
2016	35-50 BG	0	14,26	0	30,02	178,72	16,43
	51-70 BG	133,93	185,77	107,70	195,11	223,40	101,12
	70 BG +	12,84	33,01	27,88	21,01	51,06	0
2017	35-50 BG	0	15,14	0	17,31	111,61	22,07
	51-70 BG	52,72	192,77	116,70	112,49	179,37	131,41
	70 BG +	4,27	34,32	30,07	13,85	47,83	0
2018	35-50 BG	0	9,52	0	18,31	238,70	28,42
	51-70 BG	52,07	121,86	114,14	103,98	383,63	155,17
	70 BG +	4,09	21,58	29,91	12,81	102,30	0
2019	35-50 BG	0	9,55	0	18,82	174,57	18,02
	51-70 BG	58,81	119,98	115,51	105,41	254,58	98,52
	70 BG +	5,42	22,04	30,32	12,80	138,20	0

2020	35-50 BG	6,04	6,51	0	20,24	143,73	19,55
	51-70 BG	135,81	75,11	108,28	115,38	209,61	112,95
	70 BG +	30,18	14,76	34,93	14,98	113,79	0,82

Çizelge 13 incelendiğinde, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısının tüm traktör grupları içerisinde toplamda Merkez ilçede 2011 yılında 83,05 iken, 2015 yılında 199,52 ve 2020 yılında ise 150,60 olduğu hesaplanmıştır. Benzer şekilde Posof ilçesinde bu değerlerin 2011 yılında 462,45 iken, 2015 yılında 277,06 ve 2020 yılında ise 467,13 olduğu hesaplanmıştır Buradan ilçelerdeki 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısının aynı yıllarda farklılık göstermesinde traktör ve tarım alanlarının farklılık göstermesinin büyük etkisi olduğu söylenebilir. Ardahan ili ilçelerine ait traktör başına işlenen alan (ha/traktör) Çizelge 14’de verilmiştir.

Çizelge 14. Traktör başına işlenen alan (ha/traktör)

Yıllar	Traktör grubu	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
2011	35-50 BG	0	243,34	0	110,62	5,55	65,84
	51-70 BG	9,88	17,63	19,84	14,75	4,31	11,95
	70 BG +	206,87	730,03	135,57	160,91	19,66	0
2012	35-50 BG	0	357,78	0	125,11	6,39	72,22
	51-70 BG	11,04	28,05	24,31	16,68	4,96	13,07
	70 BG +	231,16	180,05	121,51	181,98	22,60	0
2013	35-50 BG	0	194,23	0	108,87	10,10	69,93
	51-70 BG	11,21	15,61	24,81	14,52	7,94	12,66
	70 BG +	234,66	97,12	104,22	158,36	35,62	0
2014	35-50 BG	0	79,67	0	49,80	10,27	47,24
	51-70 BG	7,04	6,04	15,80	7,17	8,22	8,77
	70 BG +	147,45	36,21	66,37	71,71	35,96	0
2015	35-50 BG	0	85,173	0	41,10	9,15	45,65
	51-70 BG	7,32	6,54	13,73	6,32	7,32	7,42
	70 BG +	153,36	36,79	51,50	58,71	32,03	0
2016	35-50 BG	0	70,13	0	33,31	5,60	60,86
	51-70 BG	7,47	5,38	9,28	5,13	4,48	9,89
	70 BG +	77,87	30,29	35,87	47,59	19,58	0
2017	35-50 BG	0	66,05	0	57,78	8,96	45,32
	51-70 BG	18,97	5,19	8,57	8,89	5,58	7,61
	70 BG +	233,95	29,14	33,26	72,23	20,91	0
2018	35-50 BG	0	105,04	0	54,62	4,19	35,19
	51-70 BG	19,20	8,21	8,76	9,62	2,61	6,44
	70 BG +	244,54	46,34	33,44	78,07	9,78	0
2019	35-50 BG	0	104,72	0	53,12	5,73	55,49
	51-70 BG	17,01	8,33	8,66	9,49	3,93	10,15
	70 BG +	184,63	45,38	32,98	78,12	7,24	0
2020	35-50 BG	165,67	153,58	0	49,40	6,96	51,15
	51-70 BG	7,36	13,31	9,24	8,67	4,77	8,85
	70 BG +	33,13	67,73	28,63	66,76	8,79	1227,65

İlçeler bazında traktör başına işlenen alanın, tüm traktör grupları içerisinde toplamda Merkez ilçede 2011 yılında 286,28 iken, 2015 yılında 106,13 ve 2020 yılında ise 124,83 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Posof ilçesinde bu değerlerin 2011 yılında 29,52 iken, 2015 yılında 48,50 ve 2020 yılında ise 20,52 olduğu hesaplanmıştır. Yıldız ve Erkmen (2004), Erzurum ili Pasinler ilçesinde yapmış oldukları çalışmada traktör başına işlenen alanı 18,56 olarak belirtmişlerdir. Ardahan ilinde ise sadece Posof ilçesinin 2018 ve 2019 yıllarında bu



değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Altıkat ve Çelik (2011), Iğdır ilinde yaptıkları çalışmada bu değeri Tuzluca ilçesi için 407,93 olarak hesaplamışlardır. Ardahan ilinde ise sadece Göle ilçesi 2011 ve 2012 yıllarında bu değer üstündedir. Aynı coğrafyadaki ilçelerde değerlerin birbirinden farklılık göstermesinde, 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısında da olduğu gibi traktör sayısı ve tarım alanlarının farklılık göstermesinin yanında tarımsal üretim çeşitliliğinin etkisinden de söz edilebilir. Ardahan ili ilçelerine ait toplam BG cinsinden traktör gücü Çizelge 15 ve kW cinsinden toplam traktör gücü Çizelge 16'da verilmiştir.

Çizelge 15. Toplam traktör gücü (BG)

Yıllar	Traktör grubu	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
2011	35-50 BG	0	3187,5	0	6800	11432,5	5440
	51-70 BG	20267,5	62617,5	24805	72600	20933	42652,5
	70 BG +	1360	2125	5100	9350	6460	0
2012	35-50 BG	0	3315	0	6800	11432,5	5440
	51-70 BG	20267,5	60197,5	24200	72600	20933	42773,5
	70 BG +	1360	13175	6800	9350	6460	0
2013	35-50 BG	0	3400	0	6800	11687,5	5440
	51-70 BG	20267,5	60258	25410	72600	21175	42773,5
	70 BG +	1360	13600	8500	9350	6630	0
2014	35-50 BG	0	3187,5	0	7650	11900	5525
	51-70 BG	20267,5	59895	25410	75625	21175	42350
	70 BG +	1360	14025	8500	10625	6800	0
2015	35-50 BG	0	3102,5	0	8500	11900	5525
	51-70 BG	20267,5	57475	25410	78650	21175	48400
	70 BG +	1360	14365	10200	11900	6800	0
2016	35-50 BG	0	3102,5	0	11900	11900	5525
	51-70 BG	22082,5	57535,5	27225	78650	21175	48400
	70 BG +	2975	14365	9945	11900	6800	0
2017	35-50 BG	0	3187,5	0	11900	11900	5737,50
	51-70 BG	22385	57777,5	27346	78650	27225	48642
	70 BG +	2550	14450	10030	13600	10200	0
2018	35-50 BG	0	3187,5	0	11900	11900	6375
	51-70 BG	23111	58080	27709	83490	27225	49549,5
	70 BG +	2550	14450	10200	14450	10200	0
2019	35-50 BG	0	3315	0	5100	5100	6375
	51-70 BG	22990	59290	27890,5	84700	10587,5	49610
	70 BG +	2975	15300	10285	14450	8075	0
2020	35-50 BG	850	3655	0	5100	5100	6120
	51-70 BG	27225	60016	37510	86212,5	10587,5	50336
	70 BG +	8500	16575	17000	15725	8075	510

Çizelge 16. Toplam traktör gücü (kW)

Yıllar	Traktör grubu	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
2011	35-50 BG	0	2376,92	0	5070,76	8525,22	4056,61
	51-70 BG	15113,47	46693,87	18497,09	54137,82	15609,74	31805,97
	70 BG +	1014,15	1584,62	3803,07	6972,30	4817,22	0
2012	35-50 BG	0	2472,0	0	5070,76	8525,22	4056,61
	51-70 BG	15113,48	44889,28	18045,94	54137,82	15609,74	31896,20
	70 BG +	1014,15	9824,60	5070,76	6972,30	4817,22	0
2013	35-50 BG	0	2535,38	0	5070,76	8715,37	4056,61
	51-70 BG	15113,48	44934,39	18948,24	54137,82	15790,20	31896,20
	70 BG +	1014,15	10141,52	6338,45	6972,30	4943,99	0

2014	35-50 BG	0	2376,92	0	5704,61	8873,83	4119,99
	51-70 BG	15113,47	44663,70	18948,24	56393,56	15790,20	31580,40
	70 BG +	1014,15	10458,44	6338,45	7923,06	5070,76	0
2015	35-50 BG	0	2313,53	0	6338,45	8873,83	4119,99
	51-70 BG	15113,47	42859,11	18948,24	58649,31	15790,20	36091,88
	70 BG +	1014,15	10711,98	7606,14	8873,83	5070,76	0
2016	35-50 BG	0	2313,53	0	8873,83	8873,83	4119,99
	51-70 BG	16466,92	42904,22	20301,68	58649,31	15790,20	36091,88
	70 BG +	2218,46	10711,98	7415,99	8873,83	5070,76	0
2017	35-50 BG	0	2376,92	0	8873,83	8873,83	4278,45
	51-70 BG	16692,49	43084,68	20391,91	58649,31	20301,68	36272,33
	70 BG +	1901,53	10775,36	7479,37	10141,52	7606,14	0
2018	35-50 BG	0	2376,92	0	8873,83	8873,83	4753,84
	51-70 BG	17233,87	43310,26	20662,60	62258,49	20301,68	36949,06
	70 BG +	1901,54	10775,37	7606,14	10775,37	7606,14	0
2019	35-50 BG	0	2472,0	0	3803,07	3803,07	4753,84
	51-70 BG	17143,64	44212,55	20797,95	63160,79	7895,10	36994,17
	70 BG +	2218,46	11409,21	7669,52	10775,37	6021,53	0
2020	35-50 BG	633,85	2725,53	0	3803,07	3803,07	4563,68
	51-70 BG	20301,69	44753,93	27971,21	64288,66	7895,10	37535,56
	70 BG +	6338,45	12359,98	12676,90	11726,13	6021,53	380,31

Çizelge 15 ve 16 incelendiğinde, Ardahan ilçelerinde 35-50 BG traktör sınıfında Hanak ve Damal, 51-70 BG traktör sınıfında Posof ve 70'den fazla BG traktör sınıfında Çıldır'ın en düşük güce sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Merkez İlçe ve Posof'un 35-50 BG traktör sınıfında, Merkez İlçe'nin 51-70 BG traktör sınıfında ve Hanak'ın 70'den fazla BG traktör sınıfında en yüksek güce sahip olduğu belirlenmiştir. Traktör sınıflarındaki en düşük ve en yüksek güce sahip olunan ilçelerde farklılık olmasında traktör sınıflarında traktör varlığının farklılık göstermesinin etkin olduğu söylenebilir. Ardahan ili ilçelerine ait işlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri Çizelge 17'de verilmiştir.

Çizelge 17. İşlenen alana düşen traktör gücü (kW/ha) değerleri

Yıllar	Traktör grubu	Damal	Göle	Hanak	Merkez	Posof	Çıldır
2011	35-50 BG	0	0,13	0	0,29	5,71	0,48
	51-70 BG	4,57	2,56	2,27	3,06	10,45	3,77
	70 BG +	0,31	0,09	0,47	0,39	3,22	0
2012	35-50 BG	0	0,09	0	0,25	4,96	0,43
	51-70 BG	4,09	1,61	1,86	2,70	9,09	3,45
	70 BG +	0,27	0,35	0,52	0,35	2,80	0
2013	35-50 BG	0	0,16	0	0,29	3,14	0,45
	51-70 BG	4,03	2,89	1,82	3,11	5,68	3,56
	70 BG +	0,27	0,65	0,61	0,40	1,78	0
2014	35-50 BG	0	0,40	0	0,64	3,08	0,67
	51-70 BG	6,41	7,48	2,86	6,29	5,49	5,14
	70 BG +	0,43	1,75	0,95	0,88	1,76	0
2015	35-50 BG	0	0,37	0	0,77	3,46	0,69
	51-70 BG	6,16	6,89	3,07	7,14	6,16	6,08
	70 BG +	0,41	1,72	1,23	1,08	1,98	0
2016	35-50 BG	0	0,45	0	1,33	5,66	0,52
	51-70 BG	6,04	8,38	4,84	8,80	10,08	4,56
	70 BG +	0,81	2,09	1,77	1,33	3,24	0
2017	35-50 BG	0	0,48	0	0,77	3,54	0,70

	51-70 BG	2,38	8,70	5,20	5,08	8,09	5,93
	70 BG +	0,27	2,18	1,91	0,88	3,03	0
2018	35-50 BG	0	0,30	0	0,67	7,57	0,91
	51-70 BG	2,35	5,50	5,15	4,69	17,31	7,01
	70 BG +	0,26	1,37	1,90	0,82	6,48	0
2019	35-50 BG	0	0,30	0	0,28	5,53	0,57
	51-70 BG	2,65	5,41	5,21	4,76	11,49	4,44
	70 BG +	0,34	1,40	1,92	0,81	8,76	0
2020	35-50 BG	0,19	0,21	0	0,31	4,56	0,62
	51-70 BG	6,13	3,39	4,88	5,21	9,46	5,10
	70 BG +	1,91	0,94	2,21	0,94	7,21	0,05

Çizelge 17 incelendiğinde, işlenen alana düşen traktör gücü Göle’de 35-50 BG traktör sınıfında 2012 yılında 0,09 ve 51-70 BG traktör sınıfında 2012 yılında 1,61 ve 70’den fazla BG traktör sınıfında 2020 yılında 0,05 ile Çıldır’da en düşük değerler hesaplanmıştır. Benzer şekilde 35-50 BG traktör sınıfında 2018 yılında 7,57; 51-70 BG traktör sınıfında 2018 yılında 17,31 ve 70’den fazla BG traktör sınıfında 2019 yılında 8,76 ile Posof’ta en yüksek değerler hesaplanmıştır.

## SONUÇ

Türkiye geneli dikkate alındığında traktör sınıfları içerisinde; 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 2015 yılı için 45,76; traktör başına işlenen alan 2015 yılı için 276,69 ve işlenen alana düşen traktör gücü 2015 yılı için 1,89 olarak hesaplanmıştır. Ardahan ili geneli dikkate alındığında traktör sınıfları içerisinde; 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 2015 yılı için 170,84; traktör başına işlenen alan 2015 yılı için 113,89 ve işlenen alana düşen traktör gücü 2015 yılı için 7,72 olarak hesaplanmıştır. Hanak ilçesinde ise traktör sınıfları içerisinde bu değerler; 1000 ha işlenen alana düşen traktör sayısı 2015 yılı için 92,23; traktör başına işlenen alan 2015 yılı için 65,23 ve işlenen alana düşen traktör gücü 2015 yılı için 4,30 olarak hesaplanmıştır. Türkiye’de 35-50 BG sınıfı için ortalama toplam güç 2011 yılında 20230425 BG; 51-70 BG sınıfı için ortalama toplam güç 25554535 BG ve 70 BG’den fazla güce sahip traktör sınıfı için ortalama toplam güç 7769935 BG olarak hesaplanmıştır. 2020 yılında ise; 35-50 BG sınıfı için ortalama toplam güç 22010708 BG; 51-70 BG sınıfı için ortalama toplam güç 32966995 BG ve 70 BG’den fazla güce sahip traktör sınıfı için ortalama toplam güç 16207545 BG olarak hesaplanmıştır. Araştırma yılları içerisinde, tarımsal mekanizasyon düzeyi genel olarak dalgalanmalar göstermektedir. Bu dalgalanmaların, yıllar itibarı ile üretim alanlarının ve traktör sayılarının artmasından veya azalmasından kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Abdikoğlu, D., İ., 2019. Trakya Bölgesinde Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin İllere Göre Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22(6), 865-871.
- Altıkat S., Çelik, A., 2009. Erzurum İlinin Mekanizasyon Özellikleri. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 40 (2). 57-70.
- Altıkat, S., Çelik, A., 2011. Iğdır İlinin Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(4): 99-106.

- Altuntaş, E. 2016. Türkiye'nin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Coğrafik Bölgeler Açısından Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12) 1157-1164.
- Anonim, 2012. Tarım Makineleri Sektör Raporu, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı.
- Ayata, M., Çakır, E., 2003. Manisa İlinin Tarımsal Yapısı ve Mekanizasyon Düzeyi. *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi*, 79-84s, 3-5 Eylül, Konya.
- Baran, M.F., Gökdoğan O., Durgut M.R., 2014. Batı Marmara Bölgesi'nin Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 561-567.
- Çalışır, S., Güney, M. Aydın, C., 1991. Konya Bölgesinin Tarımsal Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi*, 25 – 27 Eylül, Konya.
- Comart, A., 2016. Antalya İli Tarım İşletmelerinin Tarımsal Yapı, Üretim ve Mekanizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 76s.
- Doruk, İ., 2016. Denizli İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin İncelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 3(4), 324–331.
- Gökdoğan, O., 2012a. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi Göstergelerinin Karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 9 (2), 1 – 4.
- Gökdoğan, O., 2012b. Isparta İlindeki Tarımsal İşletmelerin Tarımsal Yapısı ve Mekanizasyon Özellikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 9(2) : 13 – 17.
- Gürsoy, S., 2013. Batman İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin İlçeler Bazında Değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. (3):2, 146-158.
- İleri, M. S., 2010. Tarımsal Mekanizasyon Sektör Raporu, TARMAKBİR, Ankara.
- İşık, E., 2017. Bursa İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesine ve Türkiye Ortalama Değerleriyle Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Çalışma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Cilt 31, Sayı 1, 115-125.
- Koçtürk, D, Onurbaş Avcıoğlu, A., 2007. Türkiye'de Bölgelere ve İllere Göre Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3(1): 17–24.
- Korucu, T., Aybek, A., Sivrikaya, F., Gürlek, E., Mert, C., Kozak, B., 2015. Kahramanmaraş İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Haritalanması ve Değerlendirilmesi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(2): 10-24.
- Lüle F., Koyuncu, T., Engin, K., E., 2012. Adıyaman İlinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi. *27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*. 5-7 Eylül, Samsun.
- Özgüven, M., M, Türker, U., Beyaz, A. 2010. Türkiye'nin Tarımsal Yapısı ve Mekanizasyon Durumu. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. (28):2, 89-100.
- Sabancı A., Akıncı İ. 1994. Dünyada ve Türkiye'de Tarımsal Mekanizasyon düzeyi ve Son Gelişmeler. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*. 20-22 Eylül. Antalya.
- Sessiz, A., Eliçin A.K., Esgici R. ve Tantekin, F., 2012. Tarım Makineleri Hibe Programının Diyarbakır İlinin Mekanizasyon Gelişimine Katkısı. *27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*. 5-7 Eylül, 33-38, Samsun.
- Yıldız, C., Erkmn, Y., 2004. Erzurum İli Pasinler ilçesi Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 35 (1-2), 59-63.

## TÜRKİYE'DE SERACILIK VE GELECEĞİ

<sup>1</sup>A.Nafi Baytorun, <sup>2</sup>Atılğan Atılğan

<sup>1</sup>Ç.Ü.Z.F Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü ADANA. [baytorun@cu.edu.tr](mailto:baytorun@cu.edu.tr)

<sup>2</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kestel, Alanya.

\* Sorumlu yazar e-mail: [atilgan.atilgan@alanya.edu.tr](mailto:atilgan.atilgan@alanya.edu.tr)

### Özet

Ülkemiz bulunduğu konum enlem itibari ile sera yetiştiriciliği için ideal ülkeler arasında yer alır. Buda ülkemizin sera yetiştiriciliğinin artmasına neden olan en büyük ivmelerden birisidir. Bu olumlu özelliğin yanı sıra sera içerisindeki bitki gelişimi için uygun iklim parametrelerinin de optimum düzeyde tutulması gereklidir. Sıcaklık, seralarda bitki gelişimi için gerekli olan en önemli gelişim etmenlerinden biridir. Seralardan kaliteli yüksek verimin alınabilmesi için seraların soğuk dönemlerde ısıtılması, sıcak dönemlerde havalandırılması, gölgelenmesi ve soğutulması gereklidir. Çalışma da bitki gelişimi için iklim parametrelerinden en önemlisi olan sıcaklığın üzerinde ayrıntılı bir şekilde durulmuştur. Özellikle farklı iller ve Antalya ili uzun yıllık sıcaklık değerleri irdelenerek yorumlar yapılmıştır. Sera üretimini etkileyecek ve yön verecek başlıklar arasında yer alan: üretim giderleri, yakıt gereksinimleri, karbondioksit salınım giderleri, sera ısı gereksinimlerinin azaltılması, sürdürülebilir enerji kullanımı gibi birçok temel başlıkta ay-ayrıca irdelenmiştir. Seralardan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmesi için seralar ısıtılmalıdır. Artan enerji fiyatları ve fosil enerji kaynaklarının atmosfere saldığı karbon emisyonu araştırmacıları enerji-nötr seralar konusunda yoğun araştırmalara yönlendirdiği gibi, alternatif enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanılmasını teşvik etmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Antalya, İklim parametreleri, Alternatif enerji, Jeotermal enerji

### Greenhouse Farming in Turkey and Its future

#### Abstract

Our country is among the ideal countries for greenhouse cultivation in terms of its location and latitude. This is one of the biggest accelerations that led to the increase of greenhouse cultivation in our country. In addition to this positive feature, it is necessary to keep the appropriate climatic parameters for plant growth in the greenhouse at an optimum level. Temperature is one of the most important growth factors required for plant growth in greenhouses. In order to obtain high quality yields from greenhouses, greenhouses must be heated in cold periods, ventilated, shaded and cooled in hot periods. In the study, the most important of the climate parameters for plant growth, the temperature, was emphasized in detail. In particular, the long-term temperature values of different provinces and Antalya province were examined and comments were made. Among the topics that will affect and guide greenhouse production, many basic topics such as production costs, fuel requirements, carbon dioxide emissions, reducing greenhouse heat requirements, sustainable energy use have also been examined. Greenhouses should be heated in order to obtain high quality yields from greenhouses. Increasing energy prices and the carbon emission released by fossil energy sources to the atmosphere have led researchers to intensive research on energy-neutral greenhouses and encouraged the use of alternative energy sources for greenhouse heating.

**Keywords:** Antalya, Climatic parameters, Alternative energy, Geothermal energy



## GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de her geçen gün artış göstermektedir. Yanlış tarım politikaları, tarımla uğraşan nüfusun azalması, azalan tarım arazileri ve değişen iklim koşulları zaman içinde dünya nüfusunun beslenme ihtiyacına cevap veremeyecek düzeylere gelecektir. Artan gıda ve mevsimi dışında sebze, meyve talebinin karşılanabilmesi için, birim alandan yüksek verimin alındığı seracılık tüm dünyada her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Seracılığın dünyada bir sanayi haline gelmiş olmasının en önemli nedenlerinden biri de, yetiştirme ortamının kontrol edilebilir olması nedeniyle, kalite ve verimin en üst düzeylere çıkarılabilmesidir. Artan nüfusa paralel olarak artan gıda talebini karşılamak ve katma değeri yüksek ihraç ürünlerinin yetiştirilebilmesi seracılığın gelişmesine neden olan etmenlerdir. Dünyada en fazla seracılık, iklimin sera yetiştiriciliğine uygun olması nedeniyle Akdeniz havzasındaki ülkelerde yapılmaktadır. Bir Akdeniz ülkesi olan Türkiye, sera alanı varlığında dünyada dördüncü, Akdeniz ülkeleri arasında ise İspanya'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır(Kacira ve ark., 2016). 2021 TÜİK verilerine göre Türkiye örtüaltı varlığı 80 517 ha olup bunun 48 258 ha'nı cam ve plastik seralar oluşturmaktadır. Türkiye'de seracılık Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde dağılım ve genişleme göstermektedir. Bu dağılım içerisinde yer yer yoğun üretim alanları oluşmuştur. En kuzeyde Yalova çevresindeki mikro klimada görülen seracılık, batıda İzmir ve Muğla çevresinde, güneyde Antalya ve Mersin dolaylarında yoğunlaşmakta ve Hatay ilinin Samandağ ilçesine kadar uzanmaktadır.

Türkiye'de sera işletmeleri, büyüklükleri, yapısal özellikleri, üretim maliyetleri, iklimlendirme koşulları, teknoloji kullanımları gibi çeşitli özellikleri bakımından farklılık göstermektedir. Türkiye'de sera varlığımızın önemli kısmını aile işletmeleri oluşturup düşük ve orta teknolojiye sahiptirler.İleri teknoloji kullanan sera varlığı yaklaşık olarak 1200 ha'dır ve işletmelerin ortalama büyüklükleri 27 da civarındadır. Ülkemizde son 10 yılda ortalama örtüaltı işletme büyüklüğü 2 da'dan 4 dekara yükselmiştir (Anonim, 2019a). Ucuz iş gücü, uygun iklim koşulları özellikle yeterli ışık miktarı, jeotermal kaynaklar kullanılarak tüm yıl üretimin gerçekleştirilebilmesi, Avrupa pazarının şartı olan sürekli üretimi sağlayabilme olanağı ve pazarın göreceli olarak yakınlığı Türkiye'ye seracılık açısından büyük avantajlar sağlamaktadır.

Dünyada seracılığın gelişimine bakıldığında farklı dönemlerde seracılıktan beklentilerin değiştiğini görmekteyiz. 90'lı yıllarda beyaz sineğin tarımsal ilaçlara karşı kazandığı direnç ve yararlı böceklerin mücadelede kullanılması, seralarda entegre mücadeleyi ön plana çıkarmıştır. 2000'li yıllarda belirli konularda ihtisaslaşma başlamış ve özellikle topraksız tarım ve iklim denetimi ön plana çıkmıştır. 2006 yılından sonra seralarda kullanılan bitki koruma ilaçlarının sınırlandırılması söz konusu olurken, 2008 yılından sonra petrol fiyatlarının artışı enerji konusunun tekrar mercek altına alınmasına neden olmuştur. Bu dönemde sera ısıtmasında kömür, odun, biyogaz, sanayi atığı ısı, jeotermal ve güneş enerjisi gibi farklı enerji kaynaklarının kullanımı söz konusu olmaya başlamıştır. 2010 yılından sonra enerji fiyatlarının yükselmesi ve küresel ısınmaya neden olan karbon ayak izinin küçültülmesibilim insanların enerji verimliliği konusundaki araştırmalara yoğunlaştırmış ve ne üreteceğiz sorusu yerine nasıl üreteceğiz sorusu gündemdeki yerini almıştır (Maeritz, 2011).



Son yıllarda küresel ısınma nedeniyle azalan temiz su kaynakları 2025 yılından sonra suyun sera üretiminde çok büyük bir rol oynayacağını, su hasadı ve su tasarrufu sağlayan yeni yöntemlerin ön plana çıkacağını göstermektedir. Seracılıkta amaç mümkün olan en yüksek kar marjını elde etmek, iç ve dış pazara en yüksek standartta ürün sunmaktır. Türkiye sahip olduğu iklim, jeotermal kaynaklar, uygun iklim koşulları, özellikle yeterli ışık, ucuz işgücü ve pazarın göreceli olarak yakınlığı seracılık açısından büyük avantajlara sahiptir.

### **Bitki gelişimi için gerekli iklim parametreleri ve sınırlar**

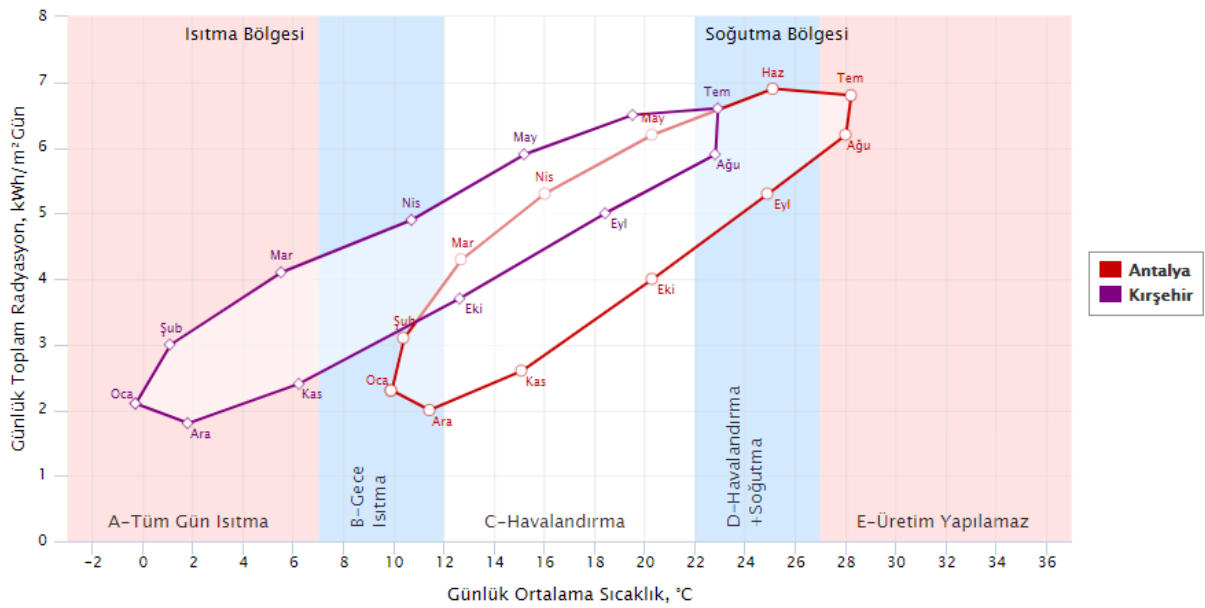
Seradan kaliteli ürünün elde edilebilmesi için bitkilerin sıcaklık, nem, ışık ve CO<sub>2</sub> gibi gelişim etmenlerinin optimum düzeyde tutulması zorunludur. Seralarda yetiştirilen bitkilerin büyük çoğunluğu sıcak mevsim bitkileridir. Serada yetiştirilen bitkilerin iklim istekleri aşağıdaki gibi özetlenebilir. (Sirjacobs, 1988, Baudoin ve ark., 1990, Verloot, 1990, Krug 1991).

1. Serada yetiştirilen bitkiler ortalama 17°C - 27°C'ye adapte olmuşlardır. Günlük ortalama sıcaklığın 12°C - 22°C arasında olması durumunda, seralarda ısıtmaya gerek yoktur.
2. Günlük ortalama sıcaklığın 12°C'nin altına düşmesi durumunda, seralar ısıtılmalıdır.
3. Günlük ortalama sıcaklık değeri 22°C'nin üzerine çıktığında, seralarda ek soğutma önlemlerinin alınması zorunludur.
4. Günlük ortalama sıcaklığın 12°C - 22°C arasında bulunması durumunda, seralarda iklimlendirme için doğal havalandırma yeterli olmaktadır.
5. İyi bir bitki gelişimi için gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı 5°C - 7°C arasında olmalıdır (Nisen ve ark., 1988).
6. Dış sıcaklığın 27°C'nin üstüne çıkması durumunda, seralarda evaporatif soğutma sistemlerinin (Pad & Fan) kurulması zorunludur.
7. Bitkiler için mutlak maksimum sıcaklık 35°C - 40°C'nin üstüne çıkmamalıdır.
8. Yılın üç ayında (kasım, aralık, ocak) toplam gün uzunluğu değeri 500 - 550 saat arasında olmalıdır. Günlük toplama radyasyon değeri ise 2300 Wh/m<sup>2</sup>gün olmalıdır. Bitki büyümesi için toplam güneş radyasyonu sınırı 1000 Wh/m<sup>2</sup>gün'dür (Krug, 1991). Bu koşullarda serada üretim için ek aydınlatmaya gereksinim vardır.
9. Minimum toprak sıcaklığı 15°C olmalıdır.
10. Hava neminin %70 - %90 arasında olması güvenilir aralık olarak kabul edilmektedir.

Sıcaklık, seralarda bitki gelişimi için gerekli olan en önemli gelişim etmenlerinden biridir. Seralardan kaliteli yüksek verimin alınabilmesi için seraların soğuk dönemlerde ısıtılması, sıcak dönemlerde havalandırılması, gölgelenmesi ve soğutulması gereklidir. Yukarıda belirtilen koşullara bağlı olarak Akdeniz iklim koşulları dikkate alındığında, seraların belirli dönemlerde ısıtılması, havalandırılması ve soğutulması gereklidir. Şekil 1'de Türkiye'de seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ve jeotermal seracılığın yapıldığı Kırşehir ilinin günlük toplam küresel radyasyon ve günlük ortalama sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi Antalya'da tüm yıl boyunca üretimin gerçekleştirilebilmesi için seraların ısıtılması, havalandırılması ve sıcak dönemlerde soğutulması gereklidir. Ancak soğutma oldukça fazla temiz su ve elektrik enerjisi gerektirdiğinden ve açık alanda yapılan sebze

üretiminin seradaki üretimle çakışması nedeniyle tercih edilmemektedir. Belirtilen nedenle Akdeniz sahil şeridinde sebze üretilen seralar yaz aylarında boş bırakılmaktadırlar.

Şekil 1'den de görüleceği gibi Kırşehir ilinde yıl boyunca üretim yapabilmek için seraların ısıtılması ve sıcak dönemlerde havalandırması yeterli olacaktır. Kırşehir'de yapılacak seracılığın en büyük avantajı tüm yıl üretim yapılması olurken, en büyük dezavantajı ısıtma için gerekli olan yakıt giderlerinin fazla olmasıdır. Kırşehir ilinde fosil enerji kaynaklarının kullanılarak seracılık yapılması ekonomik açıdan mümkün değildir. Ancak ısıtma için uygun ve ucuz bir kaynağın bulunması durumunda (Jeotermal) tüm yıl boyunca üretim gerçekleştirilebilir.



Şekil 1. Antalya ve Kırşehir ili uzun yıllık günlük ortalama sıcaklık ve günlük radyasyon değerleri

Tablo 1. Farklı illerin günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Mersin	10.3	11.1	13.9	17.4	21.1	24.8	27.7	28.2	25.7	21.5	16.1	11.9
Antalya	9.9	10.4	12.8	16.1	20.3	25.1	28.2	28.0	24.9	20.3	15.1	11.4
Akdeniz	ISITMA		HAVALANDIRMA + GÖLGELEME				SOĞUTMA veya BOŞ		HAVALAN. + GÖLGE.			
Aydın	8.0	9.1	11.8	15.7	20.7	25.5	27.9	27.2	23.3	18.4	13.2	9.4
Ege	ISITMA			HAVALAN. + GÖLGE.			SOĞUTMA veya BOŞ		HAVALAN. + GÖLGE.			
Yalova	6.4	6.7	8.3	12.3	16.7	21.1	23.3	23.3	20.0	15.9	11.9	8.6
Marmara	ISITMA			HAVALANDIRMA + GÖLGELEME							ISITMA	
Kırşehir	-0.3	1.1	5.5	10.7	15.2	19.5	22.9	22.7	18.4	12.6	6.2	1.8
Kütahya	0.3	1.5	5.1	9.9	14.5	18.2	20.6	20.5	16.6	11.7	6.5	2.3
Jeotermal	ISITMA			HAVALANDIRMA + GÖLGELEME							ISITMA	

Seralardan beklenen kaliteli yüksek verimin alınabilmesi için günlük ortalama sıcaklığın 12°C'nin altına düşmesi durumunda ısıtma yapılmalıdır. Türkiye'nin farklı

bölgelerinde bulunan bazı illere ait uzun yıllık ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir (Baytorun ve ark., 2016). Tablodan da görüleceği gibi Akdeniz bölgesinde yılın üç ayında ısıtma gereksinimi ortaya çıkarken, iç bölgelerde bu süre yedi aya kadar çıkabilmektedir. Serada tüm yıl üretimin gerçekleştirilebilmesi için ılıman iklim bölgelerinde, ısıtma, havalandırma ve soğutma, soğuk bölgelerde ise sadece ısıtma ve havalandırma yeterli olmaktadır. Ancak Akdeniz bölgesindeki seralar Haziran ayının ortalarından sonra Ağustos ayının son haftasına kadar yüksek sıcaklıktan dolayı boş bırakılmaktadırlar. Kuzeye doğru çıkıldıkça düşük sıcaklıktan dolayı ısıtma giderleri artarken, yazın uygun sıcaklıklar nedeniyle üretim periyodu uzamaktadır. Bu bölgelerimizde ısıtma için uygun enerji kaynaklarının bulunması durumunda üretimin yıl boyu sürekliliği sağlandığı gibi, birim alandan alınan verim yükselecektir.

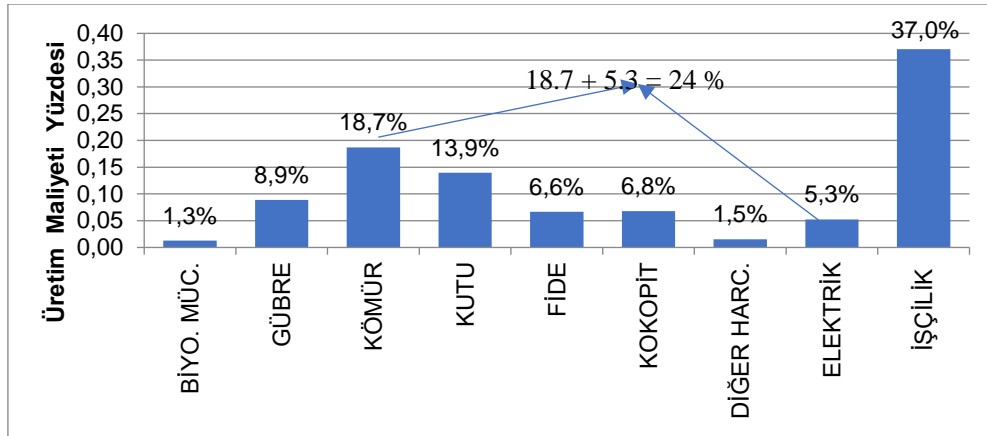
Tablo 2'de Antalya ve Kırşehir iklim koşullarında üretim periyotları, düzenli olarak ısıtılan seralarda alınması gerekli iklimlendirme önlemleri ve ısıtılan seralarda elde edilen salkım domates verimleri verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi ılıman iklim koşullarında 30-32 kg/m<sup>2</sup> salkım domates verimi elde edilirken, karasal iklim koşullarında bu değer 40-55 kg/m<sup>2</sup> arasında değişebilmektedir.

Tablo 2. Farklı illerin uzun yıllık verilerden hesaplanmış günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C).

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazir.	Temm.	Ağust.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yer	ANTALYA											
Ort. Sıc. (°C)	9,9	10,4	12,8	16,1	20,3	25,1	28,2	28,0	24,9	20,3	15,1	11,4
İklimlendirme	ISITMA		HAVALANDIRMA + GÖLGELEME				SOĞUTMA veya BOŞ		HAVALAN. + GÖLGE.			ISITMA
Üretim Periyot	HASAT								DİKİM		HASAT	
Verim (kg/m <sup>2</sup> )	30-32 kg/m <sup>2</sup> SALKIMDOMATES											
Yer	KIRŞEHİR											
Ort. Sıc. (°C)	-0,3	1,1	5,5	10,7	15,2	19,5	22,9	22,7	18,4	12,6	6,2	1,8
İklimlendirme	ISITMA				HAVALANDIRMA + GÖLGELEME						ISITMA	
Üretim Periyot	HASAT											DİKİM
Verim (kg/m <sup>2</sup> )	40 kg/m <sup>2</sup> , CO <sub>2</sub> Gübrelemesi ile 50-55 kg/m <sup>2</sup> SALKIM DOMATES											

### Serada üretim giderleri ve yüzdeleri

Seralarda en önemli üretim giderlerini işçilik ve ısıtma giderleridir. Şekil 2'de Adana iklim koşullarında düzenli olarak ısıtılan ileri teknoloji serasında yapılan salkım domates üretiminde ortaya çıkan üretim giderlerinin yüzdeleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi Akdeniz iklim koşullarında işçilik giderleri birinci sırayı alırken, ısıtma giderleri ikinci sırada yer almaktadır.



Şekil 2. Adana koşullarında serada topraksız tarımda yapılan salkım domates üretim gideri yüzdeleri

Isıtma giderleri üretim ekonomisini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, bölge iklimi, yetiştirme periyodu ve ürün çeşidine bağlı değişimle birlikte üretim maliyetinin % 20- % 50 arasında değişim göstermektedir (Baytorun ve ark., 2017). Akdeniz bölgesinde günlük ortalama sıcaklığın 7°C'nin altına düşmemesi ve yakıt maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle seraların büyük bir kısmında düzenli ısıtılmamakta, sadece bitkileri dondan korumaya yönelik basit yöntemlerle bitkiler düşük sıcaklıklardan korunmaktadır. Düzenli ısıtmanın yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal mücadele için ilaç ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir.

### Düzenli olarak ısıtılan seralarda yakıt gereksinimi

Türkiye'de seracılığın yoğun olarak yapıldığı iller ve jeotermal kaynaklara sahip farklı illerde ısı perdeli plastik seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda üretim periyodu boyunca gereksinilen ithal kömür miktarı ISIGER-SERA uzman sistemle (Baytorun ve ark., 2016) hesaplanarak Tablo3'te verilmiştir. Mersin'de serada sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda üretim periyodu boyunca gereksinilen kömür miktarı 14.2 kg/m<sup>2</sup> yıl olurken, Kırşehir'de seraların kömürle ısıtılması durumunda gerekli olan yakıt miktarı Mersin iline göre yaklaşık 4.4 kat daha fazla olmaktadır.

Tablo 3. Isı perdeli PE plastik seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda yılın aylarına bağlı kömür ihtiyacı (kg/m<sup>2</sup>ay).

İl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Mersin	4.44	3.31	1.85	-	-	-	-	-	-	-	1.01	3.26	14.17
Antalya	5.11	4.14	2.80	0.97	-	-	-	-	-	-	1.62	3.80	18.54
Akdeniz	5.26	3.90	2.33	0.57	-	-	-	-	-	-	1.51	4.05	17.69
Aydın	6.30	4.78	3.39	1.36	-	-	-	-	-	0.52	2.63	5.04	24.22
Eğre	6.04	4.67	3.31	1.09	-	-	-	-	-	0.26	2.16	4.68	22.40
Yalova	8.28	6.46	5.35	2.44	0.57	-	-	-	-	0.84	3.23	6.27	33.48
Marmara	8.84	6.91	5.64	2.57	0.60	-	-	-	-	1.08	3.62	6.76	36.10
Kırşehir	13.83	10.63	7.74	3.96	1.73	0.36	-	-	0.76	3.43	7.71	11.69	61.87
Kütahya	13.82	10.48	8.04	4.32	1.99	0.70	0.17	0.22	1.38	3.82	7.55	11.80	64.30
Jeotermal	14.02	10.74	7.99	4.17	1.87	0.54	0.11	0.14	1.08	3.59	7.59	11.85	63.69

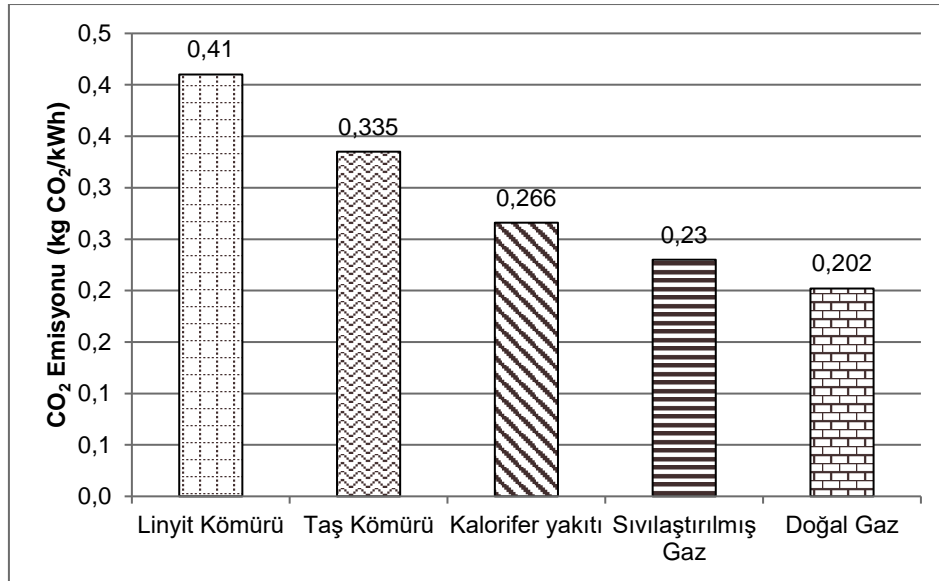
Isıtma giderlerinin sera birim alanına göre karşılaştırılması sağlıklı bir değerlendirme değildir. Soğuk bölgelerde üretim periyodunun uzunluğuna bağlı olarak elde edilen verim,

ılıman iklim bölgelerinden daha fazladır. Belirtilen nedenle ısıtma giderlerinin karşılaştırılmasında birim verim için harcanan yakıtın karşılaştırılması daha sağlıklı sonuç vermektedir. Tablo4'te farklı Isıtma-Derece-Gün (HDD) değerlerine sahip bölgelerde seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda ortaya çıkan üretim giderleri ve birim ürün maliyetleri verilmiştir.

Tablo 4. Farklı HDD değerlerine sahip bölgelerde yapılacak salkım domates üretiminde ortaya çıkan üretim giderleri verim ve birim domates veriminin maliyeti

Üretim gider kalemleri	HDD = 750	HDD = 1000	HDD = 1500	HDD = 2000	HDD = 2500
	%	%	%	%	%
<b>Biyolojik Mücadele</b>	2.78	<b>2.35</b>	2.39	<b>2.29</b>	<b>2.34</b>
<b>Gübre</b>	10.11	<b>8.55</b>	8.66	<b>8.31</b>	<b>8.51</b>
<b>Kömür</b>	22.05	<b>34.09</b>	41.91	<b>47.95</b>	<b>49.78</b>
<b>Ambalaj</b>	14.26	<b>12.05</b>	12.23	<b>11.73</b>	<b>12.01</b>
<b>Fide</b>	6.57	<b>5.56</b>	4.51	<b>3.85</b>	<b>3.54</b>
<b>Yetiştirme ortamı (Cocopeat)</b>	6.72	<b>5.68</b>	4.60	<b>3.93</b>	<b>3.62</b>
<b>Diğer</b>	1.74	<b>1.47</b>	1.20	<b>1.02</b>	<b>0.94</b>
<b>İşçilik</b>	35.77	<b>30.25</b>	24.52	<b>20.92</b>	<b>19.27</b>
<b>Toplam</b>	100	<b>100</b>	100	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Verim (kg/m<sup>2</sup>)</b>	30.0	<b>30.0</b>	<b>36.0</b>	<b>38.0</b>	<b>40.0</b>
<b>Maliyet (\$/kg)</b>	0.57	<b>0.67</b>	<b>0.69</b>	<b>0.77</b>	<b>0.79</b>

Karasal iklimin hakim olduğu bölgelerde (HDD => 2250) işçilik giderlerinin toplam üretim giderleri içindeki payı %20 olurken, ısıtma giderleri fosil enerji kaynaklarının kullanılması durumunda toplam üretim giderlerinin %50'sini oluşturmaktadır (Tablo 4). Akdeniz iklim koşullarında düzenli olarak ısıtılan plastik seralardan elde edilen salkım domates verimi 30 kg/m<sup>2</sup>, tüm yıl üretimin yapıldığı soğuk bölgelerde 50 kg/m<sup>2</sup> olarak kabul edildiğinde, Antalya'da tüketilen yakıt 0.62 kg kömür/kg domates, Kırşehir'de 1.23 kg kömür/kg domates olacaktır. Diğer bir ifade ile Kırşehir koşullarında kömür kullanılarak yapılacak ısıtmada maliyet Antalya'ya göre yaklaşık 2 kat daha fazladır. Bu durum soğuk bölgelerde fosil enerji kaynaklarının kullanılması durumunda ılıman iklim bölgelerinde yapılacak seracılık üretimiyle rekabet edemeyeceğini göstermektedir. Üretim süreçlerinin vazgeçilmez girdisi olan enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç her geçen gün artarak devam etmektedir. Küresel enerji ihtiyacının %78.2'si kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir (Arslan ve Kalaycı, 2009). Ancak fosil enerji kaynaklarının azalmasının yanında, yakıldığında karbon ayak izini büyütmesi ve buna bağlı olarak küresel iklim değişikliklerinin gün geçtikçe artan doğal felakete neden olması temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Türkiye'de seralarda yapılan düzenli ısıtmada ithal kömür kullanılmaktadır. Şekil 3'te farklı fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan emisyon değerleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi en yüksek CO<sub>2</sub> emisyonu kömürün yakılması ile atmosfere verilmektedir. Günümüzde karbon ayak izine karşı toplumların tepkileri ve karbon emisyonunun azaltılması konusunda ülkelerin uluslararası sözleşmelere uyma zorunluluğu nedeniyle gelecekte fosil enerji kaynaklarının kısıtlı kullanılması veya karbon banklarına ceza ödenmeleri koşulu ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 3. Farklı yakıtların CO<sub>2</sub> emisyon değerleri (Anonim, 2021)

Seralarda yapılan ısıtmaya bağlı maliyetlerin azaltılması ve karbon ayak izinin küçültülmesi için alınacak önlemlerin başında, seraların iyi yalıtımı, ısı perdelerinin kullanımı ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılması gelmektedir.

#### Sera ısı gereksiniminin azaltılması

Seralarda ısı gereksiniminin azaltılması için yalıtımın çok iyi yapılması gereklidir. Son yıllarda kurulan seralarda kullanılan geliştirilmiş örtü malzemeleri, yan duvarlarda kullanılan çift katlı örtüler ve sera içinde kullanılan ısı perdeleri ile %90'lara varan ısı tasarrufu sağlanabilmektedir. Tablo 4'te Almanya iklim koşullarında seralarda kullanılan ısı perdeleri ile sağlanan ısı tasarruf oranları verilmiştir.

Tablo 4.Çift Katlı ETFE Plastikle Kaplı Serada Farklı Isı Perdelerinin Kullanılması Durumunda Toplam Isı Enerjisi Gereksinim Katsayısı ve Tasarruf Edilen Isı Enerjisi Yüzdeleri (Meyer ve ark.2014)

Isı perdesi	$U_{cs}$ W/m <sup>2</sup> K	Tasarruf %
Tek kat cam + ısı perdesi (% 10 ısı tasarrufu)	6.4	-
Çatıda tek kat enerji perdesi	2.9	55
Çatıda enerji + gündüz perdesi + yan duvarlarda stor tipi perde	1.4	80
Çatıda çift kat enerji perdesi + yan duvarda stor tipi perde	0.8	90

Seralarda ısı korunumu amacıyla ele alınan yalıtım önlemleri bağıl nemin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum bitkilerde mantar hastalıklarının oluşmasına neden olmaktadır. Seralarda gece saatlerinde ısı perdelerinin altındaki yüksek nemin havalandırma ile uzaklaştırılması önemli miktarda ısı kayıplarına neden olur. Son yıllarda seralardan nemin uzaklaştırılması ve havadaki gizli ısıнын geri kazanılması amacıyla havanın kurutulması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Gilli ve ark. (2015) yaptıkları araştırmalarda serada alışlagelmiş konvansiyonel yöntemle (ısıtma+havalandırma), havanın kurutulması yöntemini karşılaştırmışlardır. Aynı özelliklere sahip seralarda yapılan ölçümlerde her iki yöntem arasında verim ve kalite açısından bir fark bulunmazken, havanın kurutulması yöntemiyle nemin kontrol edildiği seralarda % 13 - 25 oranında enerji tasarrufunun sağlandığını belirlemişlerdir. Adana



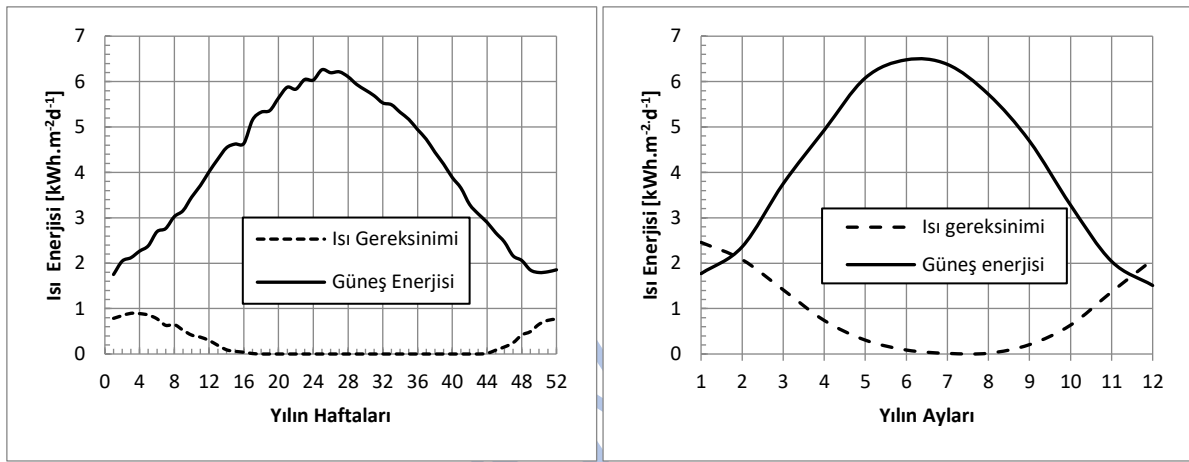
iklim koşullarında ileri teknoloji serasında yapılan bir araştırmada havanın kurutulmuş olarak iklimlendirilmesinde kullanılan ithal kömür miktarı ve tüketilen elektrik enerjisi değerleri Tablo 5’te verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda havanın kurutulduğu üretim yılında yakıttan %32 oranında tasarruf sağlanırken, %19 daha fazla elektrik enerjisi tüketilmiştir. Seralarda gelecek vaat eden bu yöntem yeterince olgunlaşmamıştır.

Tablo 5. Serada Havanın Kurutulmasına Bağlı Kullanılan Kömür ve Elektrik Miktarları

Tüketim	2014 - 2015	2015 – 2016*	Fark	Tasarruf (%)
Birim tüketim (Kömür) ( $\text{kg.m}^{-2}\text{yıl}^{-1}$ )	16.6	11.3	5.3	32
Toplam tüketim (Kömür) ( $\text{kg.yıl}^{-1}$ )	346 000	235 000	111 000	32
Toplam tüketim (Elektrik) (kWh)	66 480	79 080	12 600	19

\*Serada havanın kurutulduğu üretim yılı

#### Sera Isıtmasında Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanılması

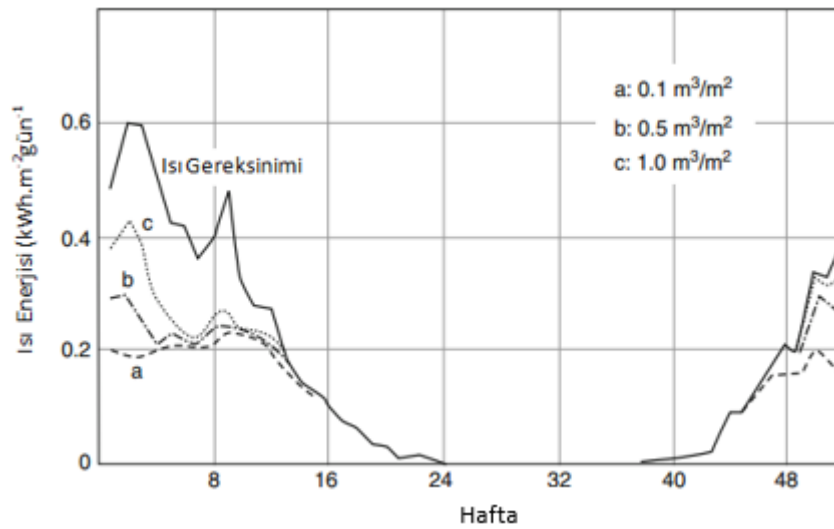


Şekil 4. Adana ve Kütahya’da serada sıcaklığın minimum 16°C’de tutulması durumunda ısı gereksinimi ve günlük toplam güneş ışınımı değerleri.

**Güneş Enerjisi:** Türkiye küresel ışınım şiddeti ve güneşlenme süresi açısından şanslı ülkelerin başında gelmektedir. Farklı iklim bölgelerinde bulunan Adana ve Kütahya koşullarında tek kat PE plastik ile örtülmüş serada sıcaklığın minimum 16°C’de tutulmak istenmesi durumunda yılın haftalarına bağlı olarak ortaya çıkan ısı gereksinimi ve güneş ışınımı değerleri Şekil 4’te verilmiştir. Jeotermal kaynaklarca zengin Kütahya’da güneşten kazanılan günlük ısı enerjisi, Aralık ve Ocak aylarında seranın ısı gereksinimini karşılayamazken, Adana’da gün boyu güneşten kazanılan ısı enerjisi seranın günlük ısı ihtiyacını fazlasıyla karşılayabilmektedir. Teorik olarak bu koşullarda serada ısıtmaya gerek yoktur. Oysa gerçekte durum böyle değildir. Gündüz seraya ulaşan ısı enerjisinin önemli bir kısmı depolanamadığından ve gündüz saatlerinde ortaya çıkan yüksek sıcaklık nedeniyle seraya ulaşan ısının önemli bir kısmı havalandırma ile dışarı atıldığından söz konusu aylarda seralarda gece saatlerinde seraların ısıtılması gerekli olmaktadır (Baytorun, 2016).

Serada güneş enerjisinden yararlanma aktif ve pasif sistemler yardımı ile olmaktadır. Pasif sistemler ile güneş enerjisinden yararlanma konusunda yapılan araştırmalar, serada sıcaklığın 3-4°C yükseltilebileceğini ortaya koymuştur (Thomas, 1994). Girit Adası’nda ısı pompasız güneş enerjisi sisteminin kullanıldığı serada sıcaklığın 12°C’de tutulmak istenmesi durumunda yılın 52 haftasında gereksinilen ısı ve farklı depolama kapasitelerinde suda

depolanabilir ısı enerjisi değerleri Şekil 5'te verilmiştir. Girit iklim koşullarında gece ısıtma, gündüz depolama sisteminin kullanıldığı güneş enerjili sistemde  $0.5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$  depolama hacmi ile yıllık ısı enerjisinin % 67'si karşılanabilmektedir (Bredenbeck, 1982).



Şekil 5. 1. Girit adası için hesaplanmış ısı gereksinimi ve farklı depolama kapasitelerinde depolanabilir ısı enerjisi değerleri (Bredenbeck, 1982)

Adana'da ( $37^{\circ}01' \text{ N}$ ) PE plastik seranın kolektör olarak kullanıldığı sistemde toplanan ısı enerjisi yaz mevsimi boyunca akiferde depolanarak kışın ısıtmada kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda akiferde depolanan ısı enerjisiyle ısıtılan plastik serada, akaryakıtla ısıtılan kontrol serasına göre %70'lik ısı enerjisi tasarrufu sağlanmıştır. Adana iklim koşullarında serada Ocak ayı boyunca dış sıcaklık değerleri  $5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşerken, akiferde depolanan ısı enerjisi ile ısıtılan serada günlük ortalama sıcaklık  $12^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmemiştir (Turgut ve ark. 2009).

Almanya'da düşük enerji gereksinimli seralar (ZINEG) konusunda yapılan araştırmalar sonucunda farklı önlemlerle tasarruf edilebilecek ısı enerjisi değerleri Tablo 4'te verilmiştir (Tantau 2011). Yalıtımı iyi sağlanmış çok katlı ısı perdelerinin kullanıldığı seralarda ihtiyaç duyulan ısı gereksiniminin güneşten karşılandığı koşullarda, %90 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu durum seraların gelecekte tamamen kapalı koşullarda üretimin yapıldığı fabrikalara dönüşümünü sağlayacaktır. Ancak ısı enerjisi tasarrufu için yapılan yatırımların günümüz enerji fiyatları ile karşılaştırılarak ekonomik analizlerin yapılması büyük bir önem arz etmektedir.

Tablo 6. Düşük Enerji Gereksinimli Seralarda Farklı Teknik Önlemlerle Tasarruf Edilen Enerji ve Almanya İklim Koşullarında Üretim Periyodu Boyunca Gereksinilen Yakıt Miktarı (Tantau 2011)

Teknik önlem	Tasarruf %	İhtiyaç %	Yakıt $\text{lt.m}^{-2}\text{a}^{-1}$
Önlem almadan	0	100	40
Isı cam	45	55	22
Standart ısı perdesi	28	40	16
Gündüz ısı perdesi	26	29	12
Karartma perdesi	35	19	8
Güneş enerjisinden yararlanma	20	15	6

Bilgisayarlı kontrol	15	13	5
Üretim programlaması	20	10	4
Gereksinim (ZINEG)	90	10	4

**Jeotermal seracılık:** Isıtma yapılan sera varlığı toplam sera alanı içinde %3'lük bir paya sahiptir ve sera ısıtmasında kullanılan enerji kaynakları arasında kömürden sonra jeotermal enerji %30'luk bir oran ile 2. sırada yer almaktadır (Ulusal Jeotermal Seracılık Stratejisi Raporu 2015). Ülkemizde, jeotermal enerji ile ısıtılan sera varlığının 4.344 dekar olduğu rapor edilmektedir (Anonim, 2019a). Jeotermal sera alanlarının %76'sında üretimde "iyi tarım" uygulamaları esas alınmakta ve %90'nında "topraksız tarım" üretim sistemi kullanılmaktadır. Yetiştirilen ürün türleri arasında domates enyüksek orana (%97) sahiptir (Anonim, 2015).

Türkiye'nin en büyük şansı ve avantajı ısıtmada kullanabileceği jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunmasıdır. Ülkemiz jeotermal enerji kaynakları bakımından, dünyada 7'nci, Avrupa da ise 1'inci sırada yer almaktadır. Jeotermal enerji kullanım alanları arasında sera ısıtması %25.6'lık bir oran ile kaplıca ve merkezi ısıtmadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2015). Jeotermal enerji hem düşük karbondioksit emisyonu, hem de yenilenebilir olması nedeniyle önemli alternatif enerji kaynaklarından birisidir. Bunun yanında güneş ve rüzgâr gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında kesintisiz olması nedeniyle önemli bir üstünlüğe sahiptir.

Teorik jeotermal ısı potansiyeli olarak 31,500 MWt değere sahip olan ve bu kapasitesi ile Dünyada beşinci sırada yer alan Türkiye, ısıtma ihtiyacının %30'unu karşılayabilecek potansiyele sahiptir (Arslan ve Kalaycı, 2009). Bu kapasite dikkate alındığında, üretim maliyetlerinde enerji giderlerinin büyük bir pay aldığı dünyamızda Türkiye tarımı için jeotermal kaynakların önemi daha da artmaktadır. Jeotermal seracılığın önemli avantajları nedeniyle birçok kamu kurumu farklı unsurlar ile jeotermal seracılığı desteklemekte ve teşvik etmektedir. Son yıllarda Aydın, İzmir, Denizli, Afyonkarahisar, Manisa, Kütahya, Kırşehir, Şanlıurfa ve Yozgat illerinde jeotermal seracılık konusu ciddi bir şekilde ele alınmaktadır. Tarım Bakanlığının 2012 yılından itibaren hayata geçirdiği "*Alternatif Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi*" kapsamında jeotermal kaynakların bulunduğu illerimizde, modern seracılığı yaygınlaştırmak amacıyla mevcut durumun analiz edilmesi ve fizibilitelerinin hazırlanması amaçlanmaktadır. Onuncu Kalkınma Planı (2014–2018) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Jeotermal Çalışma Grubu Raporu'na göre sera ısıtma hedefi 2018 yılı için 600 ha, 2023 yılı için de 1,500 ha olarak belirlenmiştir.

Sera ısıtmasında kullanılan jeotermal ısı enerjisinin satış bedeli belirsiz olup işletmeciler kurumlar tarafından farklı fiyatlarla pazarlanabilmektedir. Tablo 5'te Balçova'da jeotermal enerjiyle ısıtılan seralarda aylık sıcak su bedelleri verilmiştir (Karacabey ve ark. 2009). Tablodan da görüleceği gibi sera ısıtması için ödenen enerji bedeli sera büyüklüğüne göre belirlenmektedir. Karacabey (2009), İzmir'in Balçova'da, toplam 12 da'lık alana sahip örnek bir işletmede, gündüz 20°C ve gece 15 °C'lik optimum sıcaklık istekleri dikkate alınarak yapılan ısıtmada, jeotermal ve linyit kullanımı durumunda gerekli maliyetleri karşılaştırarak sıcak su için aylık olarak ödenen bedeli, fosil yakıtlar için ödenen bedelden 16 kat daha düşük bulmuştur.

Tablo 5. Balçova’da jeotermal enerjiyle ısıtılan seralarda sıcak su bedelleri (Karacabey ve ark. 2009).

Sera alanı [m <sup>2</sup> ]	Birim alan ısıtma bedeli [TL/m <sup>2</sup> ·ay]
<1,000	0.160 TL/m <sup>2</sup>
1,000 – 3,000	İlk 1,000 m <sup>2</sup> için 160 TL/ay, 1,000 m <sup>2</sup> 'nin üzeri 0.130 TL/m <sup>2</sup> ay
3,000 – 10,000	İlk 3,000 m <sup>2</sup> için 420 TL/ay, 3,000 m <sup>2</sup> 'nin üzeri 0.100 TL/m <sup>2</sup> ay
>10 000	İlk 10,000 m <sup>2</sup> için 1.120 TL/ay, 10,000 m <sup>2</sup> 'nin üzeri 0.085 TL/m <sup>2</sup> ay

10. kalkınma planı raporlarında jeotermal enerjinin bedeli 2 cent\$/kWh olarak verilmektedir (Mertoğlu, 2012). Akdeniz bölgesinde sera ısıtmasında kömürün ve jeotermal bölgelerde termal ısı enerjisinin kullanılması durumunda 2019 döviz fiyatlarına göre ödenecek ısıtma bedeli Tablo 6’da verilmiştir. Isı perdeli serada sıcaklığın gece/gündüz 16/20°C’de tutulmak istenmesi durumunda farklı iller için hesaplanan ısıtma giderleri 15-38 TL/m<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Tablodan da görüleceği Jeotermal bölgelerde ısı enerjisinin 0.1068 TL/kWh’ten pazarlanması durumunda jeotermal bölgelerde serada yapılacak salkım domates üretimi Akdeniz bölgesinde yapılacak üretimden daha karlı olmaktadır.

Tablo 6. Farklı illerde ısı perdeli PE plastik seralarda üretim periyodu boyunca ortaya çıkan ısıtma giderleri ve tahmini verim değerleri (Jeotermal kaynakların bulunduğu soğuk bölgelerde CO<sub>2</sub> gübrelemesinin yapıldığı dikkate alınmıştır) 2019 birim fiyatları esas alınmıştır.

İL	Isı enerjisi gereksinimi (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	Isı kaynağı	Isı enerjisi bedeli (TL/kWh)	Toplam Isıtma gideri (TL/m <sup>2</sup> )	Tahmini verim (kg/m <sup>2</sup> )	Maliyet (TL/kg)
Mersin	80.1	İthal Kömür	0.3604	28.87	30	0.96
Antalya	105.3	İthal Kömür	0.3604	37.95	30	1.27
Aydın	137.9	Jeotermal	0.1068	14.73	35	0.42
Denizli	158.6	Jeotermal	0.1068	16.94	40	0.42
Şanlıurfa	157.9	Jeotermal	0.1068	16.86	30	0.56
Kırşehir	343.4	Jeotermal	0.1068	36.68	50	0.73
Afyonkarahisar	347.2	Jeotermal	0.1068	37.08	50	0.74
Kütahya	358.7	Jeotermal	0.1068	38.31	50	0.77

Jeotermal kaynakların en büyük avantajlarından bir diğeri fosil enerji kaynaklarına göre atmosfere yok denecek kadar az CO<sub>2</sub> emisyonu salmalarındır. Dünya ortalamasına göre 1 kWh jeotermal enerjinin elde edilmesinde atmosfere verilen karbonemisyonu yaklaşık 100 g civarındadır. Ancak Türkiye’de jeotermal kaynakların yoğun olarak bulunduğu batı Anadolu’da yer katmanları çoğunlukla kireçtaşından oluşmaktadır. Bu alanlarda açılan jeotermal kuyulardan çıkarılan 280 °C sıcaklığa sahip buharın kireç taşıyla teması sonucunda CO<sub>2</sub> gazı açığa çıkmaktadır (Hirtenstein, 2016). Günümüzde küresel ısınmaya neden olan bu sera gazının bölgede seracılık yapıldığında bir dezavantaj olmaktan çıkarak avantaja dönüşecektir. Çünkü CO<sub>2</sub> bitki gelişimi için olmazsa olmazlardan bir tanesidir. Seralarda yetiştirilen domatesin tam olgunluk dönemlerinde havada bulunan CO<sub>2</sub> yoğunluğu yetersiz kalmaktadır. Yapılan araştırmalar CO<sub>2</sub> yoğunluğunun 1000 ppm’e çıkarılması durumunda verimin %15 arttığını

ortaya koymuştur. Sera ısıtmasında jeotermal kaynakların kullanılması büyük bir avantaj sağlamasına karşın, birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Son yıllarda jeotermal kaynakların elektrik enerjisi üretiminde kullanıldığı bölgelerde düzgün bir reenjeksiyonun yapılmaması nedeniyle tarım alanları zarar görmekte, bu durum jeotermal kaynaklara karşı bir kamuoyunun oluşmasına neden olmaktadır.

## SONUÇ

Türkiye'de seracılık iklimin uygun olduğu Akdeniz bölgesinde yoğunlaşmıştır. Akdeniz iklim verileri incelendiğinden yaz aylarında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar seralarda tüm yıl üretimin yapılmasını mümkün kılmamaktadır. Bu durum seralarda birim alandan alınan verimin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, Akdeniz sahil şeridinde ortalama sıcaklık 7°C'nin altına düşmediğinden aile tipi küçük işletmeler soğuk seracılığı tercih etmektedir. Bunun sonucunda, serada yüksek nem nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara karşı aşırı kimyasallar kullanılmaktadır. Bu durum kalitesiz düşük verimin elde edilmesi yanında çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Seralardan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmesi için seralar ısıtılmalıdır. Artan enerji fiyatları ve fosil enerji kaynaklarının atmosfere saldığı karbon emisyonu araştırmacıları enerji-nötr seralar konusunda yoğun araştırmalara yönlendirdiği gibi, alternatif enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanılmasını teşvik etmiştir. Sera ısıtmasında güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmada 2-4 °C'lik sıcaklık farkı sağlanabilmektedir. Bu değer bitkiler için konfor ortamının sağlanmasında yeterli olmamaktadır. Güneş enerjisinden ısı pompaları yardımıyla aktif olarak yararlanılması ısı pompası için gerekli elektrik enerjisinin fotovoltaik panellerden karşılanması koşuluyla Akdeniz havzasında gelecek vaat etmektedir.

Seralarda ısı gereksiniminin azaltılması amacıyla yapılan yalıtım ve ısı perdelerinin kullanılması gece saatlerinde bağıl nemin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum seralarda mantari hastalıkların ortaya çıkmasına neden olduğu gibi kullanılan ilaç ve kimyasallar tüketicilerin sağlığını tehdit etmektedir. Bağıl nemin havalandırma ile seradan uzaklaştırılması önemli miktarda ısı kaybına neden olmaktadır. Bunun yerine havanın kurutulması ve gizli ısının açığa çıkarılması ısı tasarrufu sağladığı gibi, bitkiler için konfor ortamının yaratılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntem oldukça yeni olup gelecek vaat etmektedir. Jeotermal kaynağın sera ısıtmasında kullanılması tarım sektörü için ekonomik ve çevresel fayda sağlayan bir yenilik sürecidir. Ancak bu süreç bir taraftan yeniliğin kendisiyle, diğer taraftan yeniliğin kullanıldığı sistem ve bireylerle ilgili çok değişkenli ve karmaşıktır. Jeotermal sera alanlarının artırılmasına yönelik başlatılacak çalışmaların öncesinde, öncelikle hedef kitlenin bireysel özellikleri ve kaynakları ile iletişim kanalları, zaman ve sosyal çevre dikkate alınarak incelenmelidir.

Jeotermal kaynaklar bakımından Avrupa birincisi olan Türkiye'de jeotermal kaynakların sera ısıtmasında kullanılması büyük bir avantajdır. 10. Kalkınma planında belirtildiği gibi termal suların sağlanacak ısı enerjisinin 0.02 \$/kWh'ten pazarlanması durumunda jeotermal bölgelerde yapılacak seracılık Akdeniz bölgesinde yapılan seracılıktan daha ekonomik ve karlı olacaktır. Ayrıca jeotermal kaynaklarının bulunduğu iç bölgelerde yapılacak seracılıkta tüm yıl üretimin gerçekleşmesi sonucunda Avrupa pazarının istediği üretimde süreklilik ve ısıtmadan dolayı yüksek kalite sağlanabilecektir. Ancak Türkiye'de

jeotermal kaynakların derinlerde bulunması bu kaynakların sera üreticileri tarafından hizmete alınması ilk yatırım giderleri açısından mümkün değildir. Ayrıca çıkarılan termal suların aşırı miktarda tuzlar ihtiva etmesi reenjeksiyonu gerektirmektedir. Belirtilen nedenle jeotermal kaynakların devlet tarafından hizmete alınması ve ısı enerjisinin uygun fiyatlarla üreticiye pazarlanması ülke tarımının kalkınmasına ve tarımsal ürünlerin ihracına olanak sağlayacaktır. Ayrıca termal suların kaynaklarından daha uzak mesafelere taşınması pahalı özel boruları gerektirmektedir. Belirtilen nedenle Tarıma Dayalı İhtisas (Seracılık) Organize Sanayi Bölgelerinin kurulması bu olumsuzlukların ortadan kalkmasına olanak sağlayacaktır. Gelecek yıllarda seralarda yapılacak olan üretimde en önemli kısıtlayıcı faktörlerden bir tanesi su kaynaklarının kalite ve kapasitesi olacaktır. Küresel ısınma sonucu azalan su kaynakları üreticileri sulama konusunda daha tasarruflu davranmaya zorlayacaktır. Yağmur sularının hasat edilmesi yanında kapalı sulama sistemlerinin kullanılması zorunlu olacaktır. Günümüzde ileri teknoloji seralarında kullanılan sulama sistemlerinde sulama suyunun yaklaşık %30'u drene edilerek atılmaktadır. Bu durum su ve gübre kaybı yanında çevreye zarar vermektedir. Su ve gübre tasarrufunun sağlanması yanında çevre koruma amacıyla drene edilen suların ters osmoz veya UV ışınları ile sterilize edilerek sulamada tekrar kullanılması su kullanım randımanının artırılmasına olanak sağlayacaktır.

Seralardan elde edilen verimin yükseltilmesi için iklim kontrolü ile birlikte düzenli ısıtma yapılmalıdır. Bu durum ilk yatırım ve işletme giderlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Düzenli olarak ısıtılan ileri teknoloji seralarından elde edilen verimin yükselmesi için dikey tarıma geçiş başlamıştır. Bitkilerde asimilasyon aydınlatması için kullanılan LED teknolojisindeki gelişmeler yakın zamanda dikey tarımın hızlı bir artışına neden olacaktır. Çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimin yapılması, doğal kaynakların korunması, izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik ile güvenilir ürün arzının sağlanması için seracılıkta bilgiyi kullanan insan gücü en önemli unsur haline almıştır. Ancak fizibilite çalışmaları yapılmadan daha önce tarımsal faaliyette bulunmamış taraflarca başlatılan yatırımlar, istenilen hedeflere ulaşamayabilmekte ve ülke için atıl kapasitelerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu amaçla, üretimden pazarlamaya kadar ilgili tüm taraflarda ihtiyaç duyulan kapasitenin oluşmasını sağlayacak eğitim-yayım ve tanıtım çalışmaları ile insan kaynaklarının planlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

## **KAYNAKLAR**

- Arslan, F.,Kalaycı,E. 2009. Geothermie in der Türkei 2009. Zielgruppenanalyse im Rahmen der ExportinitiativeErneuerbareEnergien 2009. AHK Türkei.
- Anonim, 2015. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Jeotermal Seracılık Stratejilerinin Geliştirilmesi Faaliyeti Ulusal Jeotermal Seracılık Stratejisi Raporu. <https://www.Tarimorman.gov.tr/BUGEM/jeotermalseracilik/Belgeler/Proje%20Sonu%C3%A7%20Raporu.PDF>
- Anonim, 2019a. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik> (Erişim tarihi:13.11.2019).
- Anonymous, 2021. Web Document, reached date, August 2021, [https://www.ktbl.de/fileadmin/user\\_upload/Artikel/Gartenbau/Energietraeger/Heizoel.pdf](https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Gartenbau/Energietraeger/Heizoel.pdf)



International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Baudoin, W.O. (co-ord.), Denis, I.C., Grafiadellis, M., Jimenez, R., Malfa, G., Martinez-Garcia, P.F., Monteiro, A., Nisen, A., Verlodt, H., de Villele, O., vonZabeltitz, Chr. 1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO Plant production, paper 90, FAO, Rome, Italy.

Baytorun, N.A. 2016. Seralar. Sera Tipleri, Yapı Elemanları ve Sera Donanımı. Nobel yayınevi. 454 s.

Baytorun, N.A., Akyüz, A., Üstün, S. 2016. Seralarda ısıtma sistemlerinin modellemesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin geliştirilmesi. TÜBİTAK Proje No: 114O533

Baytorun, N.A., Üstün, S., Akyüz, A. 2017. Antalya İklim Koşullarında Farklı Donanımlara Sahip Seraların Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2):144-152.

Bredenbeck, H. 1982. Studie über die Nutzung der Solarenergie für die Gewächshausheizung in Griechenland. Gartenbautechnische Informationen Heft 16. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover

Hirtenstein, A. 2016. These Clean Energy Projects Pollute More Than Coal Power Plants. <http://www.blommgerg.com/news/articles/2016-07-21>

Gilli, C., Camps, C., Fleury, Y. 2015. Economie d'énergie pour la culture de tomates en serre avec la déshumidification par condensation. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture Vol. 47(4):244-250

Kacira, M., Jensen, M., Robie, T., Tollefson, S., Giacomelli, G. 2016. Use resources wisely: Waste Management and Organic Liquid Fertilizer Use in Greenhouse Production System. 3rd International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture 11-14 April 2016, Izmir-Turkey.

Karacabey, E., Yağcıoğlu, A. 2009. Seralarda katı yakıtlı ve jeotermal enerjili ısıtma sistemlerini oluşturan unsurların seçimi ve bu sistemlerin maliyet yönünden karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 5(2):175-182.

Krug, H. 1991. Gemüse produktion [Vegetable production]. Parey, Berlin, Hamburg, Germany

Maeritz, U. 2011. Potential von Energie einsparungen durch computergestützte Klimastrategien bei Fruchtgemüse unter Glas. Produktion und Kosten im Griff-Energie-Optimierung im Gartenbaubetrieb. Gemüseerzeugerring. Produktionstechnische Beratung.

Mertoğlu, O. 2012. T.C.Kalkınma Bakanlığı 10. Kalkınma Planı (2014 - 2018). Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu.

Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N. 2015. Geothermal Country Update Report of Turkey (2010-2015). Proceeding world Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia.

Meyer, J., Schockert, K., Laun, N., Schlüpen, M., Kreuzpaintner, 2014. Niedrigenergie-gewächshaus mit CO<sub>2</sub>-neutralem Heizsystem. Zukunftsinitiative Niedrig energie gewachshaus. Ansätze und Ergebnisse.

International Congress on Agriculture in Alanya, Agriculture in the World (ICAAW2021), 29-31 October 2021, Alanya-Turkey

Nisen, A., Grafiadellis, M., Jiménez, R., La Malfa, G., Martínez-García, P.F., Monteiro, A., Verloot, H., Villele, O., Zabeltitz, C.v., Denis, J.c., Baudoin, W., & Garnaud, J.c., 1988. Cultures protégées en climat méditerranéen. FAO, Rome.

Sirjacobs, M. 1988. Agro-climatological criteria for selecting the most appropriate areas for protected cultivation in Egypt. In Protected cultivation in the Mediterranean climate. Greenhouses in Egypt. p. 5–12. FAO, Rome.

Thomas, J. 1994. Untersuchungen zur Optimierung und Eignung Wassergefüllter Folienschlauche als passive Kollektor- und Speicherelemente im Gewächshaus. Gartenbautechnische Informationen, Heft 38, Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover

Turgut, B., Dasgan, H.Y., Abak, K., Paksoy, H., Evliye, H., Bozdogan, S. 2009. Aquifer Thermal Energy Storage Application in Greenhouse Climatization. Prot. Cult. Mild Winter Climate. Acta Hort. 807:143-148.

Verloot, H. 1990. Greenhouses in Cyprus, protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO, Rome, Italy

ICAAW2021