

ISPEC

Journal of Agricultural Sciences
Tarım Bilimleri Dergisi

CILT / VOLUME : 8

SAYI / ISSUE: 2

YIL / YEAR: 2024



**İktisadi Kalkınma ve
Sosyal Araştırmalar Enstitüsü**

The Institute of Economic
Development and Social Research



**Journal of
Agricultural Sciences**
Tarım Bilimleri Dergisi

YIL-YEAR
2024

CİLT-VOLUME
8

SAYI-ISSUE
2

BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOSOĞLU
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Doç. Dr. Arzu ÇİĞ / Assoc. Prof. Dr. Arzu CIG
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Süs Bitkileri Yetiştiriciliği ve
Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ornamental Plants
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

İngilizce Dil Editörü / English Language Editor

Dr. Shahid FAROOQ / Dr. Shahid FAROOQ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Phytopathology
Program, TÜRKİYE

İstatistik Editörü / Statistics Editor

Prof. Dr. Emine KARADEMİR / Prof. Dr. Emine KARADEMİR
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Endüstri Bitkileri Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Industrial Plants Program, TÜRKİYE

Yayın ve Mizanpaj Editörü / Editorial Review and Layout

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ / Assist. Prof. Dr. Yeter CİLESİZ
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve
Teknolojileri Bölümü, TÜRKİYE
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences And Technologies,
Department of Herbal Production and Technologies, TÜRKİYE

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Mustafa SÜRME / **Prof. Dr. Mustafa SURMEN**

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çayır-Mera ve Yem Bitkileri
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Meadow-Rangeland and
Forage Crops Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY / **Prof. Dr. Tolga KARAKÖY**

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma
Bölümü, TÜRKİYE
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agronomics And Agricultural
Technologies, Department of Plant Protection, TÜRKİYE

Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI / **Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Endüstri Bitkileri Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Industrial Plants
Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Gölgen BAHAR ÖZTEKİN / **Prof. Dr. Gölgen BAHAR ÖZTEKİN**

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Örtü altı Yetiştiriciliği,
TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Greenhouse Cultivation,
TÜRKİYE

Doç. Dr. Melekber SÜLÜŞOĞLU DURUL / **Assoc. Prof. Dr. Melekber SULUSOĞLU
DURUL**

Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Meyve Yetiştirme ve Islahı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Fruit Growing and
Breeding Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Mehmet POLAT / **Assoc. Prof. Dr. Mehmet POLAT**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Meyve
Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,
Fruit Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK / Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Süs Bitkileri Yetiştirme ve Islahı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Ege Üniversitesi, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ornamental Plants
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Kazım MAVI / Prof. Dr. Kazım MAVI

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sebze
Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture,
Vegetable Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Nurhan KESKİN / Assoc. Prof. Dr. Nurhan KESKİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bağ Yetiştirme ve
Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Grapevine
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN / Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN

Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı,
TÜRKİYE

Adıyaman University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,
Phytopathology Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. M. Fırat BARAN / Prof. Dr. M. Fırat BARAN

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tarımsal Makine
Sistemleri Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Agricultural
Machinery Systems Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Neşe ÜZEN / Assoc. Prof. Dr. Neşe ÜZEN

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tarımsal Yapılar ve
Sulama Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation,
Department of Agricultural Structures and Irrigation Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Abdullah SESSİZ / Prof. Dr. Abdullah SESSİZ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,
TÜRKİYE

Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and
Technologies Engineering, TÜRKİYE

Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN / Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE
Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering,
TÜRKİYE

Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN / Assoc. Prof. Dr. Osman GÖKDOĞAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Machinery and Technologies Engineering, TÜRKİYE

Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN / Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN

Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Tasarımı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Akdeniz University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture,
Landscape Design Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Şevket ALP / Prof. Dr. Şevket ALP

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj
Mimarlığı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape
Architecture, Landscape Architecture Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Bayram Cemil BİLGİLİ / Prof. Dr. Bayram Cemil BİLGİLİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Planlama
ve Tasarım Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Cankırı Karatekin University, Faculty of Forest, Department of Landscape Architecture,
Landscape Planning and Design Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Hakan ALPHAN / Prof. Dr. Hakan ALPHAN

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Mimarlığı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture,
Landscape Architecture Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ / Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tarım İşletmeciliği Anabilim
Dalı, TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Farm
Management Program, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Özge CAN NİYAZ / Assist. Prof. Dr. Özge CAN NİYAZ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tarım
Politikası ve Yayım Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Economics, Department of Agricultural Policy and Extension Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Füsun GÜLSER / Prof. Dr. Füsun GÜLSER
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Toprak Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Sciences and Plant
Nutrition, Soil Sciences Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Mesut BUDAK / Assoc. Prof. Dr. Mesut BUDAK
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Bilimi
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Sciences and Plant Nutrition, Soil
Sciences Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Mehmet Fatih ÇELEN / Prof. Dr. Mehmet Fatih ÇELEN
Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Usak University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal Breeding
Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Elif BABACANOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Elif BABACANOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme ve
Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal
Breeding and Breeding Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Hakan İNCİ / Assoc. Prof. Dr. Hakan İNCİ
Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Bingol University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal Breeding
Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Behçet İNAL / Assoc. Prof. Dr. Behçet İNAL
Siirt Üniveristesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitkisel Biyoteknoloji
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt Univeristy, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Plant
Biotechnology Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU / Prof. Dr. Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme
Bölümü, Genetik Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Science
and Animal Nutrition, Genetics Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Pınar AYVAZOĞLU DEMİR / Prof. Dr. Pınar AYVAZOĞLU DEMİR
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Kafkas University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Science and Animal
Nutrition, Animal Health Economics and Management Department, TÜRKİYE

Prof. Dr. Tekin ŞAHİN / Prof. Dr. Tekin ŞAHİN

Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimler Bölümü, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
TÜRKİYE

Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Clinical Sciences, Internal Medicine,
TÜRKİYE

Prof. Dr. Levent AYDIN / Prof. Dr. Levent AYDIN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary, Parasitology Department Program,
TÜRKİYE

Doç. Dr. Duygu UDUM / Assoc. Prof. Dr. Duygu UDUM

Bursu Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Biyokimya
Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Bursu Uludag University, Faculty of Veterinary, Department of Basic Sciences, Department
of Biochemistry Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Ebru BİLEN / Assoc. Prof. Dr. Ebru BİLEN

Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimler Bölümü, Doğum ve Jinekoloji
Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Clinical Sciences, Obstetrics and
Gynecology, TÜRKİYE

Dr. Maryam SAFFARIHA

University of Tehran, Department of Rangeland, College of Natural Resource, IRAN

Dr. Bharti CHAUDHRY

University of Delhi, Department of Botany, Ramjas College, INDIA

Dr. Muhammad Waqar Hassan

Islamia University of Bahawalpur, Faculty of Agriculture & Environment, Department of Entomology, PAKISTAN

Dr. Maryam JAVED

University of Veterinary and Animal Sciences, Institute of Biochemistry and Biotechnology, PAKISTAN

Dr. Elżbieta MIELNICZUK

University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, POLAND

Dr. Benyamin LAKITAN

Sriwijaya University, College of Agriculture, INDONESIA

Dr. Kristine MUSELIANI

Agricultural University of Georgia, Faculty of Agricultural Science, GEORGIA

Dr. Nino GIORGADZE

San Diego State University Georgia, Civil Engineering, Civil, Construction and Environmental Engineering Department, GEORGIA

Dr. Oluwaseun Aderonke ADELEKE

Univeristy of Ibadan, Department of Agricultural Extension and Rural Development, NIGERIA

Dr. Djalel Eddine GHERISSI

University of Souk-Ahras, Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, ALGERIA

Dr. Ivana ŠOLA

University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, CROATIA

Dr. Omar MARDENLI

University of Aleppo, Faculty of Agriculture, Aleppo, Syria

Dr. Folasade Mary OWOADE

Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomosho, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Crop Production and Soil Science, NIGERIA

Dr. Mourad DERRA

Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences, MORROCO

Dr. Olesea COJOCARU

State Agrarian University of Moldova, Agronomy Faculty, Department of Agronomy & Environment, MOLDOVA

Dr. Gina Vasile SCAETEANU

University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, ROMANIA

Dr. Phan Thi Bich TRAM

Cantho University, Faculty of Agriculture and Applied Biology, Food Biotechnology Department, VIETNAM

Dr. Muhammad Ali Raza

Sichuan Agricultural University, College of Agronomy, CHINA

Dr. Akbar HOSSAIN

Bangladesh Wheat and Maize Research Institute (BWMRI), Dinajpur, BANGLADESH

Prof. Dr. Peter HRISTOV

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Department of Animal Diversity and Resources, Bulgarian Academy of Sciences, BULGARIA

Dr. Gregor GORJANC

The University of Edinburgh, Biotechnical Faculty, The Roslin Institute and Royal (Dick) School of Veterinary Studies, Easter Bush, Midlothian, SCOTLAND, UK

Prof. Dr. Rafiq ALLAHVERDIYEV

Azerbaijan State Agricultural University, Faculty of Zooengineering, Department of Technology of Livestock Production, Ganja-AZERBAIJAN

Prof. Dr. Zaur HASANOV

Azerbaijan State Agricultural University, Faculty of Agronomy, Department of Hortaculture, Ganja-AZERBAIJAN

ÜRÜN BİLGİSİ / PRODUCT INFORMATION

Dergi Kapsamı: ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi uluslararası hakemli dergi olup, tarım ve bununla ilgili tüm bilimlerde yapılmış özgün araştırma makaleleri ile önemli bilimsel ve teknolojik yenilik ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları, bilimsel çalışmaların erişilebilirliğini, görünürlüğünü, kullanımını artırmak, bilime ivme kazandırmak ve bilim insanlarına fayda sağlamak amacıyla yayın hayatına başlamıştır.

Scope of the Journal: ISPEC Journal of Agricultural Sciences is international refereed journal and began publishing life in order to increase accessibility, visibility, use of scientific studies, to gain momentum and to benefit scientists and publishes the individual researches conducted about agricultural science which may be defined as a collection of significant scientific and technological advancements and innovations related to such researches.

Yayımlayan / Publisher	IKSAD / IKSAD
Yayın Dili / Language	Türkçe-İngilizce / Turkish-English
Basım Tarihi / Date of Publication	07/06/2024
Yayın Aralığı / Frequency	Yılda dört kez (Mart-Haziran-Eylül-Aralık) yayınlanır. Published four times a year (March-June- September December)

Tarandığı İndeksler / Indexed and
Abstracted in



Maintaining the Quality and Storage Life of Strawberries (<i>Fragaria × ananassa</i> Duch.) with Melatonin and Methyl Jasmonate Sercan DÜZGÜN, Şeyda ÇAVUŞOĞLU.....	273
Supplementing Broiler Quail Diets with Dried Egg Yolk under Heat Stress Conditions Mehmet IRMAK, Muzaffer DENLİ, Veysi KAYRI, Hasan Hüseyin İPÇAK, Ferhat Mazlum ODUNCU, Ezgi ALDEMİR.....	283
Determination of the Prevalence and Economic Importance of Bee Parasitic Diseases in Devrekani District of Kastamonu Province Burak ŞAHİN, Burak ÖMEROĞLU, Melek KORKMAZ, Hümeysra ÖZGEN, Tuğba Nur EREN.....	294
Determination the Effects of Different Concentrations of Salt (NaCl) Added to the Nutrient Medium under in vitro Conditions on the Development of Tomato (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) Ecem KARA, Hatıra TAŞKIN, Gökhan BAKTEMUR.....	301
Impact of Salicylic Acid Foliar Application on Growth, Nutrient Uptake, and Physiological Responses of Pepper Plants under Deficit Irrigation Kemal Yalçın GÜLÜT, Gamze TAZE.....	310
Characterization of Bacteria Causing Conjunctivitis Cases in Cats and Dogs: 25 Cases Ali GÜLAYDIN, Özgül GÜLAYDIN, Mustafa Barış AKGÜL.....	328
Effect of Storage Containers and Storage Periods on The Moisture Content, Germination and Biotic Status of Duram Wheat (<i>Triticum turgidum</i> L.) Seed Mohammad Sohidel ISLAM, ASM Golam HAFEEZ, Kaium CHOWDHURY, Moaz Hosen PRAMANIK, AKMA BARI, Khandakar AURIB, Fatih ÇIĞ, Sipan SOYSAL.....	338
The Effect of Different Organomineral and Inorganic Composite Fertilizers on Yield and Some Yield Components with Quality Parameters in Black Cumin Sıdıka EKREN, Ali KOÇ.....	346
Determination of Volatile Organic Compounds in Different Parts of <i>Hibiscus syriacus</i> L. by SPME/GC-MS Method Mubin KOYUNCU, Musa KARADAĞ, Ayşe BARAN, Zübeyir GÜNEŞ.....	362
The Determination of Phytoextraction Capacity Using Lavender (<i>Lavandula latifolia</i>) Plant in Nickel-Contaminated Soils Merve CAN, Abdullah EREN.....	369
Nitrogen Source and Dose Effects on Spinach Yield and Total Nitrogen Content Across Storage Periods Kemal Yalçın GÜLÜT, Gamze Güleç ŞENTÜRK.....	380

Observation Barley Landraces (<i>Hordeum vulgare</i> L.) Interms of Morphological Traits Doğan OKUR, Hüsnu AKTAŞ.....	395
Organic Product Awareness and Healthy Life Preferences of İğdır University Students: Investigation with Machine Learning and AHP Analysis Ayca Nur SAHIN DEMIREL, Sema TURK.....	409
Choreutis nemorana (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) Pest of Fig in Siirt Province Cevdet KAPLAN, Halil DİLMEN.....	422
Determination of the Effect of Different Priming and Coating Applications on Germination and Early Seedling Development in Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) Mehmet ÖTEN, Beyzanur TUZLACI.....	431
Micropropagation of Arugula Plant (<i>Eruca sativa</i> Mill.) Aisha ABDUL RAUF, Abdulrezzak MEMON, Mehmet Uğur YILDIRIM.....	442
Determining Optimal Measurement Time Points for SPAD and Canopy Temperature in Drought Tolerant Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Breeding Hatice Kübra GÖREN.....	449
Palynological, Protein, and Phenolic Profiling of Bee Pollen from Mersin: An Investigation Duygu Nur ÇOBANOğLU.....	461
Determination of Energy Use Efficiency and Indicators of Dry Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Production Cihan DEMİR.....	474
High-Sensitivity Cardiac Troponin (hs-cTnI and hs-cTnT) Levels in Dogs with Hepatozoon Canis Ümit YAŞAR, Cemalettin AYVAZOğLU, Zehra Gül YASAR, Şemistan KIZILTEPE, Nilgün AYDIN.....	482
Plants Used by the People in Gökçebağ (Siirt) and Its Surroundings for Nutrition, Industry, Agriculture and Livestock Purposes Tuba Nur İNAL, Mehmet FİDAN.....	493
Determination of Agro-morphological Characteristics of Turkey Origin Wild Chickpea (<i>Cicer reticulatum</i> L.) Genotypes İlker YÜCE, Tolga KARAKÖY.....	502
Determination of the Effectiveness of Different Spraying Programs Against Powdery Mildew Disease (<i>Erysiphe necator</i> Schw.) in Vineyard Ümit ESER, Abdullah BALTACI.....	519

Catastrophic Risks and Their Examination within the Scope of Agricultural Insurance in Turkey

Erdinç CESUR.....526

Coccoidea (Hemiptera) in Fruit Orchards of Şırnak Province Species and Distribution Areas

Tarkan AYZ.....544



Maintaining the Quality and Storage Life of Strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) with Melatonin and Methyl Jasmonate

Sercan DÜZGÜN¹, Şeyda ÇAVUŞOĞLU^{2*}

¹ Van Yuzuncu Yıl University, Horticultural Sciences, Institute of Natural and Applied Sciences, Van

² Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Van

*Corresponding author: scavusoglu@yyu.edu.tr

Abstract

In this study, the effects of post-harvest applications of melatonin and methyl jasmonate (MeJA) on the quality parameters of Albion strawberries during the storage process were examined. The results showed a continuous increase in pH values during storage; The highest value was recorded in the 1 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MeJA group and the lowest value was observed in the 0.5 mMol L^{-1} Melatonin group. TSS content decreased in all treatments during storage due to increased respiration. Similarly, titratable acidity initially increased but decreased at the end of storage. In particular, it has been observed that administration of 0.5 mMol L^{-1} melatonin slows down the decrease in titratable acidity. There were fluctuations in color parameters (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) during storage, and both melatonin and MeJA applications were effective in maintaining the L^* value. MeJA application showed superior results in preserving overall color values. Respiratory rate increased initially and decreased after storage day 12; both melatonin and MeJA administrations contributed to the reduction in respiratory rate. The tanning index fluctuated across all treatments; Melatonin-treated groups showed the highest index at the end of storage. MeJA applications were more effective in protecting pH, TSS, L^* value and color tone value. In conclusion, it can be said that post-harvest treatments of melatonin and MeJA have significant effects on quality parameters during the storage process of Albion strawberries and contribute to the understanding of post-harvest management strategies to increase the shelf life and quality of strawberry fruits

Research Article

Article History

Received :10.12.2023
Accepted :20.01.2024

Keywords

Storage
post-harvest
melatonin
Methyl jasmonate (MeJA)

1. Introduction

Belonging to the *Fragaria* genus of the Rosales family, strawberries exhibit unique characteristics such as the ability to thrive in a variety of climates, from desert regions to cold environments (Ağaoğlu, 1986). Known for its exquisite taste and aroma, strawberries have significant health benefits attributed to their high content of ellagic acid and L-ascorbic acid, which contribute to antioxidant properties and various anti-disease effects. However, despite their popularity and nutritional value, strawberries are susceptible to microbial spoilage, resulting in significant post-harvest losses (Cvetkovic and Jokanovic, 2009). Cold storage plays a crucial role in maintaining strawberry quality, but challenges remain due to their delicate nature and susceptibility to spoilage factors such as microorganisms, enzymes and biochemical reactions (Süleymanoğlu, 2009). Various interventions, including hormone administrations such as melatonin and methyl jasmonate (MeJA), have been investigated to reduce spoilage and extend shelf life (Yakupoğlu et al., 2018). Melatonin synthesized from tryptophan acts as a stress-responsive hormone, while MeJA derived from linoleic acid maintains food quality by modulating enzymatic activity. Despite the effectiveness of cold storage, the effect of melatonin and MeJA on post-harvest strawberries during cold storage remains relatively unexplored. This study aims to investigate the effects of exogenous melatonin and MeJA doses on strawberry quality parameters during post-harvest storage. By examining the effectiveness of these substances, valuable information is obtained on optimizing storage conditions and extending the shelf life of strawberries, thus increasing their marketability and reducing post-harvest losses (Vick and Zimmerman., 1984).

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The fruits of the Albion strawberry variety harvested at the same maturity in the Sason district of Batman province were used as the

research material. The harvested fruits were promptly delivered to the laboratory on the same day. Initially, the strawberry fruits were pre-cooled at 0°C for 12 hours. The selected strawberries were then randomly divided into three groups for the following treatments: Methyl Jasmonate (MeJA 0.5, 1.0, 1.5 µM), Melatonin (MLT 0.5, 1.0, 1.5 mM), and pure water applied as a control. The methodology for the specific packaging treatments was as follows: each group of strawberries was divided into three replicas, each containing 500 g of strawberries. Finally, all samples were stored at a temperature of 0°C and 80-85% relative humidity conditions.

2.2. Methods

2.2.1. pH

Calculation of pH in Albion strawberry variety is obtained by taking the supernatant part obtained after the samples are divided and centrifuged (Beckman Coulter, Allegra X-300R Brea, CA, USA) with the help of a homogenizer (IKA Ultra-Turrax T-25) and directly in the pH meter (Mettler-Toledo, Columbus, OH, USA) is determined by reading.

2.2.2. Total soluble solids content (TSS)

Calculation of total soluble solid (TSS) content in the Albion strawberry variety was measured using a digital hand refractometer from the supernatant part obtained (IKA Ultra-Turrax T-25) after the samples were divided and centrifuged with the help of a homogenizer (Beckman Coulter, Allegra X-300R) (Atago, Pal. -1, Pocket) and values are given in % (Elgar et al., 1997).

2.2.3. Titratable acidity (TA)

The method developed by modifying the method specified by Elgar et al. (1997) was used. Strawberry samples were crushed and centrifuged with the help of a homogenizer (IKA Ultra-Turrax T-25) (Beckman Coulter, Allegra X-300R Brea, CA, USA), 10 ml of fruit juice sample was taken from the supernatant portion, 20 ml of ultrapure water was added and diluted. In a pH meter, the juice was titrated with 0.1 N NaOH until the pH was

8.1 and the amount of titratable acidity was calculated as approaches 100 citric acid. (Karaçalı, 2009).

2.2.4. Colour (L, a*, b*, C*, h°)

Fruit color measurements in Albion variety strawberries were measured from 3 opposing regions from the middle axis of the fruit with the help of Minolta CR-410 colorimeter (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan), and color values were determined as L*, a*, b* C* and hue angle values expressed. Colors represent a* (+red, -green), b* (+yellow, -blue) and L* (brightness) color values. It shows that the brightness increases as the L* value approach 100. The chroma value expresses the vitality and dullness of the fruit skin. While the chroma values are low in matte colors, the chroma value increases in vivid colors. The Hue angle represents the angle between the X-axis and the line passing through the intersection of a* and b* values. It corresponds to red when the angle is 0°, yellow when it is 90°, green when it is 180°, and blue when it is 270°.

2.2.5. Browning index

The following formula was used to determine the darkening of strawberry fruits during the storage period.

2.2.6. In-Pack gas composition

The CO₂ and O₂ gas levels in the packages of Albion variety strawberries were determined by Headspace Gas Analyzer GS3/L device from the packages removed from the warehouse in each period.

2.2.7. Respiration rate

Respiration rate measurements in fruit samples of Albion strawberry variety, strawberry fruits were placed in gas-tight containers and the amount of CO₂ they gave to the environment at the end of 2 hours was determined by Headspace Gas Analyzer GS3/L analyzer device. Respiration rate values were calculated by using fruit weight and volume values (Çavuşoğlu, 2020).

3. Results and Discussion

3.1. pH, total soluble solids content (TSS), titratable acidity (TA)

Descriptive statistics and comparison results for changes in pH value, TSS, and Titratable acidity (TA) contents in Albion strawberries are shown in Table 1.

When the changes in the pH value during the storage of Albion strawberry variety fruits are examined; It has been observed that there is an increase in all applications from the beginning to the end of storage. At the end of storage, the highest pH value was 3.790 in the 1 µmol L⁻¹ MeJA group, and the lowest was 3.690 in the 0.5 mmol L⁻¹ melatonin group (Table 1). Respiration is one of the most important factors affecting to pH (Kader and Ben-Yehoshua, 2000). It is in agreement with the findings that the pH values of strawberry fruits increase with ripening as the storage period increases. Çavuşoğlu (2018) reported that the MeJA application applied to the mushroom cap kept the pH value at a higher level at the end of storage compared to the control group. In the current study, it is thought that a 1 µmol L⁻¹ MeJA dose prevents the decrease in pH during storage due to its effect on the respiration rate in strawberry fruits.

When the changes in the TSS content of Albion strawberry cultivar fruit samples were examined; A decrease in TSS content was observed in all applications throughout the storage period. It has been determined that there is a decrease in all applications from the beginning of storage to the end of storage. During the ripening period of horticultural crops, it increases due to the activity of the sucrose phosphate synthesis enzyme, which has an important role in TSS sucrose biosynthesis, and this enzyme becomes active on the ethylene side (Özgan et al., 2018). Strawberry fruit is harvested after fully ripening due to its non-climacteric nature. It is thought that the decrease in TSS content at the end of storage is due to the increase in respiration rate in strawberry fruits (Gil et al., 1997; Cordenunsi et al., 2005; Öz and Kafkas, 2015). It has been reported that TSS level has a positive effect with ripening and ripe fruits

have higher TSS values than unripe fruits (Kondo et al., 2001; Kücükler and Öztürk, 2014). It has been reported that MeJA application prevents the decrease in TSS content in postharvest grape (Jiang et al., 2018) and mushroom (Çavuşoğlu, 2018) fruits. Similar to the studies on its storage, the MeJA application is thought to be effective in preventing decreases in the TSS content due to the consumption of sugars during the storage period. When the changes in the titratable acidity ratio are examined; Although an increase was noticed in all applications

compared to the beginning of storage on the 6th day of storage, it was determined that there was a decrease in all applications at the end of storage. At the end of storage, it was determined that the highest titratable acidity ratio was between 0.685 and 0.5 mMol L⁻¹ Melatonin group, and the lowest was 0.494 in the control group (Table 3). In the titratable acidity ratio, both the difference between applications and the difference between storage times were found to be statistically significant (Table 1).

Table 1. Changes in pH, TSS (%) and TEA (g l⁻¹) values in fruits of Albion strawberry variety during storage

		pH						
App.		(Day)						
	0	3	6	9	12	14	Ort.	
Cont.	0	3.61 ±0.07 c	3.71 ±0.04 Ab	3.66 ±0.09 bc	3.74 ±0.09 a	3.72 ±0.06 ab	3.74 ±0.01 BCa	3.69 ±0.01 A
MeJa (µM)	0.5	3.61 ±0.07 b	3.64 ±0.02 Ab	3.70 ±0.01 a	3.72 ±0.02 a	3.72 ±0.02 a	3.72 ±0.01 CDEa	3.69 ±0.01 AB
	1	3.61 ±0.07 c	3.66 ±0.01 Ac	3.65 ±0.02 c	3.75 ±0.03 ab	3.71 ±0.09 b	3.79 ±0.01 Aa	3.69 ±0.01 A
	1.5	3.61 ±0.07 b	3.61 ±0.02 Bb	3.66 ±0.02 ab	3.65 ±0.04 ab	3.67 ±0.07 ab	3.71 ±0.09 DEa	3.65 ±0.01 B
MEL (mM)	0.5	3.61 ±0.07 c	3.65 ±0.01 Ac	3.69 ±0.01 ab	3.71 ±0.03 ab	3.72 ±0.09 a	3.69 ±0.02 Eab	3.68 ±0.01 AB
	1	3.61 ±0.07 d	3.70 ±0.01 ABc	3.67 ±0.01 cd	3.73 ±0.03 ab	3.73 ±0.02 ab	3.76 ±0.03 ABCa	3.70 ±0.01 A
	1.5	3.61 ±0.07 c	3.70 ±0.03 Ab	3.65 ±0.01 bc	3.69 ±0.01 b	3.67 ±0.03 bc	3.77 ±0.07 ABa	3.68 ±0.01 AB
	Ort.	3.61 ±0.02 d	3.67 ±0.01 c	3.67 ±0.07 c	3.71 ±0.01 b	3.70 ±0.08 b	3.74 ±0.09 a	
		<i>p</i> ^{Application} = 0.003			<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.051	
		TSS (%)						
App.		(Day)						
	0	3	6	9	12	14	Ort.	
Cont.	0	9.46 ±0.17 a	7.73 ±0.03 ABb	7.30 ±0.26 ABbc	7.50 ±0.20 ABb	6.16 ±0.26 d	6.66 ±0.21 cd	7.47 ±0.26
MeJa (µM)	0.5	9.46 ±0.17 a	7.30 ±0.32 BCb	6.76 ±0.23 Bb	6.23 ±0.38 Db	6.73 ±0.94 b	6.93 ±0.36 b	7.07 ±0.32
	1	9.46 ±0.17 a	7.00 ±0.20 Cc	7.76 ±0.37 Ab	7.30 ±0.05 ABCbc	6.06 ±0.06 d	6.06 ±0.16 d	7.27 ±0.29
	1.5	9.46 ±0.17 a	8.10 ±0.37 Ab	8.00 ±0.17 Ab	7.06 ±0.21 A-Dc	6.83 ±0.18 c	6.46 ±0.13 c	7.65 ±0.25
MEL (mM)	0.5	9.46 ±0.17 a	8.03 ±0.12 Ab	7.60 ±0.32 Ab	6.56 ±0.32 CDc	6.66 ±0.16 c	6.26 ±0.16 c	7.43 ±0.28
	1	9.46 ±0.17 a	7.56 ±0.13 ABCbc	7.53 ±0.20 ABbc	7.73 ±0.27 Ab	6.73 ±0.46 cd	6.36 ±0.23 d	7.56 ±0.25
	1.5	9.46 ±0.17 a	7.93 ±0.08 ABb	7.86 ±0.08 Ab	6.63 ±0.26 BCDc	6.60 ±0.17 c	6.36 ±0.17 c	7.47 ±0.27
	Ort.	9.46 ±0.05 a	7.66 ±0.10 b	7.54 ±0.11 b	7.00 ±0.14 c	6.54 ±0.14 d	6.30 ±0.08 d	
		<i>p</i> ^{Application} = 0.010			<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.070	
		TEA(g l ⁻¹)						
App.		(Day)						
	0	3	6	9	12	14	Ort.	
Cont.	0	0.73 ±0.01 a	0.69 ±0.01 Db	0.66 ±0.01 Bc	0.56 ±0.09 Cd	0.52 ±0.02 De	0.49 ±0.01 Ef	0.61 ±0.02 D
MeJa (µM)	0.5	0.73 ±0.01 a	0.74 ±0.00 BDa	0.79 ±0.01 Aa	0.64 ±0.04 A-Cb	0.59 ±0.01 BCbc	0.57 ±0.01 CDc	0.68 ±0.02 BC
	1	0.73 ±0.01 a	0.70 ±0.01 CDab	0.75 ±0.03 ABa	0.62 ±0.05 BCbc	0.54 ±0.01 CDc	0.55 ±0.03 Dc	0.65 ±0.02 CD
	1.5	0.73 ±0.01 b	0.83 ±0.03 Aa	0.83 ±0.02 Aa	0.68 ±0.04 ABbc	0.63 ±0.01 ABc	0.61 ±0.01 BCc	0.72 ±0.02 AB
MEL (mM)	0.5	0.73 ±0.01 cd	0.79 ±0.02 ABab	0.84 ±0.03 Aa	0.75 ±0.01 Abc	0.68 ±0.01 Ad	0.68 ±0.01 Ad	0.74 ±0.01 A
	1	0.73 ±0.01 ab	0.73 ±0.02 BCab	0.80 ±0.05 Aa	0.72 ±0.03 ABab	0.61 ±0.04 ABCb	0.61 ±0.01 Bb	0.70 ±0.02 ABC
	1.5	0.73 ±0.01 bc	0.76 ±0.01 BCab	0.83 ±0.02 Aa	0.74 ±0.02 ABb	0.67 ±0.02 Acd	0.62 ±0.01 Bd	0.72 ±0.01 AB
	Ort.	0.73 ±0.03 b	0.75 ±0.01 ab	0.78 ±0.01 a	0.67 ±0.01 c	0.61 ±0.01 d	0.59 ±0.01 d	
		<i>p</i> ^{Application} = 0.001			<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.026	

A,B,C : ↓ The difference between applications that receive different capitalizations within the same storage period is significant (p<0.05).
a, b, c : → The difference between storage times that have different lowercase letters within the same application is significant (p<0.05).
MeJA: Metil jasmonate
MEL: Melatonin

Since the titratable acidity value of fruits is affected by the metabolic activity and the respiration value that consumes organic acids, it has been reported that the amount of acidity decreases with the increase in respiration (Jin et al., 2012). Liu et al. (2016); in a study similar to the results of their study on strawberry fruit, it was determined that melatonin application slowed down the decrease in titratable acidity value in strawberry fruit during storage. As a result of the study, it is thought that 0.5 mMol

L⁻¹ melatonin dose treatment slows down the decrease in TA level due to slowing respiration in strawberry fruits.

3.2. Colour (L, a*, b*, C*, h°)

When the changes in L* values during storage of Albion strawberry cultivar fruit samples at 4°C and 85±5% were examined; It was determined that there were fluctuations in all applications during storage (Table 2).

Table 2. Changes in color parameters (L*, a*, b*, Chroma and h°) values during storage of Albion strawberry variety at 4°C and 85±5%

		L*						
App.		(Day)						
		0	3	6	9	12	14	Ort.
Cont.	0	30.73 ±0.41 ab	30.59 ±0.12 ab	29.48 ±0.35 b	30.22 ±0.55 b	31.53 ±0.42 Aa	31.69 ±0.31 Aa	30.70 ±0.22
MeJa (µM)	0.5	30.73 ±0.41	29.87 ±0.25	30.51 ±0.33	30.41 ±0.37	30.73 ±0.49 AB	31.18 ±0.48 AB	30.57 ±0.17
	1	30.73 ±0.41	30.45 ±0.53	30.69 ±0.59	30.58 ±0.39	31.31 ±0.45 A	31.07 ±0.33 AB	30.80 ±0.17
	1.5	30.73 ±0.41 ab	29.78 ±0.52 b	30.20 ±0.35 b	30.61 ±0.12 ab	31.72 ±0.24 Aa	31.70 ±0.61 Aa	30.79 ±0.22
MEL (mM)	0.5	30.73 ±0.41	30.62 ±0.35	29.85 ±0.94	30.01 ±0.38	30.55 ±0.21 AB	30.89 ±0.26 AB	30.44 ±0.19
	1	30.73 ±0.41 ab	30.20 ±0.12 b	29.73 ±0.14 b	29.95 ±0.49 b	29.94 ±0.30 Bb	31.50 ±0.27 A a	30.34 ±0.23
	1.5	30.73 ±0.41 ab	29.84 ±0.60 ab	29.72 ±0.57 ab	29.46 ±0.18 b	31.06 ±0.35 ABa	30.10 ±0.45 Bab	30.15 ±0.21
Ort.	30.73 ±0.13	30.19 ±0.15	30.02 ±0.19	30.18 ±0.15	30.98 ±0.17	31.16 ±0.17		
		p ^{Application} = 0.068		p ^{S.T.} = 0.001		p ^{Application x S.T.} = 0.541		
		a*						
App.		(Day)						
		0	3	6	9	12	14	Ort.
Cont.	0	30.62 ±0.25 a	29.62 ±0.42 Aab	28.04 ±0.66 ABc	28.02 ±0.16 Bc	28.80 ±0.63 bc	26.33 ±0.53 BCd	28.57 ±0.37
MeJa (µM)	0.5	30.62 ±0.25 a	30.99 ±0.43 Aa	29.78 ±0.31 Abc	29.42 ±0.13 ABc	29.76 ±0.49 bc	28.30 ±0.32 Abd	29.81 ±0.24
	1	30.62 ±0.25 a	28.56 ±0.74 Bab	28.12 ±0.64 ABab	28.76 ±0.17 ABa	28.91 ±0.28 a	26.06 ±1.18 Cb	28.51 ±0.43
	1.5	30.62 ±0.25 a	29.03 ±0.75 Bab	28.14 ±0.88 ABb	29.38 ±0.49 ABab	28.33 ±0.15 b	26.33 ±0.40 BCc	28.64 ±0.37
MEL (mM)	0.5	30.62 ±0.25 a	28.57 ±0.82 Bab	27.03 ±1.24 Bb	29.69 ±0.59 ABa	29.02 ±0.70 ab	28.48 ±0.43 Aab	28.90 ±0.37
	1	30.62 ±0.25 a	29.09 ±0.32 Bab	28.93 ±0.59 ABab	30.29 ±0.84 Aab	29.96 ±0.73 ab	28.54 ±0.51 Ab	29.57 ±0.27
	1.5	30.62 ±0.25 a	29.06 ±0.21 Bb	29.10 ±0.50 ABb	29.44 ±0.50 ABb	29.78 ±0.38 ab	26.98 ±0.45 ABc	29.16 ±0.29
Ort.	30.62 ±0.08	29.27 ±0.25	28.41 ±0.29	29.29 ±0.25	29.22 ±0.21	27.29 ±0.30		
		p ^{Application} = 0.001		p ^{S.T.} = 0.001		p ^{Application x S.T.} = 0.220		
		b*						
App.		(Day)						
		0	3	6	9	12	14	Ort.
Cont.	0	17.38 ±0.65	17.41 ±0.47	16.17 ±0.85	16.01 ±0.64	17.75 ±0.23	17.07 ±0.36 BC	16.968 ±0.25
MeJa (µM)	0.5	17.38 ±0.65	17.47 ±0.56	16.61 ±0.40	17.24 ±0.68	17.48 ±0.52	18.03 ±0.75 AB	17.37 ±0.23
	1	17.38 ±0.65	16.33 ±0.66	15.62 ±0.35	16.31 ±0.23	17.38 ±0.78	15.50 ±0.85 Cb	16.42 ±0.28
	1.5	17.38 ±0.65	16.62 ±1.27	15.85 ±0.57	16.84 ±0.30	18.14 ±0.55	17.75 ±0.25 AB	17.10 ±0.30
MEL (mM)	0.5	17.38 ±0.65 ab	16.37 ±0.72 ab	15.27 ±0.99 b	16.43 ±0.36 ab	16.78 ±0.57 ab	17.75 ±0.09 ABa	16.66 ±0.290
	1	17.38 ±0.65 ab	16.69 ±0.13 b	16.10 ±0.44 b	17.33 ±0.66 ab	17.05 ±0.96 ab	18.84 ±0.3 Aa	17.23 ±0.29
	1.5	17.38 ±0.65 ab	16.20 ±0.08 c	15.72 ±0.44 c	16.71 ±0.26 bc	18.03 ±0.24 a	15.76 ±0.41 Cc	16.63 ±0.23
Ort.	17.38 ±0.20	16.73 ±0.24	15.91 ±0.21	16.70 ±0.18	17.51 ±0.21	17.24 ±0.20		
		p ^{Application} = 0.063		p ^{S.T.} = 0.001		p ^{Application x S.T.} = 0.516		
		C*						
App.		(Day)						
		0	3	6	9	12	14	Ort.
Cont.	0	35.30 ±0.55 a	34.46 ±0.58 Aab	32.46 ±0.99 b	32.34 ±0.46 Bbc	33.97 ±0.55 ab	31.50 ±0.60 BCc	33.34 ±0.39
MeJa (µM)	0.5	35.30 ±0.55 ab	35.65 ±0.39 Aa	34.16 ±0.46 a	34.27 ±0.37 ABab	34.59 ±0.67 ab	33.69 ±0.70 ABb	34.60 ±0.25
	1	35.30 ±0.55 a	32.99 ±0.97 Bab	32.23 ±0.71 a	33.14 ±1.10 ABab	33.89 ±0.63 a	30.45 ±1.48 Cb	33.00 ±0.49
	1.5	35.30 ±0.55 a	33.36 ±1.13 ABa	32.37 ±0.95 b	33.93 ±0.49 ABab	33.76 ±0.18 ab	31.89 ±0.33 BCb	33.43 ±0.36
MEL (mM)	0.5	35.30 ±0.55 a	33.03 ±0.10 Bab	31.13 ±1.54 b	34.01 ±0.68 ABab	33.57 ±0.86 ab	33.69 ±0.39 ABa	33.45 ±0.44
	1	35.30 ±0.55	33.61 ±0.34 AB	33.17 ±0.74	34.98 ±1.04 A	34.55 ±1.15	34.38 ±0.68 A	34.33 ±0.33
	1.5	35.30 ±0.55 a	33.36 ±0.17 ABb	33.12 ±0.28 b	33.94 ±0.55 ABab	34.92 ±0.46 a	31.34 ±0.45 BCc	33.66 ±0.35
Ort.	35.30 ±0.17	33.78 ±0.31	32.66 ±0.34	33.79 ±0.29	34.18 ±0.25	32.42 ±0.39		
		p ^{Application} = 0.003		p ^{S.T.} = 0.001		p ^{Application x S.T.} = 0.340		
		Hue (h°)						
App.		(Day)						
		0	3	6	9	12	14	Ort.
Cont.	0	29.36 ±0.68 b	30.29 ±0.45 b	29.78 ±0.79 b	29.62 ±0.80 b	31.35 ±0.56 ABab	32.97 ±0.51 ABa	30.56 ±0.38
MeJa (µM)	0.5	29.36 ±0.68 b	29.29 ±0.87 b	29.07 ±0.32 b	30.19 ±0.94 ab	30.33 ±0.43 ABab	32.30 ±0.79 ABCa	30.09 ±0.36
	1	29.36 ±0.68	29.46 ±0.437	28.94 ±0.30	29.55 ±0.69	30.60 ±0.88 AB	30.73 ±0.32 CD	29.77 ±0.26
	1.5	29.36 ±0.68 b	29.07 ±0.84 b	29.22 ±0.73 b	29.68 ±0.47 b	32.33 ±0.93 Aa	33.84 ±0.67 Aa	30.58 ±0.51
MEL (mM)	0.5	29.36 ±0.68 b	29.63 ±0.85 b	29.27 ±0.69 b	28.77 ±0.09 b	29.92 ±0.51 Bab	31.66 ±0.21 BCDA	29.77 ±0.30
	1	29.36 ±0.68 b	29.61 ±0.11 b	29.03 ±0.24 b	29.60 ±0.51 b	29.48 ±0.68 Bb	33.19 ±0.21 ABa	30.04 ±0.38
	1.5	29.36 ±0.68 abc	28.88 ±0.14 bc	28.32 ±0.13 c	29.38 ±0.09 ab	30.88 ±0.10 ABa	30.26 ±0.90 Dab	29.51 ±0.26
Ort.	29.36 ±0.21	29.46 ±0.21	29.09 ±0.18	29.54 ±0.21	30.70 ±0.28	32.14 ±0.33		
		p ^{Application} = 0.020		p ^{S.T.} = 0.001		p ^{Application x S.T.} = 0.251		

A,B,C : ↓ The difference between applications that receive different capitalizations within the same storage period is significant (p<0.05).
a, b, c : → The difference between storage times that have different lowercase letters within the same application is significant (p<0.05).
MeJa: Metil jasmonate; MEL: Melatonin

Colors; are one of the most important factors affecting the consumer perspective of strawberry fruit. The L* value has experienced decreases from the beginning to the end of storage (Şen et al., 2022). Liu, et al. (2018); Çavuşoğlu (2018) reported that the MeJa application was effective in preserving the L* value, and in the same way Liu et al (2018) in their study, MeJa application was effective in preserving the L* value of strawberry fruit. Similarly Zhang et al. (2018) reported that melatonin application applied to lychee fruit after harvest was effective in keeping the color parameters (a*, b*, C*, h°) at the desired level in terms of marketability. In the current study,

it was noticed that the melatonin and MeJa applications applied after the harvest had positive effects on the color parameters of the strawberry fruits, and the MeJA application applied after the harvest was more effective in preserving the color values of fruits and vegetables.

3.3. In-pack gas composition (CO₂), respiration rate

Descriptive statistics and comparison results for changes in respiration rate (mL CO₂ kg h⁻¹) and CO₂ (%) gas composition during storage of Albion strawberry variety fruits are shown in Table 3.

Table 3. Changes in respiratory rate (mL CO₂ kg h⁻¹) and CO₂ (%) rates during the storage of Albion strawberry variety fruits.

App	Respiration Rate (mL CO ₂ kg h ⁻¹)							
	(Day)							
	0	3	6	9	12	14	Ort.	
Cont.	0	65.30 ±0.95 c	77.74 ±5.83 bc	73.39 ±5.62 bc	85.19 ±2.67 ABb	104.22 ±2.65 a	68.20 ±6.91 c	79.01 ±3.52
MeJa (µM)	0.5	65.30 ±0.95 cd	76.59 ±3.18 bc	72.96 ±1.42 c	86.70 ±0.77 ABab	98.74 ±2.82 a	60.01 ±8.49 d	76.72 ±3.42
	1	65.30 ±0.95 cd	74.66 ±3.15 bc	75.08 ±0.32 bc	87.16 ±1.25 ABab	92.30 ±8.51 a	58.48 ±6.63 d	75.50 ±3.24
	1.5	65.30 ±0.95 c	74.10 ±2.99 bc	70.26 ±2.18 bc	84.46 ±1.31 Bab	91.77 ±10.59 a	66.79 ±4.96 c	75.45 ±2.90
MEL (mM)	0.5	65.30 ±0.95 c	78.37 ±1.27 b	66.18 ±2.76 c	83.18 ±2.85 BCab	91.52 ±6.25 a	61.69 ±4.27 c	74.37 ±2.88
	1	65.30 ±0.95 bc	70.19 ±1.20 b	71.20 ±3.46 b	91.77 ±2.51 Aa	92.31 ±4.24 a	59.34 ±4.45 c	75.02 ±3.24
	1.5	65.30 ±0.95 c	73.59 ±3.65 bc	68.20 ±2.87 bc	77.08 ±1.69 Cb	89.22 ±3.01 a	54.42 ±5.42 d	71.30 ±2.83
Ort.		65.30 ±0.30	75.03 ±1.21	71.0 ±1.167	85.08 ±1.12	94.30 ±2.23	61.27 ±2.15	
		<i>p</i> ^{Application} = 0.081		<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.896		
App	In-Pack Gas Composition (CO ₂)							
	(Day)							
	0	3	6	9	12	14	Ort.	
Cont.	0	0.30 ±0.01 c	0.36 ±0.03 ABbc	0.36 ±0.03 bc	0.43 ±0.03 b	0.40 ±0.01 Bb	0.56 ±0.03 a	0.40 ±0.02
MeJa (µM)	0.5	0.30 ±0.01 c	0.40 ±0.01 Ab	0.40 ±0.01 b	0.40 ±0.01 b	0.40 ±0.01 Bb	0.50 ±0.05 a	0.40 ±0.01
	1	0.30 ±0.01 c	0.36 ±0.03 ABb	0.40 ±0.01 b	0.40 ±0.01 b	0.40 ±0.01 Bb	0.46 ±0.03 a	0.38 ±0.01
	1.5	0.30 ±0.01 c	0.33 ±0.03 ABc	0.40 ±0.01 b	0.40 ±0.01 b	0.43 ±0.03 Bb	0.50 ±0.01 a	0.39 ±0.01
MEL (mM)	0.5	0.30 ±0.01	0.40 ±0.01 A	0.40 ±0.01	0.40 ±0.01	0.40 ±0.01 B	0.50 ±0.01	0.40 ±0.01
	1	0.30 ±0.01 c	0.40 ±0.01 Ab	0.40 ±0.01 b	0.43 ±0.03 b	0.43 ±0.03 Bb	0.56 ±0.03 a	0.42 ±0.02
	1.5	0.30 ±0.01 d	0.30 ±0.01 Bd	0.40 ±0.01 c	0.46 ±0.03 b	0.50 ±0.01 Ab	0.56 ±0.03 a	0.42 ±0.02
Ort.		0.30 ±0.01	0.36 ±0.01	0.39 ±0.01	0.41 ±0.01	0.42 ±0.01	0.52 ±0.01	
		<i>p</i> ^{Application} = 0.035		<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.004		

A,B,C : ↓ The difference between applications that receive different capitalizations within the same storage period is significant (p<0.05).
a, b, c : → The difference between storage times that have different lowercase letters within the same application is significant (p<0.05).
MeJA: Metil jasmonate; MEL: Melatonin

When the changes in gas levels in respiration rate (mL CO₂ kg h⁻¹) and CO₂ (%) gas composition were examined during storage of Albion strawberry variety fruit samples at 4°C and 85±5%; Although an increase was observed in the respiratory rate from the beginning of the storage period to the 12th day of storage, it was determined that the

respiratory rate decreased in all application groups after the 12th day of storage. When the changes in the gas values in the CO₂ gas composition were examined, it was observed that there was a fluctuating increase in all applications during the storage period. At the end of storage, it was determined that the highest CO₂ level was 0.567 in the Control, 1

mMol L⁻¹ melatonin and 1.5 mMol L⁻¹ melatonin group, the lowest CO₂ value was 0.467 and 1 µmol L⁻¹ MeJa group (Table 5). The difference between storage times and applications was found to be statistically insignificant in respiration rate (Table 5). Although it differs according to species and cultivars, there is an interaction between respiration and maturation. The rate of respiratory activity is related to the speed of the maturation process. As the respiration rate increases in horticultural crops, the shelf life is shortened (Cemeroğlu et al., 2001). Slowing respiration rates during post-harvest storage of fruits and vegetables are one of the most important factors in maintaining quality. Because slowing the respiratory rate means a decrease in the metabolic rate. Therefore, it is necessary to slow down the respiratory rate as an important step to preserve quality characteristics (Kasım, 2021). Meng et al. (2012). reported that the postharvest MeJa application, which they applied to mushrooms, decreased the respiration rate rapidly compared to the initial level, increased to a certain extent in the middle of the storage, and then decreased the respiration rate again at the end of the storage. In mango fruits that were applied MeJA after harvest and kept at 7 °C, the respiratory rate decreased in both control and MeJA-treated fruits on the 7th day of storage, increased and reached the highest level on the 21st day of storage, and then at the end of the storage, the respiratory rate decreased in both application groups

(González-Aguilar et al., 2012). In addition, it is thought that melatonin application applied to nectarine fruits after harvest is effective in reducing the respiration rate of the fruits compared to the control group, and exogenous melatonin application is effective in inhibiting respiration by reducing the presence of O₂ in the tricarboxylic acid cycle (Bal, 2021). In the current study, when compared to the control group fruits, it was observed that the respiration rate decreased at the end of storage in both melatonin-treated fruits and MeJA-treated fruits, however, melatonin application was more effective in reducing the respiration rate of the fruits.

3.4. Browning index

Descriptive statistics and comparison results for the changes in the significant browning index (%) during storage are shown in Table 3.7. When the changes in the browning index (%) of strawberry fruits were examined, it was observed that there were increases and decreases in the form of fluctuations in all applications during the storage period. It was determined that the application with the highest browning index rate at the end of storage was in the 1 mMol L⁻¹ melatonin group with 146,588, and the lowest browning index value was 123.616 in the 1 µmol L⁻¹ MeJa group (Table 4). While the difference between storage times was not found to be statistically significant, the difference between applications was found to be statistically significant (Table 4).

Table 4. Changes in the browning index (%) of Albion strawberry variety fruit samples during storage at 4°C and 85±5%

App	Browning Index (%)								
	(Day)								
	0	3	6	9	12	14	Ort.		
Cont.	0	144 ±2,83 a	144 ±3,08 ABa	139 ±4,95 ab	134 ±3,34 Bab	139 ±2,85 ab	130 ±4,26 BCb	138 ±1,75 BC	
MeJa (µM)	0.5	144 ±2,83 ab	150 ±4,02 Aa	139 ±1,46 b	143 ±3,67 ABab	143 ±2,24 ab	142 ±3,72 ABab	144 ±1,35 A	
	1	144 ±2,83 a	135 ±2,79 Babc	129 ±2,85 bc	135 ±2,59 Babc	138 ±3,15 ab	123 ±7,80 Cc	134 ±2,15 C	
	1.5	144 ±2,83	142 ±7,01 AB	133 ±4,76	139 ±1,81 AB	140 ±2,04	134 ±2,09 ABC	139 ±1,65 ABC	
MEL (mM)	0.5	144 ±2,83 a	135 ±4,05 Bab	129 ±4,97 b	140 ±1,64 ABa	139 ±3,79 ab	142 ±2,40 ABa	138 ±1,71 BC	
	1	144 ±2,83	140 ±1,14 AB	138 ±3,45	148 ±6,16 A	145 ±6,90	146 ±2,28 A	144 ±1,69 A	
	1.5	144 ±2,83 a	139 ±3,27 ABab	136 ±3,23 ab	145 ±3,59 ABa	145 ±2,94 a	131 ±1,23 BCb	140 ±1,64 AB	
Ort		144 ±0,89	141 ±1,67	135 ±1,52	141 ±1,55	142 ±1,35	135 ±2,11		
		<i>p</i> ^{Application} = 0.001			<i>p</i> ^{S.T.} = 0.001		<i>p</i> ^{Application x S.T.} = 0.207		

A,B,C : ↓ The difference between applications that receive different capitalizations within the same storage period is significant (p<0.05).
a, b, c : → The difference between storage times that have different lowercase letters within the same application is significant (p<0.05).
MeJA: Metil jasmonate; MEL: Melatonin

Zheng et al. (2019) reported that when compared to the control group, it has been reported that the application of melatonin applied to freshly cut pear fruits after harvest has the highest browning index rate at the end of storage. Similarly, Zhang et al. (2018) reported that it was reported that the highest darkening index rate at the end of storage in Litchi fruit was in the fruit groups treated with melatonin. In addition, Cao et al. (2009) reported that it has been reported that the MeJA application applied to the loquat fruit after harvest has a lower browning index rate at the end of storage compared to the control group fruits and that MeJA application may be effective in preserving quality parameters such as the darkening index of the loquat fruit after harvest. In the current study, it was observed that there were increases and decreases in the darkening index in all applications and that the highest rate of the darkening index at the end of storage was in the groups treated with melatonin.

3. Conclusions

Strawberries are widely recognized for their ease of cultivation, delightful taste, high productivity per unit of land, and significant nutritional value. However, their vulnerability to spoilage post-harvest poses a challenge. Given their susceptibility to mechanical damage, water loss, and decay, strawberries quickly lose their quality and aroma. Their soft texture makes them prone to physical damage and hastens spoilage, resulting in a shortened shelf life. Extending the post-harvest shelf life of strawberries not only benefits producers economically but also encourages consumers to opt for healthier options. To address this issue, various approaches have been explored to preserve the fruit's nutritional value and prolong its shelf life. Among these, the utilization of substances like melatonin and methyl jasmonate has shown promise in enhancing strawberry resilience against decay and maintaining their marketable condition. Researchers prioritize criteria ensuring that post-harvest chemicals are safe for human consumption and meet commercial standards during storage. The application of melatonin

and methyl jasmonate post-harvest has been found to have differing effects on the preservation of strawberry fruits during storage. Specifically, methyl jasmonate (MeJA) treatments have shown greater efficacy in safeguarding crucial quality parameters such as pH, total soluble solids (TSS), lightness (L^* value), and color hue. Considering the limited shelf life and vulnerability of strawberries to post-harvest deterioration, enhancing their quality parameters and extending their shelf life through MeJA applications emerges as a viable and effective preservation method for commercial producers. This approach not only improves marketability but also ensures the delivery of high-quality strawberries to consumers, thereby benefiting both producers and consumers alike.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Funding

We would like to thank the Scientific Research Projects Coordinator (BAP) of Van Yüzüncü Yıl University for financial support in my work with the project number FYL-2022-9779. This study has been prepared from a master's thesis.

Acknowledgement

This study was produced from the master's/doctoral thesis of the first author.

References

- Ağaoğlu, Y.S., 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, No: 365, Ankara.

- Bal, E., 2021. Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1): 288-295.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P., Rui, H., 2009. Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit. *Food Chemistry*, 115(4): 1458-1463.
- Çavuşoğlu, Ş., 2018. Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. *Mantar Dergisi*, 9(2): 206-218.
- Çavuşoğlu, Ş., 2020. Hasat öncesi sitokinin uygulamasının karnabaharların (*Brassica oleracea L. Botrytis*) hasat sonrası solunum, toplam fenolik ve polifenol oksidaz enzimi üzerine etkisi. *Ziraat ve Doğa Bilimleri*.
- Cvetkovic, B.R., Jokanovic, M.R., 2009. Effect of preservation method and storage condition on ascorbic acid loss in beverages. *Acta Periodica Technologica*, 40: 1-7.
- Elgar, H.J., Watkins, C.B., Murray, S.H., Gunson, F.A., 1997. Quality of Buerre bosc and Doyenne du gomice pears in relation to harvest date and storage period. *Postharvest Biology and Technology*, 10: 29-37.
- Gil, M.I., Holcroft, D.M., Kader, A.A., 1997. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(5): 1662-1667.
- González-Aguilar, G.A., Fortiz, J., Cruz, R., Baez, R., Wang, C.Y., 2000. Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains postharvest quality of mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2): 515-519.
- Jiang, L., Jin, P., Wang, L., Yu, X., Wang, H., Zheng, Y., 2015. Methyl jasmonate primes defense responses against *Botrytis cinerea* and reduces disease development in harvested table grapes. *Scientia Horticulturae*, 192: 218-223.
- Jin, P., Zhu, H., Wang, J., Chen, J., Wang, X., Zheng, Y., 2013. Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(8): 1827-1832.
- Kader, A.A., Ben-Yehoshua, S., 2000. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20(1): 1-13.
- Karaçalı, İ., 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, No:494, İzmir.
- Kasım, R., 2021. Hasat sonrası yaşlanmanın geciktirilmesi ve antioksidan kapasitenin artırılmasında etkili yeni uygulama: Melatonin. *International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress*, Kongre Bildiriler Kitabı, Adana.
- Kondo, S., Tsukada, N., Niimi, Y., Seto, H., 2001. Interactions between jasmonates and abscisic acid in apple fruit, and stimulative effect of jasmonates on anthocyanin accumulation. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70(5): 546-552.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L., 2018. Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 139: 47-55.
- Liu, X., Ren, J., Zhu, Y., Han, W., Xuan, H. Ge, L., 2016. The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 502: 102-106.
- Meng, D., Song, T., Shen, L., Zhang, X., Sheng, J., 2012. Postharvest application of methyl jasmonate for improving quality retention of *Agaricus bisporus* fruit bodies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(23): 6056-6062.

- Öz, A.T., Kafkas, E., 2015. Muhafaza süresinin festival çilek çeşidi meyvelerinin bazı fitokimyasal bileşimine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2): 105-112.
- Özgan, F., Sabır, F.K., 2018. Albion ve kabarla çilek çeşitlerinde derim sonrası salisilik ve oksalik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite özelliklerine etkileri. *Alatarım*, 17(2): 89-97.
- Şen, F., Eroğul, D., Altuntaş, Ö., 2022. Yapraktan farklı biyostimülant uygulama programlarının '0900 Ziraat' kiraz meyvelerinin kalitesi ve hasat sonrası dayanımına etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(2): 375-386.
- Süleymanoğlu, M., 2009. Bazı büyümeyi düzenleyici maddelerin (hormonların) ve antitranspirant bir maddenin (W. Pruf) camarosa çilek çeşidinde muhafaza ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Vick, B.A., Zimmerman, D.C., 1984. Biosynthesis of jasmonic acid by several plant species, *Plant Physiology*, 75(2): 458-461.
- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., Korkmaz, A., 2018. Bitkilerde melatonin ve üstlendiği görevler. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2): 264.
- Zhang, Y., Huber, D.J., Hu, M., Jiang, G., Gao, Z., Xu, X., Zhang, Z., 2018. Delay of postharvest browning in litchi fruit by melatonin via the enhancing of antioxidative processes and oxidation repair. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(28): 7475-7484.

To Cite

Düzgün, S., Çavuşoğlu, Ş., 2024. Maintaining The Quality and Storage Life of Strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) with Melatonin and Methyl Jasmonate . *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 273-282
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11115716>.



Supplementing Broiler Quail Diets with Dried Egg Yolk under Heat Stress Conditions

Mehmet IRMAK^{1*}, Muzaffer DENLİ², Veysi KAYRI³, Hasan Hüseyin İPÇAK²

Ferhat Mazlum ODUNCU², Ezgi ALDEMİR²

¹ Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Disease, Siirt

² Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Diyarbakır

³ Batman University, Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques/Medical Laboratory Techniques Programme, Batman

*Corresponding author: mehmet.irmak@siirt.edu.tr

Abstract

This study was conducted to investigate the impact of incorporating dried egg yolk into the diet on the growth performance, carcass quality characteristics, and thigh-breast malondialdehyde value of quails (*Coturnix coturnix japonica*) subjected to heat stress. A total of 160 quails, 10 days old, were divided into four groups, each comprising 10 replicates with four chicks in each group. Throughout the experiment, the quails were provided with isonitrogenic and isocaloric feeds. The experimental groups were as follows: 1) Basic ration without temperature application (Control); 2) Basic ration with 1% added egg yolk, without temperature application; 3) Basic ration with temperature treatment (30 °C for 8 hours per day); and 4) Basic ration with 1% added egg yolk, along with temperature treatment (30 °C for 8 hours per day). At the end of the experiment, the highest body weight gain occurred in male and female quails which fed the diets incorporated with dried egg yolk and not exposed to heat ($P<0.05$). The males and females that were exposed to heat and fed with the basic ration showed the lowest feed intake, and this difference was statistically significant ($P<0.05$). There was no significant difference observed in the malondialdehyde (MDA) values of thigh meat on days 3 and 9, as well as in breast meat on days 3, 6, and 9 ($P>0.05$). However, a significant change in thigh malondialdehyde value was detected on day 6 ($P<0.05$). In conclusion, the addition of dried egg yolk to the diets of quails exposed to heat stress diminished the negative effects of heat stress on growth performance.

Research Article

Article History

Received :15.12.2023
Accepted :22.01.2024

Keywords

Dried egg yolk
growth performance
heat stress
malondialdehyde
quails

1. Introduction

Stress can be defined as the living organism's response to situations that disrupt normal physiological balance and functioning (Selye, 1976; Gonzalez-Rivas et al., 2020; Rostagno, 2020; Goel, 2021). The negative energy between the heat an organism releases into the surrounding environment and the heat energy it produces within is what causes heat stress (Lara and Rostagno, 2013; Rostagno, 2020). Poultry must balance the amount of heat entering their bodies with the amount of heat leaving them in order to maintain a steady body temperature (Vandana et al., 2021). It is generally agreed that the appropriate temperature range for poultry is 18–22 °C for broilers and 19–22 °C for laying hens (Vandana et al., 2021). Heat stress in poultry is classified according to the temperature and duration of exposure (Zmrhal et al., 2018). When poultry experience temperatures ranging from 27 to 38°C for a duration of 1 to 24 hours, it's termed as acute heat stress. If the exposure extends up to 7 days within the same temperature range, it's termed as sub-acute heat stress. Chronic heat stress, on the other hand, occurs when temperatures range from 38 to 50°C and persist for more than 7 days (Vandana et al., 2021). Poultry farming has many stress factors due to its nature. The most important among these stress factors is heat stress (Sahin et al., 2017; Sahin et al., 2018; Zmrhal et al., 2018; Goel, 2021; Vandana et al., 2021). The egg production, feed intake, and growth performance of poultry subjected to heat stress experience negative impacts, alongside an elevated mortality rate in the animals (Goel, 2021; Oluwagbenga and Fraley, 2023). Numerous methodologies and tactics have been devised to mitigate the adverse consequences of heat stress. Management practices such as sprinkling, ventilation, suitable housing environments, and shading are used to combat heat stress in poultry farming (Vandana et al., 2021). In addition, in order to eliminate the negative effects of heat stress, interventions are also made with various additives to poultry rations. These substances include vitamins, minerals, probiotics, and herbal products (Sahin et al.,

2006). Many researchers have studied to eliminate the negative effects of heat stress by adding substances such as electrolyte balance application (Ahmad and Sarwar, 2006), sodium and chloride (Mushtaq et al., 2007), vitamin E (Sahin et al., 2001; Karami et al., 2018), A, E, zinc (Sahin et al., 2001) ascorbic acid (Ferreira et al., 2015; Karami et al., 2018) and vitamin D (Sahin et al., 2001) to the diet. Egg yolk includes various nutrients such as essential fatty acids, vitamins, minerals (Abeyrathne et al., 2022), phospholipids and antibodies (Pereira et al., 2019) as well as proteins with high biological value (Ahn et al., 1997; Anton, 2013). Chickens are animals with a significant capacity to develop antibodies (Gadde et al., 2015). These antibodies are transferred to the egg (Gadde et al., 2015; Nath and Aravindkumar, 2021). Thanks to these antibodies, animals can protect themselves from various diseases and stressful situations (Gadde et al., 2015; Pereira et al., 2019). When the structure of egg yolk is evaluated, it is seen that half of it consists of water and the remaining part consists of lipids, proteins, vitamins and minerals. It is observed that most of the lipids in the egg are in the yolk. It is seen that 62% of these lipids consist of triglycerides, 33% of phospholipids, and 5% of cholesterol (Anton, 2013; Abeyrathne et al., 2022). It is reported that the proteins in the structure of eggs have anticancer, immunomodulatory, antihypertensive, antioxidant and antibacterial properties. These proteins are found in both egg whites and egg yolk (Lee et al., 2022). Additionally, egg yolk contains various color pigments known as xanthophyll carotenoids (Papadopoulos et al., 2019). Due to these properties, it is believed that the inclusion of egg yolk in the diets of poultry exposed to heat stress may reduce the harmful effects of heat stress. The present experiment was designed to assess the effects of 1% dried egg yolk supplementation to the diet on growth performance, organ weights, intestinal pH, carcass colour parameters, carcass parameters and thigh-chest malondialdehyde (MDA) levels in broiler quails raised under heat stress and thermo-neutral conditions.

2. Materiel and Methods

After Ethics Committee approval (Date: 31/05/2022 No: 2022/35), this study was conducted in accordance with the Animal Research Centre's Animal Experimentation guidelines. In the study, 160 one-day-old broiler quail (*Coturnix coturnix japonica*) chicks were used. The study comprised 4 groups, each consisting of 10 replicates, with 4 quail chicks in each replicate. All quails were fed a basal diet consisting of corn and soybean meal within the appropriate temperature range for rearing until day 10. The control group of

the present study was fed a basal diet during the study period and housed in an environment maintained at 23 ± 2 °C after the 10th day. The egg yolk (1%) group was also fed with the basal diet supplemented with 1% dried egg yolk after day 10 while being housed in an environment with a temperature of 23 ± 2 °C. The temperature (30°C) experimental group was given a basal experiment diet prepared for the study after day 10 and exposed to 30 ± 1 °C for 8 h per day. Egg yolk (1%) + Temperature (30°C) group was kept at 30 ± 1 °C for 8 h per day after day 10 and fed a diet supplemented with 1% egg yolk.

Table 1. Nutrient contents (%) obtained through analysis and calculation methods in the ingredients of the mixed feed formulation

Ingredients	Control	Heat (30°)	Eggyolk (1%)	Heat+Eggyolk (1%)
Sunflower oil	1.50	1.50	1.50	1.50
Corn	56.00	56.00	56.00	56.00
Soya Bean Meal (%48 CP)	33.00	33.00	33.00	33.00
Full-fat soybean	5.50	5.50	4.50	4.50
Eggyolk	0.00	0.00	1.00	1.00
DCP	1.00	1.00	1.00	1.00
Bone Flour (%30 Ca. %13 CP)	2.00	2.00	2.00	2.00
DL-Metiyonin	0.15	0.15	0.13	0.13
L-Lizin	0.20	0.20	0.22	0.22
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40
Vitamin and Mineral Premix	0.25	0.25	0.25	0.25
Parameters	Values Obtained from Analysis			
Dry Matter	89.9	89.9	89.9	89.9
Crude Protein	23.0	23.0	23.0	23.0
Crude Oil	4.40	4.40	4.69	4.69
Crude Ash	6.02	6.02	6.2	6.2
Crude Cellulose	2.82	2.82	2.80	2.80
Calculated Chemical Composition				
ME (kcal/kg)	3016	3016	3034	3034
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90
Available P	0.60	0.60	0.60	0.60
Na	0.19	0.19	0.19	0.19
Cl	0.28	0.28	0.28	0.28
Metiyonin+Sistin	0.90	0.90	0.90	0.90
Lizin	1.41	1.41	1.41	1.41
Treonin	0.86	0.86	0.82	0.82
Triptofan	0.30	0.30	0.30	0.30
Linoleik asit	2.38	2.38	2.33	2.33
Electrolyte Balance (mEq/kg DM)	258	258	258	258

The MDA level, a gauge of lipid oxidation, was ascertained using the thiobarbituric acid (TBA) method described by Witte et al. (1970) in quail breast and thigh flesh collected from the study. To determine milligrams per kilogram of meat, the MDA values from the spectrophotometer were corrected using a correction factor of 7.8 (Tarladgis et al., 1960).

2.1. Statistics

The data of the present study were statistically analysed using SPSS version 18.0 (SPSS, 2013). The differences between group means were evaluated using one-way analysis of variance (ANOVA). The significance of differences between groups was confirmed

using the Tukey test, and significance levels were determined as $P < 0.05$.

3. Results

The effects of heat stress and the addition of dried egg yolk (1%) to the diet on the

performance, visceral organ weights, intestinal pH, carcass color parameters, carcass parameters, and MDA values of thigh and breast muscles in quails are presented in tables (Tables 2,3,4,5,6).

Table 2. Effects of dried egg yolk supplementation on growth performance of male and female quails under heat stress

Groups	Male			Female		
	Body weight gain	Feed intake	Feed Conversion Ratio	Body weight gain	Feed intake	Feed Conversion Ratio
Control	153.7 ^{ab}	459.6 ^b	2.99 ^b	197.7 ^{ab}	633.5 ^{ab}	3.20 ^{ab}
Egg yolk (%1)	167.7 ^a	504.2 ^a	3.00 ^b	216.7 ^a	663.9 ^a	3.06 ^c
Heat (30 °C)	147.0 ^b	468.8 ^{ab}	3.18 ^a	174.4 ^b	610.4 ^b	3.26 ^a
Egg yolk (%1) + Heat (30°C)	160.8 ^{ab}	489.0 ^{ab}	3.04 ^b	196.1 ^{ab}	489.0 ^{ab}	3.12 ^{bc}
P	0.003	0.026	0.001	0.002	0.044	0.0001
Std. Error	2.171	5.868	0.1798	4.159	12.43	0.018

Body weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio data of animals were determined for the methods applied to the experimental groups (Table 2). While the applied heat significantly decreased the feed intake, feed conversion ratio and body weight gain of male quails ($P < 0.05$), the supplementation of dried egg yolk 1% to the diet significantly increased the feed intake, feed conversion ratio and body weight gain ($P < 0.05$; Table 2). The groups that received dried egg yolk and the control group had the highest feed conversion ratio, while the groups that were subjected to heat and did not get any

supplements had the lowest feed conversion ratio (Table 2). End of experiment data in female quails are as shown in Table 2. While the applied heat decreased feed intake, feed conversion ratio and body weight gain in female quails ($P < 0.05$), dried egg yolk supplemented to the diet at 1% level caused an increase in feed intake, feed conversion ratio and body weight gain ($P < 0.05$). In females, the best feed conversion ratio was obtained in the dried egg yolk 1% group, while the worst feed conversion ratio was obtained in the heat (30°C) group (Table 2).

Table 3. Effects of dietary dried egg yolk supplementation on internal organ weights and intestinal pH of male and female quails under heat stress

Gruplar	Male						Female					
	Gizzard	Proventriculus	Heart	Liver	Total Intestine	Intestinal pH	Gizzard	Proventriculus	Heart	Liver	Total Intestine	Intestinal pH
Control	2.44 ^{ab}	0.33	0.80	1.72	3.50	7.16	2.59 ^a	0.33 ^a	0.80 ^a	2.27	4.02	7.14
Egg yolk (%1)	2.40 ^{ab}	0.29	0.88	1.51	3.15	7.17	2.20 ^{ab}	0.31 ^{ab}	0.81 ^a	2.25	3.75	7.08
Heat(30 °C)	2.10 ^b	0.28	0.79	1.70	2.96	7.42	1.87 ^b	0.27 ^b	0.68 ^b	2.13	3.52	7.13
Egg yolk (%1) + Heat (30 °C)	2.61 ^a	0.31	0.78	1.82	3.41	7.29	2.43 ^a	0.32 ^{ab}	0.73 ^{ab}	2.09	3.41	7.03
P	0.022	0.083	0.127	0.217	0.579	0.221	0.007	0.049	0.032	0.941	0.494	0.805
Std. Error	0.062	0.008	0.017	0.053	0.148	0.050	0.083	0.009	0.019	0.113	0.187	0.042

The effects of dried egg yolk supplementation to male quail diets on internal organ (gizzard, proventriculus, heart, liver, total intestinal weight) weights and intestinal pH values are presented in Table 3. No differences were observed in proventriculus, heart, liver, total intestinal weights, and intestinal pH in male quails ($P>0.05$). A significant difference among the study groups

was observed in terms of gizzard weight ($P<0.05$), with the dried egg yolk 1% + heat (30°C) group displaying the highest gizzard weight. Significant differences were observed in gizzard, proventriculus, and heart weights among female quails ($P<0.05$). On the other hand, no significant difference was detected in liver weight, total intestinal weight and intestinal pH values ($P>0.05$).

Table 4. Effect of dietary dried egg yolk supplementation on carcass color parameters of male quails under heat stress

Groups	Male						Female					
	Thigh L*	Thigh a*	Thigh b*	Breast L*	Breast a*	Breast b*	Thigh L*	Thigh a*	Thigh b*	Breast L*	Breast a*	Breast b*
Control	34.35	4.30	6.50	31.91	5.53 ^b	7.55	36.35	4.51	7.55	31.07	6.73	8.04
Egg yolk (%1)	33.97	5.35	7.48	30.57	6.67 ^{ab}	8.07	33.99	4.14	6.84	31.85	5.56	7.92
Heat (30 °C)	32.25	5.45	7.01	29.26	6.55 ^{ab}	7.39	34.52	3.54	6.73	30.19	5.99	7.36
Egg yolk (%1) + Heat (30 °C)	32.94	5.03	7.25	31.18	7.25 ^a	7.62	35.74	4.05	7.15	31.48	5.29	7.90
P	0.152	0.395	0.577	0.141	0.042	0.529	0.397	0.106	0.635	0.270	0.064	0.671
Std. Error	0.363	0.256	0.257	0.419	0.225	0.166	0.536	0.143	0.236	0.309	0.215	0.204

The carcasses obtained from the study groups were assessed for color parameters using the colorimetric method (Table 4). No significant difference was observed between the groups in thigh color assessment (L*, a*, b*) in male quails ($P>0.05$). Similarly, no significant difference was determined in breast L* and breast b* ($P>0.05$), while a statistically

significant change was detected in breast a* ($P<0.05$). The color parameters of thigh and breast in female quails were assessed using the colorimetric method. No significant differences were observed in thigh and breast color parameters (L*, a*, b*) in female quails ($P>0.05$).

Table 5. Effects of dietary dried egg yolk supplementation on carcass parameters of male quails under heat stress

Groups	Male			Female		
	Carcass Yield	Hot Carcass	Cold Carcass	Carcass Yield	Hot Carcass	Cold Carcass
Control	62.62	130.23	122.13 ^{ab}	60.45	145.15	134.09
Egg yolk (%1)	60.97	128.25	124.56 ^a	58.63	136.86	129.94
Heat(30 °C)	61.25	123.60	109.04 ^b	58.17	137.06	122.09
Egg yolk (%1) + Heat(30 °C)	61.33	124.53	114.39 ^{ab}	56.98	138.29	128.76
P	0.390	0.589	0.018	0.470	0.650	0.402
Std. Error	0.360	1.900	2.033	0.770	2.579	2.473

The effects of dietary dried egg yolk supplementation on carcass yield, hot carcass

weight and cold carcass weight are shown in Table 5. There was no significant difference

among the groups in terms of carcass yield and hot carcass weight ($P>0.05$). However, the group receiving dried egg yolk showed the highest cold carcass weight ($P<0.05$).

Similarly, no difference was detected between the female groups in terms of cold carcass, hot carcass and carcass yield weights ($P>0.05$).

Table 6. Effect of dirtay dried egg yolk supplementation on the diets of quails under heat stress on the MDA value of thigh and breast meat on the 3rd, 6th, and 9th day

Gruplar	MDA					
	Thigh 3	Thigh 6	Thigh 9	Breast 3	Breast 6	Breast 9
Control	0.1253	0.0807 ^a	0.1308	0.1250	0.0715	0.1198
Egg yolk (%1)	0.1168	0.0485 ^{ab}	0.1358	0.1290	0.0678	0.1313
Heat (30 °C)	0.1392	0.0608 ^{ab}	0.1427	0.1380	0.0603	0.1628
Egg yolk (%1) + Heat (30°C)	0.1243	0.0678 ^b	0.1310	0.1325	0.0753	0.1333
P	0.775	0.010	0.812	0.936	0.731	0.559
Std. Error	0.00719	0.00389	0.00462	0.00679	0.00457	0.01049

MDA levels in thigh and breast meat were analyzed on the 3rd, 6th, and 9th days after slaughter as a result of the addition of egg yolk to quail diets. The effects of heat stress with the addition of egg yolk to quail diets were not detected on MDA values on thigh and breast meat on thigh 3, thigh 9, breast 3, breast 6, and breast 9 between the study groups ($P>0.05$). There was a significant difference between the groups in terms of thigh MDA values on day 6 ($P<0.05$). The lowest MDA value was found in the egg yolk (1%) group.

4. Discussion

In recent years, many natural and synthetic supplements (Sahin et al., 2001; Ahmad and Sarwar, 2006; Mushtaq et al., 2007; Karami et al., 2018; Mehaisen et al., 2019; Pereira et al., 2019) have been used to alleviate the negative effects of heat stress on poultry performance and maintain maximum production at high environmental temperatures. In the present study, feed conversion ratio, feed intake and body weight gain were negatively affected in both male and female animals exposed to heat stress (Table 2). The best results were obtained in animals not exposed to heat stress and received only dried egg yolk (1%) supplementation, while the data of animals exposed to heat stress and receiving dried egg yolk (1%) supplementation were improved (Table 2). Egg yolk is nutrient-rich in proteins, vitamins, minerals, and immunoglobulins (IgY) as well as essential fatty acids (Anton,

2013; Pereira et al., 2019; Xiao et al., 2020; Abeyrathne et al., 2022). Heat stress negatively affects egg production, feed consumption, and growth performance in poultry, and this stress condition not only causes low productivity in animals but also negatively affects health (Anton, 2013; Pereira et al., 2019; Xiao et al., 2020; Abeyrathne et al., 2022). The improvement obtained with the addition of 1% dried egg yolk to the diet in groups exposed to heat stress may be attributed to the capacity of essential fatty acids in the yolk structure to reduce heat stress. Because 65% of the dry matter of egg yolk consists of lipids (Xiao et al., 2020). As fats are metabolized, they raise body temperature less than proteins and carbohydrates (Attia and Hassan, 2017; Wasti et al., 2020). Attia and Hassan (2017) and Ghazalah et al. (2008) previously showed that the effects of heat stress were reduced by adding different amounts of fat to the diet. A similar effect may have been obtained due to the fatty acids in the structure of egg yolk. In this sense, similar results were obtained with our present study. Because the animal exposed to the hot environment spends most of its time performing the actions required to cool the body (Mack et al., 2013) rather than eating.

Table 3 shows the internal organ weights and intestinal pH values of male and female quail of the experimental groups. According to the experiment results, gizzard weight of male quails showed a difference depending on the

treatments ($P < 0.05$), while proventriculus, heart, liver, total intestinal weight, and intestinal pH did not change ($P > 0.05$). In males, the highest gizzard was obtained in the group that was exposed to heat stress and received dried egg yolk supplementation at the same time ($P < 0.05$). The lowest gizzard weight was obtained in the group exposed to temperature stress without any supplementation ($P < 0.05$). There was no significant difference among the female quail groups in terms of liver, total intestinal, heart weights and intestinal pH values ($P > 0.05$). There were differences in gizzard, proventriculus and heart weights ($P < 0.05$). The highest gizzard, stomach with gland, and heart weights were obtained in the control groups ($P < 0.05$). The lowest gizzard, proventriculus, and heart weights were found in groups exposed to heat stress. In many previous studies, negative side effects of heat stress on internal organ weights have been mentioned (Onderci et al., 2005; Sahin et al., 2009; Lara and Rostagno, 2013; Sahin et al., 2013; He et al., 2019; Chang et al., 2020). The increase in organ weights may be an indication of the development of the organism. As the organism grows, the internal organs grow within their physiological limits. Adverse conditions during the growth period can affect the development of internal organs. In the present study, the supplementation of dried egg yolk to the diet of quails exposed to heat stress may have reduced the side effects of heat stress due to the properties of egg yolk (Ahn et al., 1997; Anton, 2013; Gadde et al., 2015; Pereira et al., 2019; Abeyrathne et al., 2022).

Meat color in poultry and other animals may vary depending on age at slaughter, stress at the time of slaughter, genetic factors, gender, and especially the effect of nutrition (Warner, 2014). The color of meat is determined by factors such as the concentration of myoglobin on the surface of the meat, its chemical structure, texture, and light scattering (Warner, 2014; Kong et al., 2023). Meat color is an important criterion for consumer preferences (Warner, 2014; Kong et al., 2023). In the $L^* a^* b^*$ evaluation system, L^* is used to denote the brightness, a^* the redness coordinate, and b^*

the yellowness coordinate (Le Bihan-Duval et al., 2008; Warner, 2014; Salueña et al., 2019). The quality of thigh and breast meat was measured and evaluated using the $L^* a^* b^*$ colour correction system (Table 4). In the color criteria, only in the male quail group, breast a^* was higher than the others ($P < 0.05$). No difference was detected in the other groups (Table 4). The high a^* value indicates that the redness of the meat increases (Warner, 2014; Kong et al., 2023). In that study, a difference was found in terms of breast a^* in male quails ($P < 0.05$). There was no significant difference in other data ($P < 0.05$). Heat stress causes glycogen to be converted into lactic acid in muscles faster than normal, causing a^* value to decrease, Hao and Gu (2014) and Zaboli et al. (2019) studies are similar to our current study.

Carcass yield, hot carcass, and cold carcass data were measured in male and female quails (Table 5). Experimental results showed that the addition of dried egg yolk to the diet of quails under heat stress increased cold carcass yield in male quails ($P < 0.05$). Considering the cold carcass data, both male and female quails were found to be low in the group exposed to temperature stress. This can be linked to the rapid anaerobic glycolysis effect of heat stress on muscles (Zaboli et al., 2019; Vandana et al., 2021). Because in muscles exposed to heat stress, it causes glycogen to convert to lactic acid faster than normal (Zaboli et al., 2019). This rapid transformation can cause more water loss in the carcass in the time after slaughter (Hao and Gu, 2014; Zaboli et al., 2019). These studies (Hao and Gu, 2014; Zaboli et al., 2019) are similar to our current study.

One byproduct of polyunsaturated fatty acid peroxidation in cells is MDA. MDA increases as a result of the organism's increased production of free radicals. It is widely acknowledged that elevated MDA levels indicate oxidative stress. In the current study, a decrease was detected in MDA values on the 6th day of thigh when compared to the remaining groups. On the other days, although there was no statistical difference in MDA levels, the highest MDA values were found in

the group exposed to heat stress and not receiving any supplementation. Sahin et al. (2006) reported a decrease in liver MDA levels in their study in which vitamin E and zinc picolinate were added to the diet. Sahin et al. (2002) found that Vitamin E and C decreased MDA levels in quails exposed to heat stress. Onderci et al. (2003) reported that zinc supplementation decreased serum MDA levels in heat stress. Sahin et al. (2002) egg is a rich food containing various proteins such as ovalbumin, ovotransferrin, and fosvitin as well as lipids such as phospholipids. It also contains many micronutrients such as vitamin E, vitamin A, selenium, and carotenoids, which makes the egg a food with antioxidant properties. These antioxidants can reduce cellular damage by fighting free radicals (Nimalaratne and Wu, 2015). In the present study, dried egg yolk added to the diet may have prevented the increase in MDA due to these effects.

5. Conclusions

The problem of broken eggs is an important economic loss in laying hens. Broken eggs can be evaluated as feed additives to reduce the adverse impacts of heat stress on poultry by adding dried eggs to poultry diets. Thermostress is one of the major environmental stress factors in poultry. This situation causes various negativities in terms of both yield and meat quality in poultry. There are very few studies on the inclusion of egg yolk obtained from broken eggs in the diet. There is a need for more extensive and comprehensive studies on this subject.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Ethical Committee Approval

After Ethics Committee approval (Date: 31/05/2022 No: 2022/35), this study was conducted in accordance with the Animal Research Centre's Animal Experimentation guidelines.

References

- Abeyrathne, E., Nam, K.C., Huang, X., Ahn, D.U., 2022. Egg yolk lipids: separation, characterization, and utilization. *Food Science and Biotechnology*, 31(10): 1243-1256.
- Ahmad, T., Sarwar, M., 2006. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. *Worlds Poultry Science Journal*, 62(4): 638-653.
- Ahn, D.U., Kim, S.M., Shu, H., 1997. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, 76(6): 914-919.
- Anton, M., 2013. Egg yolk: structures, functionalities and processes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(12): 2871-2880.
- Attia, Y.A., Hassan, S.S., 2017. Broiler tolerance to heat stress at various dietary protein/energy levels. *European Poultry Science*, 81(171): 1-15.
- Chang, Q., Lu, Y., Lan, R., 2020. Chitosan oligosaccharide as an effective feed additive to maintain growth performance, meat quality, muscle glycolytic metabolism, and oxidative status in yellow-feather broilers under heat stress. *Poultry Science*, 99(10): 4824-4831.
- Ferreira, I.B., Matos Junior, J.B., Sgavioli, S., Vicentini, T.I., Morita, V.S., Boleli, I.C., 2015. Vitamin C prevents the effects of high rearing temperatures on the quality of broiler thigh meat1. *Poultry Science*, 94(5): 841-851.
- Gadde, U., Rathinam, T., Lillehoj, H.S., 2015. Passive immunization with hyperimmune egg-yolk IgY as prophylaxis and therapy for poultry diseases-A review. *Animal Health Research Reviews*, 16(2): 163-176.

- Ghazalah, A., Abd-Elsamee, M., Ali, A., 2008. Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *International Journal of Poultry Science*, 7(4): 355-359.
- Goel, A., 2021. Heat stress management in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(6): 1136-1145.
- Gonzalez-Rivas, P.A., Chauhan, S.S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F.R., Warner, R.D., 2020. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162: 108025.
- Hao, Y., Gu, X.H., 2014. Effects of heat shock protein 90 expression on pectoralis major oxidation in broilers exposed to acute heat stress. *Poultry Science*, 93(11): 2709-2717.
- He, S., Yu, Q., He, Y., Hu, R., Xia, S., He, J., 2019. Dietary resveratrol supplementation inhibits heat stress-induced high-activated innate immunity and inflammatory response in spleen of yellow-feather broilers. *Poultry Science*, 98(12): 6378-6387.
- Karami, M., Torki, M., Mohammadi, H., 2018. Effects of dietary supplemental chromium methionine, zinc oxide, and ascorbic acid on performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens subjected to heat stress. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 1174-1184.
- Kong, I.N., Lamudji, I.G., Angkow, K.J., Insani, R.M.S., Mas, M.A., Pui, L.P., 2023. Application of edible film with asian plant extracts as an innovative food packaging: a review. *Coatings*, 13(2): 245.
- Lara, L.J., Rostagno, M.H., 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals (Basel)*, 3(2): 356-369.
- Le Bihan-Duval, E., Debut, M., Berri, C.M., Sellier, N., Sante-Lhoutellier, V., Jago, Y., Beaumont, C., 2008. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 9: 53.
- Lee, J.H., Lee, J.E., Paik, H.D., 2022. Immunomodulatory activity of egg yolk protein hydrolysates prepared by novel two-step hydrolysis: A study of mechanism and stability after in vitro digestion model. *Poultry Science*, 101(5): 101802.
- Mack, L.A., Felver-Gant, J.N., Dennis, R.L., Cheng, H.W., 2013. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poultry Science*, 92(2): 285-294.
- Mehaisen, G.M.K., Desoky, A.A., Sakr, O.G., Sallam, W., Abass, A.O., 2019. Propolis alleviates the negative effects of heat stress on egg production, egg quality, physiological and immunological aspects of laying Japanese quail. *PLoS One*, 14(4): e0214839.
- Mushtaq, T., Mirza, M.A., Athar, M., Hooge, D.M., Ahmad, T., Ahmad, G., Mushtaq, M.M.H., Noreen, U., 2007. Dietary sodium and chloride for twenty-nine- to forty-two-day-old broiler chickens at constant electrolyte balance under subtropical summer conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(2): 161-170.
- Nath, S., Aravindkumar, K., 2021. Hyperimmune Egg Yolk Antibodies (IgY): A Review. *Food Therapy and Health Care*, 3(4): 102-105.
- Nimalaratne, C., Wu, J., 2015. Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. *Nutrients*, 7(10): 8274-8293.
- Oluwagbenga, E.M., Fraley, G.S., 2023. Heat stress and poultry production: a comprehensive review. *Poultry Science*, 102(12): 103141.
- Onderci, M., Sahin, K., Sahin, N., Cikim, G., Vijaya, J., Kucuk, O., 2005. Effects of dietary combination of chromium and biotin on growth performance, carcass characteristics, and oxidative stress markers in heat-distressed Japanese quail. *Biological Trace Element Research*, 106(2): 165-176.

- Onderci, M., Sahin, N., Sahin, K., Kilic, N., 2003. Antioxidant properties of chromium and zinc: in vivo effects on digestibility, lipid peroxidation, antioxidant vitamins, and some minerals under a low ambient temperature. *Biological Trace Element Research*, 92(2): 139-150.
- Papadopoulos, G.A., Chalvatzi, S., Kopecky, J., Arsenos, G., Fortomaris, P.D., 2019. Effects of dietary fat source on lutein, zeaxanthin and total carotenoids content of the egg yolk in laying hens during the early laying period. *British Poultry Science*, 60(4): 431-438.
- Pereira, E.P.V., van Tilburg, M.F., Florean, E., Guedes, M.I.F., 2019. Egg yolk antibodies (IgY) and their applications in human and veterinary health: A review. *International Immunopharmacology*, 73: 293-303.
- Rostagno, M.H., 2020. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *Journal of Animal Science*, 98(4): skaa090.
- Sahin, K., Kucuk, O., Sahin, N., Sari, M., 2002. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation status, serum hormone, metabolite, and mineral concentrations of Japanese quails reared under heat stress (34 degrees C). *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 72(2): 91-100.
- Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gulcu, F., Yildiz, N., Avci, M., Kucuk, O., 2006. Responses of quail to dietary vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperatures. *Animal Feed Science and Technology*, 129(1-2): 39-48.
- Sahin, K., Orhan, C., Smith, M.O., Sahin, N., 2013. Molecular targets of dietary phytochemicals for the alleviation of heat stress in poultry. *Worlds Poultry Science Journal*, 69(1): 113-123.
- Sahin, K., Sahin, N., Kucuk, O., Hayirli, A., Prasad, A.S., 2009. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: a review. *Poultry Science*, 88(10): 2176-2183.
- Sahin, K., Sahin, N., Onderci, M., Yaralioglu, S., Kucuk, O., 2001. Protective role of supplemental vitamin E on lipid peroxidation, vitamins E, A and some mineral concentrations of broilers reared under heat stress. *Veterinari Medicina*, 46(5): 140-144.
- Sahin, N., Hayirli, A., Orhan, C., Tuzcu, M., Akdemir, F., Komorowski, J.R., Sahin, K., 2017. Effects of the supplemental chromium form on performance and oxidative stress in broilers exposed to heat stress. *Poultry Science*, 96(12): 4317-4324.
- Sahin, N., Hayirli, A., Orhan, C., Tuzcu, M., Komorowski, J.R., Sahin, K., 2018. Effects of the supplemental chromium form on performance and metabolic profile in laying hens exposed to heat stress. *Poultry Science*, 97(4): 1298-1305.
- Salueña, B.H., Gamasa, C.S., Rubial, J.M.D., Odriozola, C.A., 2019. CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science*, 157: 107889.
- Selye, H., 1976. Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Canadian Medical Association Journal*, 115(1): 53-56.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L., 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 37: 44-48.
- Vandana, G.D., Sejian, V., Lees, A.M., Pragna, P., Silpa, M.V., Maloney, S.K., 2021. Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *International Journal of Biometeorology*, 65(2): 163-179.
- Warner, R., 2014. *Encyclopedia of Meat Sciences*. In C. D. Michael Dikeman (Ed.), Measurement of water holding capacity and color: Objective and subjective, Academic Press, 163-171.
- Wasti, S., Sah, N., Mishra, B., 2020. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals (Basel)*, 10(8): 1266.

- Witte, V.C., Krause, G.F., Bailey, M.E., 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science*, 35(5): 582-585.
- Xiao, N., Zhao, Y., Yao, Y., Wu, N., Xu, M., Du, H., Tu, Y., 2020. Biological Activities of Egg Yolk Lipids: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(7): 1948-1957.
- Zaboli, G., Huang, X., Feng, X., Ahn, D.U., 2019. How can heat stress affect chicken meat quality?—a review. *Poultry Science*, 98(3): 1551-1556.
- Zmrhal, V., Lichovníková, M., Hampel, D., 2018. The effect of phytogenic additive on behavior during mild-moderate heat stress in broilers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*.

To Cite

Irmak, M., Denli, M., Kayri, V., Ipçak, H.H., Oduncu, F.M., Aldemir, E., 2024. Supplementing Broiler Quail Diets with Dried Egg Yolk under Heat Stress Conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 283-293.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11115788>.



Determination of the Prevalence and Economic Importance of Bee Parasitic Diseases in Devrekani District of Kastamonu Province

Burak ŞAHİN^{1*}, Burak ÖMEROĞLU², Melek KORKMAZ², Hümeysra ÖZGEN², Tuğba Nur EREN²

¹ Mersin University, Department of Veterinary, Technical Sciences Vocational School, Yenişehir, Mersin

² Kastamonu University, Devrekani TOBB Vocational High School, Veterinary Department, Devrekani, Kastamonu

*Corresponding author: burak.sahin@mersin.edu.tr

Abstract

Beekeeping activities, widely carried out around the world, hold significant importance in our country due to its rich vegetation and climate characteristics. There are parasitic, bacterial, viral, and fungal diseases that are crucial in beekeeping. Parasitic infestations such as Nosemosis, Varroasis, *Aethina tumida*, *Tropiaelaps* spp., and *Acarapis woodi* are notable among bee parasites. However, when reviewing the literature, it was noted that there are insufficient studies on bee parasitic diseases. Furthermore, there are no studies on bee parasitic diseases in the Devrekani district. The primary source of income for the people living in the Devrekâni district, where the study took place, is animal husbandry and agriculture. The aim of the study is to determine the prevalence and seasonal distribution of bee parasitic diseases in the Devrekani district, to provide information to beekeepers about bee farming, to identify ways to protect against diseases observed in bees, to minimize veterinary health costs with the precautions to be taken, and to prevent the spread of bee parasitic diseases seen in the district to neighboring provinces through migratory beekeeping. Additionally, the aim is to determine the economic loss due to the decrease in honey sales resulting from hive deaths due to parasitic diseases and the cost of establishing new hives. The research material consisted of samples suspected of parasitic diseases taken from 21 different beekeeping enterprises registered with the Devrekani District Directorate of Agriculture between May 2023 and January 2024. Samples were collected from the hives and placed in sterile sample bags. Diagnosis of samples suspected of parasitic diseases was conducted in the parasitology laboratory using a Nikon brand SMZ 745T model stereo microscope and NIS Elements-D software imaging program. As a result of the diagnosis, no bee parasitic diseases were found. The absence of bee parasitic diseases indicates the possibility of bee deaths due to bacterial, fungal, and viral diseases, and suggests that multidisciplinary studies can be conducted on this issue.

Research Article

Article History

Received :16.12.2023
Accepted :23.01.2024

Keywords

Bee
disease prevalence
economic loss
Kastamonu
parasite

1. Introduction

Beekeeping in Turkey and around the world has experienced a significant rise in recent years. When examined statistically, there is an increase in the number of hives, the number of beekeepers, and total honey production. Turkey has become an important region in beekeeping due to its surface area, climate, vegetation, and topographic characteristics. However, honey yield in Turkey is lower compared to developed countries. Among the factors causing low productivity are: lack of awareness of bee diseases and pests, insufficient care and feeding, limited technical knowledge and queen bee production, inadequate understanding of wintering, and lack of timely diagnosis, treatment, and protection methods (Doğanay, 1997; Borum, 2014).

With the transition of beekeeping from traditional production to modern methods, there has been a rapid increase in the world's bee population. Alongside the rise in the number of bee colonies, factors such as disruptions in queen bee production, lack of control over queen bee sales, buying and selling of bees between countries, an increase in migratory beekeeping, industrial development, shrinking beekeeping areas, and the widespread use of pesticides, particularly agricultural pesticides, have led to an increase in problems in the beekeeping sector. While some of these effects are partially mitigated, beekeeping has been exposed to another threat with global warming, which has become increasingly significant in recent years (Kurt, 2023).

Bee diseases are classified according to the factor causing the disease: bacterial (American and European Foulbrood, Septicemia), fungal (Chalkbrood and Stonebrood), viral (Bee Paralysis and Sacbrood), parasitic (*Varroa destructor*, *Acarapis woodi*), and protozoan (*Nosema apis*). Alternatively, depending on the host where the disease occurs, they can be classified as adult and brood bee diseases (Uygur and Girişgin, 2008).

Bee diseases and pests are very important as they reduce colony population development

and productivity and cause product and colony losses if not intervened in time. It is reported that varroosis, nosemosis, and arthritis diseases have become significantly more common in Turkey and around the World (Aydın et al., 2003a; Aydın et al., 2003b).

Nosema disease is one of the diseases affecting adult bees, and the disease agent is a protozoan called *Nosema apis*. *Nosema apis* spores are generally oval in shape, 4-6 µm long, and 2-4 µm wide (Shimanuki and Knox, 2000). *Nosema apis* spores were first detected by Zander in Germany in 1909. *Nosema apis* spores are widespread throughout the world, except for Central Africa (Genç and Dodoloğlu, 2002). The first information about infection caused by *Nosema apis* in our country was provided in 1952, and the first diagnosis of the disease was made in the Turkish Development Foundation Bee Diseases Laboratory, established in 1986 (Tutkun and İnci, 1992). Nosema disease, which is common in Turkey, especially in the Black Sea and Marmara Regions, is most prevalent in the spring months. In order to eradicate the disease, it is necessary to control humidity; otherwise, colony death is possible (Aydın et al., 2005). Since Nosema disease exhibits symptoms similar to those of pesticide poisoning and other diseases causing paralysis in bees, a definitive diagnosis is made after examining diseased bee samples in the laboratory (Uygur and Girişgin, 2008). The definitive diagnosis of the disease is made by observing Nosema spores under a microscope (Aydın et al., 2001).

Bee mite (*Varroa destructor*) is a very dangerous external parasite that lives on the larvae, pupae, and adults of the honey bee (*Apis mellifera L.*) and multiplies rapidly, causing mass death of bees. The parasite was transmitted to Russia and western countries through migratory beekeeping, queen and swarm trade, and entered Turkey from Bulgaria in 1977 (Kaftanoğlu, 2002). Symptoms known as "Parasitic Mite Syndrome" caused by *Varroa destructor* can also be observed. In colonies affected by Parasitic Mite Syndrome, the adult bee

population decreases, the egg-laying efficiency of the queen bee decreases, symptoms similar to brood rot appear, dotted holes emerge in the eyes of the young bees, and the eyes of the deceased young bees remain in a shape similar to the letter "C" (Uygur and Girişgin, 2008).

Braula coeca, from the order Diptera, known as the bee louse, was first diagnosed in our country in 1977. It is a brown ectoparasite that is 1 mm wide and 1.5 mm long (Uygur and Girişgin, 2008).

Tracheal mite, caused by *Acarapis woodi*, is a bee disease primarily affecting the respiratory system of worker bees. *Acarapis woodi* was first identified by Rennie in England in 1921 (Güleğen, 2002).

2. Material and Methods

The research material consisted of dead bee samples taken from 21 different beekeeping enterprises registered to Devrekani District Directorate of Agriculture between May 2023 and January 2024. Samples were taken from the hives and placed in sterile sample bags (Figure 1).



Figure 1. Examples of bees with suspected parasitic diseases

Identification of dead bee samples in the parasitology laboratory was made using a Nikon brand SMZ 745T model stereo

microscope and NIS Elements-D software imaging program (Figure 2, Figure 3, Figure 4).



Figure 2. Bee samples in sterile sample bags



Figure 3. Bee samples in a petri dish



Figure 4. Diagnosis of samples suspected of parasitic disease

3. Results and Discussion

As a result of the diagnosis of samples from 21 different beekeeping enterprises registered to Devrekani District Directorate of Agriculture, no bee parasitic disease was found. There are a limited number of studies in the literature on parasitic diseases in bees in our country.

In recent years, there have been molecular-based studies for the diagnosis of varroasis

disease (Damayo et al., 2023; Kipkoech et al., 2023). However, our study could not be carried out due to budget and technical impossibilities.

In a study conducted in Elazığ, the prevalence of *Nosema* infection was found to be 10% in Sivrice district and 4% in Elazığ center and Baskil (Şimşek et al., 2001). The frequency of *Nosema apis* in honey bees in Kars and surrounding areas was found to be 15.74%; in residential areas, it was 87.50%,

and in apiaries, it was 40% (Topçu and Arslan, 2004). In studies evaluating the prevalence of Nosema disease by region, Özbilgin et al. (1999) reported 2% in the Aegean Region; Yaşar et al. (2002) reported 30.4% in the Black Sea Region; Aydın et al. (2003a) found it to be 5% in Southern Marmara, and Sıralı and Doğaroğlu (2005) found it to be 6.5% in Thrace.

In the nationwide varroasis disease research conducted by the Ministry of Agriculture and Forestry between 1979 and 1981, it was determined that varroasis disease was present in 60 provinces except 7 provinces, and in 1983, it was determined that it had spread to all provinces. It has been determined that 41% of the hives in our country and 35% of the hives in the Southern Marmara Region are highly infected with *Varroa destructor* (Uygur and Girişgin, 2008).

In a study investigating enterprises located in Kırşehir province between 2009 and 2011 for bee diseases, it was determined that 65.3% of the enterprises had varroa, 18.4% had chalkbrood, 9.1% had foulbrood, and 5.1% had nosema disease (Tunca and Çimrin, 2012).

In Van province, Bingöl et al. (2014) determined the effect of the Varroa factor on colony losses to be 15.71%. A study conducted in Bingöl found that the colony loss rate in hives infected with varroasis was 25% (Kutlu and Gül, 2020).

As a result of the literature review, nosema infection was found in 2-87.5% and varroasis infection was found in 15.71-65.3% of apiaries in our country. In this study, no parasitic diseases were found in bees. It is thought that the reason for this is that diseases do not occur due to antiparasitic applications with the active ingredient amitraz at the beginning of spring and at the end of autumn, and the deaths seen in beeries may be of viral, bacterial and fungal origin (Anonymous, 2023).

4. Conclusion

As a result, the absence of bee parasitic diseases in the study area does not mean that the disease has been eradicated from that region, but it shows that bee deaths due to

bacterial, fungal and viral diseases are possible and multidisciplinary studies can be carried out on this issue together with other study areas. It is thought that this study may guide future research on varroasis in the Kastamonu region.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Funding

This study was supported by TUBITAK 2209-A University Students Research Projects Support Program in the 2nd Term of 2022. We would like to thank TUBITAK for their support.

Acknowledgment

This study was presented as a summary at the Gevher Nesibe 12th International Health Sciences Congress on 19-20 February 2024.

References

- Anonymous, 2023. URL-1. <https://santavet.com.tr/wp-content/uploads/2023/06/varroset-ari.pdf> (Date of access: 10.11.2023)
- Aydın, L., Güleğen, E., Çetinbas, H., 2001. Prevalence of *Nosema apis* (Zander, 1909) in honey bees in Bursa region. *Bültendif*, 17: 6-8.
- Aydın, L., Çakmak, I., Güleğen, E., Korkut, M., 2003a. Southern Marmara Region bee diseases and pests survey results. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 3(1): 37-40.
- Aydın, L., Girişgin, O., Kütükoğlu, F., Çakmak, S., 2003b. Drug use in beekeeping and compliance with the EU. *II. Marmara Beekeeping Congress*, Conference Proceedings Book, 28-30 April, Yalova.

- Aydın, L., Çakmak, İ., Güleğen, E., Wells, H., 2005. Honeybee Nosema disease in the Republic of Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 44(4): 196-197.
- Bingöl, M., Erkan, C., 2014. A Research on the Determination of Bee Diseases and Pests in Van Province. *Centenary University Journal of Agricultural Sciences*, 5(2): 14-20.
- Borum, E., 2014. Diagnosis of infection, fighting and protection methods in foulbrood infection of honeybees. *Uludağ Bee Journal*, 14(1): 44-55.
- Damayo, J.E., McKee, R.C., Buchmann, G., Norton, A.M., Ashe, A., Remnant, E.J., 2023. Virus replication in the honey bee parasite, *Varroa destructor*. *Journal of Virology*, 97(12): e01149-23.
- Doğanay, A., 1997. Some important diseases seen in bees in Turkey. *Journal of the Turkish Veterinary Association*, 9: 49-54.
- Genç, F., Dodoloğlu, A., 2002. Basic Fundamentals of Beekeeping. Atatürk University Faculty of Agriculture Course Publication, No: 166, Erzurum.
- Güleğen, A.E., 2002. Tracheal mite (*Acarapis woodi*) on honey bees. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 1(2): 27-29.
- Kaftanoğlu, O., 2002. General structure and basic problems of beekeeping in Turkey - II: *Varroa jacobsoni* and control methods. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 2(2): 4-6.
- Kipkoech, A., Okwaro, L.A., Muli, E., Lattorff, H.M.G., 2023. Occurrence and distribution of *Nosema ceranae* in honey bee colonies in the Comoros Islands. *Journal of Apicultural Research*, 62(5): 1197-1206.
- Kurt, M., 2023. Bee Diseases. <https://vetkontrol.tarimorman.gov.tr/samsun/Belgeler/Makaleler/ARI%20HASTALIKLARI.pdf> (Date of access: 10.11.2023)
- Kutlu, M.A., Gül, A., 2020. Colony losses (bee deaths) in Bingöl province, causes and recommendations. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 7(4): 867-873.
- Özbilgin, N., Alataş, İ., Balkan, C., Öztürk., A.İ., Karaca, Ü., 1999. Determining the main technical and economic characteristics of beekeeping enterprises in the Aegean region. *Anatolia*, 9(1): 149-170.
- Shimanuki, H., Knox, D.A., 2000. Diagnosis of Honey Bee Diseases. U.S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook No. AH-690*.
- Sıralı, R., Doğaroğlu, M., 2005. Survey results on bee diseases and pests in the Thrace Region. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 5: 71-78.
- Şimşek, H., Dilgin, N., Gültekin, I., 2001. Prevalence of nosematosis in bee farms in Elazığ and its surroundings. *Etlik Journal of Veterinary Microbiology*, 12: 49-52.
- Topçu, B., Arslan, M.Ö., 2004. The prevalence of nosemosis in honey bee in the province of Kars. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 164-170.
- Tunca, R.İ., Çimrin, T., 2012. Survey study on honey bee breeding activities in Kırşehir province. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2): 99-108.
- Tutkun, E., İnci, A., 1992. Honey Bee Pests, Diseases and Treatment Methods. Demircioğlu Printing, Ankara.
- Uygur, Ş.Ö., Girişgin, A.O., 2008. Honey bee diseases and pests. *Uludağ Beekeeping Magazine*, 8(4): 130-142.
- Yaşar, N., Güler, A., Yeşiltaş, H.B., Bulut, G., Gökçe, M., 2002. Determination of the general structure of beekeeping in the Black Sea region. *Mellifera*, 2(3): 15-24.

To Cite

Şahin, B., Ömeroğlu, B., Korkmaz, M., Özgen, H., Eren, T.N., 2024. Determination of the Prevalence and Economic Importance of Bee Parasitic Diseases in Devrekani District of Kastamonu Province. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 294-300.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11115933>.



***In Vitro* Koşullarda Besin Ortamına Eklenen Farklı Konsantrasyonlarda Tuz'un Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**

Ecem KARA^{1*}, Hatıra TAŞKIN², Gökhan BAKTEMUR¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ecemkara33@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, *in vitro* koşullar altında besin ortamına eklenen değişik konsantrasyonlarda (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) sodyum klorür (NaCl)'ün domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisi gelişimi üzerine etkileri saptanmıştır. Temel besin ortamı olarak Murashige ve Skoog (MS) kullanılmıştır. Deneme süresince çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%), gerçek su içeriği (%), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), gövde uzunluğu (mm), kök uzunluğu (mm) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri parametreleri incelenmiştir. Ortamlar arasında çimlenme oranı en fazla DA (0 mM NaCl) (% 80.00), DB (50 mM NaCl) (% 76.00) ve DC (100 mM NaCl) (% 75.60) ortamlarında belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi en kısa DA (3.19 gün) ortamında saptanmıştır. Tuz tolerans indeksi en düşük DE (200 mM NaCl) (% 81.25) ortamından elde edilmiştir. Deneme sonuçları dikkate alındığında, NaCl dozu arttıkça bitki gelişiminin yavaşladığı tespit edilmiştir.

Determination the Effects of Different Concentrations of Salt (NaCl) Added to the Nutrient Medium under *in vitro* Conditions on the Development of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Abstract

In this study, the effects of sodium chloride (NaCl) at different concentrations (0, 50, 100, 150 and 200 mM) added to the nutrient medium under *in vitro* conditions on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) development were determined. Murashige and Skoog (MS) was used as the basic nutrient medium. During the study; germination rate (%), average germination time (days), salt tolerance index (%), actual water content (%), stem fresh weight (g), stem dry weight (g), root fresh weight (g), root dry weight (g), stem length (mm), root length (mm) and visual scale evaluation parameters of tomato plants were examined. Among the nutrient media, the germination rate was found as the highest in DA (0 mM NaCl) (80.00%), DB (50 mM NaCl) (76.00%) and DC (100 mM NaCl) (75.60%) media. The shortest average germination time was determined in DA medium (3.19 days). The lowest salt tolerance index was obtained from DE (200 mM NaCl) (81.25%) medium. Considering the study results, it was determined that plant development slowed down as the NaCl dose increased.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :18.12.2023
Kabul Tarihi :28.01.2024

Anahtar Kelimeler

Abiyotik stres
tuzluluk
in vitro
domates

Research Article

Article History

Received :18.12.2023
Accepted :28.01.2024

Keywords

Abiotic stress
salinity
in vitro
tomato

1.Giriş

Yüksek tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık gibi başlıca abiyotik stres faktörleri, temel gıda ürünlerini üreten bitkilerin hayatta kalmasını, biyokütle üretimini ve verimini %70'e varan oranlarda olumsuz yönde etkilemektedir (Vorasoot ve ark., 2003; Kaur ve ark., 2008; Ahmad ve ark., 2010; Thakur ve ark., 2010; Mantri ve ark., 2012; Ahmad ve ark., 2012). Na ve Cl⁻ gibi minerallerin yüksek oranlarının bitki üzerindeki olumsuz etkisi tuz stresi olarak adlandırılır (Munns, 2005). Toprak tuzluluğunun insanlardan ve tarımdan çok önce var olduğu, ancak sorunun tarımsal uygulamalarla daha da kötüye gittiği bilinmektedir (Zhu, 2001). Tuz stresi, bitki büyümesi ve bitkisel üretim için en ciddi sınırlayıcı faktörlerden birisidir (Parihar ve ark., 2015).

Dünya genelinde en önemli küresel sorunlardan birisi de dünya çapında yeterli gıdanın sağlanamamasıdır. FAO, 2050 yılına kadar gıda ihtiyacında ciddi bir artış olacağını tahmin etmektedir (Cobb ve ark., 2013). Gıda üretimindeki talebi karşılamak için tarım alanlarında optimum koşullar sağlansa bile, gıda talebini gerçekleştirmenin kolay olmayacağı, hatta bitkisel üretim için arazi ve su kullanımının artması, iklim değişikliği ve abiyotik stres faktörleri nedeniyle tarım alanlarının daha da kötüye gideceği düşünülmektedir (Ruggiero ve ark., 2017).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünyada ve ülkemizde en fazla tüketilen sebze türüdür. Dünya genelinde domates yetiştiriciliği 4.9 milyon hektarlık bir alanda 186 milyon ton üretim ile gerçekleştirilmektedir. Domates üretiminin en fazla yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Mısır, İtalya, Meksika ve Brezilya'dır (FAO, 2022). Domates temel bir gıda ürünü olmasının yanı sıra sağlığa faydalı çeşitli bileşikler içermekte, kanser ve kalp hastalıkları riskini azaltabilme, beyin, cilt ve kemik sağlığını iyileştirebilme potansiyelinden bahsedilmektedir (Bhatkar ve ark., 2021). Domates özellikle taze olarak tüketilse de salça, sos, turşu, konserve gibi farklı şekillerde işlenmiş olarak da

kullanılmakta, sanayiye hammadde sağlamaktadır. Domatesin yüksek nem içeriği (>% 90) taze formda saklanabilmesini büyük ölçüde kısıtlamakta, bu nedenle hasat sonrası kayıpları önlemek için uygun işleme ve muhafaza tekniklerinin uygulanması gerekmektedir (Pravitha ve ark., 2024).

Bitki doku kültürü veya hücrelerin, dokuların, organların ve bunların bileşenlerinin tanımlanmış fiziksel ve kimyasal koşullar altında *in vitro* aseptik kültürü hem temel hem de uygulamalı çalışmalarda ve ticari uygulamalarda önemli bir araçtır (Thorpe, 2007). Son yıllarda doku kültürü teknikleri, stres değerlendirmesi çalışmalarında geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Doku kültürü teknikleri ile farklı stres denemelerinin yapılması, sınırlı bir alanda büyük popülasyonları test etme olanağı sunması ve çevresel koşulların kontrol edilmesine olanak sağlanması nedeni ile avantajlı olmaktadır (Pérez-Tornero ve ark., 2009; Vives-Peris ve ark., 2017; Pérez-Jiménez ve Pérez-Tornero, 2020). Yapılan bu çalışmada, *in vitro* koşullarda besin ortamına eklenmiş farklı konsantrasyonlarda (0 (kontrol), 50, 100, 150, 200 mM) sodyum klorür (NaCl)'ün domates bitkisinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma ile bitki üzerinde tuz stresi etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenip belirlenemeyeceğinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2023 yılında, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi (SBTÜ) bitki doku kültürü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Falcon standart domates çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada besin ortamları, NaCl'nin farklı dozlarının (0, 50, 100, 150, 200 mM) eklenmesiyle hazırlanmıştır (Tablo 1). Çalışmada temel besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Besin ortamlarının pH'sı 5.8 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamları, otoklavda 1.2 atm basınçta, 121°C'da ve 15 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Sterilizasyon sonrası besin ortamlarının, 60 mm çaplı steril plastik petrilere steril kabinde dökümü sağlanmıştır.

Domates tohumları yüzey sterilizasyonu amacıyla, % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dakika bekletilmiş ve steril edilmiş bidistile su ile en az beş defa durulanmıştır. Sterilizasyon sonrası domates tohumlarının, her petride beş tohum olacak

şekilde petrilere ekimi sağlanmıştır. Petriler, bitki büyütme odasında $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık koşullarında, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde 3000 lüks ışık koşullarında gelişmeye bırakılmıştır.

Tablo 1. Besin ortamlarının kodları

Konsantrasyonlar	NaCl
Kontrol (0)	DA
50 mM	DB
100 mM	DC
150 mM	DD
200 mM	DE

2.1. Denemede yapılan ölçümler

Denemede çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün) (Kaya ve ark., 2006) tuz tolerans indeksi (%) (Rahman ve ark., 2008; Khayatnezhad ve ark., 2011; Güldüren, 2012; Aydın ve Atıcı, 2015), gerçek su içeriği (%), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), (Keleş, 2019) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri (Daşgan ve ark., 2002) parametreleri her bitkide değerlendirilmiştir.

2.2. Sonuçların değerlendirilmesi

Çalışma, 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 5 petri olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Yüzde değerler açı transformasyonuna tabi tutularak % 5 önem düzeyine göre karşılaştırılmıştır. İstatistik analizler, JMP programı kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 2'de besin ortamına eklenmiş farklı dozlarda eklenmiş NaCl'nin domates tohumlarının çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%) ve gerçek su içeriği (%) üzerine olan etkilerinin sonuçları verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, ortamlar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme, istatistiksel olarak aynı grupta yer alan DA (% 80.00), DB (% 76.00) ve DC (% 75.60) ortamlarında görülmüştür. Ortalama

çimlenme süresi açısından en hızlı çimlenme DA (3.19 gün), en yavaş çimlenme ise DE (5.76 gün) ortamından elde edilmiştir. Tuz tolerans indeksi en yüksek DA (% 99.80), en düşük DE (% 81.25) ortamında belirlenmiştir. Gerçek su içeriği açısından en yüksek değer DA (% 93.98) ortamında tespit edilmiştir. Fallahi ve ark. (2015), roka tohumlarının 100 mM NaCl'ye kadar tuz stresinden önemli ölçüde etkilenmediğini ve NaCl dozunun artmasıyla önemli derecede azaldığını (200 mM NaCl'de kontrole göre % 60 azaldığını) bildirmiştir. Abdel-Farid ve ark. (2020), *in vitro* ve *in vivo* koşullarda hıyar ve domates tohumlarına farklı konsantrasyonlarda NaCl (25, 50, 100 ve 200 mM) uygulayarak tohum çimlenme durumu ve fide büyümesini belirledikleri çalışmalarında, 200 mM tuz dozunun hıyar tohumlarında çimlenme süresini geciktirdiğini, domateste ise NaCl konsantrasyonunun tamamında çimlenme yüzdesinin, tohum çimlenme hızının ve fide büyümesinin önemli derecede etkilendiğini tespit etmişlerdir. Kara ve Baktemur (2023a), tuz stresi altında havuç bitkisinin büyüme performansını belirledikleri çalışmalarında, en fazla gerçek su içeriğini HA (Kontrol, %87.38) ortamında en az gerçek su içeriğini ise HD (300 mM, % 81.02) ortamında belirlemişlerdir. Sunulan bu denemenin sonuçları incelendiğinde, NaCl konsantrasyonu yükseldikçe gelişmenin yavaşladığı tespit edilmiş ve durum literatürde de benzer olmuştur.

Tablo 2. Değişik dozlarda NaCl eklenerek hazırlanan besin ortamlarındaki çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tuz tolerans indeksi ve gerçek su içeriği (%)

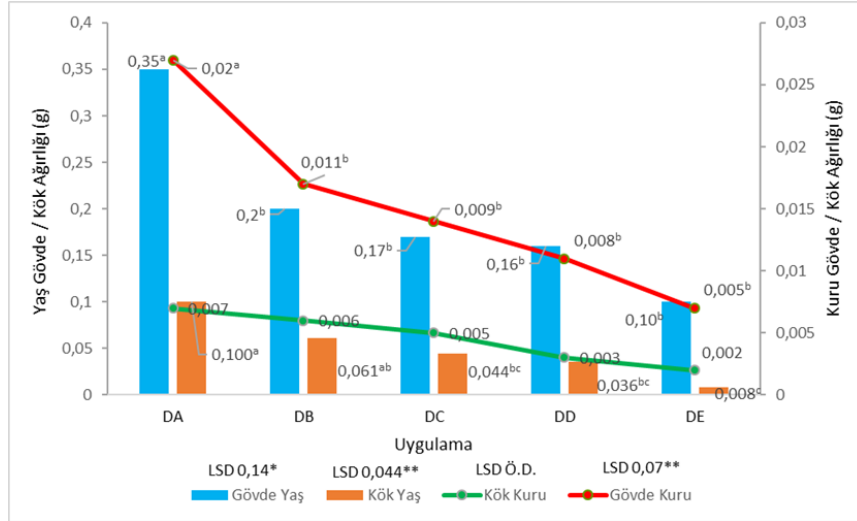
Uygulama	Ç.O. (%)	O.Ç.S (gün)	T.T.İ (%)	G.S.İ (%)
DA	80.00 ^a (63.44)	3.19 ^f	99.80 ^a (87.44)	93.98 ^a (75.80)
DB	76.00 ^a (60.67)	5.44 ^b	95.00 ^b (77.08)	92.94 ^{ab} (74.59)
DC	75.60 ^a (60.00)	5.49 ^b	93.75 ^b (75.52)	92.45 ^b (74.05)
DD	70.00 ^b (56.79)	5.58 ^b	87.50 ^c (69.30)	92.44 ^b (74.04)
DE	65.00 ^b (53.73)	5.76 ^a	81.25 ^d (64.34)	91.59 ^b (73.14)
LSD	5.13***	0.18***	2.61***	1.41*

* Çimlenme Oranı: (Ç.O.), Ortalama Çimlenme Süresi: (O.Ç.S), Tuz Tolerans İndeksi: (T.T.İ), Gerçek Su İçeriği: (G.S.İ).

Besin ortamına eklenmiş farklı konsantrasyonlarda NaCl'nin denemede kullanılan domates çeşidinin gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkilerine dair veriler Şekil 1'de sunulmuştur. Farklı ortamların gövde yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gövde yaş ağırlığı en fazla DA (0.35 g) ortamında belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlığı en fazla DA (0.020 g) ortamında elde edilirken, en az gövde kuru ağırlığı aynı grupta yer alan DB (0.011 g), DC (0.009), DD (0,008 g) ve DE (0.005 g) besin ortamlarında görülmüştür. Kök yaş ağırlığı en fazla DA (0.100 g), en az ise DE (0.008 g) ortamlarında saptanmıştır.

Kıran ve ark. (2015), bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi altında tepkilerini belirledikleri çalışmalarında, 100 mM NaCl dozunun bitkiler 4-5 gerçek yapraklı döneme geldiğinde yeşil aksam yaş ağırlığında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Seth (2018), beş ticari domates çeşidinde tuzluluk toleransında genotipik varyasyonu değerlendirmek üzere yaptığı çalışmada, 100 mM NaCl'nin bitkide sürgün/kök uzunluğunu ve yaş/kuru ağırlığını azalttığını tespit etmiştir. Alay ve ark. (2023), farklı tuz yoğunluklarının

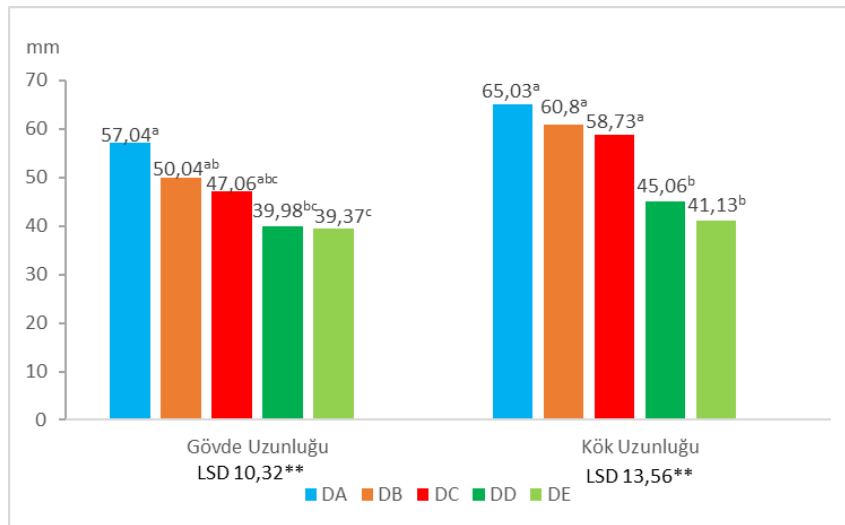
kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) bitkisi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, tuz dozu arttıkça yaş bitki ağırlığında % 79, kuru bitki ağırlığında %84 oranında azalış olduğunu bildirmişlerdir. Baktemur (2023), *in vitro* koşullarda değişik dozlarda NaCl'nin kabak bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında, en yüksek kök yaş ağırlığını KD (150 mM, 3.78 g) ortamından, en düşük ise KF (250 mM, 2.03 g) ortamından elde etmiştir. Kereçin ve Öztürk (2023), soya bitkisinin tuz stresine karşı tolerans seviyesini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, tuz stresinin; çimlenme, fide gelişimi ve vejetatif gelişme aşamalarında bitki metabolizmasını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Kara ve Baktemur (2023b), *in vitro* koşullarda tere tohumlarını farklı NaCl konsantrasyonlarında (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) tutarak bitki gelişim durumlarını inceledikleri çalışmalarında, en yüksek gövde yaş ağırlığını TRA (Kontrol, 0.200 g) ve TRB (50 mM, 0.183 g), en düşük gövde yaş ağırlığını ise TRF (250 mM, 0.066 g) ve TRG (300 mM, 0.040 g) ortamlarında saptamışlardır. Deneme sonuçlarımız literatürle uyumlu görünmektedir.



Şekil 1. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisi yaş gövde kuru ağırlığı ve yaş kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Şekil 2’de besin ortamlarına eklenen farklı dozlarda NaCl’nin denemede kullanılan domates çeşidinin gövde ve kök uzunlukları üzerine etkisine ait veriler sunulmuştur. İstatistiksel olarak ortamlar arasındaki fark, önemli bulunmuştur. En fazla gövde uzunluğu DA (57.04 mm) ortamından elde edilirken, en kısa gövde uzunluğu DE (39.37 mm) ortamında saptanmıştır. Kök uzunluğu değerleri incelendiğinde, en uzun kök aynı grupta yer alan DA (65.03 mm), DB (60.80 mm) ve DC (58.73) ortamlarında tespit edilmiştir. Loganayaki ve ark. (2020), dört farklı sebze türünde (domates, biber, hıyar ve

bamya) tuzluluğun bitkilerin çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki etkilerini belirledikleri çalışmalarında, artan NaCl konsantrasyonu sonucunda kırmızı biber hariç tüm türlerde sürgün uzunluklarının azaldığı tespit edilmiştir. Mahmood ve Pırlak (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, *in vitro* ve *in vivo* ortamlarda aronya bitkisinin tuz stresine karşı verdiği tepkiler incelenmiş ve çalışma sonucunda tuz dozlarının yükselmesi sonucunda bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, klorofil içeriği ve protein içeriğinin azaldığı bildirilmiştir.

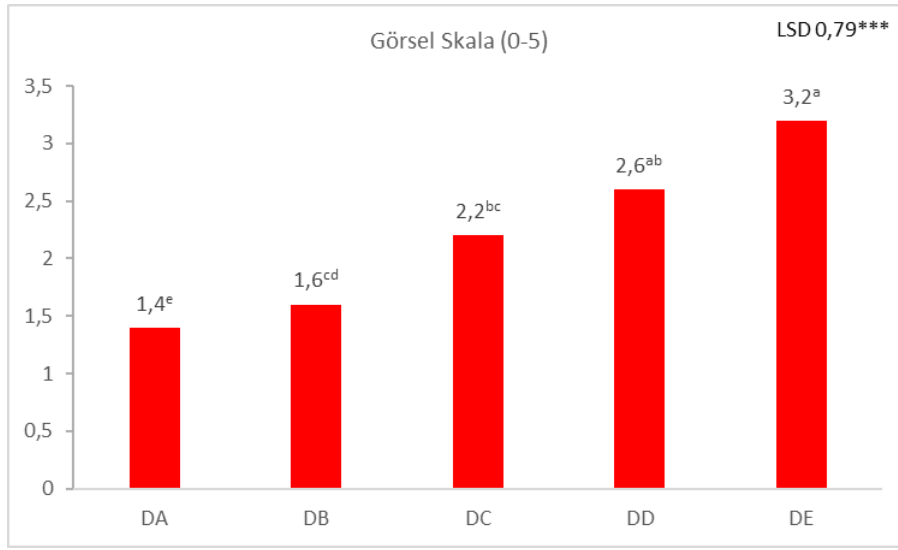


Şekil 2. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisi gövde ve kök uzunluğu üzerine etkileri

Şekil 3'te besin ortamlarına eklenen farklı dozlarda NaCl'nin denemede kullanılan domates çeşidinin görsel skala değerlendirilmesine ait sonuçlar sunulmuştur. Ortamlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sunulan bu çalışmada, tuzluluk konsantrasyonunun artmasıyla domates bitkisinin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Buna göre en az zararlanma DA (1.4) en fazla zararlanma ise DE (3.2) ortamında belirlenmiştir. Saraçoğlu ve Akat (2022), farklı tuzluluk konsantrasyonlarının,

topraksız süs lahanası yetiştiriciliğindeki gelişim düzeyini belirledikleri çalışmada, görsel skala değerleri en düşük tuzluk düzeyi konularında elde etmiştir.

Baktemur (2023), *in vitro* koşullarda değişik dozlarda sodyum klorür eklenen ortamlarda kabak bitkisinin skala değerlerini incelediği çalışmasında, dozlar arttıkça bitkilerde zararlanmanın arttığını belirtmiştir. Çalışma sonuçları dikkate alındığında, literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisindeki görsel ölçek değerlendirilmesi

4.Sonuçlar

Sunulan bu çalışmada, besin ortamlarına eklenmiş farklı dozlarda NaCl'nin *in vitro* koşullarda domates bitkisi gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%), gövde uzunluğu (mm), kök uzunluğu (mm), gerçek su içeriği (%), gövde yaş- kuru ağırlığı (g), kök- kuru ağırlığı (g) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri parametreleri incelenmiştir. Deneme süresince yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda, tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerin gelişiminde aksamalar tespit edilmiştir. Bu beklenen bir durumdur. Bu çalışmada, *in vitro* koşullar altında yapılan denemelerde bu azalmanın

tespit edilebilip edilemeyeceğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. *In vitro* koşullarda bu şekilde belirleyici sonuçlara ulaşılabilmesi, fazla sayıda genotipin tuzluluk stresine tepkilerinin hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilme olanağı açısından önemli olacaktır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Abdel-Farid, I.B., Marghany, M.R., Rowezeck, M.M., Sheded, M.G., 2020. Effect of salinity stress on growth and metabolomic profiling of *Cucumis sativus* and *Solanum lycopersicum*. *Plants*, 9(11): 1626.
- Ahmad, P., Hakeem, K.R., Kumar, A., Ashraf, M., Akram, N.A., 2012. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(11): 2694–2703.
- Ahmad, P., Jaleel, C.A., Salem, M.A., Nabi, G., Sharma, S., 2010. Roles of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30: 161–175.
- Alay, F., Birol, M., Demir, E., Çankaya, N., 2024. Kamış topunun (*Festuca arundinacea* Schreb.) tuzluluk stresine (NaCl) karşı büyüme tepkisinin araştırılması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1): 57–71.
- Aydın, İ., Atıcı, Ö., 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2): 1–15.
- Baktemur, G., 2023. *In Vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlarda sodyum klorür içeren besin ortamlarının kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisi gelişimine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 873–882.
- Bhatkar, N.S., Shirkole, S.S., Mujumdar, A.S., Thorat, B.N., 2021. Drying of tomatoes and tomato processing waste: A critical review of the quality aspects. *Drying Technology*, 39: 1–25.
- Cobb, J.N., Declerck, G., Greenberg, A., Clark, R., McCouch, S., 2013. Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 126: 867–887.
- Daşgan, H.Y., Aktas, H., Abak, K., Çakmak, İ., 2002. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, 163: 695–703.
- Fallahi, H.R., Fadaeian, G., Gholami, M., Daneshkhah, O., Hosseini, F.S., Aghhavan-Shajari, M., Samadzadeh, A., 2015. Germination response of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stresses. *Plant Breeding and Seed Science*, 71: 97–108.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), (Erişim Tarihi: 10.02.2024).
- Güldüren, Ş., Elkoca, E., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 29-41.
- Kara, E., Baktemur, G., 2023b. Bahçe teresinin (*Lepidium sativum* L.) *in vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlarda NaCl içeren besin ortamlarında gelişim düzeyinin belirlenmesi. *Sivas II. International Conference on Scientific and Innovation Research*, Kongre Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül, Sivas, s. 1191-1200.
- Kara, E., Baktemur, G., 2023a. Farklı Tuz Seviyelerinin *In Vitro* Koşullarda Havuç (*Daucus carota* L.) Bitkisi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Akdeniz 10th International Conference on Applied Sciences*, Kongre Bildiriler Kitabı, 02-05 Kasım, s. 280–286.
- Kaur, G., Kumar, S., Nayyar, H., Upadhyaya, H.D., 2008. Cold stress injury during the pod-filling phase in chickpea (*Cicer arietinum* L.) effects on quantitative and qualitative components of seeds. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194: 457-464.

- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4): 291-295.
- Keleş, B., 2019. *İn Vitro* kültür koşulları ve tuzluluk (NaCl) stresi altında çimlendirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinde meydana gelen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.
- Kereçin, G., Öztürk, F., 2024. Salisilik asit ve tuz stresi uygulamalarının bazı soya (*Glycine max.* L.) çeşitlerinin fide gelişimi üzerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 25-35.
- Khayatnezhad, M., Gholamin, R., 2011. Effects of salt stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. *African Journal of Biotechnology*, 10: 12909–12915.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1): 20-30.
- Loganayaki, K., Tamizhmathi, S., Brinda, D., Gayathri, S., Mary, M.C., Mohanlal, V.A., 2020. *In vitro* evaluation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chilli (*Capsicum annum* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.) and bhendi (*Abelmoschus esculentus* L.) for salinity stress. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2): 2364-2367.
- Mahmood, M.S., Pırlak, L., 2023. Aronya (*Aronia melanocarpa*) fidanlarının *in vitro* ve *in vivo* şartlarda tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. *International Conference on Scientific and Innovative Studies* 1: 86–91.
- Mantri, N., Patade, V., Penna, S., Ford, R., Pang, E., 2012. Abiotic stress responses in plants: present and future. In: Ahmad P, Prasad MNV (Eds) Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability. Springer, New York.
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645–663.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*, 15: 473–497.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P., Prasad, S.M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 4056–4075.
- Pérez-Jiménez, M., Pérez-Tornero, O., 2020. *In vitro* plant evaluation trial: Reliability test of salinity assays in citrus plants. *Plants*, 9(10): E1352.
- Pérez-Tornero, O., Tallón, C.I., Porras, I., Navarro, J.M., 2009. Physiological and growth changes in micropropagated *Citrus macrophylla* explants due to salinity. *Journal of Plant Physiology*, 166(17): 1923-1933.
- Pravitha, M., Dipika Agrahar, M., Ajesh Kumar, V., 2024. Recent developments in tomato drying techniques: A comprehensive review. *Journal of Food Process Engineering*, 47(2): e14550.
- Rahman, M., Soomro, U.A., Haq, M.Z., Gul, S., 2008. Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4: 398–403.
- Ruggiero, A., Punzo, P., Landi, S., Costa, A., Van Oosten, M.J., Grillo, S., 2017. Improving plant water use efficiency through molecular genetics. *Horticulturae* 3(2): 31.
- Seth, R., 2018. Assessment of salinity tolerance in tomato cultivars grown in Maharashtra, India. *Annals of Plant Sciences*, 7(5): 2259.

- Thakur, P., Kumar, S., Malik, J.A., Berger, J.D., Nayyar, H., 2010. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 67: 429–443.
- Thorpe, T., 2007. History of plant tissue culture. *Methods in Molecular Biology*, 37: 169–180.
- Vives-Peris, V., Gómez-Cadenas, A., Pérez-Clemente, R.M., 2017. Citrus plants exude proline and phytohormones under abiotic stress conditions. *Plant Cell Reports*, 36: 1971–1984.
- Vorasoot, N., Songsri, P., Akkasaeng, C., Jogloy, S., Patanothai, A., 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 25: 283–288.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6: 66–71.

Atıf Şekli

Kara, E., Taşkın, H., Baktemur, G., 2024. In Vitro Koşullarda Besin Ortamina Eklenen Farklı Konsantrasyonlarda Tuz'un Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 301-309.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11123176>.

To Cite

Kara, E., Taşkın, H., Baktemur, G., 2024. Determination the Effects of Different Concentrations of Salt (NaCl) Added to the Nutrient Medium under in vitro Conditions on the Development of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 301-309.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11123176>.



Impact of Salicylic Acid Foliar Application on Growth, Nutrient Uptake, and Physiological Responses of Pepper Plants under Deficit Irrigation

Kemal Yalçın GÜLÜT^{1*}, Gamze TAZE¹

¹ Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Adana

*Corresponding author: kygulut@cu.edu.tr

Abstract

This study examines the impact of foliar application of salicylic acid (SA) at various concentrations on the growth, nutrient uptake, and physiological responses of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) subjected to different levels of deficit irrigation. Pepper plants were exposed to three irrigation regimes (full irrigation, 75% field capacity, and 50% field capacity) and four SA concentrations (0 mM, 0.25 mM, 0.50 mM, and 1.0 mM). Decreasing irrigation levels led to significant reductions in fresh shoot weight, dry shoot weight, root dry weight, and plant height, with reductions of up to 66% observed under severe drought conditions. However, foliar application of SA mitigated these reductions, with an 18% increase in fresh shoot weight and up to 50% increase in root dry weight observed at the highest SA concentration (1.0 mM). Analysis of nutrient contents in fresh shoots revealed higher concentrations of several macro and micronutrients under reduced irrigation levels, attributed to the dilution effect. SA application positively correlated with increased uptake of essential nutrients, particularly potassium, magnesium, and calcium. Chlorophyll and carotenoid contents remained unaffected by SA application or irrigation levels. Relative water content varied across SA treatments and irrigation levels, indicating potential alterations in water status. Electrical conductivity measurements showed variability among treatments, suggesting changes in membrane permeability. Overall, our findings underscore the potential of SA foliar application to mitigate the adverse effects of deficit irrigation on pepper plant growth and nutrient uptake, offering insights for enhancing plant productivity and resilience to drought stress in arid and semi-arid regions.

Research Article

Article History

Received :20.12.2023
Accepted :29.01.2024

Keywords

Salicylic acid
foliar application
water stress
plant physiology
macronutrients
micronutrients
drought tolerance

1. Introduction

Climate change poses a significant threat to global food security, with rising temperatures and reduced water availability jeopardizing crop productivity. Future projections indicate that water shortages will affect a staggering 50% of agricultural land by 2050 (Hasanuzzaman et al., 2019). Water scarcity remains a critical impediment to plant productivity and soil fertility, hindering plant growth, development, and ultimately, yield (Dietz et al., 2021; Özdoğan et al., 2021). Drought stress, a consequence of water scarcity, presents multifaceted challenges for plants, including water deficiency, hampered transpiration, and disrupted physiological metabolism. These factors ultimately lead to decreased yield and increased vulnerability to biotic stresses (Farooqi et al., 2020). The detrimental effects are observed across diverse crop species, including wheat, cotton, and pepper (Alotaibi et al., 2023; Zafar et al., 2023; Işık, 2012). Understanding plants responses to drought stress is crucial for developing effective strategies to mitigate its impact.

Salicylic acid (SA), a key phytohormone, has emerged as a promising regulator of plant physiological processes and stress responses, including drought tolerance (Zhang et al., 2016; Maruri-López et al., 2019), acting as a crucial plant signaling molecule in the defense response (Gorni et al., 2017). SA exhibits a multifaceted role in plant resilience, not only mitigating abiotic stresses but also enhancing resistance to biotic stress factors (Wei et al., 2018; Pasternak et al., 2019). Research suggests that SA application can modulate plant growth and development under both normal and stress conditions, highlighting its potential for agricultural applications (Kim and Hwang 2011; Sadeghi et al. 2013; Chakma et al., 2021; Shaukat et al., 2022). Additionally, SA's antioxidative properties play a crucial role in alleviating oxidative stress in plants, thereby enhancing their resilience to environmental challenges (Li et al., 2019). Furthermore, SA application has been linked to increased production of nitric oxide (NO), which aids in mitigating reactive oxygen

species (ROS)-induced damage in plant cells (Rai et al., 2020).

Numerous studies have documented SA's role in mitigating various stresses (Kereçin and Öztürk, 2024). For instance, Shemi et al., (2021) have shown that SA application counters the negative effects of water deficit by increasing gas exchange characteristics in plants, while water deficit alone reduces stomatal conductance, transpiration, and CO₂ assimilation. SA application has been found to alleviate the adverse effects of boron toxicity in maize plants (Nawaz et al., 2020) and mitigate heavy metal stress-induced damage (Sharma et al., 2020). SA's beneficial effects have also been observed in enhancing yield and quality parameters in crops such as garlic (Shama et al., 2016) and basil (Kaya and İnan, 2017) under stress conditions. Furthermore, SA application has been linked to improved growth, biomass accumulation, and maintenance of photosynthetic pigments in *Portulaca oleracea* plants under water deficit stress (Saheri et al., 2020).

In the context of pepper cultivation, where water availability significantly influences yield and quality, understanding the interaction between SA application and water stress becomes paramount. Studies evaluating the response of red pepper plants to limited irrigation levels have underscored the importance of water management in pepper production, emphasizing the need for sustainable irrigation practices (Gençoğlan et al., 2006). Furthermore, investigations into the effects of SA application on pepper plants under drought stress have provided valuable insights into its potential for enhancing plant resilience and mitigating the adverse effects of water scarcity (Dorji et al., 2005).

This study aims to investigate the impact of foliar SA application on the growth, nutrient uptake, and stress tolerance of pepper plants under different water regimes. By examining the physiological and biochemical responses of pepper plants to SA under varying water levels, we aim to provide insights into

strategies for improving pepper production under water-limited conditions.

2. Materials and Methods

2.1. Experimental soil

The soil used in the experiment was obtained from Ariklı Series located in the research and application farm of the Faculty of Agriculture of Çukurova University. The soil used in the greenhouse experiment exhibited specific physical and chemical properties, as outlined in Table 1. The soil was characterized by a clay content of 17.5%, indicating a moderate presence of fine particles. Additionally, the soil contained a significant proportion of silt, constituting 62.5% of its composition. The soil had a lime content of 29.1 g kg⁻¹, indicating a neutral to slightly alkaline pH environment. This pH level of 7.6 is within the optimal range for most crops,

facilitating nutrient availability and uptake by plants. Organic matter (OM) content in the soil was 1.29%, indicating a moderate level of organic material. Electrical conductivity (EC) of the soil was 0.21 dS m⁻¹, indicating low levels of soluble salts. This is favorable for plant growth as excessive salt levels can inhibit nutrient uptake and lead to physiological stress in plants. The soil was rich in potassium (K), with a concentration of 1489.5 g kg⁻¹. Phosphorus (P) content in the soil was 23.2 g kg⁻¹, indicating an adequate supply of this essential nutrient for plant growth and development. Iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), and copper (Cu) were present in the soil at concentrations of 2.9 g kg⁻¹, 0.53 g kg⁻¹, 8.8 g kg⁻¹, and 1.6 g kg⁻¹, respectively. Overall, the soil used in the greenhouse experiment exhibited favorable physical and chemical properties conducive to plant growth and development.

Table 1. Some of physical and chemical properties of soil used in the greenhouse experiment (Güleç and Şenol, 2002)

Clay	Silt	Sand	Lime	OM	pH	EC	K	P	Fe	Zn	Mn	Cu
						ds m ⁻¹	g kg ⁻¹					
17.5	62.5	20.0	29.1	1.29	7.6	0.21	1489.5	23.2	2.9	0.53	8.8	1.6

2.2. Plant material and experimental design

The experiment was conducted at the Research and Application Greenhouses of the Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Çukurova University. Temperature, relative humidity and light density in the greenhouse fluctuated between 25 and 35 °C, 70 and 85% and 25 and 28 klux, respectively, during the experiment. The experiment was set up in a randomized complete block design with 7 replications. The experimental treatments consisted of three drought stress levels (full irrigation, 100% of field capacity; moderate stress, 75% of field capacity; and severe stress, 50% of field capacity) assigned to main plot and four exogenous foliar applications (control, water; SA1, 0.25 mM SA (SA2), 0.50 mM SA(SA3) and 1.0 mM SA (SA4)) as subplot.

In this study, Demre pepper variety was used as the plant material. Pepper (*Capsicum annuum* L.) were provided by South Fidagro

seed company. The seedlings were carefully transplanted into individual plastic pots filled with 2 kg of soil. The initial fertilization applied to the soil used consisted of; 200 mg kg⁻¹ N (CaNO₃.4H₂O), 100 mg kg⁻¹ P, and 125 mg kg⁻¹ K (KH₂PO₄), 2 mg kg⁻¹ Zn (ZnSO₄.7H₂O), and 1 mg kg⁻¹ Fe (Fe-EDTA). One plant was planted in each pot. Drought treatment was started 17 days after planting. During the following days, the water levels of the plants in the control were maintained at field capacities by weighing the plants 2 or 3 times a day. Water requirement was met with distilled water. Salicylic acid applications were prepared as solutions of 0, 0.25, 0.50, and 1.0 mM (% 0.01 Tween-20) applied foliarly. When preparing salicylic acid, the weighed SA amount for each dose was dissolved in 1 ml of ethanol and a small amount of distilled water was added. Then, the pH of SA was adjusted to a value between 5.5-6.0 using 0.1 N NaOH, and the solution was made up to 1 liter. Tween-

20 was added to the prepared SA solution to a concentration of 0.01%. The first salicylic acid application was made 14 days after planting, and the second application was made 26 days after planting. Pure water (% 0.01 Tween-20) was used for the control dose of salicylic acid.

The plants were harvested at 41st day of the experiment. Before harvesting the plants, the heights of the plants were measured, and they were harvested as root and fresh parts. Roots were carefully washed by removing the soils in each pot with tap water. The fresh parts and roots of the plants were dried in an oven at 70°C for at least 48 hours. The dried fresh parts and roots were weighed, and the fresh parts were ground in an agate mill to prepare them for analysis.

2.3. Plant analysis

2.3.1. Plant nutrient analysis

The ground plant samples were incinerated by microwave digestion method to determine the concentrations of phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), copper (Cu), manganese (Mn), iron (Fe), and zinc (Zn) (Jones and Case, 1990). Accordingly, 0.2 g of ground samples were weighed and digested with 2 ml of H₂O₂ and 5 ml of HNO₃ in a microwave digestion set. After cooling, 13 ml of distilled water was added to the samples, and the final volume was adjusted to 20 ml and filtered. The

concentrations of K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, and Zn in the filtrate were determined by Atomic Absorption Spectrometry (AAS). The phosphorus concentration in the plant sample were determined using a vanado molybda phosphoric acid method with a spectrophotometer (Kuo, 1996).

2.3.2. Chlorophyll and carotenoid content

Approximately 0.1 g of fresh leaf samples were homogenized in 12 ml of 80% acetone in a ceramic mortar. After this process, the samples were filtered through coarse filter paper, and the absorbances at 652 nm wavelength were determined spectrophotometrically (Wellburn, 1994).

Leaf fresh weights (LFW) totaling 0.05 g were meticulously gathered from each treatment, followed by thorough mixing with an extraction solution comprising an 80% acetone to absolute ethanol ratio (1:1). Subsequently, this mixture was transferred into a 1.5 ml microcentrifuge tube and centrifuged at 10,000 rpm. The resulting transparent extract underwent analysis using a UV-Vis spectrophotometer (Hitachi U-2000; Hitachi, Tokyo, Japan), with absorbance values for chlorophyll A, B, and carotenoids recorded at wavelengths of 663 nm, 645 nm, and 470 nm, respectively. The calculations were carried out using the following equations (Eq.1 – 4):

$$\text{Chlorophyll A} = [(12.25 \times A_{663}) - (2.55 \times A_{645})] \times [1/(100 \times \text{LFW})] \quad \text{Eq. 1}$$

$$\text{Chlorophyll B} = [(20.30 \times A_{645}) - (4.91 \times A_{663})] \times [1/(100 \times \text{LFW})] \quad \text{Eq. 2}$$

$$\text{Total Chlorophyll (A + B)} = [(7.34 \times A_{663}) + (17.76 \times A_{645})] \times [1/(100 \times \text{LFW})] \quad \text{Eq. 3}$$

$$\text{Carotenoids} = [(4.46 \times A_{441}) - (\text{Total Chlorophyll})] \times [1/(100 \times \text{LFW})] \quad \text{Eq. 4}$$

2.3.3. Membrane permeability

Membrane permeability was conducted according to Cakmak and Marschner (1987). Accordingly, leaves cut with a 1 cm diameter disc were incubated in deionized water at room temperature for 24 hours, and then the electrical conductivity (EC, %) of the medium

was measured. After this measurement, the same medium was heated with leaf samples up to 105°C, and after heating, the EC of the medium was measured again. Membrane permeability was expressed as a percentage by comparing the initial EC1 value with the second EC2 value (Eq. 5).

$$\text{Membrane Permeability (\%)} = [1 - (\text{EC1}/\text{EC2})] \times 100 \quad \text{Eq. 5}$$

2.3.4. Relative water content

Relative water content (RWC, %) serves as a valuable tool for identifying drought-tolerant varieties. RWC reflects a plant's water status by comparing the weight of a fresh leaf sample to the combined weights of the same leaf when fully hydrated (turgid) and completely dried. The RWC was assessed by extracting leaf discs from both treated and untreated plants, and

their respective fresh weights were measured. Subsequently, these leaf discs were immersed in Petri dishes filled with distilled water for a duration of 1 hour to attain full turgidity. Upon achieving turgid weight, the leaf discs were subjected to oven-drying at 80°C for a period of 24 hours to determine their dry weight. The RWC of pepper plants was calculated according to Smart and Bingham (1974) using the following equation (Eq. 6):

$$\text{RWC (\%)} = \frac{\text{Fresh Weight} - \text{Dry Weight}}{\text{Turgid weight} - \text{Dry Weight}} \times 100 \quad \text{Eq.6}$$

2.4. Statistical analysis

JMP statistical software was used for the statistical analysis of data. Analysis of variance (ANOVA) was performed, and LSD test was applied to determine the significance of differences between means. All statistical analyses were set at a significance level of $P < 0.05$.

3. Results and Discussion

3.1. Results

In this study, the effects of foliar application of different doses of salicylic acid (0mM SA-SA1, 0.25 mM SA- SA2, 0.50 mM SA-SA3, 1.0 mM SA- SA4) on the growth and nutrient uptake of pepper plants grown under different irrigation levels were investigated to determine the optimal water requirement for pepper plants.

3.1.1. Growth parameters of pepper plants

Irrigation levels significantly influenced ($P=0.001$) all growth parameters measured, including fresh shoot weight, dry shoot weight, root dry weight, and plant height (Table 2). Plants subjected to decreasing irrigation levels

(Irr1 > Irr2 > Irr3) exhibited a consistent and gradual reduction in all growth parameters. For instance, compared to full irrigation, the average fresh shoot weight decreased by approximately 66% under 50% of field capacity irrigation. Similarly, root dry weight and plant height also exhibited significant reductions of approximately 36% and 27%, respectively, under the lowest irrigation level (Irr3). Salicylic acid (SA) application also significantly affected the most growth parameters, except for plant height ($P=0.443$). Increasing SA doses (SA1 < SA2 < SA3 < SA4) generally led to an increase in fresh shoot weight, dry shoot weight, and root dry weight (Table 2). For instance, the highest SA dose (SA4) resulted in an approximately 18% increase in average fresh shoot weight compared to no SA application (SA1). Additionally, the dry shoot weight and root dry weight showed increases of approximately 34% and 50%, respectively, with the highest SA concentration. However, the interaction between irrigation levels and SA concentrations was not significant for any of the measured parameters.

Table 2. Effects of irrigation levels and salicylic acid application levels on growth parameters of pepper plants (mean value \pm standard deviation)

Treatments	Fresh Shoot Weight (g)	Dry Shoot Weight (g)	Dry Root Weight (g)	Plant Height (cm)
Irr1xSA1	29.6 \pm 9.5 cd	5.7 \pm 1.7 bcd	1.5 \pm 0.41 b-e	37.8 \pm 7.1 bc
Irr1xSA2	32.9 \pm 6.2 bc	6.1 \pm 1.2 bc	1.6 \pm 0.55 bc	42.0 \pm 6.3 ab
Irr1xSA3	36.6 \pm 3.0 ab	6.8 \pm 1.0 ab	1.8 \pm 1.52 ab	45.1 \pm 3.0 a
Irr1xSA4	40.7 \pm 2.8 a	7.5 \pm 0.5 a	2.1 \pm 0.29 a	43.0 \pm 3.1 ab
Irr2xSA1	27.8 \pm 5.4 cd	5.3 \pm 1.0 cd	1.5 \pm 0.38 bcd	37.3 \pm 5.1 bc
Irr2xSA2	24.0 \pm 5.5 d	4.5 \pm 1.2 d	1.3 \pm 0.33 cde	34.0 \pm 6.2 cd
Irr2xSA3	29.1 \pm 3.3 cd	5.5 \pm 0.6 cd	1.5 \pm 0.12 bcd	38.6 \pm 4.3 bc
Irr2xSA4	31.7 \pm 4.5 bc	5.9 \pm 0.7 bc	1.6 \pm 0.20 bcd	38.3 \pm 2.4 bc
Irr3xSA1	15.8 \pm 4.1 e	3.1 \pm 0.7 e	1.1 \pm 0.30 ef	29.1 \pm 3.2 de
Irr3xSA2	12.7 \pm 3.7 e	2.5 \pm 0.6 e	0.9 \pm 0.32 f	27.4 \pm 4.3 e
Irr3xSA3	12.3 \pm 2.0 e	2.3 \pm 0.4 e	0.8 \pm 0.20 f	25.9 \pm 3.9 e
Irr3xSA4	15.4 \pm 2.1 e	3.0 \pm 0.4 e	1.2 \pm 0.21 def	27.4 \pm 1.8 e
Irr (P: LSD value)	0.001:2.693	0.001:0.512	0.001:0.175	0.001:2.562
SA (P: LSD value)	0.001:3.110	0.005:0.601	0.018:0.202	0.443:2.959
IrrxSA (P: LSD value)	0.074:5.386	0.112:1.041	0.121:0.35	0.115:5.124

* The difference between letters bearing the same symbols in the same column is not significant ($p < 0.05$). Irr1: Full Irrigation, Irr2: 75% of Field capacity, Irr3: 50% of Field capacity; SA: Salicylic acid, SA1: 0 mM, SA2: 0.25 mM, SA3: 0.5 mM, SA4: 1 mM

3.1.2. Macro and micronutrient contents (mg plant⁻¹) of fresh shoots

The analysis of variance revealed significant differences in nutrient concentrations among different irrigation levels (Table 3). Plants subjected to full irrigation (Irr1) exhibited higher concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), copper (Cu), zinc (Zn), iron (Fe), and manganese (Mn) compared to those subjected to reduced irrigation levels (Irr2 and Irr3). Among the irrigation treatments, plants under Irr1 consistently displayed the highest nutrient concentrations across all measured elements. In contrast, plants subjected to 75% field capacity (Irr2) and 50% field capacity (Irr3) exhibited progressively lower nutrient concentrations, with the most pronounced reductions observed in Mg, Cu, Zn, Fe, and Mn. Compared to plants under full irrigation (Irr1), those subjected to reduced irrigation levels (Irr2 and Irr3) exhibited an increase in the content of N by 11.1% and 14.2%, P by 13.3% and 16.7%, K by 5.1% and 12.9%, Ca by 3.0% and 15.3%, Mg by 2.7% and 10.8%, and Fe by 7.8% and 24.3% for Irr2 and Irr3, respectively. Notably, Cu content also significantly increased

with Irr2 showing a 27.0% rise and Irr3 exhibiting a substantial 134.6% increase compared to Irr1 ($P = 0.001$). Interestingly, Mn content displayed the opposite trend, exhibiting a decrease with decreasing irrigation levels. Plants under Irr2 and Irr3 showed reductions of 12.9% and 34.5%, respectively, compared to Irr1.

While most measured nutrients were not significantly affected by SA application, N and Mn content showed a significant increase (0.001) across all irrigation levels and SA doses compared to the control (Table 3 and Figure 1). Across the different treatments, N concentrations ranged from 1.62 \pm 0.25 mg kg⁻¹ (Irr1xSA2) to 2.80 \pm 0.63 mg kg⁻¹ (Irr2xSA1). There appears to be a discernible trend suggesting that at the same irrigation level, increasing SA levels caused a significant decrease in the N concentration, while in the SA4 application, the N concentration has been higher at each irrigation level compared to SA2 and SA3 (Figure 1). Moreover, different irrigation levels also exerted influence on N concentration, with Irr1 generally displaying higher N concentrations compared to Irr2 and Irr3 under the same SA treatment. The ANOVA results underscore significant

differences ($p=0.001$) among the treatments for N concentration, implying that both irrigation levels and SA treatments play crucial roles in modulating N uptake of pepper plants. Phosphorus (P) concentration varied significantly across different irrigation and SA treatments. The mean P content ranged from $0.09\pm 0.01\%$ to $0.17\pm 0.03\%$, indicating notable fluctuations under various experimental

conditions (Figure 1). The statistical analysis revealed significant differences in phosphorus concentration among irrigation treatments ($P=0.001$). However, no significant differences were observed for phosphorus content concerning SA application ($P=0.205$) or the interaction between irrigation and SA treatments ($P=0.413$).

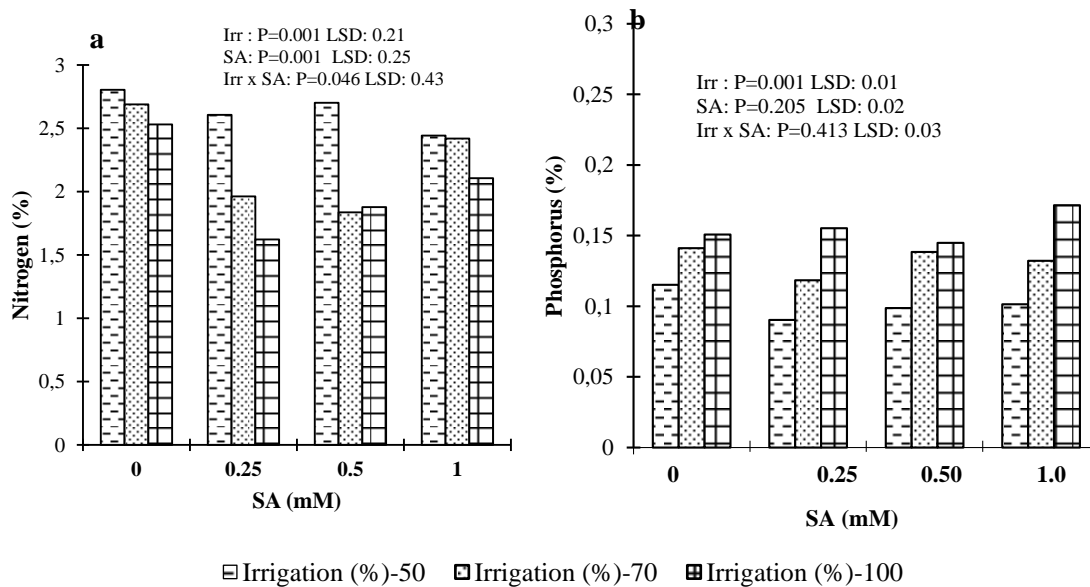


Figure 1. Effects of irrigation and salicylic acid treatments on total nitrogen (a) and phosphorus (b) contents of pepper plants.

Irr1: Full Irrigation, Irr2: 75% of Field capacity, Irr3: 50% of Field capacity; SA: Salicylic acid, SA1: 0 mM, SA2: 0.25 mM, SA3: 0.5 mM, SA4: 1 mM.

Plants treated with SA (SA2, SA3, and SA4) exhibited 22.5% to 41.5% higher Mn concentrations compared to the control. When comparing the effect of SA concentration within each irrigation level, it is evident that the highest SA concentration (1 mM) generally resulted in decreased nutrient levels compared to lower SA concentrations (0.25 mM, 0.5 mM, and 0 mM). This trend was particularly noticeable in plants subjected to Irr1, where

higher SA concentrations led to decreased nutrient uptake, indicating a potential inhibitory effect of SA on nutrient absorption. Plants treated with SA (SA2, SA3, and SA4) showed a 22.5% to 41.5% increase in Mn concentration compared to the control (SA1). This suggests a potential role of SA in enhancing Mn uptake or translocation within the plant.

Table 3. Nutrient concentrations of pepper plants under different irrigation and salicylic acid treatments (mean value \pm standard deviation)

	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
	mg kg ⁻¹						
Irr1xSA1	2.78 \pm 0.22c	2.68 \pm 0.50b-e	0.74 \pm 0.13abc	21.39 \pm 12.47b	16.65 \pm 5.65c	93.73 \pm 9.60bc	82.46 \pm 7.20abc
Irr1xSA2	2.93 \pm 0.14bc	2.17 \pm 0.15e	0.64 \pm 0.05c	19.53 \pm 7.43b	18.39 \pm 2.16bc	91.30 \pm 8.80c	69.66 \pm 11.69de
Irr1xSA3	3.02 \pm 0.23ab	2.67 \pm 0.16b-e	0.71 \pm 0.03c	17.31 \pm 4.45b	16.33 \pm 1.92c	103.09 \pm 29.97abc	68.64 \pm 8.92e
Irr1xSA4	3.00 \pm 0.11ab	2.46 \pm 0.22cde	0.70 \pm 0.05c	14.41 \pm 5.0b	18.90 \pm 6.26bc	96.55 \pm 16.09abc	77.52 \pm 7.37b-e
Irr2xSA1	2.92 \pm 0.07bc	2.76 \pm 0.27a-d	0.72 \pm 0.06bc	27.04 \pm 11.79b	19.77 \pm 5.08bc	101.07 \pm 9.83abc	88.60 \pm 7.38a
Irr2xSA2	2.95 \pm 0.11abc	2.54 \pm 0.57cde	0.67 \pm 0.08c	26.97 \pm 11.30b	18.87 \pm 4.87bc	98.87 \pm 8.74abc	76.71 \pm 4.38cde
Irr2xSA3	3.07 \pm 0.07ab	2.30 \pm 0.64de	0.69 \pm 0.07c	29.93 \pm 6.47b	19.66 \pm 5.14bc	103.80 \pm 28.55abc	80.15 \pm 11.17a-d
Irr2xSA4	2.88 \pm 0.17bc	2.61 \pm 0.12b-e	0.72 \pm 0.01bc	30.43 \pm 7.22b	17.11 \pm 4.05c	97.77 \pm 5.97abc	76.21 \pm 3.84cde
Irr3xSA1	3.13 \pm 0.13a	2.84 \pm 0.21abc	0.80 \pm 0.08ab	61.47 \pm 19.15a	27.09 \pm 7.15a	117.078.44 \pm a	90.39 \pm 8.21a
Irr3xSA2	3.02 \pm 0.10ab	3.09 \pm 0.40ab	0.80 \pm 0.05ab	53.97 \pm 31.80a	24.65 \pm 5.95ab	110.60 \pm 10.69abc	78.31 \pm 4.73b-e
Irr3xSA3	3.04 \pm 0.11ab	3.21 \pm 0.40a	0.82 \pm 0.07a	63.67 \pm 17.88a	27.74 \pm 5.03a	114.19 \pm 15.96ab	87.51 \pm 7.20ab
Irr3xSA4	2.99 \pm 0.09ab	3.05 \pm 0.30ab	0.80 \pm 0.09ab	57.27 \pm 20.32a	23.98 \pm 4.78ab	116.01 \pm 14.22ab	88.95 \pm 9.41a
Irr (P:LSD)	0.023:0.08	0.001:0.21	0.001:0.04	0.001:8.75	0.001:2.93	0.001:9.18	0.001:4.58
SA (P:LSD)	0.186:0.09	0.715:0.25	0.192: 0.05	0.863:10.10	0.875:3.79	0.670:10.61	0.001:5.29
IrrxSA (P:LSD)	0.041:0.16	0.050:0.42	0.753: 0.08	0.948:17.51	0.713:5.85	0.974:18.37	0.278:9.16

* The difference between letters bearing the same symbols in the same column is not significant ($p < 0.05$). Irr1: Full Irrigation, Irr2: 75% of Field capacity, Irr3: 50% of Field capacity; SA: Salicylic acid, SA1: 0 mM, SA2: 0.25 mM, SA3: 0.5 mM, SA4: 1 mM

The interaction between irrigation level and SA concentration was significant for N, K, and Ca content (Table 3). The highest nitrogen (N) concentration was recorded in plants treated with Irr3xSA1 (2.69%), which was approximately 67% higher than the lowest concentration observed in plants treated with Irr1xSA2 (1.62%). Generally, increasing SA application level resulted in a decrease in N concentration, except for the plants treated with Irr1 where the N concentration slightly increased with the increase in SA application level. The highest potassium concentration was observed in the plants treated with Irr3xSA1 (3.13%), while the lowest was recorded in Irr1xSA2 (2.93%). Salicylic acid application did not have a significant effect on potassium concentration. Similar trends were observed for other nutrients, such as P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, and Mn, with notable differences between treatments.

3.1.3. Total chlorophyll, chlorophyll A and B and carotenoid contents

The analysis revealed that SA application did not significantly affect the chlorophyll content of pepper plants, regardless of

irrigation level. This means that across all treatments, the measured values for chlorophyll A (ChlA), chlorophyll B (ChlB), carotenoids, and total chlorophyll did not exhibit any statistically significant increases or decreases compared to the control group (SA1) that received no SA. For Chl A content, the mean values ranged from 1.00 \pm 0.19 to 1.39 \pm 0.22 mg/g fresh weight, while Chl B content ranged from 0.49 \pm 0.05 to 0.74 \pm 0.24 mg/g fresh weight (Table 4). Similarly, total chlorophyll content varied from 0.66 \pm 0.11 to 0.92 \pm 0.24 mg/g fresh weight, and carotenoid content ranged from 1.07 \pm 0.12 to 1.50 \pm 0.29 mg/g fresh weight (Table 4). Despite some fluctuations in the mean values, the differences were not statistically significant based on the ANOVA results ($P > 0.05$), which could be due to natural variations within the plant population or random error. This suggests that within the tested range, irrigation amount did not have a substantial impact on the concentration of these pigments in the plants, which indicates that the effect of SA on pigment concentrations was not dependent on the irrigation level, and vice versa. The ANOVA revealed no statistically significant

interactions between irrigation and SA treatments for any of the measured pigments (ChlA, ChlB, total chlorophyll, and carotenoids). The results indicate that the combined effects of irrigation and SA on chlorophyll content did not vary depending on the specific combination of treatments used (Table 4).

Relative water content (RWC) exhibited variations across different SA treatments and irrigation levels. The RWC values ranging from $79.84 \pm 10.42\%$ (Irr2xSA2) to $88.73 \pm 2.86\%$ (Irr2xSA4) across treatments suggest varying degrees of water availability and hydration levels in the plants. The

relatively lower RWC values in Irr2xSA2 treatment suggest potential water stress under these conditions (Table 4). Electrical conductivity (EC), a measure of membrane permeability, also showed variability among treatments. The EC values ranged from $18.81 \pm 0.02\%$ (Irr1xSA1) to $25.24 \pm 2.13\%$ (Irr3xSA3), indicating differences in membrane integrity across treatments. Relatively higher EC values suggest increased membrane permeability, possibly due to stress-induced damage. Conversely, lower EC values indicate better membrane integrity under these conditions.

Table 4. Effect of salicylic acid treatment on chlorophyll, carotenoid content and relative water content and electrical conductivity (membrane permeability) in pepper plants under different irrigation levels (mean value \pm standard deviation)

Treatments	ChlA	ChlB	Total Chl	Carotenoid	RWC	EC
	mg g ⁻¹ fresh weight				%	
Irr1xSA1	1.00±0.19	0.52±0.08	0.66±0.11	1.12±0.15	88.26±5.86	18.81± 0.02
Irr1xSA2	1.14±0.30	0.64±0.20	0.77±0.21	1.23±0.27	84.74±3.81	22.02±0.51
Irr1xSA3	1.07±0.11	0.53±0.07	0.68±0.08	1.09±0.12	81.26±1.78	23.30± 2.64
Irr1xSA4	1.26±0.23	0.67±0.14	0.84±0.16	1.27±0.19	81.67±4.17	21.12±2.54
Irr2xSA1	1.18±0.08	0.57±0.05	0.74±0.06	1.27±0.06	85.39±0.55	22.99±3.56
Irr2xSA2	1.39±0.22	0.74±0.24	0.92±0.24	1.50±0.29	87.57±0.82	20.09±2.17
Irr2xSA3	1.08±0.07	0.57±0.01	0.71±0.03	1.21±0.08	87.38±6.34	22.03±1.05
Irr2xSA4	1.12±0.13	0.58±0.05	0.73±0.07	1.27±0.13	88.73±2.86	24.07±3.05
Irr3xSA1	1.09±0.14	0.49±0.05	0.66±0.07	1.07±0.12	84.89±1.86	21.21±1.75
Irr3xSA2	1.29±0.03	0.59±0.01	0.79±0.02	1.37±0.08	79.84±10.42	19.66±0.14
Irr3xSA3	1.22±0.23	0.56±0.10	0.74±0.13	1.32±0.15	86.21±1.67	25.24±2.13
Irr3xSA4	1.35±0.10	0.63±0.07	0.83±0.08	1.41±0.13	85.21±1.25	19.37±1.33
Irr (P: LSD)	0.403:0.177	0.707:0.114	0.229:0.128	0.809:0.168	0.256:4.57	0.726:2.23
SA (P: LSD)	0.210:0.204	0.175:0.132	0.219:0.148	0.180:0.194	0.871:5.28	0.155:2.57
IrrxSA (P: LSD)	0.670:0.353	0.854:0.228	0.685:0.256	0.779:0.337	0.489:9.14	0.152:4.46

* The difference between letters bearing the same symbols in the same column is not significant ($p < 0.05$). Irr1: Full Irrigation, Irr2: 75% of Field capacity, Irr3: 50% of Field capacity; SA: Salicylic acid, SA1: 0 mM, SA2: 0.25 mM, SA3: 0.5 mM, SA4: 1 mM, Chl: Chlorophyll, RWC: Relative water content, EC: Electrical conductivity (membrane permeability)

3.2. Discussion

3.2.1. Effects of deficit irrigation and salicylic acid treatment of plant growth parameters of pepper plants

This study investigated the effects of foliar application of salicylic acid (SA) on pepper plants grown under different drought stress (irrigation) levels and its impact on growth and nutrient uptake. The findings demonstrated

complex responses in pepper plants to foliar SA application under varying irrigation levels, offering valuable insights into their physiological and nutritional adaptations to drought stress. Drought stress led to a significant decrease in fresh shoot dry matter production, indicating limitations in plant biomass accumulation under water-deficient conditions. This highlights the crucial role of maintaining adequate water availability for

optimal pepper plant growth, as water deficiency restricts essential physiological processes. For instance, under control conditions (Irr1xSA1), the fresh shoot dry matter production averaged 29.6 ± 9.5 g plant⁻¹, while it decreased to 27.8 ± 5.4 and 15.8 ± 4.1 g plant⁻¹ under 75 and 50% drought stress conditions. Intriguingly, SA application at 1.0 mM (SA4) mitigated this reduction, particularly under severe drought, where dry matter production increased to 40.7 ± 2.8 g plant⁻¹ in Irr1xSA4 and 31.7 ± 4.5 g plant⁻¹ in Irr2xSA2 demonstrating a notable enhancement in plant biomass under SA treatment. Our findings are in accordance with observations of Ghahremani et al. (2023) regarding the positive impact of SA application on pepper plants under varying irrigation levels. Ghahremani et al. (2023) demonstrated that SA foliar application enhanced drought tolerance in pepper plants by regulating stomatal conductance, increasing leaf chlorophyll content, and improving water use efficiency. These mechanisms likely contributed to the observed increase in fresh shoot dry matter production, nutrient uptake, and yield in our study, particularly at the optimal SA dose of 1.0 mM.

The findings unveiled valuable insights into the morphological adaptations of pepper plants to drought stress and SA treatment, focusing on plant height responses. We observed substantial constraints in vertical growth under water-deficient conditions, with increasing drought stress leading to significant reductions in plant height. For instance, average plant height was 37.8 ± 7.1 cm under control conditions (Irr1xSA1), but it decreased to 29.1 ± 3.2 cm under 50% drought stress (Irr3xSA1). The observed reduction in plant height under drought stress aligns with previous research attributing it to adverse effects on cell turgor pressure, cell expansion rates, metabolic activity, photosynthesis, and nutrient accumulation. SA application may mitigate these effects by enhancing cell turgor pressure, promoting cell expansion, and modulating metabolic processes, thereby supporting plant growth and development even under water-limited conditions (Mahdi

Zamaninejad et al. 2013). Mahdi Zamaninejad et al. (2013) found significant mitigation of the reduction in plant height with SA application in corn, while our findings did not show a statistically significant influence of SA on plant height in pepper plants under drought stress. This discrepancy could be attributed to variations in plant species, experimental conditions, SA application methods, or drought severity. In line with the present study, which found that 1.0 mM salicylic acid (SA) application improved fresh shoot dry matter production under 100% drought stress compared to no SA application, Mostafa et al. (2024) reported similar positive effects of SA on pepper plants grown under deficit irrigation (60% of crop evapotranspiration). They observed that 1.0 mM SA application significantly enhanced various growth parameters, including plant height, total chlorophyll content, fruit yield, and total dry matter content, compared to control groups without SA application. These findings collectively suggest that SA application has the potential to alleviate the detrimental effects of drought stress on pepper plants by improving various aspects of their growth and yield.

The results indicated a significant decrease ($P=0.01$) in dry shoot production with increasing drought stress levels in pepper plants (from 5.7 g in Irr1xSA1 to 3.1 g in Irr3xSA1), while SA application did not substantially influence plant height ($P=0.443$). This aligns with the findings of Abbaszadeh et al. (2020) on leaf yield being significantly affected by SA in rosemary cultivation, suggesting that SA's impact may vary across different plant growth parameters and crop types. Moreover, the study by Chen et al. (2014) highlights SA's role in enhancing stress tolerance in zoysiagrass, indicating potential variations in SA effects across different crops. However, our findings differ in terms of the optimal SA concentration, with our study showing the highest dry shoot and root matter productions at the 1.0 mM SA dose under severe drought conditions in peppers, while Abbaszadeh et al. (2020) found the highest leaf yield at the 2 mM SA level in rosemary. Overall, the findings of our study highlight the

importance of irrigation management and SA application in influencing plant growth. Optimizing irrigation levels and utilizing SA treatments could significantly enhance plant productivity and resilience to environmental stressors in agricultural practices.

Based on the ANOVA results provided in Table 2, it is noteworthy that the interaction between irrigation level and SA application levels did not yield significant differences for any of the measured parameters ($P > 0.05$). This implies that, within the examined ranges, the impacts of irrigation and SA on plant growth were not influenced by each other. In other words, the beneficial effects of SA were observed irrespective of the irrigation level, and conversely. This outcome holds promise for practical agricultural applications, as it suggests that growers can optimize irrigation and SA treatments independently to enhance growth without being concerned about intricate interactions.

3.2.2. Effects of deficit irrigation and salicylic acid treatments on nutrient contents of pepper plants

The examination of plant nutrient concentrations in pepper plants grown under different drought stress levels revealed the complexity of nutrient uptake and accumulation in plant organs. Generally, an increase in stress levels was associated with increased concentrations of N, P, K, Fe, and Zn in plant organs. The increase in nutrient content under deficit irrigation conditions can be attributed to the interplay of water uptake and dilution effects (Faloye et al. 2020; Zhao et al. 2020). Under lower irrigation levels (Irr2 and Irr3), reduced water uptake led to a smaller dilution effect within the plant tissues, resulting in higher concentrations of most measured nutrients in the plant tissues, except P and Mn. Overall, phosphorus concentration exhibited a trend of increasing with higher irrigation levels. Pepper plants subjected to full irrigation (Irr1) consistently displayed higher P content compared to those under moderate (Irr2) and severe (Irr3) stress conditions. This observation suggests that water availability positively influences P uptake, as well as Mn

uptake, and accumulation in pepper plants. The observed decrease in P and Mn concentrations at lower irrigation levels suggests different uptake or translocation mechanisms specific to these elements.

Salicylic acid has the potential to boost plant resilience against drought. This is achieved by influencing various physiological and biochemical processes within the plant (Khalvandi et al. 2021). However, the influence of SA applications on nutrient concentrations varied, with some nutrients showing decreases and others increases. In general, SA application positively correlated with increased uptake of essential nutrients (K, Mg, and Ca), while drought stress led to significant reductions or increases in nutrient contents, particularly under severe stress levels. The potassium concentrations in pepper plants were influenced by both irrigation levels ($P = 0.023$) and interaction of irrigation level and SA applications ($P = 0.041$). Generally, higher K concentrations were observed with increasing levels of SA application, particularly under severe drought conditions. For instance, under full irrigation (Irr1), the mean K concentration ranged from 2.78 ± 0.22 to 3.13 ± 0.13 mg kg⁻¹ across different SA treatments. Interestingly, the highest K concentration was observed under Irr3xSA1 treatment, where the plants received 50% of field capacity irrigation along with 0 mM SA application, suggesting a potential compensatory mechanism in response to water stress. Conversely, under severe drought conditions (Irr3), K concentrations tended to decrease, with the lowest mean value of 2.99 ± 0.09 mg kg⁻¹ recorded under Irr3xSA4 treatment. The findings suggest that while SA application may enhance K uptake in pepper plants, the magnitude of this effect is influenced by the level of water availability.

Drought stress induced contrasting responses in micronutrient uptake, with increases in Cu content and decreases in Zn, Fe, and Mn contents. Interestingly, SA application did not significantly influence micronutrient contents, suggesting that its effects may be more focused on macro nutrient dynamics rather than micronutrient uptake.

The observed significant increase in Mn content across all irrigation levels and SA concentrations compared to the control highlights a potential role of SA in influencing Mn uptake or translocation within pepper plants. While most measured nutrients were not significantly affected by SA application, the increase in Mn concentrations suggests a specific responsiveness of pepper plants to SA treatment in terms of Mn assimilation. The plants treated with SA2, SA3, and SA4 exhibited substantial increases ranging from 22.5% to 41.5% in Mn concentrations compared to the control, indicating a dose-dependent effect of SA on Mn uptake or utilization. The findings from Shi and Zhu (2008) align closely with the observations from our study regarding the effect of SA on Mn accumulation in pepper plants. They found that the application of SA mitigated reduced Mn transport from roots to shoots, alleviating the inhibition of Ca, Mg, and Zn absorption induced by excess Mn, and promoted cucumber growth.

The total chlorophyll concentration did not increase with SA applications, but drought stress treatments had similar effects. SA doses did not have a significant effect on RWC, but drought stress treatments did. Although SA application did not significantly affect total chlorophyll concentration or RWC, it induced changes in EC values compared to control conditions, implying potential alterations in ion uptake and water relations in response to SA treatment. Our findings parallel those of Khazaei and Estaji (2020), illustrating the adverse impact of drought stress on sweet pepper plants. Like their study, we observed decreases in shoot and root fresh weight, dry weight, relative leaf water content, fruit dimensions, chlorophyll index, and leaf area under drought conditions. Additionally, both studies noted increases in electrical conductivity in response to drought stress. After foliar application of SA, our results mirrored theirs, showing a decrease in electrical conductivity. However, unlike their study, we did not find statistically significant increases in shoot dry weight, root fresh weight, or chlorophyll index post-SA

application. These findings suggest consistent outcomes regarding the detrimental effects of drought stress and the potential mitigating effects of SA, contributing valuable insights for crop management under stress conditions.

3.2.3. Effects of deficit irrigation and salicylic acid treatments on chlorophyll and carotenoid content of pepper plants

Salicylic acid application, at the concentrations and irrigation levels tested, did not have a significant impact on the overall chlorophyll content in pepper plants ($P=0.685$). The lack of significant differences suggests that SA application did not exert a discernible effect on the chlorophyll and carotenoid concentrations in pepper plants under the experimental conditions tested. This indicates that SA, at the concentrations applied in this study, may not significantly alter the photosynthetic pigment composition in pepper plants. However, it is essential to note that other factors, such as environmental conditions and plant physiological responses, could influence the efficacy of SA treatment, warranting further investigation. While we did not observe significant changes in chlorophyll content upon SA application, our findings differ from those reported by the researchers who observed increased chlorophyll content in pepper plants (Khazaei et al. 2015), basil (Damalas 2019), okra (Ayub et al. 2020), and others treated with SA under drought stress conditions.

Our findings align with observations from Saheri et al. (2020) who investigated the impact of drought stress and SA application on purslane. Both studies observed a negative impact of water limitations on pigment content. Several other studies have proved that drought stress led to significant reductions in chlorophyll A, B, and carotenoid content in purslane leaves (Saheri et al. 2020), rice plants (Kunpratam et al. 2023; El-Okkiah et al. 2022), while SA application improved the content of chlorophyll A, B, and carotenoids in purslane leaves (Saheri et al. 2020), rice plants (Kunpratam et al. 2023; El-Okkiah et al. 2022) and lettuce leaves (Shehata et al. 2020) compared to drought-stressed plants alone.

While we did not find a statistically significant difference between irrigation levels, the overall trend suggests a decrease in chlorophyll and carotenoid content with decreasing irrigation (increased drought stress). This aligns with Ayub et al. (2020) where drought stress (25% field capacity) significantly reduced chl A, B, and total chlorophyll in okra plants. Both studies also hint at the potential benefits of SA in mitigating the negative effects of drought stress on plants. Ayub et al. (2020) observed improvements in various parameters like fresh weight, dry weight, and chlorophyll content in SA-treated okra plants under drought stress. Although our study did not show a significant interaction between irrigation and SA on pigments, the absence of a substantial decrease in pigment concentrations even at lower irrigation levels might suggest some protective effect from SA. However, key differences exist between the studies. The plant species (pepper vs. okra) might have varying responses to drought stress and SA application. Additionally, the SA application method (foliar sprays vs. seed priming) and the severity of drought stress levels differed between the studies, which could explain the observed variations in responses. Several potential mechanisms for SA's positive effects on pigments under drought stress have been suggested including reduced chlorophyll degradation (Saheri et al. 2020), enhanced ROS scavenging (Saheri et al. 2020; Gujjar et al. 2020), increased chlorophyll synthesis (Saheri et al. 2020; Alharbi et al. 2021), and improved water relations (El-Okkiah et al. 2022). These mechanisms could potentially explain why pepper plants in our study maintained pigment levels even under some drought stress when treated with SA.

3.2.4. Effects of deficit irrigation and salicylic acid treatments on relative water content and membrane permeability of pepper plants

The relative water content (RWC) and electrical conductivity (EC) measurements provide insights into the water status and membrane integrity of pepper plants under SA

treatments and irrigation levels. The findings on RWC and EC suggest that SA treatment and irrigation levels influence the water status and membrane permeability of pepper plants, highlighting the importance of these factors in plant physiology and stress response mechanisms. As a measure of plant leaf water deficits compared to full turgid pressure, the RWC has been widely used to evaluate plants under varying levels of drought stress, which focus on drought-resistant crops to identify drought-tolerant individuals (Hu and Xiong 2014). Although statistically not significant, we observed a general trend of decreasing RWC with decreasing irrigation levels (increased drought stress). This indicates that plants subjected to greater drought stress had lower water content in their tissues. This finding aligns with well-established knowledge that drought stress disrupts water uptake and transport in plants, leading to cellular dehydration. The findings highlight the importance of maintaining adequate soil moisture for optimal plant growth and physiological function. The lack of a significant effect of SA on RWC in our study suggests that under the conditions employed, SA application might not directly influence water uptake or retention in pepper plants. However, it is important to consider that SA might exert its protective effects through other mechanisms, such as improved stomatal regulation or enhanced antioxidant activity (Khalvandi et al. 2021), which could indirectly contribute to maintaining cellular water content under drought stress. Ghahremani et al. (2023) reported similar findings, observing no significant impact of SA application on water content (not directly measured) in pepper plants under drought stress. However, they suggested that SA might enhance drought tolerance through other mechanisms. The researchers reported that SA application increased the number, size, and total yield of pepper fruits, potentially by regulating stomatal conductance and increasing leaf chlorophyll content (Ghahremani et al. 2023). This aligns with the possibility that SA application, even if not directly affecting RWC, might improve overall plant growth and

stress tolerance in pepper plants under drought conditions.

The findings from both our study and Ghehremani et al. (2023) suggest that foliar application of SA holds promise as a practical technique to alleviate drought stress and enhance the productivity of pepper plants, particularly in arid and semi-arid regions. This conclusion is further supported by the research of Damalas (2019), whose findings align with our observations. In his study, Damalas (2019) reported a significant impact of drought stress on sweet basil, leading to a substantial reduction in its relative water content (RWC) by 29.2%. However, they also noted that SA application emerged as a potential solution to mitigate the effects of drought stress. Specifically, sweet basil plants treated with SA exhibited a significant increase in RWC compared to untreated plants, indicating an improvement in water retention under drought conditions. These consistent findings across different plant species underscore the effectiveness of SA as a drought mitigation strategy and highlight its potential for broader application in agricultural settings.

The EC is a measure of the leakage of electrolytes from damaged cell membranes (Bajji et al. 2002). While drought stress can eventually lead to membrane damage (López-Serrano et al. 2019), the lack of a significant increase in EC in our study suggests that the imposed drought stress levels might not have been severe enough to cause widespread membrane disruption in the pepper plants. Additionally, SA application, at the concentrations used in this study, did not significantly alter EC.

4. Conclusion

In this study, we investigated the effects of deficit irrigation and salicylic acid (SA) treatments on the growth parameters and nutrient contents of pepper plants. The results revealed complex effects of SA on pepper plants under varying irrigation levels, offering valuable insights into the physiological and nutritional adaptations of pepper plants to drought stress. As expected, drought stress significantly reduced the dry weight of fresh

shoots, highlighting the critical role of adequate water availability for optimal plant growth. However, applying SA at a concentration of 1.0 mM mitigated this reduction, particularly under severe drought conditions. This suggests a significant enhancement in plant biomass accumulation, underlining the potential of SA as a tool to alleviate the detrimental effects of water deficiency on pepper productivity.

Additionally, our examination of nutrient contents revealed intriguing dynamics influenced by both drought stress severity and SA application. As drought stress intensified, concentrations of certain nutrients increased. This can be attributed to the complex interplay between reduced water uptake and the concentration of solutes within the plant. The SA application displayed a positive correlation with the uptake of essential macronutrients, particularly potassium, magnesium, and calcium. This suggests a targeted effect by SA on these crucial nutrients. While the influence of SA on micronutrients was less prominent, a significant increase in manganese (Mn) content was observed across all irrigation levels with SA treatment. This finding suggests a potential mechanism by which SA might enhance Mn uptake or translocation within pepper plants.

While SA application did not significantly alter pigment content, the overall trend suggested a decline in pigment concentrations with increasing drought stress. This decline suggests potential protective role of SA under stress conditions. In summary, our study underscores the importance of optimizing irrigation management and SA application to enhance pepper plant growth and productivity, particularly in water-limited environments. These findings offer valuable guidance for sustainable agricultural practices aimed at mitigating the adverse impacts of drought stress on crop yields.

Declaration of Author Contributions

KYG conceived and designed the experiments, analyzed the data, prepared tables, authored or reviewed drafts of the article, and approved the final draft. GT

conceived and designed the experiments, performed the experiments, analyzed the data and approved the final draft.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

References

- Abbaszadeh, B., Layeghhaghighi, M., Azimi, R., Hadi, N., 2020. Improving water use efficiency through drought stress and using salicylic acid for proper production of *Rosmarinus officinalis* L. *Industrial Crops and Products*, 144: 111893.
- Alharbi, B.M., Abdulmajeed, A.M., Hassan, H.A., 2021. Biochemical and molecular effects induced by triacontanol in acquired tolerance of rice to drought stress. *Genes* 12(8): 1119.
- Alotaibi, M., El-Hendawy, S., Mohammed, N., Alsamin, B., Al-Suhaibani, N., Refay, Y., 2023. Effects of salicylic acid and macro- and micronutrients through foliar and soil applications on the agronomic performance, physiological attributes, and water productivity of wheat under normal and limited irrigation in dry climatic conditions. *Plants*, 12(12): 2389.
- Ayub, Q., Khan, S.M., Mehmood, A., Haq, N.U., Ali, S., Ahmad, T., Shoukat, M.F., 2020. Enhancement of physiological and biochemical attributes of okra by application of salicylic acid under drought stress. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(4): 113-119.
- Bajji, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2002. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, 36: 61-70.
- Chakma, R., Biswas, A., Saekong, P., Ullah, H., Datta, A., 2021. Foliar application and seed priming of salicylic acid affect growth, fruit yield, and quality of grape tomato under drought stress. *Scientia Horticulturae* 280: 109904.
- Chen, Z.L., Li, X.M., Zhang, L.H., 2014. Effect of salicylic acid pretreatment on drought stress responses of zoysiagrass (*Zoysia japonica*). *Russian Journal of Plant Physiology*, 61: 619-625.
- Damalas, C.A., 2019. Improving drought tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum*) with salicylic acid. *Scientia Horticulturae*, 246: 360-365.
- Dietz, K.J., Zörb, C., Geilfus, C.M., 2021. Drought and crop yield. *Plant Biology*, 23(6): 881-893.
- Dorji, K., Behboudian, M.H., Zegbe-Domínguez, J.A., 2005. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. *Scientia Horticulturae*, 104: b137-149.
- El-Okkiah, S.A.F., El-Afry, M.M., Eldeen, S.A.S., El-Tahan, A.M., Ibrahim, O.M., Negm, M.M., Selim, D.A., 2022. Foliar spray of silica improved water stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 13: 935090.
- Faloye, O.T., Ajayi, A.E., Alatise, M.O., Ewulo, B.S., Horn, R., 2019. Nutrient uptake, maximum yield production, and economic return of maize under deficit irrigation with biochar and inorganic fertiliser amendments. *Biochar*, 1: 375-388.
- Farooqi, Z.U.R., Ayub, M.A., ur Rehman, M.Z., Sohail, M.I., Usman, M., Khalid, H., Naz, K., 2020. Regulation of drought stress in plants. In *Plant life under changing environment*. Academic Press.
- Gençoğlan, C., Akıncı, İ.E., Uçan, K., Akıncı, S., Gençoğlan, S., 2006. Response of red hot pepper plant (*Capsicum annuum* L.) to the deficit irrigation. *Journal of Mediterranean University, Faculty of Agriculture* 19(1): 131-138.
- Ghahremani, Z., Alizadeh, B., Barzegar, T., Nikbakht, J., Ranjbar, M.E., Nezamdoost, D., 2023. The mechanism of enhancing drought tolerance threshold of pepper plant treated with putrescine and salicylic acid. *Plant Stress*, 9: 100199.
- Gorni, P.H., Brozulato, M.D.O., Lourenção, R.D.S., Konrad, E.C.G., 2017. Increased biomass and salicylic acid elicitor activity in fennel (*Foeniculum vulgare* Miller). *Brazilian Journal of Food Technology*, 20: e2016172.

- Güleç, M., Şenol, S., 2002. Detailed soil study and mapping of the experimental field of the soil department of the faculty of agriculture. *Çukurova University Journal of the Faculty of Agriculture*, 17(3): 103-110.
- Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Islam, M.T., 2019. Plant tolerance to environmental stress: role of phytoprotectants. CRC Press.
- Hu, H., Xiong, L., 2014. Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops. *Annual Review of Plant Biology*, 65: 715-741.
- Jones, J.B., Case, J.R., 1990. Sampling, Handling and Analyzing Plant Tissue Samples. In: R.L. Westerman, (Ed), Soil Testing and Plant Analysis, 3rd ed., SSSA Book Series Number 3, SSSA, Madison, WI, pp. 389-427.
- İşık, F., 2012. Effect of irrigations based on root density images obtained by minirhizotron camera on root development, yield, and water use efficiencies of pepper. Master's Thesis, Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Çanakkale.
- Kaya, A., İnan, M., 2017. The effects of salicylic acid on some morphological, physiological, and biochemical parameters in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants exposed to salt (NaCl) stress. *Harran Journal of Agricultural and Food Sciences*, 21(3): 332-342.
- Kayabaşı, S., 2011. Investigation of some physiological parameters and proline accumulation in soybean (*Glycine max* L.) grown under drought stress. Master's Thesis, Harran University, Şanlıurfa.
- Kereçin, G., Öztürk, F., 2024. The effect of salicylic acid and salt stress on seeder development of some soya (*Glycine max*. L.) cultivars. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 25-35.
- Khalvandi, M., Siosemardeh, A., Roohi, E., Keramati, S., 2021. Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. *Heliyon* 7(1): e05908
- Khazaei, Z., Estaji, A., 2021. Impact of exogenous application of salicylic acid on the drought-stress tolerance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 11(2): 33-46.
- Kim, D.S., Hwang, B.K., 2011. The pepper receptor-like cytoplasmic protein kinase CaPIK1 is involved in plant signaling of defense and cell-death responses. *Plant Journal*, 66: 642-655.
- Köşkeroğlu, S., 2006. Investigation of proline accumulation levels and stress parameters in maize (*Zea mays* L.) plants under salt and water stress. Master's Thesis, Muğla University, Muğla.
- Kuo, S., 1996. Phosphorus. Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA, Madison, WI.
- Kunpratun, N., Phalawat, C., Thoradit, T., Kamoltheptawin, K., Thongyoo, K., Khiaokhoen, P., Tunprasert, L., Jiajitsawat, S., Pooam, M., 2023. Effect of salicylic acid on germination and seedling growth of khaorai leum pua petchabun (*Oryza sativa* L.) under combined drought stress. *Plant Physiology Reports*.
- Li, Q., Wang, G., Wang, Y., Yang, D., Guan, C., Ji, J., 2019. Foliar application of salicylic acid alleviate the cadmium toxicity by modulation the reactive oxygen species in potato. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 172: 317-325.
- López-Serrano, L., Canet-Sanchis, G., Vuletin, S. G., Penella, C., San Bautista, A., López-Galarza, S., Calatayud, Á., 2019. Pepper rootstock and scion physiological responses under drought stress. *Frontiers in Plant Science*, 10: 38.
- Maruri-Lopez, I., Aviles-Baltazar, N.Y., Buchala, A., Serrano, M., 2019. Intra and extracellular journey of the phytohormone salicylic acid. *Frontiers in Plant Science*, 10: 423.

- Nawaz, M., Ishaq, S., Ishaq, H., Khan, N., Iqbal, N., Ali, S., Alyemeni, M.N., 2020. Salicylic acid improves boron toxicity tolerance by modulating the physio-biochemical characteristics of maize (*Zea mays* L.) at an early growth stage. *Agronomy*, 10(12).
- Özdoğan, Ç.T., Tepecik, M., Geren, H., 2021. A preliminary study on the effect of deficit irrigation application on the yield and some yield characteristics of burnet (*Poterium sanguisorba*) in early growth stage. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(2): 362–371.
- Pasternak, T., Groot, E.P., Kazantsev, F.V., Teale, W., Omelyanchuk, N., Kovrizhnykh, V., Mironova, V.V., 2019. Salicylic acid affects root meristem patterning via auxin distribution in a concentration-dependent manner. *Plant Physiology*, 180(3): 1725-1739.
- Rai, K.K., Pandey, N., Rai, S.P., 2020. Salicylic acid and nitric oxide signaling in plant heat stress. *Physiologia Plantarum*, 168(2): 241-255.
- Sadeghi, M., Dehghan, S., Fischer, R., Wenzel, U., Vilcinskis, A., Kavousi, H.R., Rahnamaeian, M., 2013. Isolation and characterization of isochorismate synthase and cinnamate 4-hydroxylase during salinity stress, wounding, and salicylic acid treatment in *Carthamus tinctorius*. *Plant Signals of Behaviour*, 8: e27335.
- Saheri, F., Barzin, G., Pishkar, L., Boojar, M.M.A., Babaekhou, L., 2020. Foliar spray of salicylic acid induces physiological and biochemical changes in purslane (*Portulaca oleracea* L.) under drought stress. *Biologia*, 75(12): 2189-2200.
- Shama, M.A., Moussa, S.A., El Fadel, N.I.A., 2016. Salicylic acid efficacy on resistance of garlic plants (*Allium sativum* L.) to water salinity stress on growth, yield and its quality. *Alexandria Science Exchange*, 37(2): 165-174.
- Sharma, A., Sidhu, G.P.S., Araniti, F., Bali, A.S., Shahzad, B., Tripathi, D.K., Landi, M., 2020. The role of salicylic acid in plants exposed to heavy metals. *Molecules*, 25(3): 540.
- Shaukat, K., Zahra, N., Hafeez, M.B., Naseer, R., Batool, A., Batool, H., Wahid, A., 2022. Role of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. In *Emerging plant growth regulators in agriculture*, Academic Press.
- Shehata, S.A., Mohamed, M., Attallah, S.Y., 2020. Salicylic acid enhances growth, yield and quality of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) under drought stress conditions. *Journal of Plant Production*, 11(12): 1581–1586.
- Shemi, R., Wang, R., Gheith, E.S.M., Hussain, H. A., Hussain, S., Irfan, M., ... Wang, L., 2021. Effects of salicylic acid, zinc and glycine betaine on morpho-physiological growth and yield of maize under drought stress. *Scientific Reports*, 11(1): 3195.
- Shi, Q., Zhu, Z., 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3): 317-326.
- Smart, R.E., Bingham, G.E., 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53(2): 258-260.
- Wei, Y., Liu, G., Chang, Y., He, C., Shi, H., 2018. Heat shock transcription factor 3 regulates plant immune response through modulation of salicylic acid accumulation and signalling in cassava. *Molecular Plant Pathology*, 19(10): 2209-2220.
- Wellburn, A.R., 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144: 307-313.
- Zafar, S., Afzal, H., Ijaz, A., Mahmood, A., Ayub, A., Nayab, A., Moosa, A., 2023. Cotton and drought stress: An updated overview for improving stress tolerance. *South African Journal of Botany*, 161: 258-268.
- Zamaninejad, M., Khorasani, S.K., Moeini, M.J., Heidarian, A.R., 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2): 153-161.

Zhao, Y., Chen, P., Li, Z., Casa, R., Feng, H., Yang, G., Xu, X., 2020. A modified critical nitrogen dilution curve for winter wheat to diagnose nitrogen status under different nitrogen and irrigation rates. *Frontiers in Plant Science*, 11: 549636.

Zhang, J., Wang, X., Vikash, V., Ye, Q., Wu, D., Liu, Y., Dong, W., 2016. Ros and Ros-mediated cellular signaling. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016: 4350965

To Cite

Gülüt, K.Y., Taze, G., 2024. Impact of Salicylic Acid Foliar Application on Growth, Nutrient Uptake, and Physiological Responses of Pepper Plants under Deficit Irrigation. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 310-327.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11124802>.

Kedi ve Köpeklerde Konjunktivit Olgularına Neden Olan Bakterilerin Karakterizasyonu: 25 Olgu

Ali GÜLAYDIN^{1*}, Özgül GÜLAYDIN², Mustafa Barış AKGÜL¹

¹ Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Ana Bilim Dalı, Siirt

² Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Siirt

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): a.gulaydin@siirt.edu.tr

Özet

Bu çalışmada kedi ve köpeklerde konjunktivitise neden olan bazı bakteriyel etkenlerin varlığının ve çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının belirlenmesi amaçlandı. Bu amaçla klinik olarak konjunktivitis teşhisi koyulan kedi ve köpeklerden alınan göz svabı örneklerinden izole edilen etkenler MALDI-TOF MS ile tanımlanarak belirlendi. Tanımlanan izolatların çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığı disk difüzyon yöntemiyle belirlendi. Göz svabı örneklerinden Gram pozitif bakterilerin izolasyon oranının, Gram negatiflere göre daha fazla olduğu görüldü. *Staphylococcus pseudintermedius* suşlarının örneklerden en yüksek oranda izole edilen etkenler olduğu tespit edildi. Zoonoz karakterde olan *Staphylococcus felis* ve *Streptococcus canis* suşları ayrı ayrı 4 olgudan izole edildi. Araştırmada elde edilen izolatlarda antimikrobiyal direnç oranı genel olarak düşük bulundu. Bununla birlikte *Enterococcus* spp. izolatlarında imipenem ve ampisilin direnci ile *Enterobacteriaceae* izolatlarında genişlemiş spektrumlu beta laktam direncinin yüksek olduğu belirlendi. Sonuç olarak bu çalışmada *Staphylococcus* spp. suşlarının pet hayvanlarında konjunktivitis vakalarının primer etkenleri arasında yer aldığı ortaya koyuldu. Çalışmadan elde edilen veriler ile Gram pozitif bakteriyel etkenlerin neden olduğu konjunktivitis olgularında gentamisin, sefalosporin, enrofloksasin, klindamisin, siprofloksasin, kloramfenikol ile tedavisinin, Gram negatif bakteriyel etkenlerin meydana getirdiği olgularda ise gentamisin, enrofloksasin, piperasilin+tazobaktam, imipenem ve eritromisin tedavisinin etkili olabileceği kanısına varıldı.

Characterization of Bacteria Causing Conjunctivitis Cases in Cats and Dogs: 25 Cases

Abstract

In this study, determination of presence of some bacteria causing conjunctivitis cases in cats and dogs and their susceptibility to various antimicrobial agents were aimed. For this purpose, the isolates obtained from ocular swab samples of cats and dogs diagnosed with conjunctivitis clinically, were identified by MALDI-TOF MS. The susceptibility to various antimicrobial agents of identified bacteria was determined by disk diffusion method. It was observed that the isolation rate of Gram positive bacteria from ocular swab samples was higher than Gram negative ones. It was determined that the mostly isolated bacteria species from the samples was *Staphylococcus pseudintermedius*. *Staphylococcus felis* and *Streptococcus canis* that have zoonotic potential were isolated from 4 cases, separately. Generally, antimicrobial resistant rate was found to be low in isolated bacteria in the research. On the other hand, it was determined that imipenem and ampicillin resistance in *Enterococcus* spp. and extended spectrum beta lactam resistance in *Enterobacteriaceae* were high. In this study, it was concluded that *Staphylococcus* spp. were among the primer agents of conjunctivitis cases in cats and dogs. With the data obtained from the study, it was concluded that treatment with gentamicin, cephalosporin, enrofloxacin, clindamycin, ciprofloxacin, chloramphenicol could be effective in cases of conjunctivitis caused by Gram positive bacteria while gentamicin, enrofloxacin, piperacillin+tazobactam, imipenem and erythromycin treatment could be effective in cases caused by Gram negative bacteria.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :22.12.2023
Kabul Tarihi :29.01.2024

Anahtar Kelimeler

Kedi
köpek
konjunktivitis
Staphylococcus spp.
antimikrobiyal direnç

Research Article

Article History

Received :22.12.2023
Accepted :29.01.2024

Keywords

Cat
dog
conjunctivitis
Staphylococcus spp.
antimicrobial resistance

1. Giriş

Konjunktiva; müköz bir membran olup alt ve üst göz kapaklarının iç yüzeyini sarmaktadır. Konjunktivitis ise enfeksiyöz ve/veya non-enfeksiyöz etkenlere bağlı olarak konjunktivada meydana gelen yangısal reaksiyonlardır. Konjunktivitis olgularında gözde hiperemi, şemosis ve eksudasyon gibi klinik bulgulara rastlanmaktadır (Gelatt, 2012).

Kedi ve köpeklerde göz hastalıklarının genel olarak sistemik enfeksiyonlara bağlı olarak geliştiği bildirilse de (Gelatt, 2012), hastalığın oluşumunda çeşitli bakteriyel etkenlerin primer rol oynadığı da rapor edilmektedir (Varges ve ark., 2005; LoPinto ve ark., 2015; Hamed ve ark., 2017; Soimala ve ark., 2020). Sağlıklı göz florasından bakteriyel etkenlerin izole edilmesi (Mouney ve ark., 2015), söz konusu etkenlerin fırsatçı patojen özelliklerini de ortaya koymaktadır.

Sağlıklı ve konjunktivitisli köpeklerden alınan okular svap örneklerinden çoğunlukla Gram pozitif etkenler izole edilmekte olup, Gram negatif etkenlerin izolasyon oranı daha sınırlı kalmaktadır (Gelatt, 2012; Płoneczka-Janeczko ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda *Staphylococcus* spp. suşlarının izolasyon oranının diğer etkenlere göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir (LoPinto ve ark., 2015; Mouney ve ark., 2015; Hamed ve ark., 2017; Soimala ve ark., 2020).

Pet hayvanlarında karşılaşılan konjunktivitis olgularının tedavisinde kloramfenikol, eritromisin, tobramisin, gentamisin gibi antimikrobiyal maddelerin kullanımı önerilmektedir (Gelatt, 2012). Ancak bakteriyel etkenlerde gelişen antimikrobiyal direnç, tedavi seçeneklerini kısıtlamaktadır (Soimala ve ark., 2020). Bununla birlikte bilinçsiz antibiyotik kullanımının direnç gelişimine katkı sağladığı ve insanlarla da yakın temas halinde bulunan pet hayvanlarının taşıdığı dirençli bakterilerin hem insan sağlığını hem de hayvan sağlığını tehdit ettiği gerçeği global bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle enfeksiyöz etkenlerin neden olduğu hastalıkların tedavisinde etken teşhisi ve antimikrobiyal duyarlılık testleri büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde kedi ve köpeklerde konjunktivitis olgularından bakteriyel etkenlerin izole edilip antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarının değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (İlhan ve ark., 2001). Bu doğrultuda bu çalışmada klinik olarak konjunktivitis bulguları tespit edilen kedi ve köpeklerden alınan göz svabı örneklerinden bazı bakteriyel etkenlerin izolasyonu ve antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlandı.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini 2018-2023 yılları arasında Siirt Üniversitesi Hayvan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Hastanesi Cerrahi Kliniği'ne teşhis ve tedavi amaçlı getirilen ve klinik olarak konjunktivitis teşhisi koyulan farklı ırk, cins ve yaşta 21 kedi ve 4 köpekten alınan 36 adet okular svap örneği oluşturdu.

2.2. Yöntem

2.2.1. Klinik muayene ve örnek alımı

Rutin klinik göz muayenesi sonucunda tek ya da her iki gözde hiperemi, seröz ve/veya irinli akıntı, geçici ve/veya kalıcı körlük tespit edilen hastalardan mikrobiyolojik analiz için okular svap örnekleri alındı. Svap örnekleri alınmadan önce hastalara antimikrobiyal tedavi uygulanmamış olmasına dikkat edildi. Hastalara herhangi bir anestezi prosedürü uygulanmadan, asepsi-antisepsi kurallarına dikkat edilmek suretiyle etkilenen göz ve/veya gözlerden svap örnekleri alınarak içinde transport besi yeri bulunan tüplere (Gülka Kimya, Ankara, Türkiye) koyuldu ve kısa sürede mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırıldı.

2.2.2. Etken izolasyon ve identifikasyonu

Alınan örneklerden aerob ve/veya fakültatif anaerob bakteriyel etkenlerin izolasyonu için %5 defibrine koyun kanı içeren agar besiyerine (Oxoid, CM0271, İngiltere) ekim yapılarak 37°C'de 1-2 gün boyunca aerobik ve mikroaerofilik ortamda inkübasyon periyoduna bırakıldı. İnkübasyon sonrası üreme görülen besiyerleri değerlendirmeye alınarak şekillenen kolonilerden saf kültürler

elde edildi. İzolatların tür düzeyinde identifikasyonu için Matrix Asisted Laser Desorption İonization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) kullanıldı (Uysal ve ark., 2019). Bu amaçla izolatlar, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne gönderilerek hizmet alımına gidildi.

2.2.3. Antimikrobiyal duyarlılığın belirlenmesi

Örneklerden izole edilen bakteriyel etkenlerin çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanıldı (Bauer ve ark., 1966). Bu amaçla izole edilen bakteriyel etkenler için kullanılan antibiyotik diskleri ve dikkate alınan değerlendirme kriterleri tablo 1'de gösterildi.

Staphylococcus spp. izolatlarında metisilin direncinin belirlenmesinde sefoksitin (30 µg) diski dikkate alındı (CLSI, 2018). *Enterococcus* spp. izolatlarında yüksek doz aminoglikozid (HLAR) ve yüksek doz streptomisin (HLSR) direncinin belirlenmesinde sırasıyla gentamisin (30 µg) ve streptomisin (300 µg) disklerinden yararlanıldı (EUCAST, 2023). *Enterobacteriaceae*'da genişlemiş spektrumlu beta laktam (GSBL) direncinin araştırılmasında CLSI (2018)'de bildirilen kombine disk yöntemi uygulandı. Test sonuçları belirtilen kriterler doğrultusunda duyarlı (S), orta duyarlı (I) ve dirençli (R) olarak değerlendirildi. Buna göre üç veya daha fazla kategoride yer alan antimikrobiyal maddelerden en az birine direnç görülmesi, çoklu antibiyotik direnci olarak kabul edildi (Magiorakos ve ark., 2012).

Tablo 1. Çalışmada izole edilen bakteriyel etkenlerin antimikrobiyal duyarlılığının belirlenmesinde kullanılan antibiyotik diskleri

Etken	Kullanılan antibiyotik diskleri ve dikkate alınan değerlendirme kriterleri
<i>Staphylococcus</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp.	gentamisin (10 µg), rifampin (5 µg), penisilin (10 units), sefoksitin (30 µg), sefpodoksım (10 µg), enrofloksasin (5 µg), trimetoprim-sulfametaksazol (1.25/23.7 µg), klindamisin (5 µg), eritromisin (15 µg), tetrasiklin (30 µg), siprofloksasin (5 µg) (CLSI, 2018; EUCAST, 2023).
<i>Streptococcus</i> spp.	sefpodoksım (10 µg), enrofloksasin (5 µg), klindamisin (2 µg) tetrasiklin (30 µg) ve kloramfenikol (30 µg) (CLSI, 2018)
<i>Enterococcus</i> spp.	ampisilin (10 µg), penisilin G (10 IU), eritromisin (15 µg), kloramfenikol (30 µg), tetrasiklin (30 µg) (11), imipenem (10 µg), siprofloksasin (5µg), vankomisin (5 µg) (EUCAST, 2023)
<i>Corynebacterium</i> spp.	siprofloksasin (5µg), vankomisin (5 µg), klindamisin (2 µg), tetrasiklin (30 µg), rifampin (5 µg) (EUCAST, 2023)
<i>Enterobacteriaceae</i>	gentamisin (10µg), streptomisin (10 µg), enrofloksasin (5 µg), siprofloksasin (5µg), tetrasiklin (30 µg), trimetoprim-sulfametaksazol (1.25/23.7 µg), piperasilin+tazobaktam (100/10 µg), kloramfenikol (30 µg) (CLSI, 2018), imipenem (10 µg), ertapenem (10 µg) (EUCAST, 2023)
<i>Acinetobacter</i> spp.	imipenem (10 µg), siprofloksasin (5µg), gentamisin (10µg), tobramisin (10 µg), trimetoprim-sulfametaksazol (1.25/23.7 µg) (CLSI, 2018)
<i>Pseudomonas</i> spp.	gentamisin (10µg), piperasilin+tazobaktam (100/10 µg), imipenem (10 µg), enrofloksasin (5 µg), aztreonam (30 µg) ve siprofloksasin (5µg) (CLSI; 2018)

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada oftalmolojik muayeneleri gerçekleştirilen olguların 11 (% 44)'inde hem sağ hem de sol gözde konjunktivitis bulgularına rastlanırken; 7 (% 28)'sinde sadece sağ göz, 7 (% 28)'sinde ise sadece sol gözde klinik bulgular tespit edildi. Alınan svap örneklerinin (n=36) 28 (% 77.77)'inden bakteriyel etken izole edildi (Tablo 2). Elde edilen izolatların 19 (% 67.85)'unun Gram

pozitif, 9 (% 32.14)'unun Gram negatif olduğu belirlendi. Çalışmada en yüksek oranda izole edilen etkenin *Staphylococcus* spp. (n=7, % 19.44) izolatları olduğu görüldü. Bunu sırasıyla *Enterococcus* spp. (n=6, % 16.66) ve *Enterobacteriaceae* (n=6, % 16.66) izolatlarının izlediği belirlendi.

İzole edilen 7 *Staphylococcus* spp. suşunun 5'i *Staphylococcus pseudintermedius* (*S. pseudintermedius*), 2'si ise *Staphylococcus*

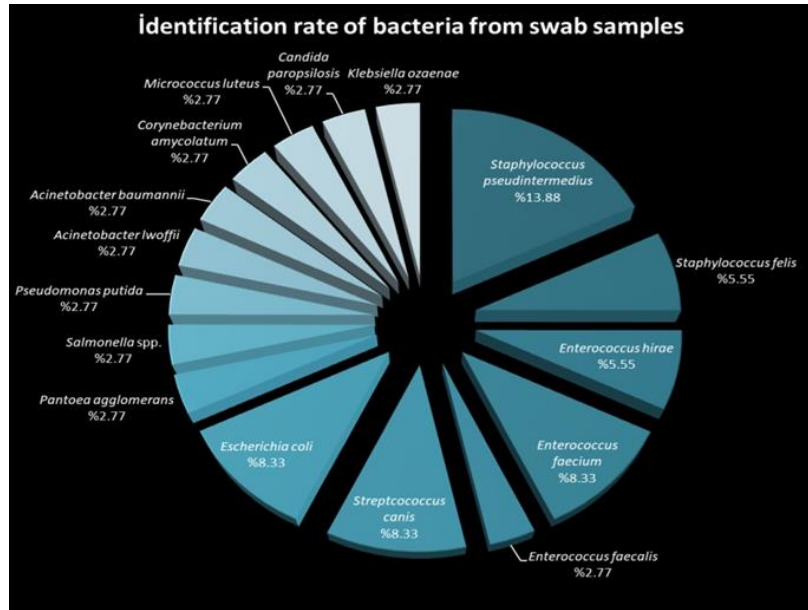
felis (*S. felis*) olarak tanımlanmıştır. *Enterococcus* spp. izolatları arasında en yüksek oranda tanımlanmış tür *Enterococcus faecium* (*E. faecium*) (n=3) oldu.

Enterobacteriaceae ailesinde sınıflandırılan etkenlerden 3'ü *Escherichia coli* (*E. coli*), 1'i *Pantoea agglomerans* ve 1'i *Salmonella* spp. olarak tanımlanmıştır (Tablo 2; Şekil 1).

Tablo 2. Çalışmaya dahil edilen olguların eşgal bilgileri ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

No	Eşgal	Sol Göz	Sağ Göz
1	Kedi, 3 haftalık, Melez, Erkek	<i>Candida parapsilosis</i> <i>Pseudomonas putida</i>	<i>Enterococcus hirae</i> -
2	Köpek, 2 yaş, Melez, Erkek	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
3	Kedi, 3 haftalık, Melez, Erkek	etken izole edilmedi	<i>Enterococcus hirae</i>
4	Kedi, 1 haftalık; Tekir, Dişi	<i>Escherichia coli</i>	-
5	Kedi, 3 aylık, Melez, Dişi	etken izole edilmedi	<i>Enterococcus faecalis</i>
6	Kedi, 3 yaşında, Melez, Dişi	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>
7	Kedi, 2 aylık, Melez, Erkek	-	<i>Salmonella</i> spp.
8	Kedi, 4 aylık, Melez, Dişi	-	<i>Staphylococcus felis</i>
9	Kedi, 1 aylık, Melez, Dişi	-	<i>Enterococcus faecium</i>
10	Kedi, 1 aylık, Van Kedisi, Erkek	<i>Streptococcus canis</i>	-
11	Kedi, 1 aylık, Tekir, Erkek	etken izole edilmedi	etken izole edilmedi
12	Köpek, 2 aylık, Golden Retriever, Dişi	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	-
13	Kedi, 1 aylık, Melez, Dişi	-	etken izole edilmedi
14	Kedi, 1.5 aylık, Melez, Erkek	-	<i>Enterococcus faecium</i>
15	Kedi, 1 aylık, Melez, Dişi	etken izole edilmedi	-
16	Kedi, 1 aylık, Melez, Dişi	-	etken izole edilmedi
17	Kedi, 1 yaş, Melez, Erkek	<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Staphylococcus felis</i>
18	Kedi, 1 yaş, Melez, Dişi	etken izole edilmedi	etken izole edilmedi
19	Kedi, 1 yaş, Melez, Dişi	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	<i>Klebsiella ozaenae</i>
20	Köpek, 3 yaş, Melez, Dişi	etken izole edilmedi	etken izole edilmedi
21	Kedi, 5.5 aylık, Tekir, Dişi	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i> <i>Streptococcus canis</i>	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i> <i>Streptococcus canis</i>
22	Kedi, 3.5 yaş, Melez, Erkek	<i>Escherichia coli</i>	-
23	Kedi, 3 yaş, Melez, Erkek	-	<i>Corynebacterium amycolatum</i>
24	Köpek, 2 aylık, Melez, Dişi	<i>Escherichia coli</i>	-
25	Kedi, 1 yaş, British, Dişi	<i>Micrococcus luteus</i>	-

-: Klinik olarak konjunktivitis bulgusuna rastlanmadığı için örnek alınmadı



Şekil 1. Svap örneklerinden tanımlanmış etkenlerin dağılımı (%)

Çalışmada izole edilen etkenlerin kullanılan antibiyotiklere farklı oranlarda direnç gösterdiği belirlendi. *Staphylococcus* spp. izolatlarında sadece 1 *S. pseudintermedius* izolatının metisiline orta duyarlı olduğu belirlenirken, 3 *S. pseudintermedius* izolatının penisiline dirençli olduğu görüldü.

Enterococcus spp. izolatlarının %50'sinde ampisilin, tamamında imipenem direnci, 2'sinde ise HLAR direnci belirlendi. *Streptococcus canis* (*S. canis*) izolatlarında klindamisin direncinin % 66.66 olduğu tespit edildi (Tablo 3).

Tablo 3. *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. ve *Enterococcus* spp. izolatlarında antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarının dağılımı

Antibiyotik	<i>Staphylococcus</i> spp. (n=7)			<i>Streptococcus canis</i> (n=3)			<i>Enterococcus</i> spp. (n=6)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Gentamisin	6	1	0	-	-	-	-	-	-
Rifampin	6	0	1	-	-	-	-	-	-
Penisilin	3	1	3	-	-	-	4	0	2
Sefoksitin	6	1	0	-	-	-	-	-	-
Sefpodoksım	6	0	1	3	-	-	-	-	-
Enrofloksasin	6	0	1	3	-	-	-	-	-
Sulfametaksazol+Trimetoprim	6	1	0	-	-	-	-	-	-
Klindamisin	6	0	1	1	0	2	-	-	-
Eritromisin	6	0	1	-	-	-	1	3	2
Tetrasiklin	5	2	0	1	2	-	4	0	2
Siprofloksasin	6	0	1	-	-	-	5	0	1
Kloramfenikol	-	-	-	3	0	0	6	0	0
Vankomisin	-	-	-	-	-	-	6	0	0
Ampisilin	-	-	-	-	-	-	3	0	3
İmipenem	-	-	-	-	-	-	0	0	6
Gentamisin (30 µg)	-	-	-	-	-	-	4	0	2
Streptomisin (300 µg)	-	-	-	-	-	-	6	0	0

Enterobacteriaceae suşlarının %50'sinde (*Klebsiella ozaenae*=1, *Escherichia coli*=2) GSBL direnci belirlenirken, söz konusu izolatların çoklu antibiyotik direncine de sahip olduğu tespit edildi. *Pseudomonas putida*

izolatında herhangi bir antibiyotiğe karşı direnç tespit edilmezken, *Acinetobacter* spp. izolatlarının 1'inde çoklu antibiyotik direnci belirlendi (Tablo 4, 5).

Tablo 4. *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp. ve *Acinetobacter* spp. izolatlarında antimikrobiyal duyarlılık sonuçlarının dağılımı

Antibiyotik	<i>Enterobacteriaceae</i> (n=6)			<i>Pseudomonas putida</i> (n=1)			<i>Acinetobacter</i> spp. (n=2)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Gentamisin	5	0	1	1	0	0	1	-	1
Streptomisin	3	0	3	1	0	0	-	-	-
Enrofloksasin	4	0	2	1	0	0	-	-	-
Siprofloksasin	3	0	3	-	-	-	-	1	1
Tetrasiklin	3	1	2	-	-	-	-	-	-
Sulfametaksazol+Trimetoprim	3	0	3	-	-	-	1	-	1
Piperasilin+Tazobaktam	5	0	1	1	0	0	-	-	-
Kloramfenikol	3	0	3	-	-	-	-	-	-
İmipenem	4	1	1	0	1	0	-	1	1
Eritromisin	5	0	1	-	-	-	-	-	-
Tobramisin	-	-	-	-	-	-	1	-	1

Tablo 5. İzolatlarda belirlenen çoklu antibiyotik direnç profili

Bakteri	Çoklu antibiyotik direnç profili
<i>Staphylococcus pseudintermedius</i> (n=1)	RD, P, CPD, ENR, CLI, E, CIP
<i>Enterococcus faecium</i> (n=1)	P, E, AMP, IMP, GEN (30 µg)
<i>Enterococcus faecium</i> (n=1)	CIP, P, E, AMP, IMP, GEN (30 µg)
<i>Corynebacterium amycolatum</i> (n=1)	CIP, CLI, TET, RD
<i>Micrococcus luteus</i> (n=1)	GEN, RD, P, FOX, CLI, E
<i>Klebsiella ozaenae</i> (n=1)	GEN, S, CIP, SXT, TPZ, CHL, IMP, ETP
<i>Escherichia coli</i> (n=2)	S, ENR, CIP, TE, SXT, CHL
<i>Acinetobacter baumannii</i> (n=1)	IMP, CIP, GEN, TOB, SXT

RD: Rifampin, P: Penisilin, CPD: Sefpodoksim, ENR: Enrofloksasin, CLI: Klindamisin, E: Eritromisin, CIP: Siprofloksasin, AMP: Ampisilin, IMP: İmipenem, GEN: Gentamisin, TET: Tetrasiklin, FOX: Sefoksitin, S: Streptomisin, SXT: Sulfametaksazol+Trimetoprim, TPZ: Piperasilin+Tazobaktam, CHL: Kloramfenikol, ETP: Ertapenem, TOB: Tobramisin

Çoklu antibiyotik direncine sahip bakteriyel etkenlerin meydana getirdiği nozokomiyal enfeksiyonlar hem insan hem de hayvan sağlığı açısından büyük risk oluşturmaktadır. Metisilin dirençli koagulaz pozitif *Staphylococcus* spp., GSBL üreten *Enterobacteriaceae* hastane enfeksiyonlarının başlıca kaynağı olup, bu etkenlere karşı koruma-kontrol stratejilerinin geliştirilmesi günümüzde önem arz eden çalışmalar arasında yer almaktadır (Soimala ve ark., 2020). Bu kapsamda bu çalışmada kedi ve köpeklerde görülen konjunktivitis vakalarının bakteriyel etiyojisi ve olgulardan izole edilen bakteriyel etkenlerin çeşitli antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılıkları değerlendirildi.

Staphylococcus spp. izolatları fırsatçı patojen olmaları yanı sıra kedi ve köpeklerde birçok enfeksiyondan izole edilmektedir. *S. intermedius* grup içinde sınıflandırılan *S. pseudintermedius* koagulaz pozitif olup kedi ve köpeklerden sıklıkla izole edilmekte ve zoonoz özelliği de önemle vurgulanmaktadır (Tamakan ve Göçmen, 2019; Lynch ve Helbig, 2021; Sips ve ark., 2023). Hamed ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada konjunktivitisli 2 köpekten aldıkları svap örneklerinden *S. pseudintermedius* izole ettiklerini bildirmişlerdir. LoPinto ve ark. (2015) keratitisi tanısı koyulan 70 köpekten 71 stafilokok suşu elde etmişlerdir. Soimala ve ark. (2020) göz lezyonu bulunan kedi ve köpeklerden aldıkları örneklerin % 40'ında *S. pseudintermedius* izole ettiklerini rapor etmişlerdir. Varges ve ark. (2009) konjunktivitisli köpeklerden *Staphylococcus* spp. izolasyon oranını % 58.8 olarak bildirmişler ve izolatların çoğunun *S. intermedius* grup olarak tanımlanmış olduğunu

belirtmişlerdir. Benzer şekilde Wang ve ark. (2008) hem sağlıklı hem de konjunktivitisli köpeklerden alınan okuler svap örneklerinden en yüksek oranda izole edilen suşların *Staphylococcus* spp. olduğunu ve bu izolatların çoğunluğunun da *S. intermedius* grup olarak tanımlanmış olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalara paralel olarak bu çalışmada da klinik olarak konjunktivitis tanısı koyulan kedi ve köpeklerden alınan svap örneklerinden en yüksek oranda izole edilen etkenlerin *Staphylococcus* spp. olduğu görüldü. İzole edilen stafilokok suşlarının büyük çoğunluğu diğer çalışmalarda benzer şekilde *S. pseudintermedius* olarak tanımlanmış olduğu bildirilen *S. felis* (Güllü Yücepe ve ark., 2021; Sips ve ark., 2023) suşlarının varlığının belirlenmesi, çalışmaya dahil edilen olguların halk sağlığı açısından da risk teşkil ettiğini düşündürdü.

Metisilin direnci, stafilokok türlerinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde olumsuzluklara yol açmaktadır (Gülaydın ve ark., 2021). Çeşitli çalışmalarda kedi ve köpeklerin göz örneklerinden izole edilen *Staphylococcus* spp. izolatlarında metisilin direncinin % 2-24 arasında değiştiği bildirilmektedir (LoPinto ve ark., 2015; Mouney ve ark., 2015; Soimala ve ark., 20203). LoPinto ve ark. (2015) köpeklerden aldıkları göz svabı örneklerinden izole ettikleri *Staphylococcus* spp. izolatlarında metisilin

direncini % 23.9 oranında belirlediklerini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise bu oranın oldukça düşük (% 1.6) bulunduğu bildirilmiştir (Mouney ve ark., 2015). Soimale ve ark. (2023) ise kedi ve köpek göz svabı örneklerinden % 7.9 oranında metisilin dirençli stafilokok suşu izole ettiklerini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada da izole edilen *Staphylococcus* spp. izolatlarında metisilin direncinin Mouney ve ark. (2015) ile Soimale ve ark. (2023) elde ettiği bulgulara benzer olarak düşük olduğu, sadece 1 izolatın metisiline orta duyarlı olduğu belirlendi. Vargas ve ark. (2009) ise çalışmalarında izole ettikleri suşlarda penisilin, tobramislin ve tetrasiklin direncinin yüksek olduğunu vurgularken, izolatlar karşı en etkili antimikrobiyal maddelerin seftiofur, sefaleksim ve amoksisilin+klavulanik asit olduğunu belirtmişlerdir. Sunulan çalışmada da benzer şekilde izolatlarda penisilin direncinin %50 olduğu belirlenirken, Vargas ve ark. (2009)'nın aksine tetrasiklin direncinin düşük olduğu görüldü.

Enterokok türleri fırsatçı patojenler olup, insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminin doğal florasında bulunabilmekle birlikte hastane enfeksiyonlarına da neden olmaktadır (Gülaydın ve ark., 2022). Kedi ve köpeklerde çeşitli enfeksiyonlardan izole edilen enterokok türlerinin (Van den Bunt ve ark., 2018) hem sağlıklı hem de konjunktivitisi hayvanların gözlerinden alınan örneklerden de izole edildiği bildirilmiştir (Kielbowicz ve ark., 2015). Daha önce yapılan bir çalışmada sağlıklı (n=30) ve konjunktivitisi (n=30) kedilerden alınan göz svabı örneklerinden sırasıyla 10 ve 9 *Enterococcus* spp. izole edildiği bildirilmiştir (Kielbowicz ve ark., 2015).

Bu çalışmada da kedi ve köpeklerden alınan göz svabı örneklerinden *Enterococcus* spp. suşları elde edildi ve baskın türün *E. faecium* olduğu belirlendi. Daha önce yapılan çalışmalarda enterokok türlerinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde kullanılan önerilen ampisilin ve imipenem direncinin izolatlarda düşük oranda belirlendiği bildirilse

de (Bang ve ark., 2017; Ben Said ve ark., 2017; Troscianczyk ve ark., 2021) sunulan bu çalışmada diğer çalışmaların aksine ampisilin (% 50) ve imipenem (% 100) direncinin oldukça yüksek olduğu görüldü.

S. canis pet hayvanlarında özellikle yumuşak doku enfeksiyonlarından izole edilen ve Lancefield grup G'de sınıflandırılan streptokok türüdür (Güllü Yücepe ve ark., 2021). Moleküler tekniklerin kullanıldığı çalışmada kedilerin konjunktivalarından streptokok türlerinin identifiye edildiği bildirilmiştir (Płoneczka-Janeczko ve ark., 2017). Daha önce yapılan çalışmalara (İlhan ve ark., 2011; Wang ve ark., 2008; Suter ve ark., 2017; Williams ve ark., 2017; Cloet ve ark., 2023) benzer olarak bu çalışmada da *S. canis* izolatları konjunktivitis vakalarından elde edilmiş olup, zoonotik karaktere sahip bu etkenlerin (Güllü Yücepe ve ark., 2021) hasta sahiplerinin sağlığını da olumsuz etkileyeceği kanaatine varıldı.

Genel olarak *S. canis* izolatlarında antimikrobiyal direncin düşük olduğu bildirilmektedir (Güllü Yücepe ve ark., 2021; Şababoğlu ve ark., 2021). Etkenin neden olduğu enfeksiyonların etkili tedavisinde enrofloksasin tercih edilebileceği rapor edilmiştir (Ingrey ve ark., 2003; Güllü Yücepe ve ark., 2021). Sunulan çalışmada diğer çalışmalara paralel olarak izole edilen *S. canis* suşlarının enrofloksasine duyarlı olduğu belirlendi. İzolatlarda klindamisin direnç oranının ise yüksek olduğu görüldü.

Sağlıklı ve/veya konjunktivitisi kedi ve köpeklerden alınan okuler örneklerde Gram negatif bakterilerin izolasyon oranının sınırlı olduğu görülmektedir (Wang ve ark., 2008; Kielbowicz ve ark., 2015; Suter ve ark., 2017; Williams ve ark., 2017). Sunulan çalışmada da diğer çalışmalarla benzer şekilde Gram negatif bakteriyel etkenlerin izolasyon oranının Gram pozitif bakteriyel etkenlerin izolasyon oranının yarısı olduğu belirlendi. Bunun yanı sıra veteriner hekimlik alanında sıklıkla kullanılan beta-laktam ve sefalosporin grubu antibiyotiklere karşı dirençte önemli rol oynayan genişlemiş spektrumlu beta laktamaz enzimleri, çalışmada izole edilen

Enterobacteriaceae izolatlarının % 50'sinde tespit edildi. Bu durumun kedi ve köpeklerde görülen konjunktivitis vakalarının tedavisinde etkili antibiyotik seçiminde zorluk yaratacağı düşünüldü.

4. Sonuçlar

Sonuç olarak bu çalışmada *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp. ve *Enterobacteriaceae* suşlarının kedi ve köpeklerde konjunktivitis olgularına neden olabileceği ortaya koyuldu. Pet hayvanlarında görülen konjunktivitis olgularından *S. felis* ve *S. canis* gibi zoonotik etkenlerin izole edilmesinin kedi ve köpek sağlığının yanı sıra hasta sahiplerinin de sağlığı açısından risk teşkil ettiğini ortaya koydu. Bununla birlikte Gram pozitif bakteriyel etkenlerin neden olduğu konjunktivitis olgularında gentamisin, sefalosporin, enrofloksasin, klindamisin, siprofloksasin, kloramfenikol ile tedavide başarılı sonuçlar alınabileceği, *Staphylococcus* spp. izolatlarında penisilin, *Enterococcus* spp. izolatlarında ise imipenem direncinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlendi. Gram negatif bakteriyel etkenlerin meydana getirdiği olguların etkili tedavisinde ise gentamisin, enrofloksasin, piperasilin+tazobaktam, imipenem ve eritromisin gibi antimikrobiyal maddelerin kullanılabileceği sonucuna varıldı. Araştırmadan elde edilen verilerin kedi ve köpek sağlığı üzerine çalışmalarda bulunan veteriner hekimlere katkı sağlayacağı düşünüldü

Yazarların Katkı Beyanı

Tüm yazarlar çalışmada eşit derecede katkıda bulunmuş olup; makalenin son halini okuyup onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma 15 Şubat 2014 tarihinde resmi gazetede yayımlanan "Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik" madde 8, k bendi 1. fıkra "Teşhis ve tedavi amaçlı klinik uygulamalar"

kapsamında yer aldığı için HADYEK iznine tabi değildir.

Kaynaklar

- Bang, K., An, J.U., Kim, W., Dong, H.J., Kim, J., Cho, S., 2017. Antibiotic resistance patterns and genetic relatedness of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* isolated from military working dogs in Korea. *Journal of Veterinary Science*, 18(2).
- Ben Said, L., Dziri, R., Sassi, N., Lozano, C., Ben Slama, K., Ouzari, I., Torres, C., Klibi, N., 2017. Species distribution, antibiotic resistance and virulence traits in canine and feline enterococci in Tunisia. *Acta Veterinaria Hungarica*, 65(2): 173-184.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C., Turck, M., 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45: 493-494.
- Cloet, A., da Silva, A.N., Facioli, F.L., Levitt, S., Sandmeyer, L.S., de Oliveira Costa, M., Leis, M.L., 2023. Streptococcus canis prevalence on the normal and abnormal ocular surface of dogs referred for ophthalmic disease in Canada. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 65(1): 16.
- CLSI, 2018. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals. 4th Edition. CLSI, Pennsylvania.
- EUCAST, 2019. Breakpoint Tables for Interpretation of MICs and Zone Diameters. 9th Edition. EUCAST, Switzerland.
- Gelatt, K.N., 2012. Temel Veteriner Oftalmoloji. Avki Sırrı, Sancak İG (Çeviren). Medipres, Malatya.
- Gülaydın, Ö., Ekin, İ.H., İlhan, Z., Yesilyurt, M., 2022. Investigation of vancomycin resistance and some virulence factors in enterococci strains isolated from dogs. *International Journal of Veterinary and Animal Research*, 5(2): 54-59.

- Gülaydın, Ö., Gürtürk, K., Ekin, İ.H., Kaplan, B., 2021. Van ve yöresinde sığır sütlerinden izole edilen koagulaz negatif stafilkokların bazı antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 35(3): 172-177.
- Hamed, M.I., McCalla, T.L., Townsend, W.M., Seleem, M.N., 2017. *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from two dog cases with ophthalmic lesions. *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, 5: 132-136.
- Ingrey, K.T., Ren, J., Prescott, J.F., 2003. A fluoroquinolone induces a novel mitogen-encoding bacteriophage in *Streptococcus canis*. *Infection and Immunity*, 71(6): 3028-3033.
- İlhan, Z., Gençcelep, M., Aksakal, A., 2001. Van kedilerinde multifaktöriyel konjunktivitis. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(1): 53-58.
- Kiełbowicz, Z., Płoneczka-Janeczko, K., Bania, J., Bierowiec, K., Kiełbowicz, M., 2015. Characteristics of the bacterial flora in the conjunctival sac of cats from Poland. *Journal of Small Animal Practice*, 56(3): 203-206.
- LoPinto, A.J., Mohammed, H.O., Ledbetter, E.C., 2015. Prevalence and risk factors for isolation of methicillin-resistant *Staphylococcus* in dogs with keratitis. *Veterinary Ophthalmology*, 18(4): 297-303.
- Lynch, S.A., Helbig, K.J., 2021. The complex diseases of *Staphylococcus pseudintermedius* in canines: where to next?. *Veterinary Sciences*, 8(1): 11.
- Magiorakos, A.P., Srinivasan, A., Carey, R.B., Carmeli, Y., Falagas, M.E., Giske, C.G., Harbarth, S., Hindler, J.F., Kahlmeter, G., Olsson-Liljequist, B., Paterson, D.L., Rice, L.B., Stelling, J., Struelens, M.J., Vatopoulos, A., Weber, J.T., Monnet, D.L., 2012. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(3): 268-281.
- Mouney, M.C., Stiles, J., Townsend, W.M., Guptill, L., Weese, J.S., 2015. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus* spp. in the conjunctival sac of healthy dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 18(2): 123-126.
- Płoneczka-Janeczko, K., Bania, J., Bierowiec, K., Kiełbowicz, M., Kiełbowicz, Z., 2017. Bacterial diversity in feline conjunctiva based on 16S rRNA gene sequence analysis: a pilot study. *BioMed Research International*.
- Sips, G.J., van Dijk, M.A., van Westreenen, M., van der Graaf-van Bloois, L., Duim, B., Broens, E.M., 2023. Evidence of cat-to-human transmission of *Staphylococcus felis*. *Journal of Medical Microbiology*, 72(2): 001661.
- Soimala, T., Lübke-Becker, A., Hanke, D., Eichhorn, I., Feßler, A.T., Schwarz, S., Eule, J.C., 2020. Molecular and phenotypic characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* from ocular surfaces of dogs and cats suffering from ophthalmological diseases. *Veterinary Microbiology*, 244: 108687.
- Suter, A., Voelter, K., Hartnack, S., Spiess, B.M., Pot, S.A., 2018. Septic keratitis in dogs, cats, and horses in Switzerland: associated bacteria and antibiotic susceptibility. *Veterinary Ophthalmology*, 21(1): 66-75.
- Şababoğlu, E., Öztürk, D., Türütoğlu, H., 2021. Isolation and antimicrobial susceptibility of *Streptococcus canis* from dogs. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 32(1): 6-13.
- Tamakan, H., Göçmen, H., 2019. Kedi ve köpeklerde metisilin dirençli *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP) taşıyıcılığı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(1): 98-106.

- Troscianczyk, A., Nowakiewicz, A., Gnat, S., Łagowski, D., Osinska, M., 2021. Are dogs and cats a reservoir of resistant and virulent *Enterococcus faecalis* strains and a potential threat to public health? *Applied Microbiology*, 131: 2061-2071.
- Uysul, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Soylu, E. M., Kara, M., 2019. Identification of microorganism species in leafy vegetables using MALDI-TOF MS (matrix assisted laser desorption/ionization mass spectrometry) technique. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 29(4): 595-601.
- Van den Bunt, G., Top, J., Hordijk, J., de Greeff, S.C., Mughini-Gras, L., Corander, J., van Pelt, W., Bonten, M.J.M., Fluit, A.C., Willems, R.J.L., 2018. Intestinal carriage of ampicillin and vancomycin resistant *Enterococcus faecium* in humans, dogs and cats in the Netherlands. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 73: 607-614.
- Vargas, R., Penna, B., Martins, G., Martins, R., Lilenbaum, W., 2009. Antimicrobial susceptibility of Staphylococci isolated from naturally occurring canine external ocular diseases. *Veterinary Ophthalmology*, 12(4): 216-220.
- Wang, L., Pan, Q., Zhang, L., Xue, Q., Cui, J., Qi, C., 2008. Investigation of bacterial microorganisms in the conjunctival sac of clinically normal dogs and dogs with ulcerative keratitis in Beijing, China. *Veterinary Ophthalmology*, 11(3): 145-149.
- Williams, D., 2017. Bacterial isolates from canine external ocular disease and their antimicrobial sensitivities. *ARC Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 3(3): 29-36.
- Yücepepe, A.G., Arserim, N.B., Özcan, N., Cenak, H., Keskin, O., 2021. Bir kedideki nekrotizan fasiit olgusundan izole edilen iki zoonotik bakteri: *Streptococcus canis* ve *Staphylococcus felis*. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 92(2): 173-180.

Atıf Şekli	Gülaydın, A., Gülaydın, Ö., Akgül, M.B., 2024. Kedi ve Köpeklerde Konjunktivit Olgularına Neden Olan Bakterilerin Karakterizasyonu: 25 Olgu. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(2): 328-337. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11154229 .
To Cite	Gülaydın, A., Gülaydın, Ö., Akgül, M.B., 2024. Kedi ve Köpeklerde Konjunktivit Olgularına Neden Olan Bakterilerin Karakterizasyonu: 25 Olgu. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(2): 328-337. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11154229 .



Effect of Storage Containers and Storage Periods on the Moisture Content, Germination and Biotic Status of Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.) Seed

Mohammad Sohedul ISLAM^{1*}, A.S.M. Golam HAFEEZ², Md. Kaium CHOWDHURY³,
Moaz Hosen PRAMANIK⁴, A.K.M. Abdul BARI⁵, Khandakar AURIB⁶, Fatih ÇİĞ⁷, Sipan SOYSAL⁷

¹ Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Department of Agronomy, Dinajpur, Bangladesh

² Bangladesh Agricultural University, Department of Agricultural Finance, Mymensingh, Bangladesh

³ Agricultural Training Institute, Department of Agricultural Extension, Gaibanda, Bangladesh

⁴ Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Department of Agricultural Chemistry, Dinajpur, Bangladesh

⁵ University of Rajshahi, Department of Crop Science and Technology, Rajshahi, Bangladesh

⁶ University of Dhaka, Department of Disaster Science and Climate Resilience, Dhaka, Bangladesh

⁷ Siirt University, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Siirt, Türkiye

*Corresponding author: islam.agn@hstu.ac.bd

Abstract

To observe the moisture content and germination capacity of durum wheat seed stored in different storage containers for certain storage periods, a Lab. experiment was carried out at the Agronomy laboratory, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University (HSTU), Dinajpur, Bangladesh during March-May 2016. The experiment was designed completely randomized design (CRD) with three replications under three storage periods (30, 45, and 60 days after storage) and three seed containers (sealed plastic container, polythene bag and gunny bag). Initial seed moisture content (MC) and germination percentage (GP) was measured before storage of seeds. Seeds stored in containers gradually absorb moisture from air with the advancement of storage periods, and air leaked storage container i.e., gunny bag quickly absorb moisture than other two containers. The maximum values of GP were recorded of durum wheat seed with 30 days after storage (DAS) and the GP reduced significantly with increasing storage periods from 30 to 45 DAS. The highest GP (78.00 %) was found at 30 DAS in sealed plastic container while the lowest (57.67 %) at 60 DAS in gunny bag. The rate of reduction was found to increase with the advancement of storage periods. Durum wheat seed kept in sealed plastic container and ply bag maintained the minimum MC and eventually showed highest GP. An outstanding performance of GP was observed in sealed plastic container seed while the gunny bag provided the inferior GP among all of the three containers. Several fungi was observed such as *Alternaria*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Rhizopus* during germination study, although no insect was found to any storage container during the storage periods. Higher number of fungus was observed in seeds of gunny bag than sealed plastic container and poly bag. In conclusion, durum wheat seeds should be stored in air tight container for certain periods.

Research Article

Article History

Received :23.12.2023
Accepted :29.01.2024

Keywords

Storage containers
storage periods
moisture content
abnormal seedlings
biotic factors
durum wheat seed

1. Introduction

Durum wheat [*Triticum turgidum* L. var. *durum* (Desf.)] is an important cereal crop. Approximately 90 % of the wheat grown in the global is the common wheat (*Triticum aestivum*). The remaining 9 % acreage is made up of durum, and club wheat (*Triticum dicoccum*) and the rest minors are grown as livestock feed (Delorit et al., 1974). Durum wheat is adapted widely to semiarid climates than bread wheat. In spite of its low acreage, it is an economically important crop because of its unique characteristics. Durum kernels are usually large, golden amber, and translucent. These characteristics, along with its protein content and gluten strength, make it suitable for manufacturing diverse food products like *suji*, *semya*, *sphagetti*, *egg noodles*, *ouscous*, and *macaroni*. Pasta is the most common durum end product consumed in Europe, North America, and Russia (Delorit et al., 1974). Durum wheat is grown primarily because it withstands drought better and is more resistant to most diseases than the common wheat. Despite of its versatile use and adoptability to the agro-environment, the crop is still neglected both in the research and farmers level. Maximum yield potential of the crop can be exploited through genetic and agronomic manipulation, among these, use of quality seed play a key role to get higher yield. Use of quality seed is the most important factor for better yield, as quality seeds ensure better germination (Ahmad, 2001; Islam et al., 2017, 2018). Using of good quality seed can contribute to increase yield as high as 30% keeping the other factors of production as constant (BARI, 1993). Good seed alone can give an increased production (10-15%) compare to the seed of a poor seed stock (Alim, 1977). A very significant yield reduction of 17% in case of wheat and 10% in case of rice due to effect of different quality components of seed (Huda, 2001). Durum wheat is grown the winter season (November to March) and seeds from harvested crops are stored for at least 8-9 months before sowing in the next season. Major part of seed quality deteriorates at the time of storage. Although seed quality is governed by genetic make-up, but commonly

the quality of seeds is deteriorated during storage period. Seeds tend to lose their viability due to the effect of biotic and abiotic factors viz. pathogens, high and low temperature, moisture etc. during this period. The proper storage of seed is a very important factor for the better production of crop and to ensure food security for future generation.

Several studies have indicated the effect of packaging materials on the quality of seeds in terms of germination and viability over a period of time (Sinha and Sharma, 2004; Malaker et al., 2008; Chattha et al., 2012; Sawant et al., 2012; Azam et al., 2018). For instance, blackgram seeds stored in a gunny bag resulted in low germination percentage compared to seeds stored tin and plastic containers (Islam et al., 2018). However, it has been reported that the intensity of quality decreasing of stored seed under different storage techniques differ among plant species and within plant species (Al-Yahya, 2001; Guberac et al., 2003). Using a sweet corn experiment, Camargo and Carvalho (2008) confirmed the advantages of employing hermetically sealed material to maintain quality of seed, under ambient environments. Moreover, Adebisi et al. (2008) included bottles as one of the best materials to store okra seeds. Seeds which are supposed to be planted in the subsequent season need to be dried and stored in moisture barrier materials to control loss of viability and vigour (Justice and Bass, 1979). Thus, the choice of material used in storing seed is crucial in ensuring that the quality of seed is maintained during storage. Moreover, the deterioration rate depends on storage condition that is temperature, relative humidity, seed moisture contents, storage container types, etc. Types of container also regulate temperature, relative humidity, and seed moisture contents. High temperature, relative humidity, and moisture in the storage environment appear to be principle factors involved in deterioration of seed quality (Fakir et al., 1989). The deterioration of seed during storage is greatly influenced by storage period (Islam et al., 2017; Hasan et al., 2017a). It is against this background that this study was conducted to determine the effects of

packaging materials and storage periods on seed quality and to predict the longevity of durum wheat seeds.

2. Materials and Methods

2.1. Location and weather conditions

The investigation was conducted at the Agronomy laboratory of the Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University

(HSTU), Dinajpur during the period from March to May 2016.

2.2. Weather conditions

The experimental site is located under tropical climate characterized by high relative humidity and temperature during the months of April to July. Information regarding monthly maximum and minimum temperature and relative humidity recorded during the period of experiment are included in Figure 1.

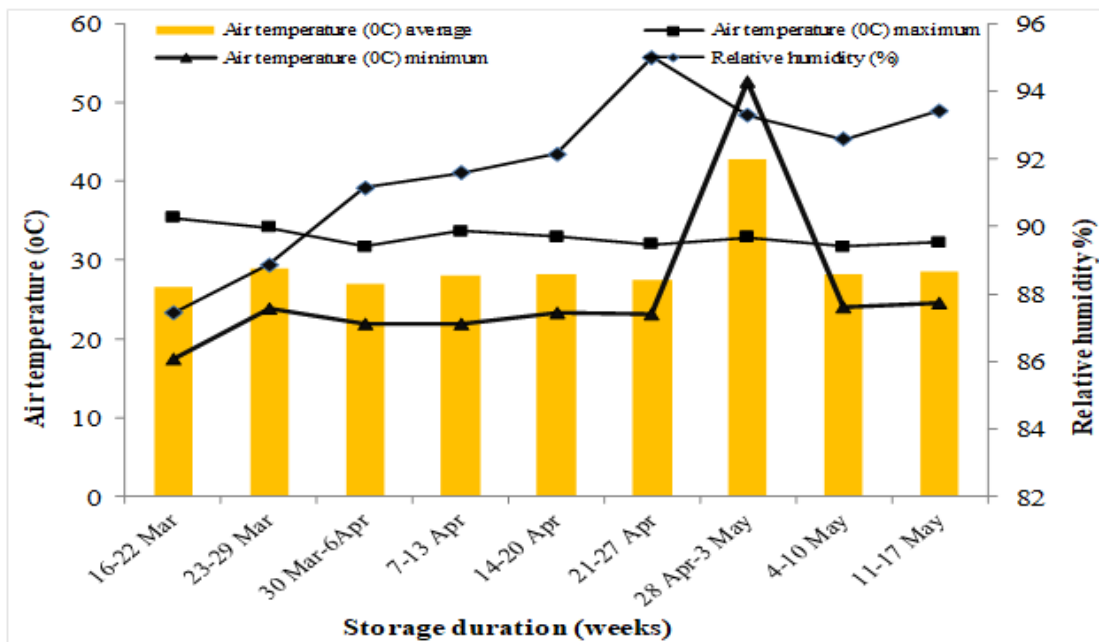


Figure 1. Relative humidity and air temperature at storage during the period of seed storage

2.3. Seed source, experimental treatments and design

Durum wheat seed, used material in the study was collected from Wheat Research Centre (Bangladesh Agricultural Research Institute), Nashipur, Dinajpur, Bangladesh. The experiment consisted two factors naming factor A: three storage containers, viz. i) Sealed container (plastic bottle) (C₁), ii) Poly bag (C₂), and iii) Gunny bag (C₃), and factor B: three storage periods viz., i) 30 (SP₁), ii) 45 (SP₂), and iii) 60 (SP₃) DAS (days after storage). There were altogether nine treatment combinations as follows: i) C₁SP₁, ii) C₁SP₂, iii) C₁SP₃, iv) C₂SP₁, v) C₂SP₂, vi) C₃SP₃, vii) C₃SP₁, viii) C₃SP₂, and ix) C₃SP₃. The experiment was laid out in completely randomized design (CRD) with three

replications. Total numbers of experimental units were 27 (3 storage containers x 3 storage duration x 3 replications).

2.4. Experimentation

Collected seeds were sundried and initial seed moisture content was measured (wet basis) before storing the seeds and the value was (10.5%). Seeds were preserved in the containers of sealed (plastic bottle) container, poly bag and gunny bag and stored in room temperature and relative humidity (RH) up to 60 days. The sealed container was covered tightly, and the polythene bag and gunny bag were tight with rope. During the storage period seed samples were taken at 30, 45, and 60 DAS from the containers for determination of change of moisture content (wet basis),

germination percentage, presence of insect and diseases.

2.5. Data collection

Sampling was carried out after 30 days of preservation at 15 day intervals up to 60 days i.e. 3 times. At each sampling, samples were taken randomly from each storage container.

2.5.1. Moisture content test

Moisture content was determined at every 15 days during experimental period from 30 DAS. Moisture content was determined by using high constant temperature oven method (125-130⁰C, 2 hr) following International Rules for Seed Testing (ISTA, 1999).

2.5.2. Germination test

Four hundred seeds were tested for germination from each container for every storage period in the plastic pots as per the rules of ISTA (1999). Germination test was conducted using sand as substratum in plastic tray. The sand was sieved to discard particles bigger than 0.8 mm and smaller than 0.05 mm in diameter. For every test new sand was used. Seed was placed on a uniform layer of moist sand and then covered to a depth of 10 mm with sand, which was left loose. The pot was irrigated at every odd day. After 5 days and 8 days, germination percentage was determined. Data on normal and abnormal seedlings were recorded from pot experiment. The normal seedlings and abnormal seedlings were classified according to the prescribed rules given by ISTA (2019). Germination percentage was calculated using the following formula ISTA (1999).

$$\text{Germination (\%)} = \frac{\text{Number of normal seedlings}}{\text{Number of seeds tested}} \times 100$$

2.5.3. Insects and diseases

In every ten days presence and number of insects and diseased seeds were also observed in the stored Durum wheat seed. The pathogens identified from the seed were recorded.

2.6. Statistical analysis

The recorded and calculated data were statistically analyzed using a MSTAT-C Statistical Computer Package Program in accordance with the principles of Completely Randomized Design (Gomez and Gomez, 1984). Duncan's Multiple Range test (DMRT) was performed to compare variations among treatments.

3. Results and Discussion

3.1. Effect of storage containers and storage periods on the moisture content of seed

Moisture absorption by the seeds increased with the increasing storage period from 30 to 60 DAS. Sealed plastic container and poly bag were of the statistically identical moisture content in all sampling dates but the seeds in gunny bag absorbed a lot of moisture over time. At 60 DAS, the highest moisture content (17.88%) was observed in C₃ which was statistically higher than C₁ (13.00%) and C₂ (13.17%). Such result is in agreement with the findings of Ansari et al. (1996), Khalequzzaman et al. (2012), and Hasan et al. (2016) where they concluded that storage containers have significant effect on the absorption of moisture from the surrounding environment. Moisture content was greatly influenced by the storage containers specially in gunny bag possibly due to the fact that gunny bag absorbed moisture from air if it is stored in natural environment where relative humidity is higher than the seed moisture content. For this reason, seeds absorbed moisture from the ambient air and tended to equilibrium with relative. Higher moisture level in seed during storage is one of the main reasons for loses of viability and vigor sooner. The MC of durum wheat seed gradually increased with increasing relative humidity. The correlation between moisture content and relative humidity was observed by Huda (2001) in wheat seed showed that there existed a positive relationship. Equilibrium moisture percentages of different crops are shown in Table 4 (Copeland, 1988).

Table 1. Effect of storage containers and storage periods on the moisture content of durum wheat seed

Storage containers	Moisture (%)			
	Before storage	Storage periods (Days after storage)		
	0 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS
C1	11.50	12.47b	12.87b	13.00b
C2	11.50	12.58b	13.02b	13.17b
C3	11.50	14.57a	16.33a	17.88a
LSD	-	0.373	0.328	0.457

In a column, figures having similar letter(s) do not differ significantly whereas figures bearing dissimilar letter(s) differ significantly (as per DMRT); C₁= Sealed plastic container, C₂= Poly bag, and C₃= Gunny bag; DAS= Days After Storage

3.2. Effect of storage containers and storage periods on the GP of durum wheat seed

Germination is the most important function of a seed as an indicator of its viability and worth as seed. Seed germination test provides to the ability of seeds to germinate and produce a seedling that will emerge and develop onto a healthy vigorous plant. The germination percentage (GP) was significantly influenced by the storage containers during the periods of 30, 45 and 60 DAS. The GP of seeds increased with the increasing storage period from 30 to 60 DAS. Among the three containers, germination percentage of the seeds of sealed plastic container was the highest (78.23%) followed by poly bag (77.17%) without any significant variation. The lowest GP (75.83%) was observed in the seeds stored in gunny bag at 30 DAS this is due the fact that the seeds in gunny bag absorbed a lot of moisture from the ambient air over time (Table 2). At the end of 2 months the germination percentage of durum wheat seeds kept in sealed plastic container, poly bag, and gunny bag were decrease to 70.83, 68.05, and 57.61%, respectively. The decline rate was higher in seeds of gunny bag

than that of sealed container and poly bag (Table 2). The GP of wheat seeds stored in different types of packing materials decreased with the progress of storage period, and air leaked storage containers remarkably reduced the GP than air tight containers as reported by many researchers (Sinha and Sharma, 2004; Chattha et al., 2012; Sawant et al., 2012; Azam et al., 2018; Islam, 2008). Seed deterioration is natural phenomena and life span of seeds decrease with the passing of time. Seed deterioration processes, however, depend on a large number of genetical and environmental factors. As seed is highly hygroscopic living materials and it absorbs moisture from the surrounding atmosphere. This higher moisture in the seed may be the main reason of quick germination deterioration in the seeds of gunny bag. Similar observations were also recorded by Khalequzzaman et al. (2012) in French bean, Hasan et al. (2017b) in lentil, Islam et al. (2017) in mungbean, and Islam et al. (2018) in blackgram. The main reason of declining GP of the seed in gunny or paper bags was due to insect infestation as a result of high MC (Chattha et al., 2012).

Table 2. Effect of containers and storage periods on the germination percentage of durum wheat seed

Storage containers	Germination (%)			
	Before storage	Storage periods (Days after storage)		
	0 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS
C1	80.23	78.00	75.17a	70.83a
C2	80.23	77.17	73.33a	68.05a
C3	80.23	75.83	64.83b	57.67b
LSD	-	-	2.258	2.372

Legends: C₁= Sealed plastic container, C₂= Poly bag, and C₃= Gunny bag

3.3. Abnormal seedling

The initial abnormal seedling of seeds in sealed plastic container, poly bag and gunny bag were minimum, but it was increased with

increasing storage time. At the end of two months the abnormal seedling of durum wheat seed were increased in all treatment combinations (Table 3). The increasing rate was higher in seeds of gunny bag, might be due

to high moisture and fungal activities (Mali et al., 1983). The percentage of normal seedlings decreased (Table 2) whereas production of abnormal seedlings (Table 3) and the number of dead seeds (data not sow) increased indicating substantial loss in seed viability. Similar observation was also reported by Kaur

et al. (1990). Storage conditions along with pathogenic presence of inocula are responsible for causing loss in seed germination and causing primary disease to the emerged seedlings and also eventually increased abnormal seedlings.

Table 3. Effect of containers and storage periods on the abnormal seedling of durum wheat seed

Storage containers	Abnormal seedling (%)			
	Before storage	Storage periods (Days after storage)		
	0 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS
C1	9.77	11.27a	16.40a	21.00a
C2	9.77	12.00a	17.86a	22.60a
C3	9.77	14.67b	24.67b	31.00b
LSD	-	1.12	8.25	4.23

C₁= Sealed plastic container, C₂= Poly bag, and C₃= Gunny bag

Table 4. Equilibrium Moisture Content (EMC) chart for different kinds of seeds at 25°C

SNo	Relative Humidity (%)	30	40	50	60	70	80	90
	Name of Seed	Seed Moisture Content (%)						
1	Rice (Rough)	7.9	9.4	10.8	11.8	13.4	14.8	17.6
2	Foxtail millet	8.2	9.2	10.9	11.8	13.6	15.3	18.4
2	Wheat	8.5	9.8	11.1	11.8	13.9	15.9	19.7
3	Maize	8.5	9.8	11.0	12.2	13.1	14.2	18.3
4	Peanut	4.2	5.0	6.1	7.2	8.9	10.9	13.0
5	Rye	8.7	9.9	10.9	12.2	13.5	15.7	20.5
6	Sunflower	4.0	5.3	6.7	8.0	9.3	11.7	15.0
7	Pea	8.6	9.6	10.7	11.9	13.5	15.5	18.6

Source: Copeland (1988)

3.4. Biotic factors

No biotic factors like insects and pathogen was observed during the storage period in all the containers, but during investigation like germination analysis, several fungi was observed such as *Alternaria*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Rhizopus*. No insect was found to any storage container. Higher number of fungus was observed in seeds of gunny bag than sealed plastic container and poly bag. Because as seed is highly hygroscopic living materials and it absorbs moisture from the surrounding atmosphere, this higher moisture in the seed may be the main reason for growing of fungus in the seeds of gunny bag (Mali and Joi, 1985).

4. Conclusion

The moisture content (MC) in seeds stored in gunny bag significantly increased with the increment of storage periods but the

absorbance of moisture was minimum in sealed plastic container and poly bag without any significant variation between them. On the other hand, the GP of stored seed in gunny bag were significantly lower than the seeds stored in sealed plastic container and poly bag while, with the advancement of storage periods the GP decreased and MC increased. The highest abnormal seedling was found from gunny bag after two months of storage period than sealed plastic container and poly bag. Sealed plastic container is the best storage containers and can be used for general storage purpose, and durum wheat seeds should be kept in container for short period of storage.

Acknowledgements

The authors acknowledged to the Chairman, Department of Agronomy, and Director, Institute of Research and Training (IRT), Hajee Mohammad danesh Science and

Technology University, Dinajpur, Bangladesh for their assistance to conduct the research.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

References

- Adebisi, M.A., Daniel, I.O., Ajala, M.O., 2008. Storage life of soybean (*Glycine max* L. Merrill) seeds after seed dressing. *Journal of Tropical Agriculture*, 42(1-2): 3-7.
- Ahmad, S., 2001. Environmental effects on seed characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187: 213-216.
- Alim, A., 1977. Agriculture in East Asia. Moona Alim. No: 220, Bangladesh.
- Al-Yahya, S.A., 2001. Effect of storage conditions on germination in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186: 273-279.
- Ansari, T.H., Suratuzzaman, M., Islam, M.S., 1996. Status of health and germination of seed stored in different containers at farmers level in Mymensingh. *Agricultural Progress*, 7(2): 109-111.
- Azam, M.G., Islam, M.S., Hasan, K., Choudhury, M.K., Alam, M.J., Shaddam, M.O., El-Sabagh, A., 2018. Effect of storage containers and length of storage on the germination, moisture content and pest infestation of wheat seed. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 51(3/175): 13-23.
- BARI (Bangladesh Agricultural Research Institute), 1993. Intensive vegetable growing and its utilization. Bangladesh Agricultural Research Institute, Joydebpur, Gazipur.
- Camargo, R., Carvalho, M.L.M., 2008. Armazenamento a vácuo de semente de milhodoce. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(1): 131-139.
- Chattha, S.H., Jamali, L.A., Ibupoto, K.A., Mangio, H.R., 2012. Effect of different packing materials and storage conditions on the viability of wheat seed (TD-1 variety). *Science, Technology and Development*, 31(1): 10-18.
- Copeland, L.O., 1988. Principles of Seed Science and Technology. Surjeet publication, Delhi.
- Delorit, R.J., Greub, L.J., Ahlgren, H.L., 1974. Crop Production (Fourth Ed). Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Fakir, G.A., 1989. Seed health test in seed quality control and seed certification. Department of Plant Pathology, No: 4. Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh.
- Gomez, K.A., Gomez, A.A., 1984. Statistical Procedures for Agriculture Research. International Rice Research Institute John Wiley and Sons. New York, USA.
- Guberac, V., Maric, S., Lalic, A., Drezner, G., Zdunic, Z., 2003. Hermetically sealed storage of cereal seeds and its influence on vigour and germination. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189: 54-56.
- Hasan, K., Sikdar, S.I., EL Sabagh, A., Gharib, H., Islam, M.S., 2017a. Effect of moisture levels and storage periods on the seed quality of lentil (*Lens culinaris* L.). *Scientific Journal of Agricultural Advances*, 6(1): 383-390
- Hasan, K., El Sabagh, A., Celaledin Barutçular C., Islam, M.S., 2017. Seed quality of Lentil (*Lens culinaris* L.) as affected by different containers and storage periods. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 6(1): 146-152.
- Hasan, K., El Sabagh, A., Islam, M.S., 2016. Effect of storage containers and moisture levels on the seed quality of Lentil (*Lens culinaris* L.). *Scientific Journal of Agronomy and Crop Science*, 6(1): 146-152.

- Huda, M.N., 2001. Why quality seed? Reality & vision, Bangladesh context. Bangladesh-German Seed Development Project, Dhaka, Bangladesh.
- Islam, M.S., 2008. Effect of abiotic and biotic factors on the storage of durum wheat (*Triticum aestivum* durum) seed. A Post Graduate Training (PGT) on Seed Technology, Institute of Research and Training (IRT), Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University (HSTU), Dinajpur, Bangladesh.
- Islam, M.S., Hasan, M.K., Mosharof Hossain, A.K.M., Hakim, M.A., Sirazul Islam, M., El-Sabagh, A., 2018. Germination of black gram (*Vigna mungo* L.) seed is influenced by different storage containers and storage periods. *Cerecari Agronomice in Moldova*, 51(2): 37-43
- Islam, M.S., Hasan, K., Shaddam, O., Sabagh, A.E., 2017. Effect of storage periods and containers on the germinability of mungbean seeds. *Agricultural Advances*, 6(7): 418-424.
- ISTA (International Seed Testing Association), 1999. International rules for seed testing. international seed testing association seed science technology. (Date of access: 10.10.2023).
- ISTA (International Seed Testing Association), 2019. International rules for seed testing. ISTA. CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.
- Justice, O.H., Bass, H.N., 1979. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 21: 25-46.
- Kaur, J., Randhawa, H.S., Sharma, H.L., 1990. Influence of moisture and container on viability of paddy seed during storage under ambient conditions of Punjab. Ludhiana, India.
- Khalequzzaman, K.M., Rashid, M.M., Hasan, M.A., Reza, M.M.A., 2012. Effect of storage containers and storage periods on the seed quality of French bean (*Phaseolus vulgaris*). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 37(2): 195-205.
- Malaker, P.K., Mian, I.H., Bhuiyan, K.A., Akanda, A.M., Reza, M.M.A., 2008. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 33(3): 469-477.
- Mali, J.B., Joi, M.B., 1985. Control of seed mivatiore of chilii (*Capsicum annum*) with fumigants. *Current Research Report*, 1: 8-10.
- Mali, J.B., Joi, M.B., Shindh, P.A., 1983. Fungi associated with chilli seeds. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 8: 69-71.
- Sawant, A.A., Patil, S.C., Kalse, S.B., Thakor, N.J., 2012. Effect of temperature, relative humidity and moisture content on germination percentage of wheat stored in different storage structures. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14(2): 110-118.
- Sinha, M.K., Sharma, P.D., 2004. Storage performance of wheat in different storage structures. *International Journal of Applied Biology*, 14(2): 83-85.

To Cite

Islam, M.S., Hafeez, A.S.M.G, Chowdhury, M.K., Pramanik, M.H., Bari, A.K.M.A., Aurib, K., Çiğ, F., Soysal, S., 2024. Effect of Storage Containers and Storage Periods on the Moisture Content, Germination and Biotic Status of Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.) Seed. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 338-345.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11154397>.



Farklı Organomineral ve İnorganik Kompoze Gübrelerin Çörek Otu Bitkisinde Verim ve Bazı Verim Unsurları İle Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Sıdıka EKREN¹ , Ali KOÇ^{1*} 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): alikoc344@gmail.com

Özet

Çalışma, 2021-22 vejetasyon döneminde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada organomineral ve kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin verim ve verim komponentleri ile yağ oranı ve yağ kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çameli çörek otu tohumu araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada faktör olarak kontrol, 4:11, 11:21:5, 18:46:0, 20:20:0 ve 15:15:15 gübreleri uygulanmıştır. Çıkış süresi (gün), çiçeklenme süresi (gün), yetiştirme süresi (gün), bitki boyu (cm), toplam dal sayısı (adet bitki⁻¹), toplam kapsül sayısı (adet bitki⁻¹), bin tane ağırlığı (g), tohum verim (kg da⁻¹), biyolojik verim (kg da⁻¹), hasat indeksi (%), yağ verimi (kg da⁻¹), yağ oranı (%) ve yağ bileşenleri (%) gibi özellikler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tohumlarının çıkış sürelerinin 15-18 gün, vejetasyon sürelerinin ise 118-129 gün arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Uygulanan gübreler açısından bitki boyunun 63.0-72.3 cm, toplam kapsül sayısının 6.0-8.8 adet bitki⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tohum verimi en yüksek 85.48 kg da⁻¹ ile 20:20:0 inorganik kompoze gübrede bulunmuştur. Organomineral gübrelerin içerisinde ise 4:11 gübresi 11:21:5 gübresine göre daha yüksek verim değerine ulaşmıştır. Yağ veriminin ise 20.9-26.0 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Yağ oranı en yüksek % 32.1 ile 20:20:0 ve % 31.2 ile 11:21:5 gübresinden tespit edilmiştir. Uygulanan organomineral ve inorganik kompoze gübreler açısından yağ asidi kompozisyonunda en fazla linoleik asit onu sırasıyla oleik ve palmitik asitlerin izlediği görülmüş olup oransal olarak dağılımları sırasıyla % 22.79-23.93, % 52.77-54.69, % 12.56-13.41 olarak saptanmıştır.

The Effect of Different Organomineral and Inorganic Composite Fertilizers on Yield and Some Yield Components with Quality Parameters in Black Cumin

Abstract

This study was carried out Ege University Faculty of Agriculture Field Crops Department in the experimental area during the 2021-22 vegetation period. In this study, it was aimed to determine the yield and yield components, oil ratio and oil composition of the black cumin plant of organomineral and compound fertilizers. Cameli black cumin seeds were used as research material. Control, 4:11, 11:21:5, 18:46:0, 20:20:0 and 15:15:15 fertilizers were applied in the experiment. Emergence time (days), flowering time (days), growing time (days), plant height (cm), total number of branches (pieces plant⁻¹), total number of capsules (pieces plant⁻¹), thousand grain weight (g), seeds yield (kg da⁻¹), biological yield (kg da⁻¹), harvest index (%), oil yield (kg da⁻¹), oil ratio (%) and oil components (%) were investigated. According to the results obtained, it was determined that the emergence period of the seeds varied between 15-18 days and the vegetation period between 118-129 days. In terms of applied fertilizers, it was determined that the plant height varied between 63.0-72.3 cm and the total number of capsules varied between 6.0-8.8 pieces plant⁻¹. In terms of seed yield, the highest 85.48 kg da⁻¹ was found in 20:20:0 inorganic compound fertilizer. Among the organomineral fertilizers, 4:11 fertilizer reached a higher yield value than 11:21:5 fertilizer. The oil yield varied between 20.9-26.0 kg da⁻¹. In terms of organomineral and compound fertilizers, the highest oil ratio was determined from 20:20:0 with 32.1% and 11:21:5 with 31.2%. In terms of applied organomineral and inorganic composite fertilizers, linoleic acid was the most followed by oleic and palmitic acids, respectively, in fatty acid composition, and their proportional distribution was determined as 22.79%-23.93%, 52.77-54.69%, 12.56-13.41%.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :25.12.2023

Kabul Tarihi :29.01.2024

Anahtar Kelimeler

Çörek otu
gübre
verim
yağ oranı
yağ kompozisyonu

Research Article

Article History

Received :25.12.2023

Accepted :29.01.2024

Keywords

Black cumin
fertilizer
yield
oil content
oil composition

1. Giriş

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde insanların doğal ürünlere olan talep ve ilgisi artmıştır. Bu ilgi ve talep artışının pek çok sebebi vardır. Sentetik ürünler hakkındaki potansiyel toksik ve kanserojen etkiler nedeniyle olumsuz algının artması, doğal ürünlerin daha sağlıklı olması ve dünya çapında yaşanan pandemi süreci bu artışın başlıca kaynakları olduğu düşünülmektedir.

Türkiye tıbbi ve aromatik bitkilerin menşei ve çeşitliliği açısından zengin bir ülke konumundadır. Şifalı bitkiler arasında, ülkemizin farklı yörelerinde kara kimyon, kara tohum, cüccam, cöccam gibi birçok isimle bilinen çörek otunun geleneksel tıpta halk arasında yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Baytop, 1999; Telci ve ark., 2011).

Ranunculacea familyasından bir bitki olan çörek otu (*Nigella sativa* L.), dünyada pek çok ülkede tarımı yapılmakla birlikte; Güneybatı Asya ve Akdeniz Bölgesi'nde daha yoğun olarak yetiştirilmektedir (Kaskoos, 2011, Kara ve ark., 2015). Tek yıllık otsu bir formda olup doğal olarak da yayılış göstermektedir. Ülkemizde *Nigella sativa* L., *Nigella damascena* L. türlerine ait çörek otu tohumları daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yetiştiriciliğinin yapıldığı ve ticari anlamda kullanımının daha yoğun olduğu tür ise *Nigella sativa* L.'dir (Faydacı, 2019).

Ülkemizde çörek otu bitkisi daha çok Bursa, Afyonkarahisar, Konya, Burdur, Nevşehir, Gaziantep ve Mardin illerinde yetiştirilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, yıllar itibarı ile çörek otu üretim alanı ve üretim miktarında artış olduğu görülmektedir. 2020 yılında 3377 dekardan 3412 ton; 2021 yılında 8391 dekar üretim alanından 6435 ton ve 2022 yılında da 10802 dekardan 10089 ton çörek otu tohumu elde edilmiştir (TUIK, 2022). Her ne kadar üretim miktarında yıllar bazında bir artış kaydedilmesine rağmen son on yılın dış alım ve dış satım verilerini değerlendirdiğimizde net ithalatçı durumda olduğumuz görülmektedir.

Yukarıda açıkça belirtildiği gibi; son yıllarda üretim miktarlarındaki artış geniş bir kullanım alanına sahip çörek otunun tüketimimizdeki miktarı karşılayamamaktadır. Çünkü çörek otu çok eski yıllardan bu güne halk hekimliğinden tedavi edici yönüne; gıda ürünlerindeki kullanımından baharat olarak tüketimine kadar çok yönlü bir bitkidir (Akgül, 1993; Küçükemre, 2009). Yağ içeriğinde bulunan bileşenler antitümör, antibakteriyel, antioksidan, antimikrobiyal, antifungal aktiviteler gibi pek çok geniş yelpazede etki göstermesi neticesinde kas gevşetici, çeşitli ağrıları giderici, bağışıklık güçlendirici, kolesterol ve tansiyon düzenleyici gibi hastalıkların tedavi edilmesinde yardımcı bir bitki olduğu bilinmektedir. Tüm bunların yanı sıra, Türk tıbbında Hipokrat ve İbn-i Sina'nın reçetelerinde de bu bitkiye ayrı bir önemin verildiği kayıtlarda görülmektedir. İslam ülkelerinde çörek otu tohumu kutsanmış tohum olarak belirtilir ve ölüm hariç bin bir derde deva bitki olarak bilinmektedir (Baydar, 2016).

Yetiştirme tekniği açısından gerek sulu tarım alanlarında gerekse kuru tarım alanlarına uygunluğu nedeniyle ve iç ve dış pazarlardaki talep artışları düşünüldüğünde üretiminin kârlı bir üretim olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde çörek otu yetiştiriciliğinde özellikle bölgesel popülasyonlardan üretilip yetiştiriciliği yapılmaktadır. Halihazırda tescil edilmiş bir tek çeşidi bulunmaktadır. Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde ıslah edilen ve 8 Nisan 2014 tarihinde tescil edilmiş olan bu çeşit Çameli çeşididir (Anonim, 2020) Çeşit geliştirme ile ilgili yapılmış çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Ancak bu bitki ile ilgili ekim zamanı, sulama, gübreleme, tohum miktarı gibi yetiştirme teknikleri üzerine yapılmış pek çok araştırma mevcuttur. (Das ve ark., 1991; Hajar ve ark., 1996; Geren ve ark., 1997; Mozaffari ve ark., 2000; Ashraf ve ark., 2006, Akgören, 2011, Baytöre, 2011, Kılıç ve Arabacı, 2016, Gülhan, 2020).

Yapılan bu çalışmalar içerisinde bitki besin maddesi üzerine olan araştırmalarda azot, fosfor dozlarının bitki gelişimi ve ürün kalitesi üzerine etkilerinin olduğu dikkati çekmektedir.

Besin maddelerinin yeterli miktarda olmadığı durumlarda gübreleme vasıtasıyla toprağa ve bitkiye besin maddesi sağlanmaktadır. Aksi takdirde istenilen verim kalitede ürün elde etmek mümkün olamamaktadır. Bitkiler azot, fosfor, potasyum gibi temel gübreleri istenilen miktarlarda alamadıkları durumlarda vegetatif gelişimleri yavaş olmakta nihayetinde generatif döneme geçiş aşamasında çiçek oluşumları ve meyve ve de tohum teşekkülleri tam olarak gerçekleşmemektedir. Bu yüzden bitkiler kompoze ve organomineral içerikli ticari gübreler ile bitki besin maddesi içerikleri temin edilmektedir (Önceler, 2005).

Ele alınan bu çalışmada; çörek otu bitkisinin farklı organomineral ve inorganik gübrelerle Bornova ekolojik koşullarında verim, bazı verim komponentleri ve kalite unsurları üzerine etkileri amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (Eskişehir) ıslah edilen ve 8 Nisan 2014 tarihinde tescil edilen Çameli çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma 2021-22 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasında yürütülmüştür. Tablo 1 incelendiğinde, çörek otu bitkisinin ekiminden hasada kadar geçen vejetasyon süresi içerisinde ortalama sıcaklık, ortalama oransal nem ve toplam yağış miktarları uzun yıllar ortalamaları ile karşılaştırıldığında sıcaklık ve nem değerlerinin uzun yıllar verilerinden daha yüksek; toplam yağış miktarlarının ise daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Araştırmanın yürütüldüğü İzmir ili Bornova ilçesi araştırma ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)		Ort. Oransal Nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
	2021-22	Uzun yıllar	2021-22	Uzun yıllar	2021-22	Uzun yıllar
Aralık-2021	11.2	10.5	78.1	71.7	178	137.9
Ocak-2022	7.9	9.0	71.9	70.1	71.9	112.2
Şubat-2022	10.0	9.2	74.8	68.1	74.8	99.7
Mart-2022	8.6	11.8	62.6	66.1	62.6	82.9
Nisan-2022	17.7	16.1	63.8	62.9	63.8	46.4
Mayıs-2022	22.3	21.0	58.6	59.6	58.6	25.4
Haziran-2022	27.5	26.0	55.0	52.9	55.0	7.5
Temmuz-2022	29.9	28.3	44.9	51.2	44.9	2.1
Σ/ \bar{X}	16.9	16.5	63.7	62.6	408.0	514.1

www.mgm.gov.tr

Araştırmanın yürütüldüğü Bornova ekolojik Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanine toprak özellikleri Tablo 2.'de sunulmuştur

Deneme alanı toprak yapısının killi-tın (% 30.4 kil, % 38.6 mil ve % 31.0 kum 0-60 cm)

bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Araştırma alanı toprağı pH orta alkali reaksiyonlu, organik madde içeriğinin düşük, kireççe zengin, azotça orta, fosforca noksan ve potasyumca yeterli olduğu tespit edilmiştir (Kacar, 2009).

Tablo 2. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanına ilişkin toprak özellikleri

Özellik	Birim	Toprak Derinliği (cm)	
		0-30	30-60
Tekstür		Killi-tın	Killi-tın
Kum	%	34.84	34.84
Mil	%	32.16	32.16
Kil	%	33.00	33.00
pH		8.01	7.76
Organic madde	%	1.56	1.78
CaCO ₃	%	20.81	22.14
Toplam Tuz	%	0.080	0.092
Toplam N	%	0.072	0.084
Alınabilir Fosfor	mg kg ⁻¹	2.15	1.86
Alınabilir Potasyum	mg kg ⁻¹	245.18	210.21
Alınabilir Kalsiyum	mg kg ⁻¹	5884	6402

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sıra arası 40 cm, sıra üzeri kesiksiz olacak şekilde Ekim 23 Aralık 2021 tarihinde yapılmıştır. Dekara 2 kg hesabıyla tartılan tohumlar 1-2 cm derinliğe düşecek şekilde açılan çizilere elle atılmış ve üzerleri örtülmüştür. Parsel boyutları 1.2x3m=3.6m² olan denemede bloklar arasında

1m boşluk bırakılmıştır. Toplam deneme alanı 134.2 m² dir.

Çalışmada 8 kg da⁻¹ saf azot gelecek şekilde aşağıda belirtilen organomineral ve inorganik kompoze gübreler kullanılmıştır (Tablo 3). Azotlu gübrelerin yarısı ekimle beraber diğer yarısı da dallanma başlangıcında her parselle ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada uygulanan gübreler

	Kontrol
<i>Organomineral Gübreler</i>	4:11 11-11-11-11+(SO ₃)+Zn+5HF
	11:21:5 11:21:5+(10SO ₃)+0,5Zn+15O.M+7H.F
	18:46:0 Diamonyum fosfat
<i>İnorganik Gübreler</i>	20:20:0
	15:15:15

Sıra üzerinde çıkış işlemi gerçekleşikten sonra sıra üzerinde 10 cm aralık bırakılarak bitkiler seyreltilmiştir. Sulama, yabancı ot temizliği gibi kültürel işlemler bitkinin gerek duyduğu hava şartlarına göre ayrı ayrı yapılmıştır. Vejetasyon süresince herhangi bir hastalık ya da zararlı ile karşılaşmadığı için herhangi bir ilaçlama gerçekleştirilmemiştir.

Hasat olgunluğuna gelen bitkiler 11 Temmuz 2022 tarihinde toprak üzerinden 5-10 cm bırakılarak bıçak yardımıyla elle hasat

edilmiştir. Daha sonra kapsüllerinden tohumlar her parsel için ayrı ayrı temizlenmiştir.

Araştırmada, çıkış süresi (gün), çiçeklenme süresi (gün), yetiştirme süresi (gün), bitki boyu (cm), toplam dal sayısı (adet bitki⁻¹), toplam kapsül sayısı (adet bitki⁻¹), bin tane ağırlığı (g), tohum verim (kg da⁻¹), biyolojik verim (kg da⁻¹), hasat indeksi (%), yağ verimi (kg da⁻¹) gibi fenolojik gözlemler ile verim ve verim komponentleri (Telci, 1995), yağ oranı (%):

(FAO, 1996; Hışıl, 2007), yağ bileşenleri (%) belirlenmiştir.

Sonuçların istatistiksel değerlendirmesi Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre TotemStat İstatistik Programından yararlanılarak yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak, muameleler arasındaki farklar LSD testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve ark., 2004).

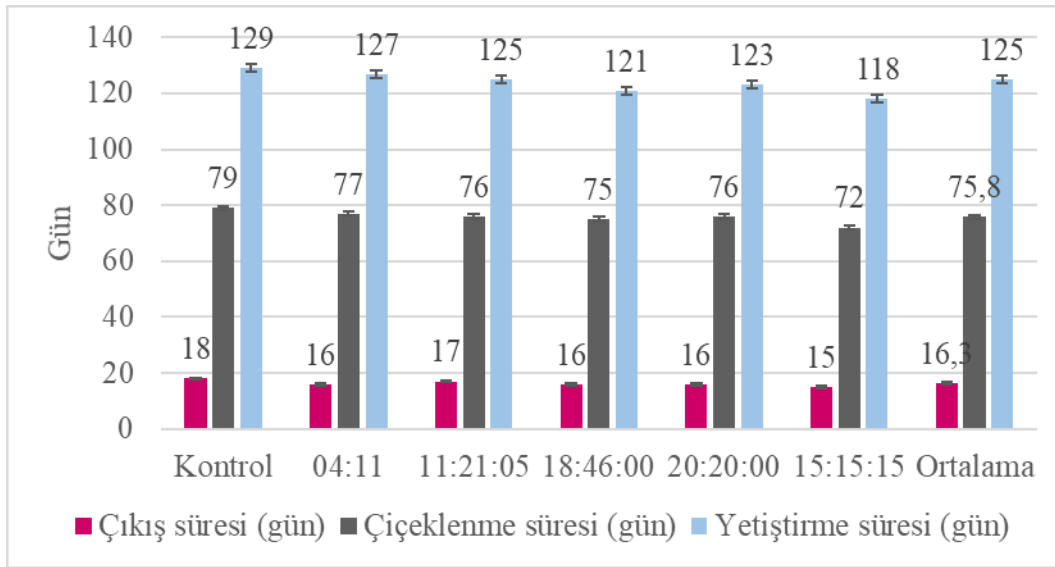
3. Bulgular ve Tartışma

3.1.Çıkış, çiçeklenme ve yetiştirme süresi

Çıkış, çiçeklenme ve yetiştirme süreleri bakımından uygulanan gübreler arasında istatistiki anlamda bir fark olmadığı görülmüştür.

Çörek otu tohumlarının çıkış süresinin 15-18 gün arasında değiştiği saptanmıştır.

İnorganik kompoze gübre uygulanan parsellerde çıkış sürelerinin organomineral gübre konularına ye nazaran daha önce çıkış gösterdiği belirlenmiştir. Çiçeklenme ve yetiştirme sürelerinde de çıkış süresine uygun paralel bir seyir izlendiği görülmüştür. Çiçeklenme süresinin 72 gün ile 15:15:15 gübresinde tespit edilmiştir. Onu 76 gün ile 20:20:0 ve 11:21:5 gübreleri izlemiştir. Uygulanan gübrelerin vejetasyon sürelerine etkileri 118-129 gün arasında belirlenmiştir (Şekil 1). İstatistiki olarak aralarında fark bulunmamakla beraber organomineral gübrelenen parsellerde vejetasyon süresi bakımından inorganik kompoze gübre uygulamalarına nazaran bir artış olduğu bulunmuştur. Her iki gübre konuları kontrol uygulamasına kıyasla vejetasyon süresini daha erkene çekmiştir.



Şekil 1. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin çıkış, çiçeklenme ve yetiştirme süreleri üzerine etkisi

Tokat ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada farklı sıra arası (15-20-25-30 cm) mesafelerde yetiştirilen Tokat, Balıkesir ve İzmir çörek otu popülasyonlarının çimlenme, çiçeklenme ve vejetasyon sürelerinin farklılık gösterdiğini rapor edilmiştir. İzmir popülasyonunun 20 cm sıra arasında ve Balıkesir popülasyonunun ise 25 cm sıra arası mesafede 15 günde; Tokat popülasyonunun ise tüm mesafelerde 16 günde çimlendiğini saptamıştır. Çiçeklenme süreleri bakımından

ise İzmir ve Balıkesir popülasyonları 70-71 gün, Tokat 76 günde çiçeklenme süresine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada vejetasyon sürelerinin ise İzmir 118 gün, Balıkesir 120 gün ve Tokat ise 126 günlük yaşam döngüsüne sahip olduğu tespit edilmiştir (Telci, 1995).

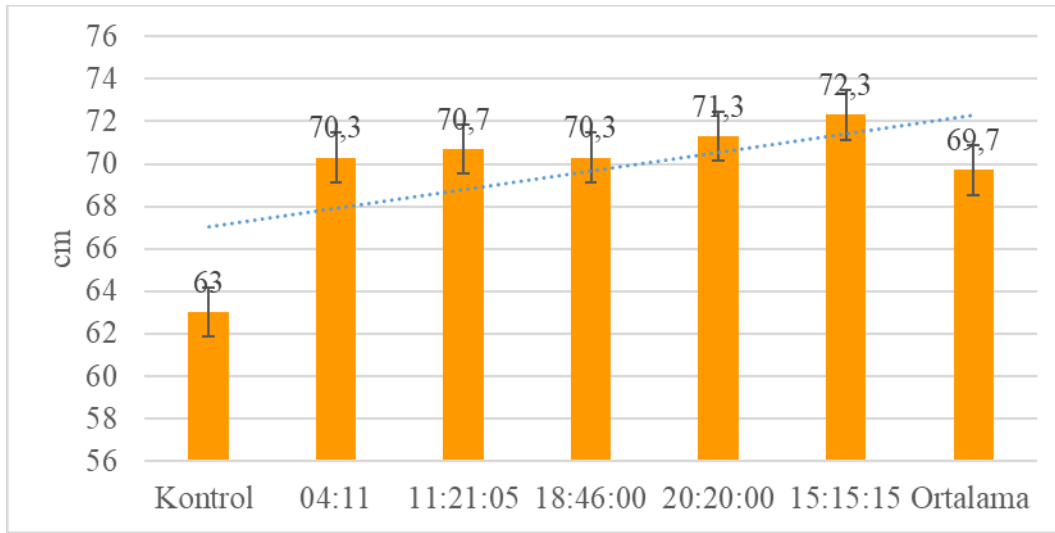
Çimlenme, çiçeklenme ve vejetasyon sürelerinin bitkinin genotipik yapısında, ekim zamanına (yazlık-kışık), gübreleme, sulama

gibi kültürel işlemlere ve yörenin ve yılın iklim koşullarına bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir (Ertaş, 2016). Kırşehir ekolojik koşullarında 3 farklı çörekotu genotipinin incelendiği bir çalışmada çimlenme süresinin 17-25 gün, çiçeklenme süresinin 54-86 gün ve vejetasyon süresinin ise 107-153 gün arasında değiştiğini bulmuştur (Selicioğlu, 2018). Isparta ekolojik koşullarında *Nigella sativa* L. ve *Nigella damascana* L. türlerine ait 10 farklı çörek otu genotipinin araştırıldığı çalışmada vejetasyon süresinin 134-157 gün arasında değiştiğini saptamıştır (Faydacı, 2019).

Araştırmamızda bulgularımızda çimlenme, çiçeklenme ve vejetasyon sürelerine ait sonuçların yukarıdaki literatür bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

3.2.Bitki boyu

Bitki boyu üzerine uygulanan gübrelerin etkisinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Çörekotu bitkisinde bitki boyunun 63.0-72.3 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek bitki boyuna (72.3 cm) inorganik gübrelerden 15:15:15 gübresinde ulaşılmıştır (Şekil 2).



LSD 4.118**

** p<0.01

Şekil 2. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin bitki boyu (cm), üzerine etkisi

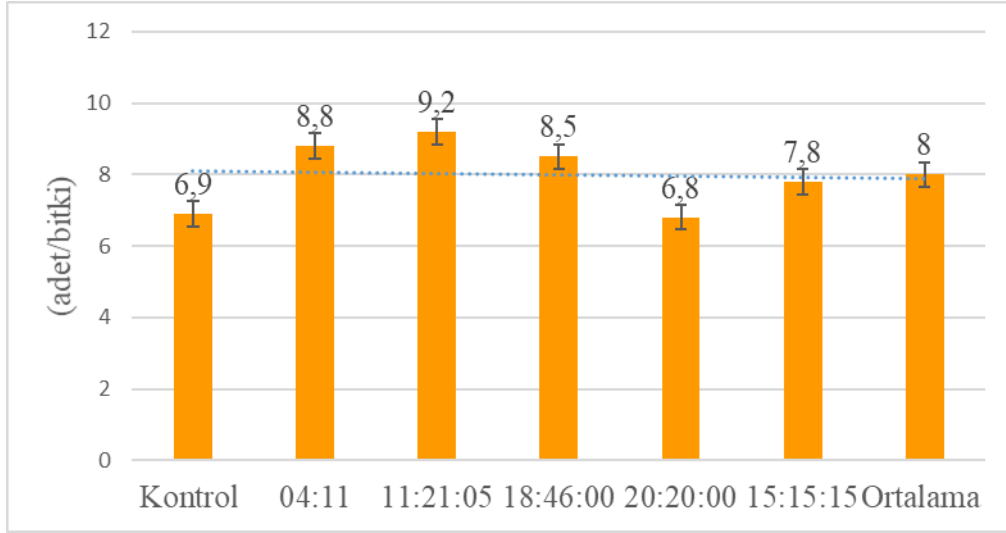
Çörekotu bitkisi ile ilgili yürütülen bazı araştırmalarda bitki boyunun Ankara ekolojisinde 28.6-32,1 cm (Arslan, 1994) ve 29.17-56,53 cm (Arslan ve ark., 2011), Tekirdağ ekolojisinde 34.53-38.10 cm (Baytöre, 2011), Eskişehir ekolojisinde 33-43.67 cm (Kulan ve ark., 2012), 32.33-35.47 cm (Tavas ve ark., 2013) ve 34.81-37.48 cm (Turan, 2014) ve Erzurum ekolojisinde 22.0-47.7 cm (Ürüşan, 2016) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda bitki boyuna ilişkin bulduğumuz değerlerin yukarıda belirtilen araştırma sonuçlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun kullanılan

çeşitten, uygulanan gübre çeşidi ve dozundan, yetiştirildiği ekolojiden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

3.3.Toplam dal sayısı

Toplam dal sayısı bakımından yapılan istatistiği analiz sonucunda % 1 seviyesinde önemlilik gösterdiği belirlenmiştir. Kontrole kıyasla en yüksek dal sayısına 9.2 adet ile 11:21:5 organomineral gübresinden elde edilmiştir. Onu istatistiki anlamda aynı grup içerisinde yer alan 8.8 adet bitki⁻¹ ile 4:11 organomineral gübresi izlemiştir. İnorganik kompoze gübreler içerisinde en yüksek dal sayısı 8.5 adet bitki⁻¹ ile 18:46:0 gübresinden elde edilmiştir (Şekil 3).



LSD 0.876**

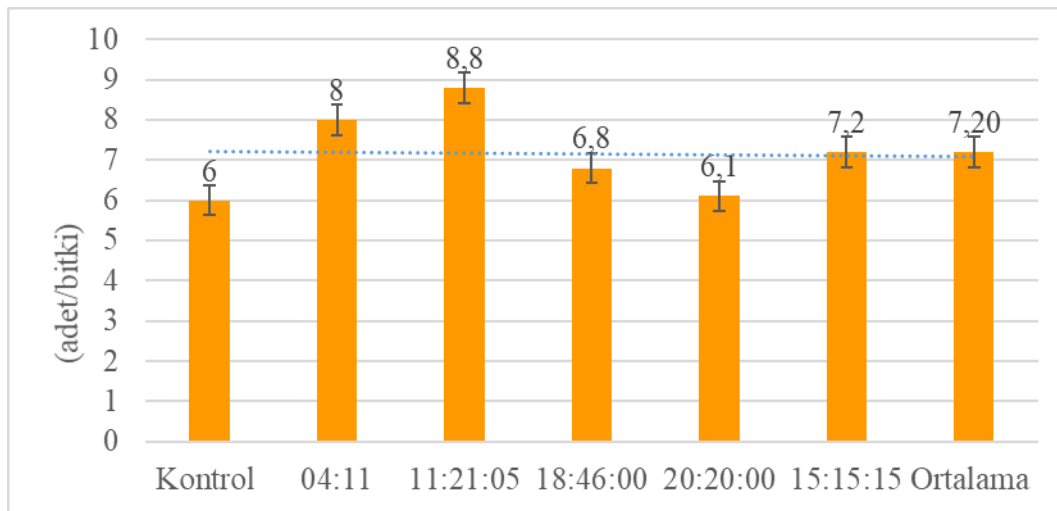
** p<0.01

Şekil 3. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin toplam dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi

Çörek otunda farklı ekim zamanları ve tohumluk miktarlarının araştırıldığı bir çalışmada dal sayısının 3.80-9.54 adet bitki⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır (Kılıç ve Arabacı, 2016). Yapılan diğer araştırmalarda dal sayısının 2.50-6.90 arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Kalçın, 2003; Baytöre, 2011; Taqi, 2013, Faydacı, 2019). Çalışmamızda dal sayısına ilişkin elde ettiğimiz sonuçların Kılıç ve Arabacı'nın (2016)'nın tespit ettiği değerler aralığı ile uyumlu olduğu görülmektedir.

3.4. Toplam kapsül sayısı

Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin toplam kapsül sayısı üzerine etkisi p<0.01 önem düzeyinde istatistiki farklılık olduğu tespit edilmiştir. Toplam dal sayısında olduğu gibi toplam kapsül sayısında da en yüksek değer organomineral gübrelerde elde edilmiştir. Toplam kapsül sayısı uygulanan gübreler açısından 6.0-8.8 adet/bitki arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4).



LSD 0.703**

** p<0.01

Şekil 4. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin toplam kapsül sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi

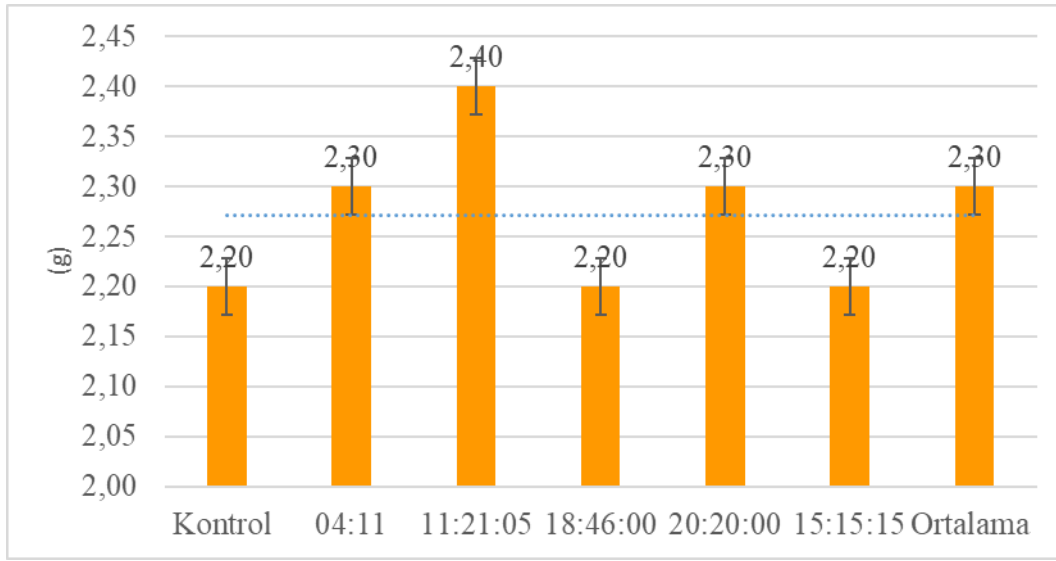
Tokat ekolojik koşullarında yazlık ekimlerde kapsül sayısının 5-7, kışlık ekimlerde ise 7-14 adet arasında değiştiğini tespit etmiştir (Ertaş, 2016), Ankara'da yürütülen araştırmada 4.57- 13.72 adet (Kalçım, 2003), Şanlıurfa'da ise 4.03- 7.63 adet (Koşar ve Özel, 2018) aralığında değiştiğini bulmuşlardır.

Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçların Ertaş (2016)'ın kışlık ekimlerinde bulunduğu sonuç aralığında olduğu görülmektedir. Diğer literatür değerlerindeki farklılığın ise

uygulanan gübre ve gübre dozu, çeşit ve iklim koşullarından olabileceği düşünülmektedir.

3.5. Bin dane ağırlığı

Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin bin dane ağırlığı üzerine istatistiki anlamında fark bulunmadığı görülmüştür. Kontrole kıyasla en yüksek bin dane ağırlığının 2.40 gr ile 11:21:5 organomineral gübresinden elde edildiği belirlenmiştir. Onu rakamsal olarak 2.33 g ile 4:11 gübresi izlemiştir (Şekil 5).



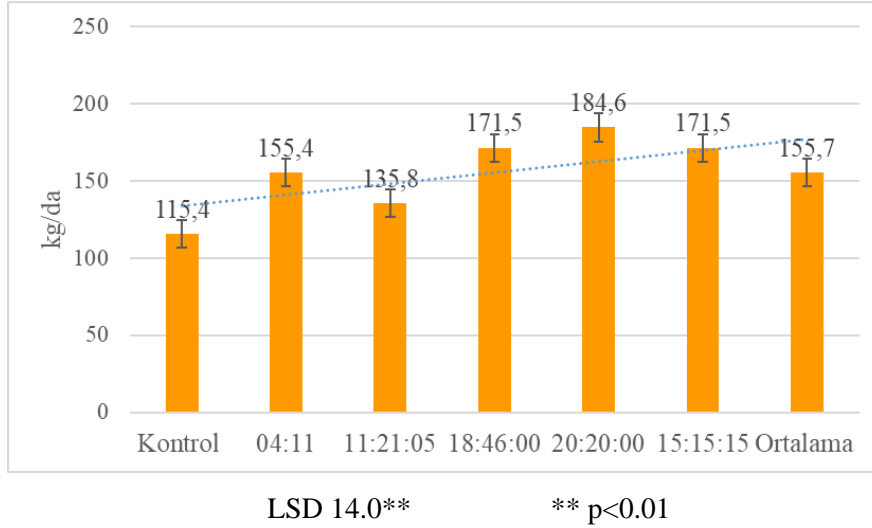
Şekil 5. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin bin dane ağırlığı (g) üzerine etkisi

Farklı tohumluk miktarı ve ekim zamanlarının araştırıldığı çalışmada bin dane ağırlığının 1.94-2.59 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Kılıç ve Arabacı, 2016). Yapılan farklı araştırmalarda bin dane ağırlığını 2.57-2.79 g (Taqi, 2013), 2.22-2.65 g (Kulan ve ark., 2012), 2.40-2.90 g (Tektaş, 2015) arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Araştırmamızda bin dane ağırlığına ilişkin bulduğumuz sonuçların yukarıda belirtilen literatür değerleri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

3.6. Biyolojik verim

Biyolojik verim bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek biyolojik verim değerinin 20:20:0 gübresinden elde edilmiştir. Organomineral gübrelerinden elde edilmiştir. Organomineral gübrelerinden ise en yüksek 155.37 kg da⁻¹ ile 4:11 gübresinde bulunmuştur. Uygulanan gübrelerin verim değerleri verdiği bulunmuştur. Çalışmamızda biyolojik verime ait bulguların 115.39-184.63 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 6).

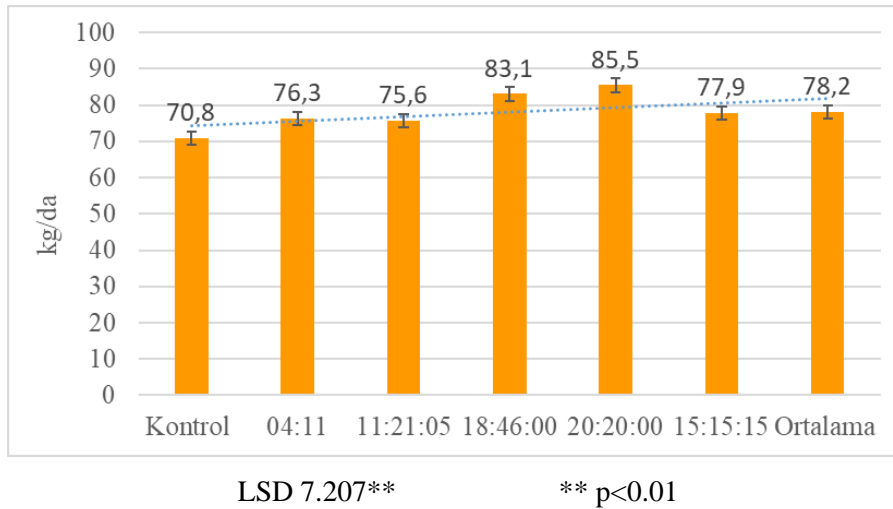


Şekil 6. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin biyolojik verim (kg da^{-1}) üzerine etkisi

İzmir ekolojik koşullarında çörek otu biyolojik veriminin $113.5-118.8 \text{ kg da}^{-1}$ arasında bulmuşlardır (Geren ve ark., 1997). Bornova ekolojik koşullarında 10 farklı çörek otu popülasyonu ile yürüttükleri çalışmada biyolojik verimin $99.5-336.1 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmiştir (Sönmez ve ark., 2009). Tokat'ta yürüttüğü çalışmasında biyolojik verimin $146.1-334.6 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiğini saptamıştır (Ertaş, 2016). Biyolojik verime ilişkin bulduğumuz sonuçların belirtilen literatür değer aralıkları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

3.7.Tohum verimi

Gübre uygulamalarının tohum verimine etkisinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek tohum verimi 85.48 kg da^{-1} ile 20:20:0 inorganik kompoze gübrede bulunmuştur. Bu gübreyi ikinci sırada 83.11 kg da^{-1} ile 18.46.0 gübresinin izlediği görülmüştür. Tohum verimi bakımından inorganik kompoze gübrelerin organomineral gübrelere göre daha yüksek sonuç verdiği tespit edilmiştir. Organomineral gübrelerin içerisinde ise 4:11 gübresi 11:21:5 gübresine göre daha yüksek verim değerine ulaşmıştır (Şekil 7).



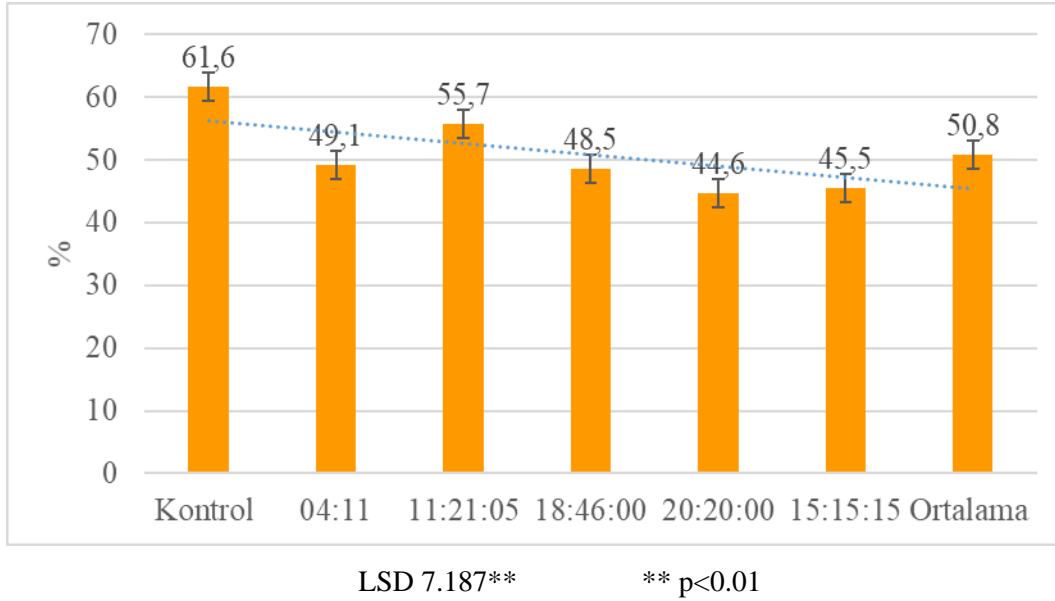
Şekil 7. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin tohum verimi (kg da^{-1}) üzerine etkisi.

Yapılan araştırmalarda tohum verimine ilişkin elde edilen sonuçlar incelendiğinde; 28.4-43.5 kg da⁻¹ (Baytöre, 2011), 67.7-90.3 kg da⁻¹ (Kulan ve ark., 2012); 28.1-89.1 kg da⁻¹ (Kılıç ve Arabacı, 2016) arasında değişen sonuçlarda olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçların belirtilen literatürler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

3.8. Hasat indeksi

Verilere uygulanan istatistiki analiz sonucunda gübrelerin hasat indeksine etkisi % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek hasat indeksi % 61.6 ile kontrol uygulamasından en düşük ise % 44.6 ile 20:20:10 inorganik kompoze gübrelerinden elde edildiği görülmüştür (şekil 8).



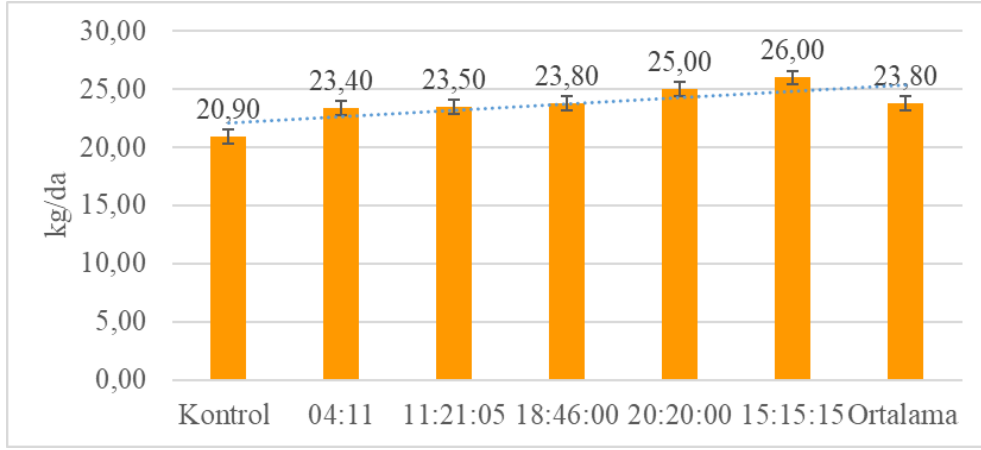
şekil 8. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin reketu bitkisinin hasat indeksi (%) üzerine etkisi

Bursa ekolojik koşullarında farklı genotipler ile yürütülen araştırmada hasat indeksinin % 36.7-45.7 arasında değiştiğini belirlemiştir (zdemirel, 2019). Farklı ekolojik koşullarda yürütülen araştırmalarda; hasat indeksi değerleri % 22.4-42.6 (Arslan, 1994; Telci, 1995; Beyzi, 2018; Selicioğlu, 2018) olarak elde edilmiştir.

Araştırmamızda bulunduğumuz hasat indeksi değerleri belirtilen literatürlerin üzerinde bulunmuştur.

3.9.Yağ verimi

Elde edilen verilere uygulanan istatistiki analiz neticesinde gübre uygulamaları arasında % 5 seviyesinde önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. En yüksek yağ verimi 26 kg da⁻¹ ile 15:15:15 gübresinden tespit edilmiştir. Yağ verimi miktarları kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında inorganik kompoze gübrelerin organomineral gübrelere göre daha yüksek sonuç verdiği saptanmıştır. Yağ veriminin 20.9-26.0 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (şekil 9).



LSD 2.629**

* p<0.05

Şekil 9. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin yağ verimi (kg da⁻¹) üzerine etkisi

Farklı araştırmacılar yürütmüş oldukları çalışmalarında çörek otu verimini; Erzurum ekolojik koşullarında 68.39-77.01 kg da⁻¹ (Kalçın, 2003), Kırşehir ekolojik koşullarında 19.7-43.3 kg da⁻¹ (Selicioğlu, 2018), Isparta ekolojik koşullarında 36.0-109.9 kg da⁻¹ (Faydacı, 2019) aralıklarında değişen değerlerde tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda bulduğumuz yağ verimi değerlerinin Selicioğlu, (2018) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Diğer araştırmacıların bulgularından daha düşüktür. Bu durumun kullanılan çeşit ya da genotipten kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

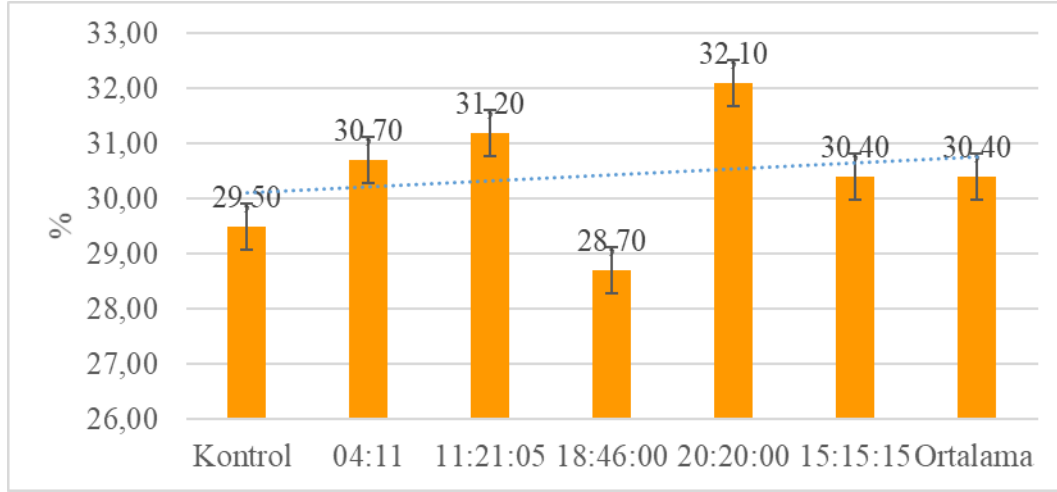
3.10.Yağ oranı

Yapılan varyans analiz sonucunda yağ oranı bakımından istatistiksel bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. En düşük yağ oranı % 28.7 ile 18:46:0 gübresinden elde edilirken en yüksek ise % 32.1 20:20:0 kompoze gübresinden elde edilmiştir. Organomineral gübrelerin yağ oranları incelendiğinde ise 4:11 gübresinden % 30.7 ve 11:21:5gübresinden ise % 31.2 olarak

belirlenmiştir. Kontrol uygulamasının ise yağ oranının % 29.5 olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 10).

Sağlık, (2020), farklı organik gübre uygulamalarında çörek otu bitkisinin sabit yağ oranları % 12.20- % 19.95 arasında değişen değerlerde tespit etmiştir. Özdemirel, (2019), Bursa ekolojik koşullarında yürütmüş olduğu araştırmasında sabit yağ değerlerini % 29.14-32.98 arasında değiştiğini belirlemiştir. Farklı araştırmacıların çörek otu bitkisinin yağ oranları % 24-43 arasında değişen değerlerde etmişlerdir (Akgül, 1993; Telci, 1995; Kalçın, 2003; Özel ve ark., 2009).

Araştırmada sabit yağ oranına ilişkin elde edilen sonuçların Sağlık, (2020) dışında diğer literatür bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bu durumun yöntemden kaynaklandığı soğuk pres yönteminde yağın tamamının alınamamış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 10. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin yağ oranı (%) üzerine etkisi

3.11. Yağ bileşenleri

Tablo 4 incelendiğinde, çörekotu bitkisine uygulanan organomineral ve inorganik kompoze gübreler açısından yağ asidi kompozisyonunda en fazla linoleik asit onu sırasıyla oleik ve palmitik asitlerin izlediği görülmüştür. Linoleik asit oransal bakımdan % 52.37-54.69 arasında değiştiği görülmüş olup en fazla 15:15:15 gübresinde tespit edilmiştir. Oleik asit ise en az % 22.79 ile 11:21:5

gübresinde bulunurken en çok % 23.93 ile 4:11 organomineral gübresinde saptanmıştır. Palmitik asitin değişim aralığı ise % 12.56-13.32 olarak belirlenmiştir. Bu majör bileşenlerin yanı sıra araştırmada tridecanoic asit, Myristic asit, Pentadecanoic asit, Heptadecanoic asit, Stearik asit, Arachidic asit, Cis-11-eicosenoik asit, Linolenik asit ve Cis-11, 14-eicosadienoic asit gibi yağ asidi kompozisyonları da elde edilmiştir.

Tablo Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. Organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin çörekotu bitkisinin yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisi (%)

Yağ asidi	Kompozisyonu	Kontrol	4:11	11:21:5	18:46:0	20:20:0	15:15:15
Tridecanoic asit	C13:0	0.38	0.42	0.48	0.36	0.52	0.41
Myristic asit	C14:0	0.65	0.53	0.62	0.38	0.53	0.49
Pentadecanoic asit	C15:0	0.21	0.24	0.43	0.20	0.35	0.15
Palmitik asit	C16:0	13.04	13.41	13.32	12.56	13.03	12.93
Heptadecanoic asit	C17:0	0.39	0.39	0.63	0.35	0.55	0.40
Stearik asit	C18:0	2.66	2.54	8.65	2.53	2.33	2.41
Oleic asit	C18:1 cis	23.33	23.93	22.79	23.15	23.58	22.84
Linoleik asit	C18:2 cis	53.37	52.90	52.37	54.34	52.77	54.69
Arachidic asit	C20:0	0.46	0.35	0.47	0.25	0.37	0.40
Cis-11-eicosenoik asit	C20:1	0.39	0.52	0.48	0.41	0.37	0.42
Linolenik asit	C18:3n3	0.30	0.35	0.00	0.41	0.31	0.38
Cis-11, 14-eicosadienoic asit	C20:2	2.41	2.46	2.43	2.51	2.51	2.59
Behenik asit	C22:0	0.38	0.32	0.33	0.54	0.30	0.25
Cis-13, 16-docosadenoic asit	C20:3n6	0.23	0.41	0.46	0.37	0.44	0.33
Lignoceric asit	C24:0	0.25	0.32	0.50	0.37	0.26	0.18

Faydacı (2019), yürütmüş olduğu araştırmada çörek otu yağında en fazla bulunan

bileşimin linoleik asit (% 42.3 - % 55.8) olduğu ve onu sırasıyla oleik ve palmitik yağ

asitlerinin izlediğini belirlemiştir. Şeran (2011), çörekotu yağında en çok bulunan yağ asitlerini linoleik asit (% 50-60), oleik asit (% 18-25), palmitik asit (% 12-13) olarak bulmuştur. Amin ve ark. (2010), çörekotu yağının yağ asitleri kompozisyonunun da başlıca yağ asitlerinin linoleik asit (% 50.2), oleik asit (% 19.9), margarik asit (% 10.3) ve stearik asit (% 2.5) olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada yağ asitleri kompozisyonu bakımından bulunan bileşenler ve oransal dağılımlarının diğer araştırmacıların bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Türkiye tıbbi ve aromatik bitkilerin menşei ve çeşitliliği açısından zengin bir ülke konumundadır. Ülkemizde tarımı yapılan ve ticarete konu olan tek çörek otu türü *Nigella sativa* L.'dir. Çörek otu Dünya'da ve Türkiye'de tüketiminin çok olmasına karşın bitkinin yetiştiriciliğinde özellikle bölgesel popülasyonlardan üretilip yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çalışmamızda Çameli çörekotu çeşidi araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Uygulanan organomineral ve kompoze gübrelerin bu çeşidin verim, verim komponentleri ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Mevcut araştırma ile elde edilmiş sonuçları değerlendirmek ve bulgulara dayalı aşağıdaki sonuç ve önerileri sıralamak mümkündür:

Verim miktarları bakımından araştırma sonuçları yorumlandığında; inorganik kompoze gübrelerin organomineral gübrelere göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Yağ verimi ve yağ oranı bakımından sonuç 20:20:0 gübresinden elde edilmiştir. Organomineral gübreler açısından ise 4:11 gübresi daha iyi bulunmuştur.

Uygulanan organomineral ve inorganik kompoze gübreler açısından yağ asidi kompozisyonunda en fazla linoleik asit onu sırasıyla oleik ve palmitik asitlerin izlediği görülmüştür.

Çalışmanın tek yıllık olması nedeniyle en az bir yıl daha yürütülüp sonuçlarının yorumlanmasının daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu araştırma FYL-2021-23363 no'lu projeden üretilmiş bir Yüksek Lisans Tez çalışmasıdır. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlük birimine teşekkürlerimizi arz ederiz.

Açıklama

Bu çalışma, ikinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., İlker, E., Gökçöl, A., 2004. Biyolojik Araştırmaların Bilgisayarda Değerlendirilmeleri. Ege Üniversitesi Tohum Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın No:2 Bornova/İzmir.
- Akgören, G., 2011. Bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) popülasyonlarının tarımsal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Yayınları, No:15, Ankara.
- Amin, S., Mir, S.R., Kohli, K., Babar, A., Mohd, A., 2010. 'A study of chemical composition of black cumin oil and its effect on penetration enhancement from transdermal formulations'. *National Product Research*, 24(12): 1151-1157.
- Anonim, 2020. Çörek Otu Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Ankara.

- Anonim, 2022. T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (www.mgm.gov.tr), (Erişim Tarihi: 18.11.2023)
- Arslan, Y., Katar, D., Subaşı. İ., 2011. Çörek otu (*Nigella sativa L.*)'nda farklı ekim zamanlarının verim ve bazı bitkisel özellikler üzerine etkileri. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Kongre Bildiriler Kitabı, 13-15 Eylül, Tokat, s. 132-139.
- Arslan, N., 1994. Ekim zamanı ve bitki sıklığının çörek otu (*Nigella sativa*) verimine etkisi. *Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 3(1-2): 73-80.
- Ashraf, M., Ali, Q., Iqbal, Z., 2006. Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa L.*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(6): 871-876.
- Baydar, H., 2016, Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:51, Isparta.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün) 2. Baskı. Nobel Tıbbi Kitabevi.
- Baytöre, F., 2011. Bazı çörek otu (*Nigella sativa L.*) popülasyonlarının verim ve verim kriterlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Beyzi, E., 2018. Çörek otu bitkisinin (*Nigella sativa L.*) Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14: 245-248.
- Das, A.K., Sadhu, M.K., Som, M.G., 1991. Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa linn.*). *Horticultura Journal*, 4(1): 41-47.
- Ertaş, M.E., 2016. Tokat Kazova ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella sp.*) genotiplerinin agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- FAO, 1996. Food and Nutrient Paper, 14/8, s.256-261.
- Faydacı, 2019. Isparta koşullarında çörek otu (*Nigella sativa L.*) genotiplerinin fenolojik agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Geren, H., Bayram, E., Ceylan, A., 1997. Çörekotu (*Nigella sativa L.*)'unda farklı ekim zamanı ve fosforlu gübre uygulamasının verim ve kaliteye etkisi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 22-25 Eylül, Samsun, s. 376-380.
- Gülhan, M.F., 2020. Aksaray ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında çörek otunun (*Nigella sativa L.*) verim, kimyasal içerik ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Science*.
- Hajar, A.S., Zidan, M.A. and Al Zahrani, H.S., 1996. Effect of salinity stress on the germination, growth and some physiological activities of black cumin (*Nigella sativa L.*). *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 14(2): 445-454.
- Hışıl, Y., 2007. Enstrümantal Gıda analizleri Lab. Deneyleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. 2. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.
- Kalçın, F.T., 2003. İki çörek otu türünde (*Nigella sativa L.*, *Nigella damascena L.*) ekim sıklıklarının verim ve verim öğelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kara, N., D., Katar, H., Baydar., 2015. Yield and quality of black cumin (*Nigella sativa L.*) populations: the effect of ecological conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1): 9-14.

- Kaskoos, R.A., 2011. Fatty acid composition of black cumin oil from Iraq. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5(1): 85-89.
- Kılıç, C., Arabacı, O., 2016. Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi.
- Koşar, İ., Özel, A., 2018. Çörekotu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: I. Tarımsal özellikler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 533-543.
- Kulan, E.G., Turan, Y.S., Gülmezoğlu, N., Kara, İ., Aytaç, Z., 2012. Kuru koşullarda yetiştirilen çörek otunun (*Nigella sativa* L.) bazı agronomik ve kalite özellikleri. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Kongre Bildiriler Kitabı, 13-15 Eylül, Tokat, s. 177-181.
- Küçükemre, D., 2009. Çörek otunda (*Nigella sativa* L.) farklı sıra aralıkları ve ekim normlarının verim ve kalite özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Mozoffari, F.S., Ghorbanli, M., Babai, A., Sepehr, M.F., 2000. Effects of watter stress on the seed oil of *Nigella sativa* L. *Journal of Essential Oil Research*, 12(1): 36-38.
- Önceler, İ.H., 2005. Ana ürün yerfıstığı yetiştiriciliğinde, farklı içerikli gübre uygulamalarının, verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özdemirel, F., 2019. Farklı kökenli çörek otu (*Nigella sativa* L.) genotiplerinin Bursa ekolojik koşullarında verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ., Erden, K., 2009. Farklı sıra aralığı ve tohumluk miktarlarının çörek otunda (*Nigella sativa* L.) verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 17- 25.
- Sağlık, A., 2020. Çukurova koşullarında çörekotu (*Nigella sativa* L.)'nda organik ve ticari gübre uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Selicioğlu, M., 2018. Kırşehir-Boztepe ekolojik koşullarında bazı çörek otu popülasyonlarının bitkisel ve tarımsal özelliklerini belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Sönmez, Ç., Ekren, S., Sancaktaroğlu, S., 2009. Farklı çörekotu (*Nigella sativa* L.) popülasyonlarının verim ve kalite özellikleri. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, Poster Bildiriler, Cilt II., 19-22 Ekim, Antakya, s. 303-307.
- Şeran, E., 2011. Yağlı tohumlara uygulanan ultrasonik destekli ön gözlem ile soğuk pres yağlarında verim ve kalitenin artırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Taqi, H., 2013. Samsun koşullarında bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarında önemli tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tavas, N., Katar, N., Aytaç, Z., 2013. Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda verim, verim özellikleri ve sabit yağ bileşenleri. *II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Kongre Bildiri Kitabı, 23-25 Eylül, Yalova, s. 623-629.
- Ürüşan, Z., 2016. Bazı çörek otu genotiplerinde tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Tektaş, E., 2015. Harran ovası koşullarında birim alandaki tohum sayısının çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nun verim ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Telci, İ., 1995. Tokat şartlarında farklı ekim sıklığının çörek otu (*Nigella sativa* L.)'unda verim, verim unsurları ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Telci, İ., Bayram, E., Ekren, S., Sönmez, Ç., 2011. Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi, *1. Ali Numan Kırış Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiri Kitabı, 27-30 Nisan, Eskişehir, s. 2263.
- Tuik, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). (www.tuik.gov.tr), (Erişim tarihi: 22.11.2023).
- Turan, Y., 2014. İki çörek otu genotipine (Çameli çeşidi, Bilecik popülasyonu) uygulanan farklı fosfor dozlarının verim ve kalite unsurları üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Atıf Şekli	Ekren, S., Koç, A., 2024. Farklı Organomineral ve İnorganik Kompoze Gübrelerin Çörek Otu Bitkisinde Verim ve Bazı Verim Unsurları İle Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(2): 346-361. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11158367 .
To Cite	Ekren, S., Koç, A., 2024. The Effect of Different Organomineral and Inorganic Composite Fertilizers on Yield and Some Yield Components with Quality Parameters in Black Cumin. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(2): 346-361. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11158367 .



Determination of Volatile Organic Compounds in Different Parts of *Hibiscus syriacus* L. by SPME/GC-MS Method

Mubin KOYUNCU ^{1*}, Musa KARADAĞ ², Ayşe BARAN ³, Zübeyir GÜNEŞ ⁴

¹ Iğdır University, Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Iğdır

² Iğdır University, Department of Chemical and Chemical Processing Technologies, Vocational School of Technical Sciences, Iğdır

³ Mardin Artuklu University, Graduate Education Institute, Department of Biology, Mardin

⁴ Mardin Artuklu University, Department of Crops and Animal Production, Mardin

*Corresponding author: mubin.koyuncu@igdir.edu.tr

Abstract

Aromatic plants are plants with a wide range of traditional uses. One of the areas of medical use is their consumption for nutritional purposes. Aromatic plants have been used for thousands of years for their preservative and medicinal properties and for enhancing the aroma and flavor of foods. *Hibiscus species* L. are among the aromatic plants widely used in Türkiye. Studies have shown that *Hibiscus species* L. have anti-inflammatory, antibacterial, antifertility, antifungal, antioxidative, antihypertensive, and hypoglycaemic effects. The use of aromatic plants for therapeutic purposes for centuries has made their compounds the research subject. Gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS) was combined with solid phase microextraction (SPME) to determine volatile organic compounds. Twenty-nine volatile organic compounds were determined from different parts of *H. syriacus* L. species. The compounds with the highest content are carvacrol, thymol, eucalyptol, and linalool. The compounds with the highest ratios determined in the flower, seeds, leaves, and buds of *Hibiscus syriacus* L. were carvacrol (57.93 %), carvacrol (31.50 %), thymol (44.53 %) and carvacrol (54.54 %), respectively.

Research Article

Article History

Received	:02.01.2024
Accepted	:25.02.2024

Keywords

Hibiscus syriacus L.,
SPME/GC-MSü
volatile organic compound
carvacrol
thymol
eucalyptol

1. Introduction

Aromatic plants have been used for centuries for pharmaceutical, cosmetic, and perfumery purposes. Essential oils, medicines, herbal health products, dyes and colorants, personal care products, plant protection products, and intermediate components of these products are obtained from aromatic plants (Lubbe and Verpoorte, 2011; Tetik et al., 2013). Aromatic plants have been used for thousands of years for their preservative and medicinal properties and for enhancing the aroma and flavor of foods (Christaki et al., 2020). According to the World Health Organization, traditional medicines are used by more than 80 % of the world's population for primary health care (Balkrishna et al., 2022). Türkiye is one of the countries where aromatic plants are used most intensively with its rich plant diversity (Tetik et al., 2013). Hibiscus species are among the aromatic plants widely used in our country.

Hibiscus species, including those from Asia, the Middle East, Europe, and North America, are widely distributed. More than 300 species of the genus *Hibiscus*, *Hibiscus sabdariffa*, and *Hibiscus rosa-sinensis* are the main species investigated for pharmacological activities. Various parts of *Hibiscus species* L., including flowers, stem and stem bark, roots, leaves, and seeds, have been used in oriental medicine (Balkrishna et al., 2022; Yang et al., 2020). *H. syriacus* L. is known for its medicinal properties in traditional treatments. The biological structure of the tree classifies it as part of the Malvaceae plant family, and it is widely cultivated in more than 50 countries worldwide, including Europe and Asia. The color of the petals of *H. syriacus* L. cultivars varies between white, pink, red, and purple, and the shape of the flower is described as a single or double flower (Park et al., 2022).

Bioactive compounds such as flavonoids, anthocyanins, phenolic acids, lignans, coumarins, hydroxybiscone A, nonanoic acid, triterpene derivatives, and polysaccharides have been isolated from Hibiscus species. In the last 20 years, the antioxidant activities of anthocyanins obtained from Hibiscus flower

pigments have been investigated (Yang et al., 2020). Recently, antiproliferative activity of the root bark of *H. syriacus* L. against cancer cells has been reported, and several triterpenoids have been isolated as active constituents. There are many published studies on the pharmacological activity of the root and bark (Park et al., 2022). In addition, *Hibiscus* species are known to contain a large number of secondary metabolites with biological activities such as anti-inflammatory, antibacterial, antifertility, antifungal, antioxidative, antihypertensive, and hypoglycaemic (Balkrishna et al., 2022). It is reported that *Hibiscus* species show antioxidant, antibacterial, diuretic, antipyretic, antihypertensive, anticholesterol, and antidiabetic properties depending on the bioactive substances they contain. Hibiscus is used in the food industry to prepare herbal tea, hot and cold drinks, jams, confectionery, ice cream, chocolate, flavorings, puddings, and cakes (Dinçer et al. 2020).

The use of aromatic plants for therapeutic purposes for centuries has made their compounds the research subject. Characterization of the volatile organic compound profile is an important tool for authenticity assessment, food quality, and determination of potential benefits of the compounds (Koyuncu, 2022). The study aimed to determine the volatile organic compound characteristics of steam extracts obtained from different parts of *Hibiscus syriacus* L..

2. Materials and Methods

2.1. Plant material

The species identification of *Hibiscus syriacus* L. plant used in the study was carried out by Prof. Dr. Hasan Akan from Harran University. The flowers, seeds, leaves, and buds of this plant were used for the study.

2.2. Essential oil extraction

30 g from each part of Hibiscus dried in shadow at air conditions and powdered by a blender added to 200 mL of distilled water (1/10: w v⁻¹) separately, and extraction was performed in a Neo-Clevenger then filtered. The filtrate was used for chromatographic

analysis. Karadağ et al. (2021)'s method was used with modifications.

2.3. Analysis of volatile organic compounds

Volatile organic compounds were analyzed using the SPME/GC-MS technique. 1.00 ml of plant extract was weighed into 30 ml vials (Supelco, USA), and 5 ml of ultrapure water was added. The vials were kept at 40 °C for 30 min to allow the volatile components to equilibrate in the headspace. SPME fiber (Supelco Co., Bellefonte, PA, USA) was used for the adsorption of volatiles. Desorption of the extracted volatiles was carried out using the Thermo Fisher Trace ISQ GC-MS gas chromatography-mass spectrometry system. The device was operated in split (1:8 ratio) mode. During desorption, helium was used as carrier gas (at a flow rate of 1.0 mL min⁻¹), and the SPME fiber was kept in the injection port at 250 °C for 2 min. Volatile compounds were separated using a DB-5MS column (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm; Agilent, USA). The oven temperature was kept at 40 °C for 1 minute, then increased to 120 °C by heating at 5 °C per minute and kept at this value for 2 minutes, then increased to 240 °C by heating at 10 °C per minute and kept at this temperature for three minutes. The mass spectrometer was set to scan between 45 and 450 amu (threshold 1000) at a sampling rate of 1.11 scans s⁻¹ (Koyuncu, 2021). Volatile components were identified by comparison with MS libraries.

3. Results and Discussion

Volatile organic compounds are emitted as gases and contain different structures of chemicals with health effects (EPA, 2017).

Essential oils from plants have been reported to have broad antimicrobial activity against various bacterial and fungal pathogens (Zhang et al., 2017). Characterization of the volatile profile is essential for authenticity assessment and food quality (Oliveira-Alves et al., 2020). Volatile organic compounds such as ketones, terpene esters, and alcohols are volatile compounds obtained from medicinal plants. Some of these compounds are considered inhibitory agents of pathogens and are widely used for food preservation (Karadağ et al., 2021).

As a result of the chromatographic analyses (Figure 1), 29 volatile organic compounds were determined from *Hibiscus syriacus* L. plant (Table 1). Among the volatile organic compounds obtained from flowers, seeds, leaves, and buds of *H. syriacus* L., the highest ratios are carvacrol, thymol, eucalyptol, and linalool compounds, respectively. The compounds with the highest ratios determined in the flower part of *H. syriacus* L. were carvacrol (57.93 %), eucalyptol (12.09 %), and γ -terpinene (10.62 %). The compounds with the highest ratios determined from the seeds of *Hibiscus syriacus* L. were carvacrol (31.50 %), eucalyptol (21.40 %), and thymol (9.71 %). Among the volatiles determined from the leaves of this plant, 44.53 % thymol, 12.36 % eucalyptol, and 8.15 % linalool were the compounds with the highest ratios. In comparison, 54.54 % carvacrol, 10.54 % linalool, and 4.59 % eucalyptol were the compounds with the highest ratios from the buds of this plant.

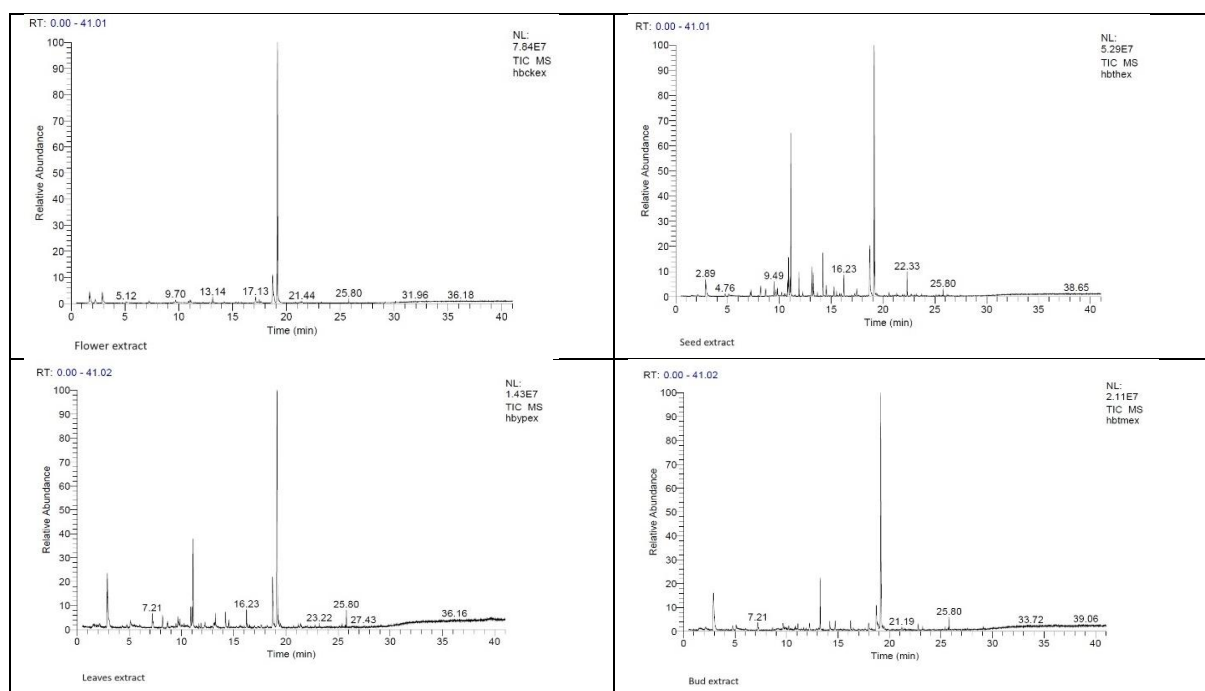


Figure 1. Chromatographs of different parts of *H. syriacus* L.

The bioactive properties of aromatic plants are determined by their ingredients. In vitro and in vivo studies show that carvacrol, which has the highest rate of volatile components in *Hibiscus syriacus* L., possesses a variety of biological and pharmacological properties including antioxidant, antibacterial, antifungal, anticancer, anti-inflammatory, hepatoprotective, spasmolytic, and vasorelaxant (Can Baser, 2008; Sharifi-Rad et al., 2018; Suntres et al., 2015). Carvacrol has been reported to be found in many aromatic plants like oregano, thyme, white thyme, summer savory, winter savory, pepperwort, and wild bergamot (Sharifi-Rad et al., 2018; Suntres et al., 2015). The second most abundant volatile organic compound in *H. syriacus* L. was thymol. Thymol has been observed its antioxidant, antispasmodic, antimicrobial, anti-inflammatory, and anticancer properties and is also identified for its antiseptic and antimicrobial effects (Memar et al., 2017). Carvacrol and thymol are isomers and are monoterpenic phenols and biosynthesized from γ -terpinene (Can Baser, 2008). In our study, we detected γ -terpinene in all parts of *H. syriacus* L.. To determined thymol and carvacrol as the highest volatile organic compounds in *Thymus vulgaris* in their

study (Gavaric et al., 2015). The same survey found carvacrol to be the most volatile organic compound in the *Origanum vulgare* plant. Fachini-Queiroz et al. (2012) reported carvacrol, alpha-terpineol, and endo-berneol as the dominant volatile aromatic compounds in *Thymus vulgaris* L.

The compound with the third highest ratio among the volatile organic compounds detected in *H. syriacus* L. is eucalyptol. Eucalyptol displays therapeutic effects in respiratory illnesses. Several clinical trials have been conducted in people with respiratory diseases such as rhinosinusitis, bronchitis, asthma, and chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with positive results (Galan et al., 2020; Boukhatem et al., 2020). reported a lavender species containing more than 60 % eucalyptol. In a study in which the *Lavandula angustifolia* plant was examined, eucalyptol (15.10 %) and linalool (11.98 %) were reported as the volatile components with the highest ratio (Karadağ et al., 2021). Linalool, the fourth one of volatiles, is a monoterpene alcohol that occurs naturally in many aromatic plants and is widely used in the flavor and fragrance industry. The biological activities of linalool can be listed as antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, antioxidant

properties, hepatoprotective, renal protective, and lung protective activity, and it has been confirmed that linalool has various effects on the central nervous system (An et al., 2021; Kamatou and Viljoen, 2008; Mitic-Culafic et

al. 2009) reported that linalool and eucalyptol have a strong protective effect against oxidant-induced genotoxicity, mainly due to their radical scavenging activity.

Table 1. Volatile organic compounds of different parts of *H. syriacus* L.

RT	Compound Name	Cas Number	Flowers	Seeds	Leaves	Buds
			Area %			
1.73	2-Propanol	67-63-0	10.17	nd	nd	nd
2.13	Hexane	110-54-3	nd	0.80	nd	nd
4.76	Hexanal	66-25-1	0.58	0.35	0.92	0.94
6.00	2-Hexanal	505-57-7	nd	nd	2.20	0.17
7.28	Heptanal	111-71-7	0.49	1.22	0,56	0.19
8.19	α -Pinene	80-56-8	0.20	0.89	nd	nd
8.67	Camphene	79-92-5	nd	0.78	0,84	nd
9.49	2- α -Pinene	127-91-3	1.09	1.41	2.91	1.03
9.83	α -Myrcene	123-35-3	1.31	1.73	4.40	0.15
10.23	Octanal	124-13-0	nd	0.41	nd	0.29
10.65	α -Terpinene	99-86-5	2.08	0,43	nd	0.29
11.11	Eucalyptol	470-82-6	12.09	21.40	12.36	4.59
11.93	γ -Terpinene	99-85-4	10.62	2.12	1.43	1,64
12.26	Cis-Sabinen hydrate	15826-82-1	0.47	0.46	nd	0,63
13.15	Linalool	78-70-6	4.71	5.42	8.15	10.54
13.67	α -Thujone	546-80-5	nd	0.27	nd	nd
14.54	Camphor	76-22-2	nd	1.00	2.07	nd
15.29	Borneol	507-70-0	0.83	1.00	1.95	1.06
15.53	4-Terpineol	562-74-3	2.56	0.45	1.43	1,40
15.94	α -Terpineol	98-55-5	nd	0.55	1.12	nd
16.23	Decanal	112-31-2	nd	1.91	1.81	1.69
16.50	Chavicol	501-92-8	nd	nd	0.47	nd
17.48	Carvone	99490	nd	1.12	0.85	0.15
17.98	Nonanoic acid	112-05-0	nd	nd	nd	1.77
18.55	Thymol	89-83-8	nd	9.71	44.53	0.36
19.15	Carvacrol	499-75-2	57.93	31.50	nd	54.54
21.39	β -Damascenone	23726-93-4	nd	nd	0.76	nd
22.34	trans-Caryophyllene	87-44-5	1.94	1.89	nd	0.25
23.03	α -Humulene	6753-98-6	nd	0.15	nd	nd

RT: Retention time. nd: not determined.

4. Conclusion

In our study, the characterization of volatile organic compounds in flowers, seeds, leaves, and buds of *H. syriacus* L. species, which are

very important in human nutrition due to their bioactive properties, was carried out. The study was performed by chromatographic analysis method. Twenty-nine volatile organic compounds were identified from different

parts of *H. syriacus* L. Among these compounds, the highest ratios are carvacrol, thymol, eucalyptol, and linalool. In the studies on these compounds, their positive effects on human nutrition and health have been determined, so it has been understood that *H. syriacus* L, which contains these compounds, is a plant that should be included in human nutrition.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

References

- An, Q., Ren, J.N., Li, X., Fan, G., Qu, S.S., Song, Y., Pan, S.Y., 2021. Recent updates on bioactive properties of linalool. *Food and Function*, 12(21): 10370–10389.
- Balkrishna, A., Mishra, S., Singh, A., Srivastava, D., Singh, S., Arya, V., 2022. *Hibiscus syriacus* L.: a critical review of medicinal utility and phytopharmacology with mechanistic approach. *The Journal of Phytopharmacology*, 11(3): 204-210.
- Boukhatem, M.N., Sudha, T., Darwish, N.H. E., Chader, H., Belkadi, A., Rajabi, M., Mousa, S.A., 2020. A new eucalyptol-rich lavender (*Lavandula stoechas* L.) essential oil: Emerging potential for therapy against inflammation and cancer. *Molecules*, 25(16): 3671.
- Can Baser, K.H., 2008. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Current Pharmaceutical Design*, 14(29): 3106–3119.
- Christaki, E., Giannenas, I., Bonos, E., Florou-Paneri, P., 2020. Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. In *Feed additives 2. capter. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health* . 19–34). Academic Pres, Elsevier.
- Diñçer, C., Tongur, T., ErKaymaz, T., 2020. Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin hibiscus ekstraktlarının kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. *Gıda*, 45(3): 409–420.
- EPA, U. 2017. Volatile organic compounds' impact on indoor air quality. Recuperado de: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality#Intro>.
- Fachini-Queiroz, F.C., Kummer, R., Estevao-Silva, C.F., Carvalho, M.D. de B., Cunha, J. M., Grespan, R., Cuman, R.K.N., 2012. Effects of thymol and carvacrol, constituents of *Thymus vulgaris* L. essential oil, on the inflammatory response. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012: 1-10.
- Galan, D.M., Ezeudu, N.E., Garcia, J., Geronimo, C.A., Berry, N.M., Malcolm, B.J., 2020. Eucalyptol (1, 8-cineole): an underutilized ally in respiratory disorders. *Journal of Essential Oil Research*, 32(2): 103–110.
- Gavaric, N., Mozina, S.S., Kladar, N., Bozin, B., 2015. Chemical profile, antioxidant and antibacterial activity of thyme and oregano essential oils, thymol and carvacrol and their possible synergism. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(4): 1013–1021.
- Kamatou, G.P.P., Viljoen, A.M., 2008. Linalool–A review of a biologically active compound of commercial importance. *Natural Product Communications*, 3(7): 1934578X0800300727.
- Karadağ, M., Koyuncu, M., Atalar, M.N., Aras, A., 2021. SPME/GC-MS analysis of *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Lavandula angustifolia* Mill., and *Zingiber officinale* volatiles. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 14: 41–49.

- Koyuncu, M., 2021. Otlu peynir üretiminde kullanılan alternatif bir aromatik bitki “*Ornithogalum narbonense*.” *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(Special Issue): 3482–3487.
- Koyuncu, M., 2022. Siirt otlu peynirinin uçucu organik bileşik profili. *ATA-Gıda Dergisi*, 1(2): 1–5.
- Lubbe, A., Verpoorte, R., 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 785–801.
- Memar, M.Y., Raei, P., Alizadeh, N., Aghdam, M.A., Kafil, H.S., 2017. Carvacrol and thymol: strong antimicrobial agents against resistant isolates. *Reviews and Research in Medical Microbiology*, 28(2): 63–68.
- Mitić-Ćulafić, D., Žegura, B., Nikolić, B., Vuković-Gačić, B., Knežević-Vukčević, J., Filipič, M., 2009. Protective effect of linalool, myrcene and eucalyptol against t-butyl hydroperoxide induced genotoxicity in bacteria and cultured human cells. *Food and Chemical Toxicology*, 47(1): 260–266.
- Oliveira-Alves, S.C., Pereira, R.S., Pereira, A. B., Ferreira, A., Mecha, E., Silva, A.B., Bronze, M.R., 2020. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. *Food Research International*, 131:109026.
- Park, Y., Kwon, S., Jang, Y.L., Lee, D., Yang, S., Eo, H.J., Kwon, H., 2022. Nutritional composition and phytochemical screening in different parts of *Hibiscus syriacus* L. *Food Science and Nutrition*, 10(9): 3034–3042.
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W.N., del Mar Contreras, M., Tajbakhsh, M., 2018. Carvacrol and human health: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 32(9): 1675–1687.
- Suntres, Z.E., Coccimiglio, J., Alipour, M., 2015. The bioactivity and toxicological actions of carvacrol. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(3): 304–318.
- Tetik, F., Civelek, S., Cakilcioglu, U., 2013. Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146(1): 331–346.
- Yang, J.E., Park, S.W., Ngo, H.T.T., Seo, S.A., Go, E.B., Hwang, J.S., Yi, T.H., 2020. Skin-protective and anti-inflammatory effects of *Hibiscus syriacus* L. (Mugunghwa): A comparative study of five parts of the plant. *Pharmacognosy Magazine*, 16: 183-191.
- Zhang, J., Sun, H., Chen, S., Zeng, L.I., Wang, T., 2017. Antifungal activity, mechanism studies on α -Phellandrene and Nonanal against *Penicillium cyclopium*. *Botanical Studies*, 58: 1–9.

To Cite

Koyuncu, M., Karadağ, M., Baran, A., Güneş, Z., 2024. Determination of Volatile Organic Compounds in Different Parts of *Hibiscus syriacus* L. by SPME/GC-MS Method. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 362-368.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11207993>.



The Determination of Phytoextraction Capacity Using Lavender (*Lavandula latifolia*) Plant in Nickel-Contaminated Soils

Merve CAN ¹, Abdullah EREN ^{1*}

¹ Mardin Artuklu University, Department of Plant and Animal Production, Mardin

*Corresponding author: abdullaheren@artuklu.edu.tr

Abstract

This study was conducted to evaluate the suitability of Lavender (*Lavandula latifolia*) plant for the remediation of soils contaminated with nickel (Ni). The Lavender plant has the potential to clean contaminated soils by absorbing pollutants through a method called phytoextraction. In the research, Ni-contaminated soils were prepared under controlled conditions, and Lavender plants were grown in these soils. The growth and development of the plants were monitored, and it was investigated whether the plants absorbed Ni from the soil and accumulated it on the plant. Increasing doses of Ni (0-200-400-600-800 mg kg⁻¹) were applied in solution form, and pot soils were incubated for one week at 60-65% of field capacity. Then, seedlings in peat medium were transferred to pots and grown under controlled conditions for 6 weeks. It was determined that the plant age, fresh and dry weight, and height increased with 200 and 400 mg Ni kg⁻¹ applications compared to the control groups, while there was a decrease with 600 and 800 mg Ni kg⁻¹ applications. The lowest concentrations of Ni (mg kg⁻¹) in plants and Ni content (µg plant⁻¹) were observed in the control group (0 mg Ni kg⁻¹), while the highest values were found in the 800 mg Ni kg⁻¹ application. It was found that the concentrations of 400 mg Ni kg⁻¹ (124 µg plant⁻¹), 600 mg Ni kg⁻¹ (137 µg plant⁻¹), and 800 mg Ni kg⁻¹ (150 µg plant⁻¹) exceeded critical levels for plants, yet the plants remained alive at these concentrations. The phytoextraction ability of plants refers to their ability to absorb and retain harmful or polluting substances from the soil. Lavender may be among the plants that have phytoextraction potential for metals like Ni. However, the phytoextraction ability can vary depending on the species of the plant, growth conditions, and the pollutant applied. The research results demonstrated that the Lavender plant effectively absorbed Ni from the soil and accumulated it on the plant. This suggests that Lavender can be used for the remediation of soils contaminated with Ni.

Research Article

Article History

Received :03.01.2024

Accepted :25.02.2024

Keywords

Heavy metal
lavender (*Lavandula latifolia*)
nickel
soil pollution

1. Introduction

Our soils, which sustain our nutrition with today's technology, are becoming increasingly contaminated with each passing day. The increasing pollution poses a threat to agricultural activities, leading to a gradual decrease in the areas where farming is practiced (Syed, 2005). Soil pollution can occur due to many reasons, including primarily poor hygiene habits, excessive use of agricultural pesticides, inadequate methods for solid and liquid waste disposal, improper waste disposal through open dumping, unplanned urbanization, waste generated from livestock farming activities, industrial and mining waste, irrigation of agricultural lands with untreated polluted waters, radioactive contamination, and air pollution (TÇMO, 2018; Güler and Çobanoğlu, 1997).

Heavy metals are among the primary pollutants in soil pollution, which has become a global issue. It is reported that soil pollution, particularly due to heavy metals, is becoming an increasingly significant problem (Doelsche et al., 2005 a, b).

Heavy metals are distinguished from other toxic metals by the fact that they cannot be destroyed or created by humans. Therefore, they tend to accumulate in soils, solutions, clean water sources, and seawater (Karaçağıl, 2013).

The excessive and indiscriminate application of phosphorus fertilizers such as Diammonium Phosphate (DAP), Triple Superphosphate (TSP), and composite fertilizers to increase yield in soils used for agricultural activities leads to an increase in the concentration of toxic metals, especially in the upper layers of the soil (Dağdeviren, 2007).

Some heavy metals such as mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), selenium (Se), and nickel (Ni) can transfer from soils to animal and plant-based foods. These substances are highly dangerous and toxic at high concentrations (Güler and Çobanoğlu, 1997).

Nickel (Ni), a heavy metal that is also a plant nutrient element, can be taken up by plants in its ion form from the soil. Nickel is

present in small or large amounts in all soils, and among the primary sources of Ni in soils are minerals found in phosphorus-containing fertilizers and volcanic rocks (Brohi et al., 1995). Although Ni is considered a plant nutrient element, its necessity for plants is not fully understood. However, it has been determined that plants cannot benefit from urea-based fertilizers in the absence of Ni because Ni is involved in the formation of enzymes such as urease and hydrogenase in plants (Kacar and Katkat, 2007). In humans, excessive intake of Ni beyond the threshold value can result in symptoms such as diarrhea, vomiting, shortness of breath, and damage to the liver and kidneys. Additionally, chronic Ni poisoning can lead to allergic reactions (Çağlarırnak and Hepçimen, 2010).

Indeed, heavy metals are difficult to break down, making their removal from the environment quite challenging (Tripathi and Ranjan, 2015). The removal of heavy metal pollution involves the use of physical, chemical, and biological methods (Fu and Wang, 2011). Biological remediation methods involve the environmentally friendly use of plants and organisms to restore polluted areas (Dindar et al., 2017). Phytoremediation, a method within biological remediation, involves the removal of organic and inorganic pollutants from soil and water through the roots of plants, transporting them to the aerial parts of the plant, and neutralizing them. This method is used to reduce environmental pollution by allowing natural plants to clean pollutants (Dağhan and Öztürk, 2015; Eren and Mert, 2017). Hyperaccumulator plants, referred to as accumulators, have the ability to accumulate more heavy metals in their above-ground parts than the levels present in the soil, making them hyperaccumulator plants used in phytoremediation to remove heavy metals from soils (Baker and Walker, 1990).

The use of hyperaccumulator plants in the remediation of areas contaminated with heavy metals is becoming increasingly important today, as is the identification of plants possessing these characteristics (Mulligan et al., 2001). The characteristics of a plant that

can be used in phytoremediation include: (I) Plant selection; aims to capitalize on different plant characteristics for various phytotechnologies, (II) Fast growth capability; plants with rapid growth potential are preferred, (III) Competitiveness; the ability of plants to compete with other plant species is important, (IV) Resilient and pollution-tolerant; plants capable of withstanding and showing tolerance to pollution sources are preferred, (V) ability to thrive in high metal levels; The ability of plants exposed to high metal concentrations to survive is important, (VI) Easy harvestability; plants that can be easily harvested are preferred, (VII) High metal accumulation capability; the potential of plants to accumulate high amounts of metal in harvestable parts is important, (VIII) Strong and rich root system; plants with a strong and rich root system capable of producing high biomass in the field are preferred, (IX) Easy reproduction and accumulation capability; the ability of plants to reproduce easily and accumulate the targeted metal is important, (X) Important aspects for phytoextraction; the ability of plants to uptake, transport, and accumulate inorganic substances in harvestable tissues are crucial for phytoextraction. Plants with these characteristics are preferred in phytoremediation applications.

This study aimed to evaluate the suitability of Lavender (*Lavandula latifolia*), a medicinal aromatic plant known for its shallow roots and ability to grow in climates that are hot in summer and cool in winter, for the remediation of soils contaminated with Ni.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material

In the study, Lavender (*Lavandula latifolia*) plant material was used. Lavender is preferred

particularly for its shallow root system. It is not highly selective regarding soil type, preferring dry, light, and calcium-rich soils (Gülşen, 2017). The plant can thrive in soil pH ranging from 6.4 to 8.2 and is suitable for climates that are hot in summer and cool in winter. Lavender has moderate water requirements and is resistant to short-term drought (Mason, 2014).

2.2. Soil preparation

The Ni content of the soil was determined using the 0.05 M DTPA method (pH=7.3), as reported by Risser and Baker (1990), by calculating the ratio of 10 g of soil to 20 mL of DTPA. Heavy metal analysis and trace elements were determined using ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) for soil samples. Total N was determined using the Kjeldahl method (Bremner, 1965). Phosphorus content was determined according to the Olsen method (Olsen, 1954). Potassium analysis was performed using the method of 1 N ammonium acetate (pH:7) as reported by Kacar (1995). Soil texture was determined using the Bouyoucos hydrometer method (Bouyoucos, 1952). pH was measured using the CaCl₂ method. CaCO₃ content was determined using the volumetric method described by Loeppert et al. (1996). Organic matter content was determined as reported by Kacar (1995).

2.3. Soil parameters used in the study

Some physical and chemical analysis results of the soil used in the experiment are presented in Table 1. As seen in the table, the soil used in the study has a clay-loam texture. The lime content of the experimental soil is approximately 12.3 %, indicating moderately calcareous soil, with a pH of 7.48, indicating slightly alkaline conditions. There are no issues regarding salinity.

Table 1. Some chemical and physical parameters of the experimental soil

Parameters	Soil
Texture	Clay-Loam
pH	7.48
Salinity (%)	0.15
Lime (%)	12.3
O. M. (%)	1.47
N (%)	0.21
P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	8.13
K (kg K ₂ O da ⁻¹)	56.8
Fe (mg kg ⁻¹)	34.8
Cu (mg kg ⁻¹)	2.05
Mn (mg kg ⁻¹)	38.6
Zn (mg kg ⁻¹)	1.48
Ni (mg kg ⁻¹)	0.13

2.4. Artificial soil contamination process

To ensure homogeneous distribution of Ni in the soil, a solution of NiSO₄.6H₂O was used to prepare different Ni doses. These doses were prepared in increasing doses of Ni, namely control (0 mg kg⁻¹), 200 mg kg⁻¹, 400 mg kg⁻¹, 600 mg kg⁻¹, and 800 mg kg⁻¹. The solution of the determined Ni doses was applied to the soil of each pot. This application aims to ensure homogeneous enrichment of the soil with Ni. The amount of applied solution was adjusted to 60-65 % of the soil's water holding capacity. This is important to regulate the soil moisture level and provide a suitable incubation environment. After the process was completed, the pots were left for incubation under controlled conditions for one week. During this time, the soil interacts homogeneously with Ni, ensuring distribution.

2.5. Setting up the pot experiment

Throughout the experiment, 3-liter pots were prepared using clean and artificially contaminated air-dried soil samples. Each pot was filled with 3 kg of air-dried soil. Lavender plant seedlings were prepared in advance in peat medium for cultivation. These seedlings were transferred to the pots and grown under controlled conditions (16 hours of light:8 hours of dark) for approximately 6 weeks. The experiment was set up in triplicate. Each pot was considered an independent trial. The watering process aimed to reach 60-65 % of the soil's water holding capacity.

2.6. Preparation and analysis of plant samples

Plant samples obtained from the pot experiments were harvested along with their green parts. The plant samples were washed with distilled water. This step ensures the removal of any dust, dirt, or other contaminants present on the plants. Washed plant samples were dried in a drying cabinet at 65 °C until a constant weight was reached. This process removes the water content of the plants and allows for the determination of their dry weights. The dry weights of the dried plant samples were measured. This weight represents the remaining weight of the plant after the water content is removed. Plant samples were ground into a fine powder using a plant grinding mill. This step ensures that the plants are ground into a fine powder for later analysis. The ground plant samples can be used for various analyses, such as determining the content of nutrients, toxins, or other components. The nitrogen (N) content in the plant samples was analyzed using the Kjeldahl method (Bremner, 1965). Additionally, the total element concentrations (Ni, P, K, Cu, Fe, Mn, and Zn) in the ground plant samples were determined by digesting them with nitric acid (HNO₃) in a microwave oven (MarsXpress CEM) and then analyzed using ICP-AES.

2.7. Statistical analysis

The SPSS statistical package program was used to determine the significance of differences between means using analysis of

variance (ANOVA). The Walker-Duncan test is a method used in post-hoc analysis of ANOVA results. This test makes pairwise comparisons between groups to determine differences and statistically separates groups into significant subgroups. In this way, it can be determined which groups are statistically different from each other. The SPSS statistical package is a commonly used software that allows for statistical analysis, including ANOVA analysis and post-hoc tests. This program is frequently used in research for the statistical analysis of data and evaluation of results. The Walker-Duncan test, based on ANOVA results, statistically separates groups into significant subgroups and uses P-values. The P-value is a measure used to determine the significance of the statistical difference between two groups. $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.05$ are commonly accepted threshold values for statistical significance.

3. Results and Discussion

3.1. The effect of different doses of Ni applications on fresh and dry weights, as well as plant heights of *Lavandula latifolia* plants

According to the variance analysis results for the fresh and dry weights (g per plant) and plant heights (cm) of *Lavandula latifolia* plants, it was statistically significant at the level of $P \leq 0.01$ for the weight amounts and at the level of $P \leq 0.05$ for the height amounts (Table 2). These results indicate that the different doses of Ni applications have a significant effect on the growth and weight development of the plant.

It was determined that Ni applications resulted in variations in the fresh weights of plants ranging from 10.5 to 16.7 g per plant, with the lowest being in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 200 mg Ni kg⁻¹ (Table 2). Heavy metal (Cd, Pb,

and Ni) contamination significantly reduces plant height, fresh and dry weight per plant, flower and fruit numbers per plant, and fruit yield compared to non-contaminated soil (Zeeshan et al., 2020). Decreases in fresh and dry weights were reported in chickpea plants with Ni applications (10, 50, 100, 200, and 400 mg kg⁻¹) (Khan and Khan, 2010). It was determined that the dry weights of plants varied from 2.36 to 3.97 g per plant, with the lowest being in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 200 mg Ni kg⁻¹. The different doses of Ni applications resulted in variations in plant height ranging from 26.0 to 29.7 cm, with the lowest being in the application of 600 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 200 mg Ni kg⁻¹ (Table 2). It was found that the fresh and dry weights and plant heights increased with 200 and 400 mg Ni kg⁻¹ applications compared to the control groups, while a decrease was observed in plants with 600 and 800 mg Ni kg⁻¹ applications.

Nickel toxicity reduces the green biomass, dry matter accumulation, and height of the stems in many plant species. Additionally, Ni toxicity has been reported to decrease flower and fruit numbers in various plant species (Balaguer et al., 1993; Singh and Nayyar, 2001; Mizuno et al., 2003; Doğru et al., 2021). These effects indicate that high Ni concentrations have a negative impact on plant growth, development, and reproductive abilities. Nickel toxicity can disrupt normal physiological processes in plants, negatively affecting plant health and yield.

The results obtained demonstrate that different doses of Ni applications have dose-dependent effects on the fresh and dry weights and plant heights of plants, leading to an increase at lower doses and a decrease at higher doses.

Table 2. The effect of different doses of ni applications on fresh weight, dry weight, and height of Lavender plants.

Doses (mg Ni kg ⁻¹)	Fresh Weight (g bitki ⁻¹)	Dry Weight (g bitki ⁻¹)	Height (cm)
0	14.7 a	3.52 bc	28.3 a
200	16.7 a	3.97 a	29.7 a
400	16.3 a	3.84 a	28.7 a
600	13.7 ab	3.23 b	26.0 b
800	10.5 b	2.36 c	27.7 ab
F	6.41**	15.3**	4.39*

(**) Statistically significant at the level of $P \leq 0.01$, (*) Statistically significant at the level of $P \leq 0.05$

3.2. The effect of different doses of Ni applications on N, P, and K concentrations in *Lavandula latifolia* plants

According to the variance analysis results for N and P concentrations in *Lavandula latifolia* plants, it was found to be statistically

significant at the level of $P \leq 0.01$, while the K concentration was determined to be not statistically significant (Table 3). The analysis indicates that Ni applications have a significant effect on N and P concentrations in the plant, but do not affect K concentration.

Table 3. The effect of different doses of Ni applications on N, P, and K concentrations in Lavender plants

Doses (mg Ni kg ⁻¹)	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
0	2.87 b	2.76 a	4,14
200	3.38 a	2.71 a	4,01
400	2.82 b	1.96 c	3,81
600	2.72 cb	2.37 b	3,83
800	2.59 c	1.82 d	3,69
F	29.9**	168**	2.42 ^{N.S.}

(**) Statistically significant at the level of $P \leq 0.01$, (N.S.) Not statistically significant

The application of Ni resulted in variations in % N concentrations in plants ranging from 2.59 to 3.38 %, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 200 mg Ni kg⁻¹. The concentrations of P in plants varied from 1.82 to 2.76 mg kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the control group with no application. Different doses of Ni applications resulted in variations in K concentrations in plants ranging from 3.69 to 4.14 mg K kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the control group with no

application (Table 3). It has been reported that different doses of Ni applications in *Xanthium strumarium* L. plants (50, 100, 200, and 400) led to a decrease in N, P, and K concentrations in the plants depending on the doses (Eren, 2019). Dağhan et al. (2013) indicated that the effect of heavy metal applications on N, P, and K in transgenic and non-transgenic tobacco plants decreased depending on Ni applications.

It is concluded that Ni applications can affect the N, P, and K concentrations in plants and these elements can accumulate in plant tissues at different concentrations.

3.3. The effect of different doses of Ni applications on Cu, Fe, Mn, and Zn concentrations in *Lavandula latifolia* plants

According to the variance analysis results, it has been determined that different doses of

Ni applications have a statistically significant effect on Cu and Zn concentrations in *Lavandula latifolia* plants. This indicates that it is statistically significant at the level of $P \leq 0.01$ (Table 4).

Çizelge 4. The effect of different doses of Ni applications on Cu, Fe, Mn, and Zn concentrations in Lavender plants

Doses (mg Ni kg ⁻¹)	(Cu)	(Fe)	(Mn)	(Zn)
	(mg kg ⁻¹)			
0	13.4 c	1368	173	40.3 cb
200	24.2 ba	1497	158	46.5 ba
400	27.6 a	1703	195	52.4 a
600	9.73 c	1484	134	31.0 dc
800	16.0 cb	1228	84,5	28.2 d
F	8.72**	0.93 ^{N.S.}	1.49 ^{N.S.}	13,9**

(**) Statistically significant at the level of $P \leq 0.01$, (N.S.) Not statistically significant.

The application of Ni resulted in variations in Cu concentrations in plants ranging from 9.73 to 27.6 mg kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 600 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 400 mg Ni kg⁻¹. The concentrations of Fe in plants varied from 1228 to 1703 mg kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 400 mg Ni kg⁻¹. Different doses of Ni applications resulted in variations in Mn concentrations in plants ranging from 84.5 to 195 mg kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 400 mg Ni kg⁻¹. The effect of Ni doses on Zn concentration in plants ranged from 28.2 to 52.4 mg kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the application of 800 mg Ni kg⁻¹ and the highest in the application of 400 mg Ni kg⁻¹ (Table 4). Different levels of Ni applications (10, 20, 30, and 40 mg L⁻¹) were reported to significantly decrease the concentrations of micronutrients (Zn, Mn, Fe, and Cu) in both leaves and stems of *Helianthus annuus* L. plants by Ahmad et al. (2011). Other researchers have also reported that Ni applications lead to a decrease in

micronutrients in plants (Turgut et al., 2004; Ali et al., 2009).

3.4. The effect of Ni applications at different doses on Ni concentration (mg kg⁻¹) and Ni content (µg plant⁻¹) in plants

According to the variance analysis results for Ni concentration (mg kg⁻¹) and Ni content (µg plant⁻¹) in *Lavandula latifolia* plants at different doses of Ni applications, it was statistically significant at the level of $P \leq 0.01$ (Table 5). These results indicate that different doses of Ni applications have a significant effect on both Ni concentration and Ni content in the plant.

Nickel applications resulted in variations in Ni concentrations in plants ranging from 2.58 to 63.6 mg Ni kg⁻¹, with the lowest application in the control group without any treatment and the highest at 800 mg Ni kg⁻¹ application (Table 5). Kaviani et al. (2017) reported in their research using *Salicornia iranica* plants that Ni doses in soil (0, 50, 250, and 500 mg Ni kg⁻¹) led to an increase in Ni concentration in plants. Dağhan et al. (2013) reported an increase in Ni concentration in tobacco plants, both transgenic and non-transgenic, in response to Ni applications of heavy metals.

Different doses of Ni applications resulted in variations in Ni content in plants ranging from 9.04 to 150 $\mu\text{g plant}^{-1}$, with the lowest

value in the control group without any treatment and the highest value at 800 mg Ni kg^{-1} application (Table 5).

Table 5. The effect of different doses of Ni applications on Ni concentration and Ni content in Lavender plants

Doses (mg Ni kg^{-1})	Ni concentration (mg kg^{-1})	Ni Content ($\mu\text{g bitki}^{-1}$)
0	2.58 e	9.04 c
200	17.6 d	69.6 b
400	32.2 c	124 a
600	42.3 d	137 a
800	63.6 a	150 a
F	294**	50.02**

(**) Statistically significant at the level of $P \leq 0.01$

Khan and Khan (2010), investigating the effects of increased Ni applications (0, 10, 50, 100, 200, and 400 mg kg^{-1}) on chickpea plant growth and yield, reported an increase in Ni content in roots, stems, and leaves of plants with Ni applications. The critical toxic level of Ni in soil is 100 mg kg^{-1} , > 10 $\mu\text{g g}^{-1}$ dry matter

in sensitive plants, and > 50 $\mu\text{g g}^{-1}$ dry matter in moderately sensitive plants (Özbek et al., 1995). The effect of different doses of Ni applications on Ni concentration and Ni content in Lavender plants is presented in Figure 2.

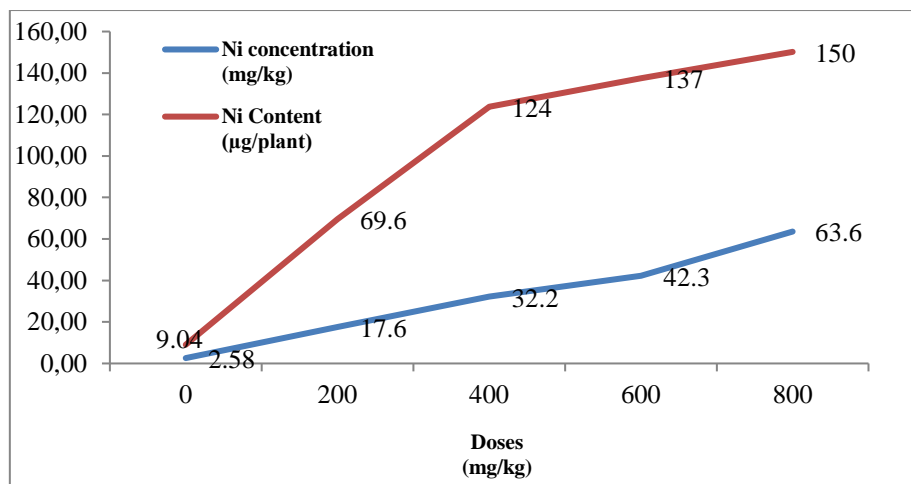


Figure 2. The effect of different doses of Ni applications on Ni concentration and Ni content in Lavender plants

4. Conclusion and Recommendations

The increasing presence and usage of Ni in the environment raise concerns for both environmental and health reasons. Research is being conducted to better understand the

environmental effects of Ni and its potential impacts on human health. Topics such as Ni sources, dispersion, effects, and control methods form an important area of research for environmental protection and human health. Nickel is one of the heavy metals that can

affect the development of living organisms at high concentrations. Nickel naturally occurs in soil and water sources, but human activities lead to an increasing amount of Ni in the environment over time.

In the study of plants, it was observed that the age, dry weight, and height of the plants increased with the application of 200 and 400 mg Ni kg⁻¹ compared to the control groups, while a decrease was observed in plants treated with 600 and 800 mg Ni kg⁻¹.

In the research conducted with Lavender plants, it was found that increasing doses of Ni applications resulted in variations in the N % concentrations ranging from 2.59 % to 3.38 %, P concentrations ranging from 1.82 to 2.76 mg kg⁻¹, and K concentrations ranging from 3.69 to 4.14 mg kg⁻¹. The lowest concentrations were observed in the 800 mg Ni kg⁻¹ applications, while the highest values were found in the untreated control group. The effect of Ni applications on %N concentrations in plants increased with the application of 200 mg kg⁻¹ compared to the control group, and the lowest content of N, P, and K concentrations was observed in the 800 mg Ni kg⁻¹ Ni applications.

The effect of Ni applications on microelement concentrations in plants was observed as follows: Fe: ranging from 1228 to 1703 mg kg⁻¹, Mn: ranging from 84.5 to 195 mg kg⁻¹, and Zn concentration ranging from 28.2 to 52.4 mg kg⁻¹. The lowest concentrations were observed in the 800 mg Ni kg⁻¹ applications, while the highest concentrations were found in the 400 mg Ni kg⁻¹ applications. Nickel applications also affected Cu concentrations in plants, which ranged from 9.73 to 27.6 mg Cu kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the 600 mg Ni kg⁻¹ application and the highest in the 400 mg Ni kg⁻¹ application.

In addition, Ni applications resulted in variations in Ni concentrations in plants, ranging from 2.58 to 63.6 mg Ni kg⁻¹, with the lowest concentration observed in the control group without Ni application and the highest in the 800 mg Ni kg⁻¹ application. Different doses of Ni applications also affected Ni content in

plants, with the lowest value of 9.04 µg plant⁻¹ observed in the control group without any Ni application and the highest value of 150 µg plant⁻¹ observed in the 800 mg Ni kg⁻¹ application.

Further research is needed to evaluate the phytoremediation potential of Lavender plants, particularly to determine their Ni uptake and removal capacities. Such studies are important for understanding and harnessing the phytoremediation abilities of plants in combating heavy metal pollution. Plants like Lavender hold potential as natural and sustainable methods for reducing soil pollution.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Acknowledgment

This study was produced from the first author's master's thesis.

References

- Ahmad, M.S.A., Ashraf, M., Hussain, M., 2011. Phytotoxic effects of nickel on yield and concentration of macro-and micro-nutrients in sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes. *Journal of Hazardous Materials*, 185(2-3): 1295-1303.
- Ali, M.A., Ashraf, M., Athar, H.R., 2009. Influence of nickel stress on growth and some important physiological/biochemical attributes in some diverse canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of hazardous materials*, 172(2-3): 964-969.
- Baker, A.J.M., Walker, P.L., 1990. Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, in: Shaw A.J. (Ed.), Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary Aspects, CRC Press, Boca Raton, 2: 155-165.

- Balaguer, J., Almendro, M.B., Gomez, I., Navarro Pedreño, J., Mataix, J., 1993. Tomato growth and yield affected by nickel presented in the nutrient solution. *In International Symposium on Water Quality & Quantity-Greenhouse* 458: 269-272.
- Bouyoucus, G.J., 1952. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. In: C.A. Black ve ark (ed). *Methods of Soil Analysis*. Am. Soc. Of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA. Part 2. *Agronomy*, 9:1149-1178.
- Brohi, A.R., Aydeniz, A., Karaman, M.R., 1995. *Soil Fertility*. G.O.P. Univ., Faculty of Agriculture Publications, Books Series: 5, Tokat.
- Çağlarırnak, N., Hepçimen, A.Z., 2010. Effect of heavy metal soil pollution on food chain and human health. *Academic Food*, 8(2): 31-35.
- Dağdeviren, Ş., 2007. Determination of heavy metal concentrations in soils in the region of çorlu and evaluation of results with artificial neural networks. Ms Thesis, Trakya University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Edirne.
- Dağhan, H., Öztürk, M., 2015. Soil pollution in Turkey and remediation methods. In: K.R. Hakeem, M. Sabir, M. Ozturk, A. Mermut (Eds), *Soil Remediation and Plants: Prospects and Challenges*, September 2015, Academic Press., Elsevier, pp. 287-312, New York.
- Dağhan, H., Uygur, V., Köleli, N., Arslan, M., Eren, A., 2013. The effect of heavy metal treatments on uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in transgenic and non-transgenic tobacco plants. *Journal of Agricultural Sciences*, 19(2): 129-139.
- Dindar, E., Şen, C.N., Topaç, Ş.F.O., Başkaya, H.S., 2017. Fractionation of soil organic nitrogen species in soils contaminated with waste mineral oil. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32(3): 767-775.
- Doelsche, E., Saint Macary, H., Van Kerchove, V., 2005a. Sources of very heavy metal content in soils of volcanic island (La Reunion). *Journal of Geochemical Exploration*, in press, corrected prof, available on line 7 Nov.
- Doelsche, E., Van de Kerchove, V., Saint Macary H., 2005b. Heavy metal content in soils of Reunion (Indian Ocean). *Geoderma*, in press, corrected prof. Available online 24 October.
- Doğru, A., Altundağ, H., Dündar, M.Ş., 2021. Physiological functions of nickel and nickel toxicity in higher plants. *Firat University Journal of Science*, 33(1): 1-19.
- Eren, A., 2019. The effects of nickel applications on the growth of cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) plant. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2): 2005-2013.
- Eren, A., Mert, M., 2017. The effect of heavy metal applications (Ni, Cd and Cu) on growth and development of elecampane, ground cherry and mullein. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 4(1): 50-58.
- Fu, F., Wang, Q., 2011. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92: 407-418.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. *Soil pollution*. TR Ministry of Health Environmental Health Basic Resource Series, 40.
- Gülşen, O., 2017. Final Report of Lavender Cultivation Development Project in Çayıralan District of Yozgat Province. Central Anatolia Development Agency. Kayseri. P.31.
- Kacar, B., 1995. *Chemical Analysis of Plants and Soil*, III. Soil Analyzes. A.U. Faculty of Agriculture Education, Research and Development Foundation Publications No: 3, Ankara, p.704.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2007. *Fertilizers and Fertilization Techniques*. 1st Edition. Nobel Publications. No: 1119. Ankara.

- Karaçağıl, D., 2013. Soil quality and heavy metal pollution in designated coastlines in Istanbul. Ms Thesis, Bahçeşehir University Institute of Science and Technology, Istanbul.
- Kaviani, E., Niazi, A., Moghadam, A., Taherishirazi, M., Heydarian, Z., 2017. Phytoremediation of Ni-contaminated soil by *Salicornia iranica*. *Environmental Technology*, 16: 1-12.
- Khan, M.R., Khan, M.M., 2010. Effect of varying concentration of nickel and cobalt on the plant growth and yield of chickpea. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4: 1036-1046.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: D.L. Sparks (Ed), *Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods*, Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp. 437-474.
- Mason, J., 2014. Growing and knowing lavender. ACS Distance Education.
- Mizuno, N., Nosaka, S., Mizuno, T., Horie, K., Obata, H., 2003. Distribution of Ni and Zn in the leaves of *Thlaspi japonicum* growing on ultramafic soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 49(1): 93-97.
- Mulligan, C.N., Yong, R.N., Gibbs, B.F., 2001. Remediation technologies for metal-contaminated soils and groundwater: an evaluation. *Engineering geology*, 60(1-4): 193-207.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dept. of Agric. Cric. 939.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. *Soil Science*. Çukurova University Faculty of Agriculture. General Publication No:73 Textbooks Publication No:16, Adana.
- Risser, J.A., Baker, D.E., 1990. Testing soils for toxic metals. *Soil testing and plant analysis*, 3: 275-298.
- Singh, P., Nayyar, K., 2001. Influence of lime on nickel availability to plants and its toxic level in cowpea. *J Res Punjab Agri Univ*, 38: 10-13.
- Syed, I.B., 2005. *Pollution*. Islamic Research Foundation International, Inc. 7102 W. Shefford Lane Louisville, KY 40242- 6462.
- TÇMO., 2018. TMMOB Chamber of Environmental Engineers. Air Pollution Report, 4-19.
- Tripathi, A., Ranjan, M.R., 2015. Heavy metal removal from wastewater using low cost adsorbents. *Journal Bioremed Biodeg*, 6: 315
- Turgut, C., Pepe, M.K., Cutright, T.J., 2004. The effect of EDTA and citric acid on phytoremediation of Cd, Cr, and Ni from soil using *Helianthus annuus*. *Environmental pollution*, 131(1): 147-154.
- Zeeshan, M., Ahmad, W., Hussain, F., Ahamd, W., Numan, M., Shah, M., Ahmad, I., 2020. Phytostabalization of the heavy metals in the soil with biochar applications, the impact on chlorophyll, carotene, soil fertility and tomato crop yield. *Journal of Cleaner Production*, 255: 120-318.

To Cite

Can, M., Eren, A., 2024. The Determination of Phytoextraction Capacity Using Lavender (*Lavandula latifolia*) Plant in Nickel-Contaminated Soils. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 369-379.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11209614>.



Nitrogen Source and Dose Effects on Spinach Yield and Total Nitrogen Content Across Storage Periods

Kemal Yalçın GÜLÜT^{1*}, Gamze Güleç ŞENTÜRK¹

¹ Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Adana

*Corresponding author: kygulut@cu.edu.tr

Abstract

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivation is gaining prominence due to increasing interest in health and wellness. Nitrogen (N) is crucial for spinach growth, and traditional fertilization practices are being reconsidered for their environmental impact. In this study, we investigated the effects of different N sources, doses (25, 50, 100, 200, and 400 mg N kg⁻¹), and storage durations on dry weight and total N content of spinach plants. Four N sources, including ammonium sulfate (AS), calcium nitrate (CN), slow-release ammonium soil (SRAS). The spinach plants were subjected to storage for 0, 5, and 10 days, and their dry weight and total N content were measured. The results revealed significant variations in spinach dry weight and total N content among different nitrogen treatments and storage periods. Calcium nitrate consistently promoted higher dry weight and total N content, reaching 5.40 % for total N at 400 mg kg⁻¹ on Day 0, compared to other N sources across various storage durations. The YR and SRAS also showed high total N levels, with values consistently above 4 % at the highest dose. The SRAS exhibits potential for prolonged efficacy, particularly at higher doses and later storage stages. Initially, at Day 0, the total N content in SRAS treatment was highest and decreased significantly by Day 5, with a slight recovery by Day 10. The correlation between dry weight and total N content became more pronounced with longer storage periods and higher N doses and sources. Yeast residue exhibited the strongest positive correlation between dry weight and total N content, suggesting its effectiveness in promoting dry weight. In addition, a strong positive correlation between dry weight and total N content underscores the crucial role of N management in determining spinach yield and quality. The results showed that CN and SRAS, particularly at higher doses, were the most effective N sources for promoting dry weight in spinach. The findings underscore the importance of selecting the appropriate N source and dose is crucial for optimizing spinach yield and quality during storage.

Research Article

Article History

Received :03.01.2024
Accepted :26.01.2024

Keywords

Spinach cultivation
nitrogen sources
fertilization practices
crop yield
total nitrogen content
post-harvest quality

1. Introduction

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is a nutritious leafy green vegetable from the Chenopodiaceae family, renowned for its rapid growth cycle (Naseem et al., 2024). The spinach contains a wealth of vitamins A, B, and C, alongside essential minerals (Tai et al., 2020). Driven by a growing global population focused on health and wellness, spinach has emerged as a vegetable of increasing interest. This surge in popularity is reflected in the increased spinach production in the world. Cultivated extensively around the globe, spinach boasts an annual production of 30 million tons. China reigns supreme in global production, contributing a staggering 27.5 million tons. Following China, the United States (435.721 tons) and Japan (226.865 tons) secure the second and third positions, respectively. Türkiye holds the fourth place with an annual spinach production of 229.793 tons (Anonymous, 2024).

Nitrogen (N) is the most essential element for healthy spinach growth and productivity. This assertion is supported by a robust body of research demonstrating a significant influence of N on these key aspects. During the vegetative stage, increasing the application of N levels can empower plants in two ways. First, N improves and supports root development, allowing for increased water and nutrient absorption. Second, it accelerates growth, resulting in an abundance of lush, green foliage. This translates to potentially higher yields, improved vegetable flavor, and even enhanced resistance to pests, diseases, and environmental stresses (Echert, 2020). In addition, N plays a vital role in plant metabolism, influencing enzyme activity, protoplasm formation, and the synthesis of amino acids and proteins. These processes drive cell division and initiate meristematic activity, impacting overall growth and production (Mirdad, 2009; Kuş and Gedik, 2023).

Mineral nutrients containing forms of N that are easily absorbed by plants are widely used in agriculture. Spinach cultivation practices typically involve the application of inorganic

N fertilizers at a rate of approximately 150 kg N ha⁻¹, which indicates the critical role of N in spinach growth and quality (Darani et al., 2013; Roupael et al., 2018). The long-term effects of slow-release fertilizers, which have gained popularity in recent years and aim to mitigate the negative impacts of chemical fertilizers, have been extensively investigated in various plant species. These fertilizers possess extended efficacy due to their gradual dissolution and prevent nutrient leaching losses. They remain unaltered in the soil, do not bind to clay, lime, or organic matter, and do not form complexes with other elements. Consequently, they are readily absorbed by plants without undergoing conversion to inactive forms (Mukherjee et al., 2015). This enhances fertilizer uptake efficiency. However, in slow-release fertilizers, the nutrient element release over time cannot be accurately predicted, and the release rate varies depending on environmental, soil, and climatic conditions. Nutrient elements in slow-release fertilizers are gradually released, altering the composition of the soil solution as they become available (Azeem et al., 2014). Despite the existence of a diverse array of nitrification inhibitor compounds globally, dicyandiamide (DCD) and 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) stand out as the most widely commercially available nitrification inhibitors (Şahan et al., 2017). The primary objective of employing nitrification inhibitors is to prolong the retention of N in the soil in the NH₄⁺ form, thereby preventing N losses in the form of NO₃⁻ or gaseous N and enhancing N utilization efficiency (Trenkel, 2010). Slow-release fertilizers offer several advantages, including the ability to be applied in a single application, minimize nutrient element losses, reduce the detrimental impacts on human health associated with soil respiration, and enhance fertilizer use efficiency (Hutchinson et al., 2002; Sempeho et al., 2014). In their study on N transformations in soil and plant productivity, Yang et al. (2016) conducted a meta-analysis on the effectiveness of two different nitrification inhibitors [dicyandiamide (DCD) and 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP)]. They

concluded that both DCD and DMPP were equally effective in regulating soil N transformations in agricultural fields worldwide. However, they highlighted that DCD exhibited a superior ability to enhance plant productivity compared to DMPP. Additionally, they emphasized the need for further research to evaluate the long-term performance of DCD and DMPP under continuous application.

Organic amendments are emerging as compelling alternatives to slow-release and chemical fertilizers in sustainable agricultural practices. Despite their lower nutrient content, organic fertilizers play a pivotal role in enhancing soil organic matter and improving soil physical properties. Their multifaceted positive contributions to the soil include accelerating microbiological activity, enhancing soil structure, aeration, and water holding capacity, and providing both macro- and micronutrients (Kara and Yakupoğlu, 2023). A study by Cıtaç and Sonmez (2010) compared the effects of three organic manure applications and their mixtures against conventional chemical fertilizers and an unfertilized control plot on spinach growth, yield, and nutrient content across two seasons. Their findings highlight the potential effectiveness of organic amendments, particularly in the autumn season, where all organic applications demonstrated positive impacts on spinach growth compared to the winter season.

Waste organic matter produced after yeast production can be used as feed in animal husbandry and as the organic main raw material in the production of organic liquid fertilizer in agriculture. A comprehensive review of existing literature revealed a dearth of studies that directly compare the effects of chemical, slow-release, and yeast production waste fertilizers on spinach growth and total N content. Therefore, this study was conducted to investigate the changes in dry matter yield and total N content during a 10-day storage period in spinach grown under different fertilizer sources and increasing dosage applications.

2. Materials and Methods

2.1. Material

This study was conducted in the Research and Application Greenhouses of the Department of Soil Science and Plant Nutrition at Çukurova University Faculty of Agriculture. The experiment was established in February, and Matador spinach (*Spinacia oleracea* L.), a broad-leaved variety, was used as the plant material. The variety is characterized by rapid growth, full leaves, short stems, a dark green color, a smooth surface, and oval leaf tips that spread out over the soil. It is cultivated in all regions of Türkiye and is both productive and cold tolerant. The recommended spacing between rows is 5-10 cm, the spacing within rows is 30-35 cm, and the planting depth is 1.5-2.5 cm. The optimum temperature for germination and growth is 15-25°C.

2.2. Methods

2.2.1. Greenhouse experiment setup and implementation

The greenhouse experiment was conducted using plastic pots with 2 kg of soil per pot. As base fertilization, KH_2PO_4 was applied to provide 100 mg P kg^{-1} , 125 mg K kg^{-1} , and Fe-EDTA was applied to provide 10 mg Fe kg^{-1} , while ZnSO_4 was applied to provide 2.5 mg Zn kg^{-1} . The amount of CaSO_4 was calculated to ensure equal sulfur content in all pots based on the sulfur content of the ammonium sulfate applied. Ten seeds were sown in each pot and thinned to six seedlings after germination.

The experiment consisted of 60 pots with five different N doses (25, 50, 100, 200, and 400 mg N kg^{-1}). The increasing doses of N were applied from slow-release ammonium sulfate (SRAS) (DCD Inhibitor), ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (AS), calcium nitrate $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (CN), and yeast residue (YR). The experiment was designed in a randomized block design with three replications.

Seeds were sown in the pots on February 24, 2021. Initial germination occurred within 8-10 days, and approximately 16 days later (March 10, 2021), the 10 seedlings in each pot were thinned to six seedlings. The pots were watered

to maintain field capacity from seed sowing until harvest. Growth and development were monitored throughout the experiment. Plants were harvested at 52 days of the experiment on April 16, 2021, when significant differences in growth and development were observed due to the different N fertilizer sources and increasing N application rates.

Following the harvest at 52 days of the experiment, the harvested plants were divided into three equal portions for further analysis. The first portion served as the initial sample (Day 0 period) and was washed and dried immediately in a 48 °C oven. The second portion (Day 5 period) was washed and stored in a sealed polyethylene bag for five days at refrigeration temperature (+4 °C). Similarly, the third portion (Day 10 period) was washed and stored in a refrigerator for ten days. After their respective storage periods, all plant samples were dried thoroughly in a 70 °C oven for 48 hours for further analysis.

2.2.2. Physical and chemical analysis of experimental soil

The soil used in the experiment was sieved (2 mm) and analyzed for various physical and chemical properties using established methods. Electrical conductivity and pH were measured with a pH meter in a 1:2.5 soil-water dilution (McLean et al., 1982). Lime content (CaCO_3) was determined by the Scheibler calcimeter method (Allison and Moodie, 1965). Available Zn, Fe, Mn, and Cu were extracted with DTPA-TEA solution (pH 7.3) suitable for calcareous soils (Lindsay and Norvell, 1978). Organic matter content was assessed using the Walkey-Black wet digestion method (Jackson, 1959). Available phosphorus was determined based on molybdenum blue colorimetry after extraction with 0.5 M NaHCO_3 solution (Olsen et al., 1954). Finally, available potassium and magnesium were extracted with 1 N ammonium acetate solution following the method developed by Knudsen et al. (1982).

2.2.3. Total N analysis in plants

Total N content of spinach samples was determined using the Kjeldahl distillation method (Bremner, 1965). The principle of this

method is to convert organic N in the fresh-burned plant sample with H_2SO_4 into $\text{NH}_4\text{-N}$ form, and to determine the N content of the plants from the amount of NH_3 released and captured in boric acid during distillation conducted in an alkaline environment.

2.2.4. Statistical analysis

Statistical analysis of the data was conducted using the SPSS software. To assess the effects of different N sources and doses on dry weight and total N content of spinach plants during 10 days of storage period, analysis of variance (ANOVA) was performed. The least significant difference (LSD) test was applied to determine the significance of differences between means. All statistical analyses were set at a significance level of $P < 0.05$. In addition, correlations between dry weight and total N content of spinach plants were carried out to assess nitrogen use efficiency. This analysis helps us understand how effectively the spinach plants are utilizing nitrogen for growth.

3. Results and Discussion

3.1. The effect of different N sources, doses and duration of storage on dry matter yield

Table 1 presents the effects of various N sources and application rates on spinach dry weight during different storage periods (Day 0, 5, and 10). The ANOVA results showed statistically significant differences in dry weight based on day, fertilizer type, and N dose (p-values of 0.004, 0.003, and 0.001, respectively). However, the interactions between day, fertilizer type, and N dose were not statistically significant, suggesting the effects of N source and dose were consistent across the storage periods.

The highest dry weight in Day 0 was obtained with the 200 mg N kg^{-1} dose of SRAS (2.17 ± 0.32 g plant^{-1}) and the 400 mg N kg^{-1} dose of YR (2.07 ± 0.14 g plant^{-1}), both showing significant increases in dry weight. The lowest dry weight was observed with the 25 mg N kg^{-1} dose of YR (1.04 ± 0.16 g plant^{-1}). The 400 mg N kg^{-1} dose of CN (2.26 ± 0.51 g plant^{-1}) resulted in the highest dry weight in Day 5, followed by SRAS (2.13 ± 0.11 g plant^{-1}). The

lowest dry weight was recorded with the 25 mg N kg⁻¹ dose of YR (0.85±0.05 g plant⁻¹). The highest dry weight in Day 10 was seen with the 400 mg N kg⁻¹ doses of SRAS (2.78±0.10 g

plant⁻¹), CN (2.59±0.51 g plant⁻¹), and YR (2.76±0.26 g plant⁻¹). The lowest dry weight was observed with the 25 mg N kg⁻¹ dose of AS (1.14±0.41 g plant⁻¹).

Table 1. Effects of different N sources and doses on dry weight of spinach during different storage periods

Period	N dose	Ammonium Sulphate	SRAS	Calcium Nitrate	Yeast Residue
	mg/kg	g plant ⁻¹			
Day 0	25	1.24±0.04 h-k	1.41±0.61 e-k	1.34±0.22 g-k	1.04±0.16 jk
	50	1.42±0.24 e-k	1.48±0.16 e-k	1.44±0.10 e-k	1.32±0.02 g-k
	100	1.46±0.14 e-k	1.68±0.14 d-k	2.03±0.20 a-i	1.78±0.33 b-j
	200	1.98±0.14 a-i	2.17±0.32 a-g	1.83±0.56 b-j	1.80±0.11 b-j
	400	1.62±0.22 d-k	2.06±0.03 a-h	1.67±0.12 d-k	2.07±0.14 a-h
Day 5	25	1.44±0.21 e-k	1.14±0.13 ijk	1.36±0.07 f-k	0.85±0.05 k
	50	1.52±0.38 d-k	1.49±0.10 e-k	1.50±0.20 d-k	1.25±0.19 h-k
	100	1.83±0.40 b-j	2.28±0.45 a-e	2.02±0.29 a-i	1.49±0.22 e-k
	200	2.03±0.16 a-i	1.90±0.21 a-j	1.51±0.22 d-k	1.46±0.10 e-k
	400	1.99±0.13 a-i	2.13±0.11 a-h	2.26±0.51 a-f	1.79±0.02 b-j
Day 10	25	1.14±0.41 ijk	1.28±0.09 g-k	1.75±0.05 b-j	1.24±0.13 h-k
	50	1.59±0.20 d-k	1.78±0.13 b-j	2.0±0.51 a-i	1.33±0.14 g-k
	100	1.75±0.35 b-j	1.65±0.15 d-k	2.09±0.23 a-h	1.78±0.14 b-j
	200	1.72±0.42 c-k	2.39±0.20 a-d	2.61±0.15 ab	1.63±0.12 d-k
	400	1.92±0.19 a-j	2.78±0.10 a	2.59±0.51 abc	2.76±0.26 a
ANOVA	Day			LSD = 0.154	P = 0.004
	Fertilizer Type			LSD = 0.183	P = 0.003
	N Dose			LSD = 0.204	P = 0.001
	Day x Fertilizer Type			LSD = 0.316	P = 0.074
	Day x N Dose			LSD = 0.354	P = 0.219
	Fertilizer Type x N Dose			LSD = 0.409	P = 0.627
	Day x Fertilizer Type x N Dose			LSD = 0.708	P = 0.934

* Values with the same letter in the table do not significantly differ from each other (p<0.05).

The highest dry weight in AS treatments was observed at 200 mg kg⁻¹ for all storage days (Day 1: 1.98 g plant⁻¹, Day 5: 2.03 g plant⁻¹, Day 10: 1.72 g plant⁻¹). The increase in N dose (400 mg kg⁻¹) resulted in a decrease or stagnation in dry weight compared to 200 mg kg⁻¹ across all storage days. Unlike AS, SRAS displayed a slightly different pattern. While the highest dry weight on Day 0 was at 200 mg kg⁻¹ (2.17 g plant⁻¹), the highest on Day 10 was at 400 mg kg⁻¹ (2.78 g plant⁻¹). The SRAS at 400 mg kg⁻¹ maintained a statistically similar or slightly higher dry weight compared to 200 mg kg⁻¹ on some storage days (Day 5 and 10), suggesting a potential benefit for this dose at later storage stages.

The results show a dose-dependent increase in the dry weight of spinach plants with

increasing doses of calcium nitrate over different storage periods. This trend is consistent with the results reported by Elsayed and Abdelraouf (2016), who found that increasing N fertilization rates up to 224 kg N ha⁻¹ in spinach increased plant growth, fresh and dry weight, leaf area, and leaf area index. Calcium nitrate at higher doses (200 mg kg⁻¹ and 400 mg kg⁻¹) consistently led to greater dry weight compared to lower doses. This suggests that CN is an effective N source for promoting growth in spinach plants. The highest dry weight on Day 0 was observed with the application of 100 mg kg⁻¹ (2.03±0.20 g plant⁻¹). Like Day 0, the dry weight of spinach plants increased with the increase in CN doses on Day 5. At 25 mg kg⁻¹, the dry weight was 1.36±0.07 g plant⁻¹, whereas at 400 mg kg⁻¹, it reached the highest value at 2.26±0.51 g plant⁻¹. On Day

10, the dry weight continued to follow a dose-dependent trend. The dry weight on Day 10 was 1.75 ± 0.05 g plant⁻¹ at 25 mg kg⁻¹ and increased to the highest level of 2.61 ± 0.15 g plant⁻¹ at 200 mg kg⁻¹. The 400 mg kg⁻¹ dose resulted in a slightly lower value of 2.59 ± 0.51 g plant⁻¹. Karaal and Uğur (2014) observed a similar trend, with their average dry matter yield increase ranging from 17.4 % to 66.1 % for increasing N doses compared to the N25 application. This further supports the notion that N dosing plays a crucial role in maximizing spinach yield and quality.

In optimizing spinach yield and quality, selecting the right N source is essential (Zhang et al., 2018). Our research investigated the impact of various N sources on dry weight, and the findings align with observations from previous studies. Krezel and Kolota (2014) explored the influence of different N sources on spinach, and their results agreed with our findings. They recorded the highest yield with ENTEC 26 - DMPP, while AS resulted in the lowest. This highlights the significant variation in yield depending on the N source used. In our study, a moderate dose (200 mg kg⁻¹) of AS and SRAS exhibited a positive impact on dry weight up to a certain point. However, AS displayed a decrease or stagnation in dry weight with increasing storage days, suggesting a potential limitation in shelf life. SRAS, on the other hand, showed promise for later storage, particularly at the higher dose (400 mg kg⁻¹) on Day 10, where it maintained or even increased dry weight compared to the 200 mg kg⁻¹ dose.

The research conducted to investigate the impact of the DMPP inhibitor on nitrate (NO₃⁻) concentration and yield in spinach grown in various soil types revealed that the SRAS application significantly increased leaf yield by 29 % compared to the standard AS application (Ghetasi and Hosseinpur, 2020). Moreover, other studies, such as one by Mordoğan et al. (2001), have shown positive effects of increasing N doses on lettuce yield. Chohura and Kolota (2011) further indicated that yield in lettuce varies depending on the specific N sources and varieties used.

Considering previous findings, we observed serious problems in plant dry matter yield particularly when the 25 mg N kg⁻¹ was used. Conversely, when N was applied at an optimal level, the impact of different N fertilizer sources on increasing dry matter yield became apparent. It is important to note that both the application of various N sources and the use of increasing N doses had statistically significant effects ($P < 0.01$) on dry weight (Table 1).

When storage days were not considered, the highest dry weight of spinach plants (2.32 g plant⁻¹) was obtained with SRAS treatment as a dose of x 400 mg N kg⁻¹. This was followed closely by yeast residue (2.20 g plant⁻¹) and calcium nitrate (2.18 g plant⁻¹) both applied at the same dose. These results suggest that high doses of these fertilizers, particularly SRAS, can lead to significant increases in spinach dry weight. In contrast to our findings, Machado et al. (2020) who investigated the impact of N source on spinach shoot dry weight, reported that the N fertilizer source itself did not significantly affect shoot dry weight. The researchers did observe that plants grown solely with organic compost had lower shoot dry weight compared to those receiving compost and additional N fertilization. However, the addition of N (regardless of source) led to a decrease in shoot dry weight percentage. Several factors might contribute to the discrepancies between our findings and those of Machado et al. (2020) such as specific N sources, overall nutrient balance, or cultivar variation. The types of N fertilizers used in our study (SRAS, yeast residue, calcium nitrate) might differ in their uptake and utilization by spinach plants compared to ammonium nitrate used by Machado et al. (2020). The presence or absence of other essential nutrients in the growth medium (beyond N) could influence the response to N application (Aulakh et al., 2005). In our study, the specific fertilizer formulations might have provided a more balanced nutrient profile compared to the sole addition of N in Machado et al. (2020). Different spinach cultivars might exhibit varying responses to N fertilization (Ahmadi et al., 2010; Joshi et al., 2022).

The Figure 1 illustrates the dry weight of spinach plants treated with various N sources, highlighting noticeable variations among the fertilizer types. Calcium Nitrate emerges as the most effective, yielding the highest dry weight at $1.868 \text{ g plant}^{-1}$, followed closely by SRAS with $1.841 \text{ g plant}^{-1}$. In contrast, AS displays a slightly lower dry weight of $1.642 \text{ g plant}^{-1}$, while YR exhibits the lowest dry weight at $1.572 \text{ g plant}^{-1}$. The SRAS resulted in a slightly higher dry weight (12.12 % increase) compared to plants grown with AS. The slow-release nature of SRAS could explain this

observation. By gradually releasing N over time, SRAS might provide a more continuous and balanced supply of nutrients for plant growth compared to the potentially quicker release of N from AS. This could lead to more efficient N utilization by the spinach plants and consequently, higher dry weight accumulation (Anonymous, 2024). These findings, without considering the N doses and storage days, indicate that CN significantly outperforms the other N sources in promoting spinach dry weight, suggesting its potential as a superior fertilizer option for spinach cultivation.

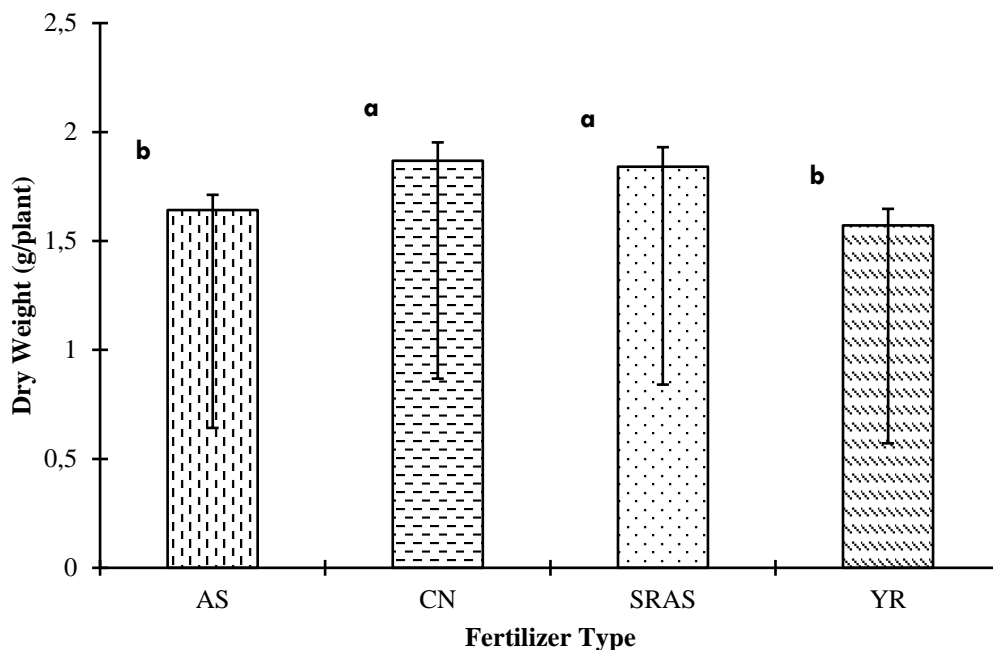


Figure 1. The effects of fertilizer type on dry weights of spinach plants regardless of N doses and duration of storage day. AS: Ammonium Sulphate, CN: Calcium Nitrate, SRAS: Slow-Release Ammonium Nitrate, YR: Yeast Residue

When fertilizer type and storage days were not considered, the results demonstrated a clear trend of increasing dry weight with increasing N dose (Figure 2). At the lowest dose of 25 mg kg^{-1} , the dry weight is 1.269 g , while at the highest dose of 400 mg kg^{-1} , the dry weight reaches 2.136 g , nearly doubling the initial weight. This significant increase in dry weight

as N dose increases suggests a positive correlation between N availability and plant growth. The increase in dry matter content was particularly pronounced in CN (Figure 3) and SRAS (Figure 4) applications, with a significant rise in dry matter observed with increasing doses.

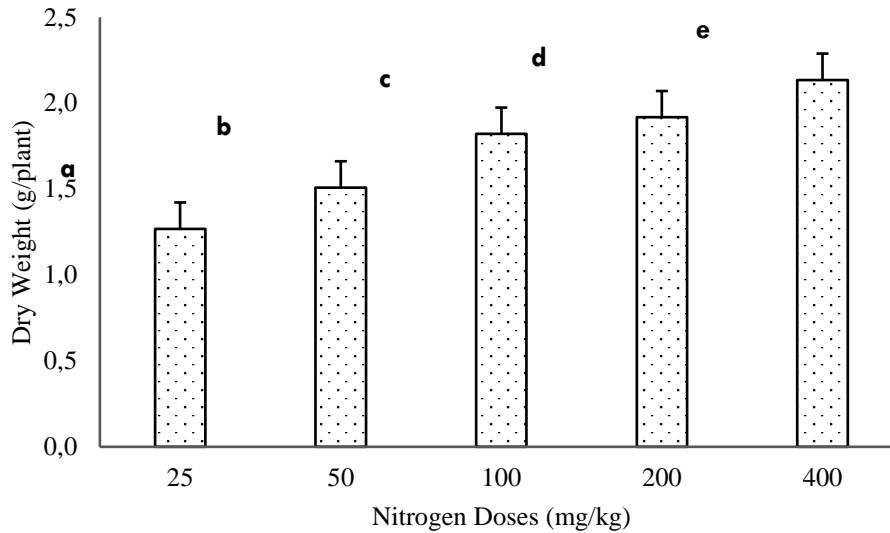


Figure 2. The effects of N doses on dry weights of spinach plants regardless of N sources and duration of storage day



Figure 3. The increased doses of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ on growth of spinach plants



Figure 4. The increased doses of slow released ammonium sulphate fertilizer on growth of spinach plants

3.2. The effect of different n sources, doses and duration of starogae on total N content

The effects of different N sources (Ammonium Sulfate, SRAS, calcium nitrate, yeast residue) and doses (25 mg kg^{-1} to 400 mg kg^{-1}) on the total N content of spinach plants during storage periods (Day 0, 5, and 10) are presented in Table 3. The table reports a

statistically significant impact of storage day, fertilizer type, and N dose (p -values < 0.001 for each factor) on the total N content of spinach plants. Additionally, significant interactions were observed between these factors (p -values < 0.001 for Day x Fertilizer Type, Day x N Dose, Fertilizer Type x N Dose, and Day x Fertilizer Type x N Dose).

Table 2. Effects of different N sources and doses on total N content of spinach during different storage periods

Period	N dose	Ammonium Sulphate	SRAS	Calcium Nitrate	Yeast Residue
	mg kg ⁻¹	%			
Day 0	25	1.15 aa-b ±0.08	1.73 w-z±0.08	1.91 s-w±0.09	2.15 n-s±0.01
	50	1.26 aa ±0.04	1.95 r-w±0.02	1.98 q-v±0.05	2.17 m-r±0.02
	100	2.18 l-r ±0.03	2.16 n-s±0.09	2.02 p-v±0.03	2.18 l-r±0.01
	200	2.39 i-n ±0.11	3.06 f±0.09	3.70 d±0.17	3.31 e±0.02
	400	2.63 gh ±0.04	4.75 c±0.15	5.40 a±0.08	4.57 c±0.05
Day 5	25	1.82 v-y±0.06	1.63 yz±0.09	1.12 aa-b±0.03	1.01 ab±0.01
	50	2.08 o-u±0.06	1.65 xyz±0.10	1.16 aa-b±0.03	1.28 aa±0.04
	100	2.20 l-r±0.02	1.86 u-y±0.08	1.66 xyz±0.02	1.88 t-x±0.07
	200	3.76 d±0.17	2.27 k-p±0.17	2.13 o-s±0.08	1.96 r-w±0.07
	400	4.98 b±0.04	2.59 ghi±0.12	3.693 d±0.10	2.41 h-m±0.15
Day 10	25	1.53 z±0.01	2.07 o-u±0.02	2.19 l-r±0.04	2.48 h-k±0.02
	50	2.12 o-t±0.03	2.49 h-k±0.06	2.20 l-r±0.01	2.52 g-j±0.03
	100	2.19 l-r±0.02	2.64 gh±0.07	2.21 l-q±0.02	2.14 o-s±0.03
	200	2.32 j-o±0.03	2.29 j-o±0.03	2.49 h-k±0.03	2.47 h-k±0.05
	400	2.13 o-s±0.01	2.75 g±0.02	2.42 h-l±0.17	2.49 h-k±0.05
ANOVA	Day	LSD = 0.046 P = 0.001			
	Fertilizer Type	LSD = 0.053 P = 0.001			
	N Dose	LSD = 0.059 P = 0.001			
	Day x Fertilizer Type	LSD = 0.092 P = 0.001			
	Day x N Dose	LSD = 0.103 P = 0.001			
	Fertilizer Type x N Dose	LSD = 0.119 P = 0.001			
	Day x Fertilizer Type x N Dose	LSD = 0.206 P = 0.001			

* Values with the same letter in the table do not significantly differ from each other ($p < 0.05$).

As expected, increasing N dose (from 25 mg kg⁻¹ to 400 mg kg⁻¹) led to higher total N content on Day 0. However, the relationship between dose and total nitrogen N might be more complex at later storage days (Day 5 and 10) based on the observed interactions (Table 3). The data implies that different fertilizer types may affect N uptake in spinach plants differently. This could be due to variations in the chemical composition of each fertilizer type, its release rate, or its compatibility with the soil and plant requirements.

When focusing solely on the N dose, excluding the source of N and storage duration, the expected increase in total N content in spinach plants becomes evident (Figure 5). This increase aligns with established findings that higher N doses typically result in greater nutrient absorption in plants. Similar to Zikalala et al. (2017), who reported a significant increase in the percentage N content of baby spinach leaves with increasing N application, our study demonstrated a statistically significant rise in total N content

with higher N doses ($p < 0.001$) (Table 2). This strengthens the evidence for a direct and robust relationship between N application and plant nutrient uptake. This correlation highlights the importance of managing N dosage carefully to optimize plant health and productivity while minimizing potential negative environmental impacts. Compared to the lowest dose of 25 mg kg⁻¹ (1.73 % total N), the 50 mg kg⁻¹ dose shows a 10.0 % increase in total N content (1.90 %), the 100 mg kg⁻¹ dose shows a 21.9 % increase (2.11 %), the 200 mg kg⁻¹ dose shows a 54.8 % increase (2.68 %), and the 400 mg kg⁻¹ dose shows a 96.4 % increase (3.40 %) (Figure 2). Our results align with the findings reported by Elsayed and Abdelraouf (2016) concerning the impact of increasing N fertilization rates on total N content and nutrient uptake in spinach plants. Elsayed and Abdelraouf (2016) found that increasing N fertilization rates significantly ($p < 0.01$) increased the total N content of spinach, with the highest content observed at a rate of 224 kg N ha⁻¹. Additionally, their study demonstrated

a significant increase in N uptake with higher N rates, with the greatest relative increases in

N uptake at 112, 168, and 224 kg N ha⁻¹ compared to the lowest rate of 56 kg N ha⁻¹.

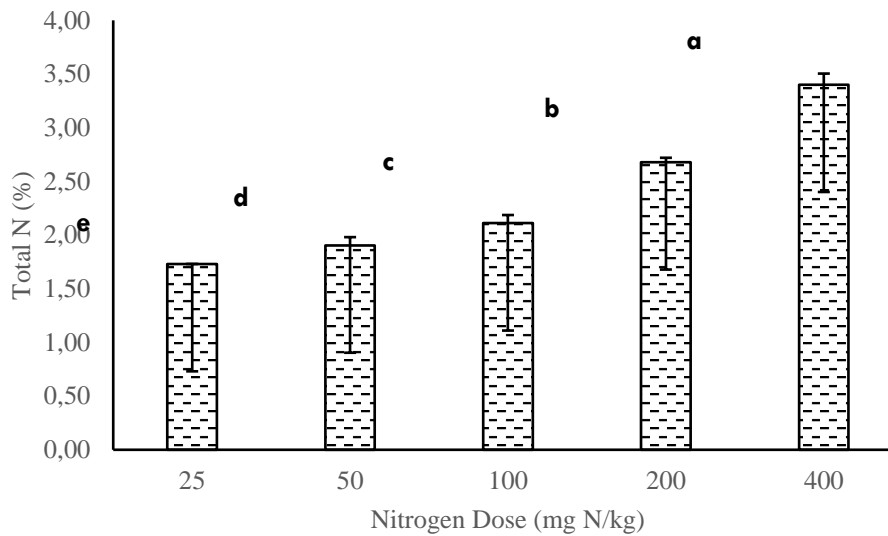


Figure 5. The effects of N dose on total N content of spinach plants regardless of N sources and duration of storage day

The highest overall total N content of spinach plants was recorded with calcium nitrate at 400 mg kg⁻¹ on Day 0 (5.40 %). The increase in total N content from 25 mg N kg⁻¹ (1.15 %) to 400 mg N kg⁻¹ (5.40 %) was 182.7 %. Yeast residue also exhibited high total N levels, reaching 4.57 % at 400 mg kg⁻¹ on Day 0 (112.6 % increase) and remaining consistently high across storage days. The highest total N content in SRAS treatments (4.75 %) was observed at the 400 mg kg⁻¹ dose on Day 0 (129.6 % increase). Ammonium sulphate followed a similar trend, with the highest content (4.98 %) occurring at 400 mg kg⁻¹ on Day 5. The highest values indicate a substantial absorption of N from the soil or fertilizer sources. This high value suggests that conditions were favorable for N uptake and assimilation by the plants. The lowest total N content across all fertilizers and storage days was observed with ammonium sulfate at 25 mg

kg⁻¹ on Day 5 (1.82 %). Other fertilizers also displayed their lowest content at 25 mg kg⁻¹ on Day 5, with yeast residue (1.01 %) and calcium nitrate (ranging from 1.12 % to 1.16 %) exhibiting the lowest values. Unlike other fertilizers, SRAS displayed its lowest content on Day 0 (1.73 %) at the 25 mg kg⁻¹ dose. The lowest total N content suggests limited N uptake, which may indicate potential nutrient deficiencies or suboptimal growing conditions.

Regardless on N doses and duration of storage period, all fertilizer types result in relatively similar total N contents in spinach plants, with CN having the highest average total N content (2.419 %) and YR having the lowest (2.334 %), although the differences are not substantial. SRAS and AS have moderate total N contents (2.392 % and 2.316 %, respectively) (Figure 6).

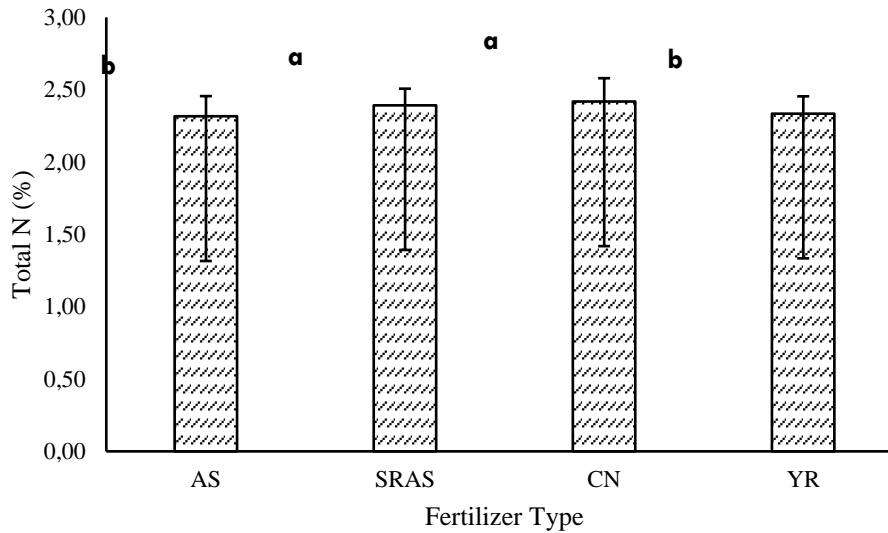


Figure 6. The effects of N dose on total N content of spinach plants regardless of N sources and duration of storage day

Figure 7 shows the total N content in spinach plants over three different storage periods (Day 0, Day 5, and Day 10) regardless of N sources and nitrogen doses. Initially, at Day 0, the total N content was at its highest, measuring 2.633 %. This value decreased significantly by Day 5, reaching a level of 2.155 %, indicating a drop of approximately 18.2 %. By Day 10, the total N content recovered to 2.307 %, representing a slight

increase of around 7 % from Day 5 but still lower than the initial level measured at Day 0. The decrease in total N content could potentially lead to a reduction in the overall nutritional value of the spinach during storage. Since N is a crucial component of proteins and other essential plant compounds, this could be a point of concern for maintaining the quality of stored spinach.

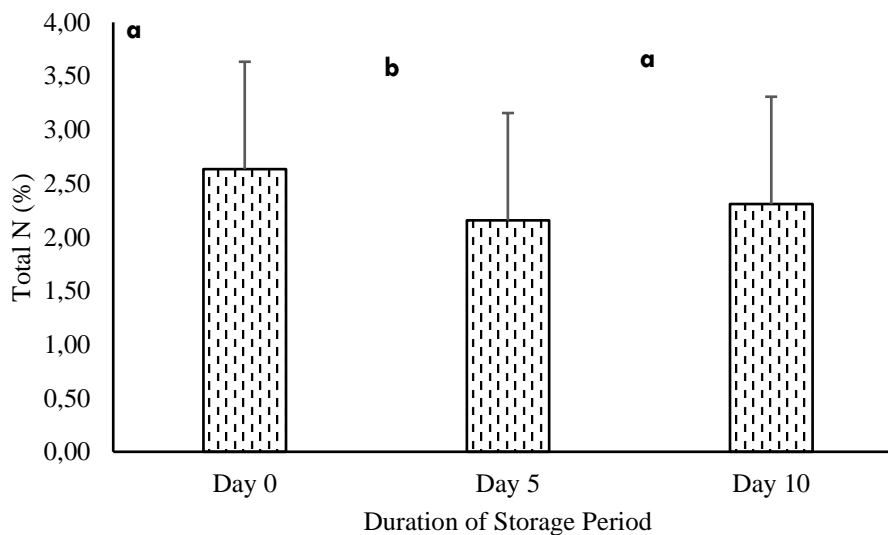


Figure 7. The effects of the duration of storage period on total N content of spinach plants regardless of N sources and N doses

The correlation coefficients between dry weight and total N content of spinach plants according to the N dose used in the spinach growth are given in Table 3. The correlation of 0.457 for 25 mg N kg⁻¹ is significant but lower compared to other doses, indicating a moderate positive relationship. At this low dose, N content may not play as prominent a role in influencing dry weight. In 50 mg N kg⁻¹ dose, the correlation increased to 0.610, showing a stronger relationship. This suggests that as N dose increases, its impact on dry weight becomes more substantial. In 100 mg N kg⁻¹ dose, the correlation further rose to 0.773, indicating a strong positive relationship. This dose is particularly effective at increasing dry weight in correlation with total nitrogen content. In 200 mg N kg⁻¹ dose, the correlation

drops slightly to 0.607, but remains significant, suggesting that although there is a strong relationship, it is not as pronounced as at the 100 mg N kg⁻¹ dose. In 400 mg N kg⁻¹ dose, the correlation (0.748) is strong and significant, showing a clear positive relationship. This higher dose may indicate a potential threshold where additional N increases may not yield substantial dry weight gains. Zhang et al. (2014) conducted a field experiment where a moderate N fertilizer application (170 kg ha⁻¹) resulted in the highest spinach yield, while excessive fertilization (255 kg ha⁻¹) had a negative impact. Our findings, coupled with yield response observations from Zhang et al. (2014), emphasize the importance of identifying the optimal N application rate for maximizing spinach dry weight.

Table 3. Correlations between Dry Weight of Spinach Plants and Total N Content

		Dry Weight	Total N
Storage Days			
Day 0	Dry Weight	1	
	Total N	0.740**	1
Day 5	Dry Weight	1	
	Total N	0.912**	1
Day 10	Dry Weight	1	
	Total N	0.924**	1
N Sources			
Ammonium Sulphate	Dry Weight	1	
	Total N	0.793**	1
Calcium Nitrate	Dry Weight	1	
	Total N	0.755**	1
Slow-Release Ammonium Sulphate	Dry Weight	1	
	Total N	0.768**	1
Yeast Residue	Dry Weight	1	
	Total N	0.851**	1
N Doses			
25 mg N/kg	Dry Weight	1	
	Total N	0.457**	1
50 mg N/kg	Dry Weight	1	
	Total N	0.610**	1
100 mg N/kg	Dry Weight	1	
	Total N	0.773**	1
200 mg N/kg	Dry Weight	1	
	Total N	0.607**	1
400 mg N/kg	Dry Weight	1	
	Total N	0.748**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level

4. Conclusion and Recommendations

This study investigated the effects of N management on spinach (*Spinacia oleracea*

L.) during 10 days of storage period. Nitrogen source, dose, and their interaction significantly impacted spinach quality, including dry weight and total N content. Across various storage

periods, calcium nitrate consistently emerged as an effective N source, promoting higher dry weight and total N content compared to other sources. The slow-release nature of some N sources, such as slow-release ammonium sulfate, demonstrated potential benefits for sustained nutrient release and prolonged plant growth, especially for plants with longer storage durations. For instance, SRAS at 400 mg kg⁻¹ maintained a statistically similar or slightly higher dry weight compared to 200 mg kg⁻¹ on some storage days (Day 5 and 10), suggesting a potential benefit for this dose at later storage stages. Additionally, our findings underscore the importance of N dose optimization, with higher doses leading to increased dry weight and total N content, up to a certain threshold beyond which further increases may not yield significant gains. The correlation analyses further elucidated the relationship between N content and plant growth, emphasizing the critical role of N in determining spinach yield and quality.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

References

- Ahmadi, H., Akbarpour, V., Shojajaeian, A. 2010. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield, nitrate, accumulation, and several quantitative attributes of five Iranian spinach accessions. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 8(4):468-473.
- Allison, L. E. Moodie, C. D. 1965. Carbonate, In: Black, C. A., Ed., *Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties*, Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp.1379-1398.
- Anonymous, 2024. FAO. Food and agriculture data Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/> (Accessed: 01.01.2024).
- Aulakh, M.S., Malhi, S.S. 2005. Interactions of nitrogen with other nutrients and water: Effect on crop yield and quality, nutrient use efficiency, carbon sequestration, and environmental pollution. *Advances in Agronomy*, 86:341-409.
- Azeem, B., KuShaari, K., Man, Z.B., Basit, A., Thanh, T.H., 2014. Review on materials and methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of Controlled Release*, 181:11-21.
- Chohura, P., Kolota E. 2011. Effect of differentiated nitrogen fertilisation on the yield and quality of leaf lettuce. *Folia Horticulturae*, 23:61-66.
- Citak, S., Sonmez, S. 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacea oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. *Scientia Horticulturae*, 126(4):415-420.
- Darani, F.H., Zeinali, H., Rad, A.H.S., Khourgami, A., Nasrollahi, H. 2013. Effect of planting date and nitrogen fertilizer on two varieties (inner and outer) of spinach. *Annals of Biological Research*, 4(2):56-59.
- Elsayed A., Abdelraouf A. 2016. The effects of nitrogen fertilization on yield and quality of spinach grown in high tunnels. *Alexandria Science Exchange Journal*, 37:488-496.
- Ghetasi, M., Hosseinpur, A.R. 2020. Effect of nitrification inhibitor 3,4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on the yield and nitrate accumulation of spinach in different soils. *Journal of Water and Soil*, 33(5):751-762.
- Hutchinson, C., Simonne, E., Solano, P., Meldrum, J., Livingston-Way, P. 2002. Testing of controlled release fertilizer programs for seep irrigated Irish potato production. *Journal of Plant Nutrition*, 26(9):1709-1723.

- Jackson, J.E., 1959. Quality control methods for several related variables. *Technometrics*, 1(4): 359-377.
- Joshi, V., Shi, A., Mishra, A.K., Gill, H., DiPiazza, J., 2022. Genetic dissection of nitrogen induced changes in the shoot and root biomass of spinach. *Scientific Reports*, 12(1): 13751.
- Kara, Z., Yakupoğlu, T. 2023. Time-dependent variations in moisture content of some organic matter sources used as soil amendments. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1):95-104.
- Karaal, G., Uğur, A. 2014. Cultivation of cress (*Lepidium sativum*) in hazelnut husk compost with organic fertilizer. *Ecology*, 23:33-39.
- Knudsen, D., Peterson G.A., Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium. in: methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition (Ed: A.L. Page). Wisconsin, USA.
- Krezel, J., Kolota, E. 2014. Source of nitrogen affects the yield and quality of spinach cultivars grown for autumn harvest. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil Plant Science*, 64(7): 583-589.
- Kuş, İ., Gedik, O., 2023. Determination of the effect of increasing nitrogen doses on vegetative and yield properties of fennel (*F. vulgare Mill. var. dulce*) in Kahramanmaraş Conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(3): 461–470.
- Lindsay, W.L., Norvell, W. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science Society of America Journal*, 42(3): 421-428.
- Machado, R M.A., Alves-Pereira, I., Lourenço, D., Ferreira, R.M.A., 2020. Effect of organic compost and inorganic nitrogen fertigation on spinach growth, phytochemical accumulation, and antioxidant activity. *Heliyon*, 6(9). e05085.
- McLean, E.O., Oloya, T.O., Mostaghimi, S. 1982. Improved corrective fertilizer recommendations based on a two-step alternative usage of soil tests: I. Recovery of soil-equilibrated phosphorus. *Soil Science Society of America Journal*, 46(6):1193-1197.
- Mirdad, Z.N. 2009. Spinach (*Spinacia oleracea*, L.) Growth and yield responses to irrigation dates, mineral nitrogen-sources, and levels–application. *Journal of Agriculture and Environmental Science Alexandria University*, 8(1):43-69.
- Mordoğan, N., Ceylan Ş., Çakıcı H., Yoldaş F. 2001. The effect of nitrogen fertilization on nitrogen accumulation in lettuce plants. *Ege University Faculty of Agriculture Journal*. 38:85-92.
- Mukherjee, A., Sinha, I., Das, R. 2015. Application of nanotechnology in agriculture: Future prospects. Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference, March 13-14, DJ Sanghvi College of Engineering, Mumbai, India.
- Naseem, A., Akhtar, S., Ismail, T., Qamar, M., Sattar, D.E.S., Saeed, W., Rocha, J.M. 2023. Effect of growth stages and lactic acid fermentation on anti-nutrients and nutritional attributes of spinach (*Spinacia oleracea*). *Microorganisms*, 11(9):2343.
- Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. No: 939.
- Rouphael, Y., Kyriacou, M.C., Petropoulos, S.A., De Pascale, S., Colla, G. 2018. Improving vegetable quality in controlled environments. *Scientia Horticulturae*, 234:275-289.
- Sempeho, S. I., Kim, H. T., Mubofu, E., Hilonga, A. 2014. Meticulous overview on the controlled release fertilizers. *Advances in Chemistry*, 363071:1-16.

- Şahan, S., Şahin, U., Başaran, M., Uzun, O., Güneş, A., 2017. Determination of 3, 5-dimethylpyrazolium glyceroborate nitrification inhibitor in nitrogen fertilizer samples: HPLC-DAD method development and validation for 3, 5-dimethylpyrazole. *Journal of Chromatography B*, 1068:277-281.
- Tai, C., Sawada, Y., Masuda, J., Daimon, H., Fukao, Y. 2020. Cultivation of spinach in hot seasons using a micro-mist-based temperature-control system. *Scientia Horticulturae*, 273:109603.
- Trenkel, M.E. 2010. Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. IFA, International fertilizer industry association.
- Yang, D., Liang, J., Wang, Y., Sun, F., Tao, H., Xu, Q., Zhang, L., Zhang, Z., Ho, C.T., Wan, X. 2016. Tea waste: an effective and economic substrate for oyster mushroom cultivation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2):680-684.
- Zhang, J., Yue, Y., Sha, Z., Kirumba, G., Zhang, Y., Bei, Z., Cao, L. 2014. Spinach-irrigating and fertilizing for optimum quality, quantity, and economy. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil Plant Science*, 64(7):590-598.
- Zhang, J., Liang, Z., Jiao, D., Tian, X., Wang, C. 2018. Different water and nitrogen fertilizer rates effects on growth and development of spinach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(15):1922-1933.
- Zikalala, B.O., Nkomo, M., Araya, H., Ngezimana, W., Mudau, F.N. 2017. Nutritional quality of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by nitrogen, phosphorus, and potassium fertilisation. *South African Journal of Plant and Soil*, 34(2):79-86.

To Cite

Gülüt, K.Y., Şentürk, G.G., 2024. Nitrogen Source and Dose Effects on Spinach Yield and Total Nitrogen Content Across Storage Periods. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 380-394.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11213518>.



Güneydoğu Anadolu Bölgesi Orjinli Yerel Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Morfolojik Yönden Değerlendirilmesi

Doğan OKUR¹, Hüsnü AKTAŞ^{2*}

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Tarla Bitkileri Yüksek Lisans Bölümü, Mardin

² Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Mardin

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): husnuaktas@artuklu.edu.tr

Özet

Bu çalışma 2020/21 yetiştirme sezonunda Mardin ve Diyarbakır lokasyonlarında yürütülmüştür. Diyarbakır lokasyonunda yağışa dayalı şartlarda Mardin lokasyonunda ise destek sulama yapılarak yürütülen çalışmada, denemeler Augmented deneme deseni uyarınca kurulmuş olup, 78 adet yerel arpa çeşidi ve 7 adette standart çeşit kullanılmıştır. Deneme deseni her blokta 26 adet yerel genotip ve 7 adet kontrol çeşit kullanılarak 3 blok halinde düzenlenmiştir. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu bölgesinin farklı alanlarından toplanan yerel arpa çeşitlerinin morfolojik karakterizasyonu amaçlanmıştır. Yerel arpa genotipleri ve kontrol çeşitlerin Diyarbakır lokasyonundan elde edilen sonuçlar sırasıyla tane verimi 150,1 kg da⁻¹ ve 134,62 kg da⁻¹; Mardin lokasyonunda ise sırasıyla yerel genotiplerin ve kontrol çeşitlerinin tane verimi 325 kg da⁻¹ ve 460,7 kg da⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Kuraklık stresinin yaşandığı sezonda, Mardin lokasyonunda destek sulama yapıldığı için tane verimi, bin tane ağırlığı, bitki boyu ve diğer değerler bakımından Diyarbakır lokasyonundan daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda incelenen özellikler bakımından arpa ıslah programlarında yararlı olacak yüksek derecede varyasyonlar tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu yerel arpa çeşitlerinin sürdürülebilir tarım faaliyetleri ve gelecekte planlanacak ıslah programları için korunması gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :05.01.2024

Kabul Tarihi :28.02.2024

Anahtar Kelimeler

Yerel çeşit
arpa
karakterizasyon
verim ve verim unsurları

Observation Barley Landraces (*Hordeum vulgare* L.) Interm of Morphological Traits

Abstract

This research was conducted in 2020-21 barley growing season under condition of Mardin and Diyarbakır. 78 barley landraces originated from Southeast Anatolia and 7 registarted barley varieties were evaluated according to Augmented Trail Design. Large variations were determined in barley landraces collections for examined traits. Mean of observed traits of barley landraces and checks were ranged between 150 kg da⁻¹ and 134,62 kg da⁻¹ for grain yield in Diyarbakır location while 325 kg da⁻¹ and 460,7 kg da⁻¹ in Mardin location. Grain yield, thousand kernal weight and plant height were higher in Mardin location compare to Diyarbakır because of supplemented irrigation. This study indicated that barley landraces have huge potential to increase variation for barley breeding programs and barley collection can be useful to developing desirable barley genotypes. We also recommend barley landraces should be preserved for sustainable agriculture activities for marginal areas and future breeding programs.

Research Article

Article History

Received :05.01.2024

Accepted :28.02.2024

Keywords

Landraces
barley
characterization
yield and components

1. Giriş

Buğdaygiller familyasının (Poaceae) Triticeae oymağına ait olan Arpa (*Hordeum vulgare* L.) yem ve malt sanayisinde kullanılmaktadır. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi, içinde arpa'nın da olduğu birçok tahılın gen merkezidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Karacadağ alanında kültür arpasının yabani formları *Hordeum bulbosum* ve *Hordeum spontaneum* türleri doğal olarak yetişmekte ve çok geniş bir genetik çeşitliliğe sahiptir (Akıncı ve Yıldırım, 2009). Arpa, başakta sıra sayısına göre iki sıralı (*Hordeum vulgare* cv. *distichon*) ve altı sıralı (*Hordeum vulgare* cv. *hexastichon*) olarak sınıflandırılmaktadır. Bunun yanında kavuz ve kılçık rengi ve durumuna göre arpalar karakterize edilebilmektedir. İki sıralı arpa çeşitleri yeknesak ve iri olan tanelere sahip olmaları nedeniyle daha çok malt sanayisinde kullanılırken, altı sıralı arpalar ise yeknesak olmayan ve küçük olan tane yapıları nedeniyle yem sanayisinde kullanılmaktadır. Yemlik arpalarda protein oranı ve sindirilebilirlik oranının yüksek olması ve yumuşak tane yapısına sahip olması arzulanırken, maltlık arpaların ise malt oranının yüksek protein oranının düşük olması istenir. Özellikle yemlik arpaların taneye bağlı kılçıkların bir kısmının taneye yapışık halde kalması hayvan beslenmesinde bazı sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle yemlik arpalar kırma makinesinde öğütüldükten sonra hayvanlara verilmektedir. Ülkemizde arpa daha çok hayvan beslenmesinde kullanılmak amacıyla üretimi yapılmaktadır. Arpa tanesi yaklaşık olarak % 67 karbonhidrat, % 10 protein % 2 yağ, % 5 selüloz içermesi ve içeriğindeki kalsiyum, potasyum, fosfor ve A, E, B vitaminleri nedeniyle hayvan beslenmesinde vazgeçilmez besin kaynağı olarak kabul edilmektedir (Sönmez ve ark., 2000; Guo ve ark., 2003).

Dünya genelinde mısır, buğday ve çeltik'ten sonra en yüksek üretim oranına sahip olan arpa; genel olarak ikinci sınıf marjinal olarak değerlendirilebilecek alanlardaki yüksek adaptasyon kabiliyeti nedeniyle tane veriminde belirli bir stabiliteye sahiptir. Arpa

bitkisinin, su tutma kapasitesi yüksek ve derin toprak yapısına sahip ve yağışın da belli oranlarda yüksek olduğu alanlarda yatma problemi büyük verim kayıplarına neden olmaktadır. Tuzlu olan topraklarda topraktan kaldırdığı tuz oranı ve tuza karşı toleransının yüksek olması tuzluluk problemi olan toprakların ıslahında önemli bir bitkidir.

Arpa tarımında kuraklık, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklıklar toprak yapısından kaynaklı ekstrem durumlar (toprak örtüsünün düşük, tuzlu, kireçli vb), hastalık ve zararlılar tane verimini kısıtlayan faktörlerdir. Tane verimini kısıtlayan bu faktörlere dayanıklılık ve verim stabilitesi için ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Bu faktörlere dayanıklılık için genetik çeşitliliğe ihtiyaç bulunmaktadır. Genetik çeşitlik kaynağı bakımından yerel çeşitler çok önemli olup, modern ıslah çalışmalarının temeli bu yerel çeşitlere dayanmaktadır. Ayrıca, elimizde mevcut olan yerel çeşit germplazminin karakterizasyonu ıslah çalışmalarının ilk aşaması olup, bu konuda yapılacak çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Yerel çeşitler ekstrem iklim koşulları, marjinal alanlardaki koşullara karşı modern ıslah çeşitlerine göre üstün özelliklere sahip olduklarını ve bu nedenle bu ekstrem koşullara sahip alanlarda tane ve saman veriminde stabiliteyi sağlamak için yerel çeşitlerin kullanıldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Allard ve Bradshaw, 1964). Yerel çeşitlerin, popülasyon şeklinde farklı genotipler içermesi, verimi kısıtlayan durumlarda bu genotiplerden birisi veya birkaçı mutlaka dayanıklılık özellikleri taşıdıkları ve bu nedenle; çok yüksek verim kapasitesine sahip olmamalarına rağmen tane ve saman verimde tatmin edici bir rekolte ve yüksek stabilite değerlerine sahip oldukları bildirilmiştir (Ceccarelli ve Grando, 2006). Bu nedenle yerel arpa çeşitlerinin özellikle gen merkezi bölgelerinden ve genetik çeşitliliğin yüksek olduğu alanlardan toplanıp, karakterizasyonu, ön ıslah programlarında kullanılması büyük bir öneme sahiptir (Eser ve ark., 1987). Yerel çeşitlerin genetik çeşitlilik kaynağı ve genetik tabanı genişletmek amacıyla kullanılması bu anlamda önemlidir.

Yapılan bu çalışmada, arapanın gen merkezlerinden en önemli alan olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinin çeşitli lokasyonlarından toplanan yerel arpa çeşitlerinin bazı tarımsal karakterler bazında karakterizasyonu ve bu yerel çeşitlerin kayıt altına alınarak çoğaltılması ve gelecek kuşaklara aktarılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Yapılan çalışmada, çoğunluğu Güneydoğu Anadolu Bölgesinden, bir kısmı ise Doğu Anadolu Bölgesinden toplanmış toplamda 78 adet yerel arpa genotipi ve standart olarak 7 adet tescilli arpa çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bitki materyali listesi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yerel arpa çeşitlerinin toplandığı iller

Genotip	Toplandığı Yer	Başak Tipi	Genotip	Başak Tipi	Toplandığı Yer
G1	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G45	2 sıralı	Mardin-Midyat
G2	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G46	2 sıralı	Mardin-Midyat
G3	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G47	2 sıralı	Mardin-Midyat
G4	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G48	2 sıralı	Mardin-Midyat
G5	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G49	2 sıralı	Mardin-Midyat
G6	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G50	2 sıralı	Mardin-Midyat
G7	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G51	2 sıralı	Mardin-Midyat
G8	Siverek-Karabahçe	2 sıralı	G52	2 sıralı	Mardin-Midyat
G9	Erzincan	2 sıralı	G53	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G10	Erzincan	2 sıralı	G54	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G11	Erzincan	2 sıralı	G55	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G12	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G56	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G13	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G57	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G14	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G58	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G15	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G59	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G16	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G60	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G17	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G61	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G18	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	G62	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G19	Siirt-Eruh	2 sıralı	G63	2 sıralı	Mardin-Ömerli
G20	Siirt-Eruh	2 sıralı	G64	2 sıralı	Mardin-Midyat
G21	Siirt-Eruh	2 sıralı	G65	2 sıralı	Mardin-Midyat
G22	Siirt-Eruh	2 sıralı	G66	2 sıralı	Mardin-Midyat
G23	Siirt-Eruh	2 sıralı	G67	2 sıralı	Mardin-Midyat
G24	Erzincan	2 sıralı	G68	2 sıralı	Mardin-Midyat
G25	Erzincan	2 sıralı	G69	2 sıralı	Mardin-Midyat
G26	Erzincan	2 sıralı	G70	2 sıralı	Mardin-Midyat
G27	Elazığ-Kovancılar	2 sıralı	G71	2 sıralı	Mardin-Midyat
G28	Elazığ-Kovancılar	2 sıralı	G72	2 sıralı	Mardin-Midyat
G29	Şırnak-Uludere	2 sıralı	G73	2 sıralı	Mardin-Midyat
G30	Şırnak-Uludere	2 sıralı	G74	2 sıralı	Mardin-Midyat
G31	Şırnak-Uludere	2 sıralı	G75	2 sıralı	Mardin-Midyat
G32	Şırnak-Uludere	2 sıralı	G76	2 sıralı	Mardin-Midyat
G33	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	G77	2 sıralı	Mardin-Midyat
G34	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	G78	2 sıralı	Mardin-Midyat
G35	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	ST1 (Samyeli)	2 sıralı	
G36	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	ST2 (Şahin 91)	2 sıralı	
G37	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	ST3 (Sur 93)	2 sıralı	
G38	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	ST4 (Altukat)	6 sıralı	
G39	Siverek-Karacadağ	2 sıralı	ST5 (Hevsel)	6 sıralı	
G40	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	ST6 (Dara)	6 sıralı	
G41	Mardin-Mazıdağı	2 sıralı	ST7 (Barış)	2 sıralı	
G42	Mardin-Midyat	2 sıralı			
G43	Mardin-Midyat	2 sıralı			
G44	Mardin-Midyat	2 sıralı			

2.1. Tarla koşullarında deneme düzeni, gübreleme, sulama, alınan gözlemler ve istatistiki analizler

Bu çalışma Diyarbakır yağışa dayalı şartlarında ve Mardin destek Sulamalı Koşullarında yürütülmüştür. Denemeler, iki lokasyondada Augmented Deneme Desenine göre 3 blok olarak kurulmuştur. Her blokta standart çeşitler ekilmiştir. Her genotip 1 metre uzunluğunda tek sıralı biçimde ve sıra arası 30 cm olacak şekilde 15-20 Kasım tarihleri arasında her sıraya 35 adet tohum olacak şekilde ekim işlemleri elle yapılmıştır. Mardin lokasyonunda şiddetli bir kuraklık stresi nedeniyle metrekaareye 50 mm su olacak şekilde bir defa sulama yapılmıştır. Her iki lokasyonda da ekimle beraber 7 kg da⁻¹ azot 7 kg da⁻¹ fosfor (35 kg da⁻¹ 20.20.0 Kompoze gübre) gübresi tatbik edilmiştir. Üst gübresi olarak 7 kg da⁻¹ azot (15.3 kg da⁻¹ Üre, % 46

azot) tatbik edilmiştir. Yabancı ot mücadelesi her iki lokasyonda da elle yürütülmüştür. Denemeler Mardin ilinde, Artuklu ilçesinde, Diyarbakır'da ise Çınar ilçesinde 2020-2021 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür.

Deneme alanlarından alınan gözlemler Kendal (2013)'ün belirttiği yöntemlere göre alınmıştır. Bitki boyu, metrekaarede başak sayısı, bin tane ağırlığı, başakta tane sayısı, başak uzunluğu, olgunlaşma gün sayısı, tane rengi ve tane verimi gözlemleri alınmıştır. İstatistiki analizler Peterson (1985)'e (Augmented for Peremilary Yield Trial) göre Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmanın yürütülmüş olduğu Diyarbakır ve Mardin illerine ait 2020/21 yetiştirme dönemine ait iklim verileri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Mardin ve Diyarbakır lokasyonları 2020/21 iklim verileri

		Mardin iklim verileri			Diyarbakır iklim verileri		
		Sıc. ort (°C)	T. yağış (ml)	Uzun yıllar yağış (ml)	Sıc. Ort. (°C)	T. yağış (ml)	Uzun yıllar yağış (ml)
2020	Eylül	28.9	0	1.47	18.6	0.0	33.0
2020	Ekim	22.1	0	24.51	11.4	54.0	55.2
2020	Kasım	14.4	35.7	33.29	3.9	27.6	72.3
2020	Aralık	9.6	40.8	33.53	2.0	39.1	70.7
2021	Ocak	8.4	99.2	36.03	7.0	40.2	67.7
2021	Şubat	10.6	25.5	33.15	5.7	43.6	66.7
2021	Mart	12.1	62.6	59.18	16.8	5.6	70.0
2021	Nisan	19.4	7.1	37.62	18.4	2.8	44.4
2021	Mayıs	27.8	2.1	38.77	27.6	0	8.7
2021	Haziran	28.3	0	3.53			
Top.			273	301.1		213	488.6

Hem Mardin hem de Diyarbakır lokasyonlarında 2020/21 yetiştirme sezonunda uzun yıllar toplam yağış miktarından daha az yağış gerçekleşmiş olup, özellikle arpa bitkisi için kritik dönem olan Mart ve Nisan yağmurları çok geç gerçekleşmiştir. Mart ayı içerisinde toplamda 62 kg yağış düşmüş olsa bile bu yağış mart ayının sonunda gerçekleşmiş ve bitkiler bu dönem boyunca kuraklık stresine maruz kalmıştır. Nisan ayında ise yağış zaten yok denecek kadar az olmuş ve sonuç olarak kurak bir sezon gerçekleşmiştir. Bu nedenle Mardin

lokasyonunda kurulan denemede bir defa 6 saat sulama yapılmıştır (Yaklaşık 50 mm m⁻²).

2.2. Toprak özellikleri

Diyarbakır ve Mardin lokasyonları deneme alanındaki toptan 0-30 cm derinlikten alınan numunelere ait fiziksel ve kimyasal özellikler aşağıdaki şu şekildedir. Her iki lokasyonda da toprak bünyesinin killi-tınlı, pH değerinin 7.7 ile 7.9 arasında olduğu, tuz oranının düşük ve kireç oranının orta düzeyde, organik madde oranının düşük, fosfor içeriğinin orta ve potasyumca zengin olduğu tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada incelenen tüm özelliklere ilişkin varyans analiz tablosu, Tablo 3'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz

sonucunda, her iki lokasyonda da araştırmada kullanılan kontrol çeşitlerinin incelenen tüm özelliklere ait ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur.

Tablo 3. İncelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu

Diyarbakır Lokasyonu (düşük yağış)								
		TV	MKBS	BTS	BŞKB	BTA	BB	OGS
Varyasyon Kaynağı	SD	KT						
ST	6	78114**	27634**	5411**	6.24 **	498**	741**	862.3**
BLOK	2	38.95	106.3	4.7	0.09	4.0	4.7	0.86
HATA	12	844.38	1396.7	125.3	1.25	17.5	64.7	15.14
GENEL	20	78997	29137.1	5541.2	7.57	519.0	810.7	878.29
CV (%)		6.23	6.2	9.5	3.96	3.1	3.6	0.73
Mardin Lokasyonu (sulu koşullar)								
		TV	MKBS	BTS	BŞKB	BTA	BB	OGS
Varyasyon Kaynağı	SD	KT						
ST	6	61478**	44266**	4819**	4819**	371**	371**	730.6**
BLOK	2	2745.2	178.3	0.1	0.1	2.4	2.4	1.14
HATA	12	1920.1	1800.2	89.9	89.9	19.6	19.6	192.86
GENEL	20	66143.2	46244.8	4909.2	4909.2	393.2	393.2	924.57
CV (%)		2.7	2.1	6.8	6.8	3.0	3.0	2.56

ST : Standart; TV: tane verimi; MKBS : Metrekarede başak sayısı; BTS: Başakta tane sayısı; BŞKB: Başak boyu; BTA: Bin tane ağırlığı; BB: Bitki boyu; OGS: Olgunlaşma gün sayısı; *, ** %5 ve %1 düzeyinde önemlidir. Öd: önemli değil.

Tablo 4. Çalışmada kullanılan standart çeşitlerde incelen özelliklerin ortalaması

Diyarbakır Lokasyonu (düşük yağış)								
		TV	MKBS	BTS	BŞKB	BTA	BB	OGS
ST1 (Samyeli)		125.0	209	23.3	8.07	41.08	62.0	145.7
ST2 (Şahin-91)		83.33	110.5	24.3	7.67	39.58	59.0	158.7
ST3 (Sur-93)		267.3	218.5	23.7	8.77	49.58	77.3	160.7
ST4 (Altıkāt)		167.7	158.5	65.3	7.80	35.00	64.3	160.7
ST5 (Hevsel)		120.3	163.5	28.	8.83	39.83	59.0	151.7
ST6 (Dara)		101.7	206	52.33	8.53	33.17	64.0	145.7
ST7 (Barış)		77.0	149.5	22.3	7.30	38.42	60.0	160.0
Ort.		134.6	173.6	34.2	8.14	39.52	63.7	154.7
AÖF (0.01)		6.6**	8.8**	2.6**	0.25**	0.95**	1.8**	0.93**
Düzeltilme Terimi	Blok 1	-18.4	-3.1	-0.10	0.08	0.52	0.10	0.14
	Blok 2	3.2	1.1	0.62	-0.08	0.03	-0.62	-0.29
	Blok 3	15.2	2.0	-0.52	0.00	-0.55	0.52	0.15
Mardin Lokasyonu (sulu koşullar)								
		TV	MKBS	BTS	BŞKB	BTA	BB	OGS
ST1 (Samyeli)		478.3	530	32	9	45	96.7	149.4
ST2 (Şahin-91)		370.0	481	35	8	43	96.7	159.0
ST3 (Sur-93)		426.3	560	27	10	49	103.3	164.0
ST4 (Altıkāt)		540.7	613	65	8	38	98.3	164.0
ST5 (Hevsel)		511.3	591	37	10	42	93.3	153.3
ST6 (Dara)		493.0	597	62	9	35	98.3	149.0
ST7 (Barış)		508.7	616	25	8	43	95.0	159.4
Ort.		460.7	570	40.4	8.6	42.4	97.4	156.9
AÖF (0.01)		9.98**	9.7**	2.2**	0.25**	1.01**	2.10**	3.16**
Düzeltilme Terimi	Blok 1	-28	-6.9	0.5	0.2	0.05	2.4	-0.29
	Blok 2	16	5.1	0.7	0.1	0.04	-0.5	0.29
	Blok 3	12	1.8	-1.2	-0.3	-0.09	-1.9	0.00

TV: tane verimi; MKBS: Metrekarede başak sayısı; BTS: Başakta tane sayısı; BŞKB: Başak boyu; BTA: Bin tane ağırlığı; BB: Bitki boyu; OGS: Olgunlaşma gün sayısı; *, ** % 5 ve % 1 düzeyinde önemlidir. Öd: önemli değil.

3.1. Tane verimi

Kontrol çeşitlerin bloklardaki tane verimi değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Yağış miktarının düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda, bloklarda kontrol çeşitlere ait ortalama değerler 77 kg da⁻¹ (Barış) ile 167.7 kg da⁻¹ (Altıkat) arasında değişmiş, standart çeşitlerin ortalaması 134.6 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda kontrol çeşitlerin ortalama değerleri 370 kg da⁻¹ (Şahin-91) ile 540.7 kg da⁻¹ (Altıkat) arasında değişmiştir. Tane verimi kantitatif bir karakter olup, birçok gen tarafından idare edilen ve çevre şartlarından etkilenen bir özelliktir (Aktaş, 2017). Çalışmada kullanılan yerel arpa çeşitlerinin tane verimi değerleri Tabla 5'te verilmiştir. Düşük yağış yaşanan ve kuraklık stresinin hissedildiği Diyarbakır lokasyonunda, yerel çeşitlerin tane verimi ortalama değeri 150.1 kg da⁻¹ olurken, destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda tane verimi 325 kg da⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda standart ortalamasını geçen 34 adet yerel çeşit tespit edilmiş ve bu yerel çeşitler içerisinde G9, G14, G19, G56, G63 en yüksek tane verimine sahip genotipler olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda standart çeşitlerin ortalamasını geçen sadece 4 adet yerel genotip (G8, G9, G13, G28) tespit edilmiştir. Kuraklık stresi yaşanan düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda standart çeşitleri geçen çok fazla yerel arpa genotipin tespit edilmesi bu yerel çeşitlerin su stresi gibi marjinal iklim ve toprak şartlarına adaptasyonun yüksek olduğunu, modern ıslah çeşitlerinin ise daha rahat iklim ve toprak şartlarında yüksek tane verimine ulaştıklarını göstermektedir. Yerel çeşitler konusunda çalışan çok sayıdaki araştırmada, bu genetik kaynakların toprak verimliliği az, kuraklık ve sıcaklık stres koşullarının yaşandığı marjinal alanlara spesifik adaptasyon geliştirdikleri bu yerel çeşitlerin çok yüksek tane verimine sahip olmamalarına rağmen, modern ıslah çeşitlerine göre kayda değer tane verimine sahip olduklarını belirtmişlerdir (Kandemir ve ark., 2010; Akman ve Kara, 2007). Yerel ve ticari

çeşitlerin kullanıldığı bir çalışmada, ideal iklim ve toprak şartlarında ticari çeşitlerin yüksek tane verimine ulaştıklarını, ideal olmayan (stres koşullarında) ise yerel çeşitlerin ticari çeşitlerden daha yüksek tane verimine sahip olduklarını rapor etmişlerdir (Ceccarelli ve Grando, 2006).

3.2. Metrekarede başak sayısı

Kontrol çeşitlerin bloklardaki metrekarede başak sayısı değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Yağış miktarının düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda, bloklarda kontrol çeşitlere ait ortalama değerler 110.5 adet m⁻² (Şahin 91) ile 218.5 adet m⁻² (Sur 93) arasında değişmiş, standart çeşitlerin ortalaması 173.6 adet m⁻² olarak belirlenmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda kontrol çeşitlerin ortalama değerleri 466.5 adet m⁻² ile 637. adet m⁻² arasında değişmiştir. Çalışmada kullanılan yerel arpa çeşitlerinin metrekarede başak sayısı değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Düşük yağış yaşanan ve kuraklık stresinin hissedildiği Diyarbakır lokasyonunda, yerel çeşitlerin başak sayısı ortalama değeri 218 adet m⁻² olurken, destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda başak sayısı 383 adet m⁻² olarak kaydedilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda standart ortalamasını geçen 54 adet yerel çeşit tespit edilirken, destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise hiçbir yerel çeşit, standart çeşitlerin ortalamasını geçmemiştir. Elde edilen bu veri yerel çeşitlerin daha çok stres koşullarında daha iyi performansla sahip olduklarını, standart olarak kullanılan modern ıslah çeşitlerinin yüksek verim potansiyelli olmalarına rağmen bu performansın iyi koşullarda gerçekleştirdikleri, stres koşullarında ise geride kaldıklarını göstermektedir. Birim alanda başak sayısının, kullanılan çeşide, düşen yağış miktarına, toprak yapısı, bitki besin maddesi içeriğine ve ekim sıklığına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. (Kızılgöçü ve ark., 2016; Aktaş, 2017; Kendal, 2020). Yapılan başka bir çalışmada, yağış miktarının az olduğu senelerde ana sap dışındaki kardeşlerin çok zayıf geliştiği ve buna bağlı olarak başak sayısının düşük olduğu bildirilmiştir (Sönmez ve ark., 1996).

Tablo 5. Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin iki lokasyondaki tane verimi (kg da⁻¹) ve metrekarede başak sayısı (adet m⁻²) değerleri

Blok	Gen	DYB TV	MRDN TV	DYB MKBS	MRD MKBS	Blok	Gen	DYB TV	MRD TV	DYB MKBS	MRD MKBS
1	G1	156	273	302	342	2	G40	148	349	197	384
1	G2	96	108	143	168	2	G41	164	393	251	390
1	G3	120	250	234	383	2	G42	80	455	171	428
1	G4	232	364	270	435	2	G43	136	177	269	276
1	G5	240	417	308	555	2	G44	72	255	140	362
1	G6	268	400	446	525	2	G45	64	212	179	335
1	G7	112	193	161	233	2	G46	116	202	311	359
1	G8	228	535	224	495	2	G47	76	408	161	383
1	G9	308	532	329	518	2	G48	112	238	188	261
1	G10	196	437	302	585	2	G49	88	354	150	413
1	G11	108	295	224	368	2	G50	188	309	191	323
1	G12	96	343	197	423	2	G51	184	313	236	368
1	G13	132	512	203	548	2	G52	92	372	179	429
1	G14	352	502	311	518	3	G53	88	173	158	222
1	G15	100	263	204	362	3	G54	132	344	203	318
1	G16	104	168	203	240	3	G55	184	232	327	362
1	G17	160	270	266	368	3	G56	256	398	293	458
1	G18	244	324	273	360	3	G57	60	169	113	225
1	G19	404	433	533	540	3	G58	88	140	107	192
1	G20	260	350	266	368	3	G59	148	201	209	234
1	G21	144	310	177	330	3	G60	152	376	179	473
1	G22	116	486	209	540	3	G61	112	402	191	398
1	G23	60	279	107	297	3	G62	76	110	173	179
1	G24	244	297	263	453	3	G63	280	289	203	330
1	G25	204	368	218	465	3	G64	180	520	236	495
1	G26	180	324	248	383	3	G65	64	318	191	405
2	G27	112	409	128	308	3	G66	180	268	302	395
2	G28	104	494	147	455	3	G67	48	185	68	200
2	G29	232	374	296	417	3	G68	236	266	269	372
2	G30	240	288	278	300	3	G69	144	366	218	345
2	G31	196	445	206	578	3	G70	88	180	143	230
2	G32	104	330	222	455	3	G71	80	284	176	336
2	G33	36	281	170	386	3	G72	64	324	143	308
2	G34	156	513	218	585	3	G73	152	366	162	375
2	G35	316	354	488	405	3	G74	104	324	236	459
2	G36	200	317	213	398	3	G75	68	266	156	345
2	G37	176	292	227	330	3	G76	68	332	104	453
2	G38	132	391	191	432	3	G77	116	372	146	405
2	G39	100	265	173	368	3	G78	52	327	98	477
T V STD Ort. (DYB; MRDN);						134.62 kg da ⁻¹ ; 476 kg da ⁻¹					
TV Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						150.1 kg da ⁻¹ ; 325 kg da ⁻¹					
TV standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						34 adet; 4 adet					
MKBS Standart Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						174 adet m ⁻² ; 570 adet m ⁻²					
MKBS Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN);						218 adet m ⁻² ; 383 adet m ⁻²					
MKBS standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						54 adet; (geçen yok)					

Tablo 6. Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin iki lokasyondaki başakta tane sayısı (adet/başak) ve başak boyu (cm) değerleri

		DYB	MRDN	DYB	MRD			DYB	MRD	DYB	MRD
Blok	Gen	BTS	BTS	BŞKB	BŞKB	Blok	Gen	BTS	BTS	BŞKB	BŞKB
1	G1	20	28	8	11.2	2	G40	28	29	9.4	10.2
1	G2	21	27	8.5	10.9	2	G41	25	32	9	10.8
1	G3	20	27	7.7	9.7	2	G42	30	34	9.2	11.2
1	G4	26	26	7.4	8.2	2	G43	23	25	8.1	9.6
1	G5	21	28	8.2	10.8	2	G44	22	25	7.3	10
1	G6	22	26	8.7	10.7	2	G45	18	22	7.4	8.8
1	G7	24	25	8.3	10.8	2	G46	18	23	7.4	8.6
1	G8	26	31	9	11.3	2	G47	26	32	9.2	11.2
1	G9	30	31	9.7	10.6	2	G48	24	30	9.1	11.2
1	G10	25	28	8.7	10.5	2	G49	26	28	9.6	9.4
1	G11	27	26	9.4	10.1	2	G50	28	29	9.3	10.2
1	G12	21	29	8.6	12.2	2	G51	26	27	9.1	9.4
1	G13	27	30	9.7	10.7	2	G52	29	31	10.9	11
1	G14	28	25	9.5	9.5	3	G53	22	22	7.5	7.6
1	G15	21	24	7.8	9.5	3	G54	24	28	6.4	8.4
1	G16	23	26	8.9	10.7	3	G55	26	26	6.8	6.7
1	G17	23	25	8.4	9.7	3	G56	26	29	9.4	10.9
1	G18	27	29	8.9	9.8	3	G57	18	25	7.9	9.7
1	G19	28	28	9.4	11	3	G58	22	24	8.5	9.6
1	G20	27	26	9.4	10.1	3	G59	25	29	9.2	11.2
1	G21	27	26	9.7	9.7	3	G60	26	25	8.7	9.6
1	G22	26	28	9.2	10.3	3	G61	22	29	9	12.7
1	G23	26	32	9.2	10.9	3	G62	19	25	7.4	9.4
1	G24	24	24	8.7	8.8	3	G63	24	29	7.4	10.5
1	G25	23	27	8.3	10	3	G64	26	32	9	10.7
1	G26	21	25	6.3	7	3	G65	20	26	8	10.6
2	G27	25	27	7.8	8.9	3	G66	24	25	8.2	9.9
2	G28	26	29	7.4	7.9	3	G67	25	27	7.2	9.7
2	G29	26	28	9.8	10.5	3	G68	28	27	11	11
2	G30	24	25	7.4	7.7	3	G69	24	32	8.9	11
2	G31	26	26	9	11.2	3	G70	19	27	7.7	11.1
2	G32	25	25	9.8	10.3	3	G71	21	26	8.6	10.5
2	G33	24	26	9.5	9.9	3	G72	28	31	9.5	10.5
2	G34	22	27	8.2	10.6	3	G73	29	28	9	9.5
2	G35	25	31	9.2	10.5	3	G74	22	27	8.8	9.5
2	G36	27	29	8.8	10.7	3	G75	19	26	7.3	10.3
2	G37	25	30	8.6	11.1	3	G76	24	27	9.7	11.4
2	G38	25	30	8.9	9.8	3	G77	24	31	9.2	10.9
2	G39	19	24	8	9.7	3	G78	20	26	7.8	9.5
BTS STD Ort. (DYB; MRDN) ;						34.2 adet başak ⁻¹ ; 40.5 adet başak ⁻¹					
BTS Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						24.2 adet başak ⁻¹ 28 adet başak ⁻¹					
BTS standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						(geçen yok) ; geçen yok					
BŞKB Standart Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						8.14 cm; 8.7 cm					
BŞKB Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN);						8.4 cm ; 10.1 cm					
BŞKB standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						55 adet ; 69 adet					

Tablo 7. Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin iki lokasyondaki bin tane ağırlığı (g) ve bitki boyu (cm) değerleri

Blok	Gen	DYB	MRDN	DYB	MRD	Blok	Gen	DYB	MRD	DYB	MRD
		BTA	BTA	BB	BB			BTA	BTA	BB	BB
1	G1	40.5	42.8	63	95	2	G40	39	47.0	64	80
1	G2	42	35.8	60	75	2	G41	38	47.3	65	95
1	G3	36.5	36.3	63	90	2	G42	34.3	47.0	58	100
1	G4	47.8	48.3	77	90	2	G43	33.3	38.5	62	85
1	G5	46.3	40.3	82	85	2	G44	33.8	42.3	57	100
1	G6	45	44.0	81	93	2	G45	32	43.3	61	85
1	G7	44.3	49.8	69	70	2	G46	44	46.3	73	80
1	G8	45	52.3	81	110	2	G47	31.3	50.0	64	95
1	G9	48.3	49.8	86	100	2	G48	39	45.5	65	85
1	G10	42.3	40.0	73	100	2	G49	33.8	46.0	61	95
1	G11	36.5	46.3	68	100	2	G50	47.8	49.5	80	100
1	G12	34.8	42.0	58	90	2	G51	46.8	47.3	84	95
1	G13	39.3	46.8	63	90	2	G52	35.5	42.0	63	95
1	G14	50.5	51.8	82	85	3	G53	51	53.3	73	100
1	G15	40	45.5	62	85	3	G54	44.3	58.0	71	105
1	G16	36.8	48.0	58	85	3	G55	43.8	48.8	68	80
1	G17	41.8	44.0	65	95	3	G56	46.5	45.0	75	95
1	G18	43.5	46.5	76	107	3	G57	41.8	45.0	55	80
1	G19	50	43.0	86	85	3	G58	42.8	45.5	54	80
1	G20	50.3	55.0	78	90	3	G59	42.8	44.5	64	80
1	G21	42.8	54.3	72	100	3	G60	51.8	47.8	68	90
1	G22	36.5	48.3	60	95	3	G61	44.5	52.3	65	90
1	G23	32.5	44.0	58	97	3	G62	39.3	40.5	58	75
1	G24	46	41.0	72	85	3	G63	42.3	45.3	74	88
1	G25	43.5	44.0	60	90	3	G64	42.3	49.3	68	90
1	G26	49.3	50.8	69	100	3	G65	36	45.3	63	90
2	G27	29	28.5	63	90	3	G66	43.8	40.8	69	80
2	G28	42.5	56.3	75	110	3	G67	24.8	51.5	56	88
2	G29	45.3	48.0	65	90	3	G68	46.5	39.8	82	82
2	G30	58	62.3	85	100	3	G69	43	49.8	65	100
2	G31	49.5	44.5	64	80	3	G70	38.8	43.5	57	95
2	G32	49.8	43.5	85	115	3	G71	40	48.8	57	85
2	G33	40	42.0	73	105	3	G72	35.8	51.0	60	100
2	G34	44.5	48.8	67	95	3	G73	43	52.3	70	88
2	G35	45.5	42.3	86	100	3	G74	35	39.3	73	95
2	G36	43.3	41.3	81	90	3	G75	37.3	44.5	54	105
2	G37	42.8	44.3	67	95	3	G76	44	40.8	63	85
2	G38	39.3	45.3	64	110	3	G77	49	44.5	60	70
2	G39	40.8	45.0	61	95	3	G78	42.5	39.5	52	105
BTA STD Ort. (DYB; MRDN);						39.5 g; 42.2 gr					
BTA Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						41.8 g; 45.9 gr					
BTA standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						52 adet; 61 adet					
BŞKB Standart Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						63.7 cm; 97.4 cm					
BŞKB Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN);						67.8 cm; 92 cm					
BŞKB standart ortalamasını geçen hat sayısı (DYB; MRDN)						48 adet; 22 adet					

3.3. Başakta tane sayısı

Çalışmada kontrol olarak kullanılan çeşitlerin başakta tane sayısı ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda başakta tane sayısı ortalama değerleri 22.33 (Barış) ile 65.33 (Altıkat) adet başak⁻¹ arasında değişim göstermiş, standartların ortalaması 34.2 adet başak⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda ise kontrol

çeşitlerin başakta tane sayısı değerleri 25 (Barış) ile 65 (Altıkat) adet başak⁻¹ arasında değişmiş, standart ortalaması 40.5 adet başak⁻¹ olarak kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin başakta tane sayısı ortalama değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Yağışın düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda yerel genotiplerin başakta tane sayısı ortalaması 18 (G57) ile 64 (G27) adet başak⁻¹ arasında

değişmiş, yerel çeşitlerin ortalaması ise 25 adet başak⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise başakta tane sayısı ortalama değerleri 22 (G45) ile 70 (G27) adet başak⁻¹ arasında değişim göstermiş, ortalama değer 28 adet başak⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır ve Mardin lokasyonlarında yerel çeşitler standart ortalamasını geçememiştir. Bu sonuç, modern çeşitlerin başakta tane sayısı bakımından yerel çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Başakta tane sayısının verimi etkileyen en önemli özelliklerden biri olduğu göz önünde bulundurulduğunda yerel arpa çeşitlerinin modern arpa çeşitlerinden daha düşük verim potansiyeline sahip olmalarının sebeplerinden birisinin yerel arpa çeşitlerinin başakta tane sayısı bakımından modern çeşitlere göre daha düşük potansiyele sahip olmalarından kaynaklandığını göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda başakta tane sayısının çeşide bağlı genetik bir özellik olduğu ve tane verimini doğrudan etkileyen bir karakter olduğu belirtilmiştir (Kırtok ve ark., 1992; Akıncı ve ark., 1999).

3.4. Başak boyu

Çalışmada kontrol olarak kullanılan çeşitlerin başak boyu ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda başak boyu değerleri 7.30 (Barış) ile 8.83 (Hevsel) cm arasında değişim göstermiş standartların ortalaması 8.14 cm olarak tespit edilmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda ise kontrol çeşitlerin başakta boyu ortalama değerleri 8 (Barış) ile 10 (Hevsel) cm arasında değişmiş standart ortalaması 8.6 cm olarak kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin başak boyu ortalama değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Yağışın düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda yerel genotiplerin başak boyu değerleri 6.3 (G26) ile 11.2 (G42) cm arasında değişmiş, yerel çeşitlerin ortalaması ise 8.4 cm olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise başak boyu değerleri 7 (G26) ile 12.7 (G61) cm arasında değişim göstermiş, ortalama değer 10.1 cm olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunda 55 adet ve Mardin lokasyonunda

ise 69 adet yerel genotip standart ortalamasını geçmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda başak boyunun genetik özellik olduğu ve çeşide bağlı olmakla beraber, birim alanda kullanılan tohumluk miktarı, topraktaki besin elementi miktarı ve yağış gibi çevresel faktörlerden dolayı aynı çeşitte farklı başak boyu değerleri elde edilebileceği belirtilmiştir (Sönmez ve ark., 1999; Turgut ve ark., 1997; Karadoğan ve ark., 1999).

3.5. Bin tane ağırlığı

Çalışmada kontrol olarak kullanılan çeşitlerin bin tane ağırlığı ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda kontrol çeşitlerinin bin tane ağırlığı değerleri 33.17 g (Dara) ile 49.6 g (Sur) arasında değişim göstermiş, kontrol çeşitlerinin ortalaması 39.5 gr olarak tespit edilmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda ise kontrol çeşitlerin bin tane ağırlığı değerleri 35 g (Dara) ile 49 g (Sur) arasında değişmiş, standart ortalaması 42.2 g olarak kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin bin tane ağırlığı ortalama değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Yağışın düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda yerel genotiplerin bin tane ağırlığı değerleri 24.8 (G67) ile 58 (G30) g arasında değişmiş, yerel çeşitlerin ortalaması ise 39.5 g olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise bin tane ağırlığı değerleri 28.5 (G27) ile 62.3 (G30) g arasında değişim göstermiş, ortalama değer 42.2 g olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunda 52 adet ve Mardin lokasyonunda ise 61 adet yerel genotip standart ortalamasının üstünde bin tane ağırlığı değerine sahip olmuştur. Arpa'da bin tane ağırlığı pazar fiyatının belirlenmesinde önemli bir kriter olup, tane dolgunluğu, tanedeki nişasta içeriği, tane yapısının yeknesaklığı gibi özelliklerden etkilenmektedir (Öztürk ve ark., 2007). Arpada bin tane ağırlığı çok genle idare edilen genetik bir özellik olmasının yanında, yetiştirme sezonu içerisinde yaşanan ekolojik koşullardan da etkilenmektedir (Çölkesen ve ark., 1994). Bu çalışmada da elde edilen sonuçlar kuraklık stresinin yaşandığı Diyarbakır lokasyonu ile destek sulama

yapılan Mardin lokasyonundan elde edilen bin tane ağırlığı değerlerinin farklı olması bu durumu desteklemektedir.

3.6. Bitki boyu

Çalışmada kontrol olarak kullanılan çeşitlerin bitki boyu ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda bitki boyu değerleri 60 (Dara) ile 77.3 (Sur) cm arasında değişim göstermiş, standartların ortalaması 63.7 cm olarak tespit edilmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda ise kontrol çeşitlerin bitki boyu ortalama değerleri 93.3 (Hevsel) ile 103.3 cm (Sur) arasında değişmiş, standart ortalaması 97.4 cm olarak kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin bitki boyu ortalama değerleri Tablo 7.'de verilmiştir. Yağışın düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda yerel genotiplerin bitki boyu değerleri 52 (G78) ile 86 (G9, G19) cm arasında değişmiş, yerel çeşitlerin ortalaması ise 67.8 cm olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise bitki boyu değerleri 75 (G2, G72) ile 115 (G32) cm arasında değişim göstermiş, ortalama değer 97.4 cm olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunda 48 adet ve Mardin lokasyonunda ise 22 adet yerel genotip, standart ortalamasını geçmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre hem sulama yapılan hem de yağış oranının düşük olduğu lokasyonlarda ideal yerel arpa çeşitlerinin daha uzun bitki boyuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Düşük yağışlı alanda yüksek boya erişmek kuraklığa karşı bir toleransın olduğunu göstermektedir. Yağışlı yıllarda ise uzun boy yatmaya ve verim kaybına neden olan bir özellik olarak öne çıkmakta, bu nedenle bitki ıslahçıları sapı sağlam, yatmaya dayanıklı çeşit geliştirmek için ayrıca çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Gholipoor ve ark. (2013)'a göre modern arpa çeşitlerinde en uygun bitki boyu aralığı 90-105 cm'dir.

3.7. Olgunlaşma gün sayısı

Çalışmada kontrol olarak kullanılan çeşitlerin olgunlaşma gün sayısı ortalama

değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Düşük yağışlı Diyarbakır lokasyonunda olgunlaşma gün sayısı değerleri 145 (Samyeli) ile 160.7 (Sur ve Altıkat) gün arasında değişim göstermiş, standartların ortalaması 154.7 gün olarak tespit edilmiştir. Destek sulama yapılan Mardin lokasyonunda ise kontrol çeşitlerin olgunlaşma gün sayısı değerleri 149.4 (Samyeli) ile 164 (Sur ve Altıkat) gün arasında değişmiş, standart ortalaması 156.9 gün olarak kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin olgunlaşma gün sayısı ortalama değerleri Tablo 8.'de verilmiştir. Yağışın düşük olduğu Diyarbakır lokasyonunda yerel genotiplerin olgunlaşma gün sayısı değerleri 149 (G5, G19) ile 163 (G58, G61) gün arasında değişmiş, yerel çeşitlerin ortalaması ise 156.9 gün olarak kaydedilmiştir. Destek sulamalı Mardin lokasyonunda ise olgunlaşma gün sayısı değerleri 153 (G19) ile 167 (G58) gün arasında değişim göstermiş, ortalama değer 160.3 gün olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır lokasyonunda 56 adet ve Mardin lokasyonunda ise 61 adet yerel genotip, standart ortalamasının üstünde değerlere sahip olmuştur.

Arpa ve buğday bitkilerinde erken olgunlaşma, kuraklık ve yüksek sıcaklıkta kaçış için ideal bir karakter olup (Ergün ve ark., 2017), vejetasyon süresinin uzun ve sıcaklık stresinin olmadığı senelerde geç olgunlaşan çeşitler tane verimi bakımından öne geçerken, düşük yağış ve erken başlayan sıcaklıklarda ise erkenci çeşitlerin öne çıktığı bildirilmektedir (Aktaş, 2017; Kendal, 2013). Arpada erkenciliğin kuraklıktan kaçınma bakımından önemli bir karakteristik özellik olduğu bilinmektedir. (Ergün ve ark., 2017; Bayhan ve ark., 2022) Yaptıkları çalışmada geç başaklanmanın ve olgunlaşmanın tane verimini ve bin dane ağırlığını olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, olgunlaşma gün sayısı ile tane verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler olduğunu bildirmiştir (Öztürk ve ark., 2007).

Tablo 8. Çalışmada kullanılan yerel arpa genotiplerinin iki lokasyondaki olgunlaşma gün sayısı (gün) değerleri

Blok	Gen	DYB OLGS	MRDN OLGS	Blok	Gen	DYB OLGS	MRD OLGS
1	G1	150	155	2	G40	160	164
1	G2	151	153	2	G41	154	159
1	G3	152	154	2	G42	160	163
1	G4	149	151	2	G43	154	158
1	G5	149	153	2	G44	155	158
1	G6	154	157	2	G45	156	160
1	G7	158	160	2	G46	156	159
1	G8	152	155	2	G47	158	163
1	G9	160	164	2	G48	157	160
1	G10	158	162	2	G49	159	161
1	G11	159	163	2	G50	160	162
1	G12	159	162	2	G51	157	160
1	G13	158	160	2	G52	159	162
1	G14	150	155	3	G53	158	160
1	G15	159	162	3	G54	154	156
1	G16	160	164	3	G55	153	155
1	G17	155	160	3	G56	153	156
1	G18	150	154	3	G57	162	165
1	G19	149	153	3	G58	163	167
1	G20	160	162	3	G59	157	162
1	G21	158	160	3	G60	156	160
1	G22	159	161	3	G61	163	167
1	G23	160	162	3	G62	162	165
1	G24	150	155	3	G63	154	159
1	G25	151	153	3	G64	154	158
1	G26	151	155	3	G65	161	167
2	G27	159	162	3	G66	158	162
2	G28	160	163	3	G67	159	164
2	G29	160	163	3	G68	155	160
2	G30	160	162	3	G69	158	163
2	G31	160	162	3	G70	161	167
2	G32	151	155	3	G71	161	166
2	G33	159	163	3	G72	161	166
2	G34	158	160	3	G73	153	155
2	G35	160	162	3	G74	159	163
2	G36	160	165	3	G75	160	163
2	G37	157	160	3	G76	160	162
2	G38	156	160	3	G77	160	163
2	G39	160	164	3	G78	160	161
OLGS STD Ort. (DYB; MRDN);						154.7 gün; 156.9 gün	
OLGS Yerel Çeşit Ort. (DYB; MRDN)						156.9 gün; 160.3 gün	
OLGS Standart Ortalamasını Geçen Hat Sayısı (DYB; MRDN)						56 adet; 61 adet	

4. Sonuçlar

2020/21 yetiştirme sezonunda Güneydoğu Anadolu Bölgesine ait 78 adet yerel arpa çeşidinin ve 5 adet modern ıslah çeşidinin materyal olarak kullanıldığı çalışmada; yerel arpa çeşitlerinin bitki boyu, bin tane ağırlığı, olgunlaşma gün sayısı gibi morfolojik özellikler bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu; başakta tane sayısı bakımından kontrol olarak kullanılan ıslah çeşitlerinin öne çıktığı, ıslah çeşitlerinin tane verimi

potansiyelinin yüksek olmasında başakta tane sayısının yüksek olmasının sağlayan bir karakter olduğu tespit edilmiştir. Yağışın düşük olduğu ve kuraklık stresinin yaşandığı Diyarbakır lokasyonunda yerel arpa çeşitlerinin tane verimi dahil neredeyse tüm özellikler bakımından öne çıktığı bu nedenle yerel arpa genotiplerinin kuraklık ve stres koşullarına uygun çeşit geliştirme ıslah çalışmalarında kullanılacak genetik potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde

edilen sonuçlara göre yerel arpa çeşitlerinin ex-sitü ve in-sitü koruma yöntemleriyle korunmalarının bir gereklilik olduğu, arpa üretimini kısıtlayacak koşulların oluşması durumunda kullanılacak en önemli genetik kaynakların yerel arpa çeşitleri olduğu tespit edilmiş olup, bu genetik kaynakların muhafaza edilmesi ve gelecek nesillere aktarılması konusunda bu konunun tüm paydaşlarının üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmesi gerektiği geçmişte bu konuda çalışma yapıp bu doğrultuda öneride bulunan tüm araştırmacılar gibi bizimde önerimizdir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akıncı, C., Gül, İ., Çölkesen, M., 1999. Diyarbakır koşullarında bazı arpa çeşitlerinin tane ve ot verimi ile bazı verim unsurlarının belirlenmesi. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 15-18 Kasım, Adana, s: 405-410.
- Aktaş, H., 2017. Türkiye’de yoğun ekim alanına sahip bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin destek sulamalı ve yağışa dayalı koşullarda değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(03): 86-97.
- Akman, Z., Kara, B., 2007. Isparta yöresinde yetiştirilen arpa köy çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 163-169.
- Allard, R.W., Bradshaw, A.D., 1964. Implications of genotype-environment

interaction in applied plant breeding. *Crop Science*, 4(3): 503-508.

- Bayhan, M., Özkan, R., Albayrak, Ö., Akıncı, C., Yıldırım, M., 2022. Evaluation of some barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes and F1 hybrids under controlled conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(3): 563-572.
- Ceccarelli, S., Grando, S., 2006. Chapter 3. barley landraces from the fertile crescent: a lesson for plant breeders. (*IDRC Bulletin: Genes in the Field, On-Farm Conservation of Crop Diversity*), 51-77.
- Çölkesen, M., Eren, N., Öksen, A., 1994. Harran ovası sulu koşullarda farklı ekim sıklığının ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkisi üzerine bir araştırma. *Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 25-29 Nisan, İzmir, s:15.
- Ergün, N., Aydoğan, S., Sayım, İ., Karakaya, A., Oğuz, A.Ç., 2017. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) köy çeşitlerinde tane verimi ve bazı tarımsal özelliklerin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 180-189.
- Eser, D., Geçit, H.H., Emekliler. H.Y., 1987. Türkiye’nin tahıl gen kaynakları bakımından önemi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim, Bursa, s: 347-352.
- Gholipoor, M., Rohani, A., Torani, S., 2013. Optimization of traits to increasing barley grain yield using an artificial neural network. *International Journal of Plant Production*, 7(1): 1735-8043.
- Guo, T.R., Zhang, G.P., Zhou, M.X., Wu, F.B., Chen, J.X., 2003. Genotypic difference in plant growth and mineral composition in Barley under aluminum Stress. *Agricultural Sciences in China*, 2(5): 1-4.
- Topçu, G.D., Özkan, Ş.S., 2020. Effects of different salt source and concentrations on germination parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 456-467.

- Kandemir, N., Yıldırım, A., Gunduz, R., 2010. Determining the levels of genetic variation using SSR markers in three Turkish barley materials known as Tokat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(1): 17-23.
- Karadoğan, T., Sağdıç, Ş., Çarkçı, K., Akman, Z., 1999. Bazı arpa çeşitlerinin ısparta ekolojik şartlarına uyum yeteneklerinin belirlenmesi. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*. Kongre Bildiriler Kitabı, 15-18 Kasım, Adana, s: 395-400.
- Kendal, E., 2013. İleri kademedede bazı yazlık arpa genotiplerinin farklı çevre şartlarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1): 7-18.
- Kendal, E., 2020. AMMI ve biplot teknikleri kullanılarak Diyarbakır şartlarına uygun arpa genotiplerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 27-42.
- Kırtok, Y., Genç, İ., Çökkesen, M., Yağbasanlar, T., Kılınç, M., 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulu koşullara uygun yemlik ve biralık arpa çeşitlerinin tespiti üzerinde araştırmalar. Çukurova Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 29. GAP yayınları No:57
- Kızılgöçü, F., Yıldırım, M., Akıncı, C., Albayrak, Ö., 2016. Bazı arpa genotiplerinin diyarbakır ve mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3): 161-169.
- Öztürk, İ., Avcı, R., Kahraman, T., 2007. Trakya Bölgesinde yetiştirilen bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 59-68.
- Peterson, R.G., 1985. Augmented designs for preliminary yield trials (revised). *Rachis*, 4(1): 27-32.
- Sönmez, F., Ülker, M., Yılmaz, N., Ege, H., Apak, R., 1996. Farklı ekim sıklıklarının bazı kışlık arpa çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1): 133-146.
- Sönmez, F., Ülker, M., Yılmaz, N., Ege, H., Bürün, B., Apak, R., 1999. Tır buğdayında tane verimi ile bazı verim öğeleri arasındaki ilişkiler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1): 45-52.
- Sönmez, F., Yılmaz, N., 2000. Azot ve fosforun arpa tanesinin bazı makro ve mikro besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 65-75.

Atıf Şekli	Doğan, O., Aktaş, H., 2024. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Orjinli Yerel Arpa Genotiplerinin Morfolojik Yönden Değerlendirilmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(2): 395-408. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11239369 .
To Cite	Doğan, O., Aktaş, H., 2024. Observation Barley Landraces (<i>Hordeum vulgare</i> L.) Interm of Morphological Traits. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(2): 395-408. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.11239369 .



Organic Product Awareness and Healthy Life Preferences of Iğdır University Students: Investigation with Machine Learning and AHP Analysis

Ayca Nur SAHIN DEMIREL^{1*} , Sema TURK¹ 

¹ Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Iğdır

*Corresponding author: aycanur.sahin@igdir.edu.tr

Abstract

The aim of this study is to analyze the demographic structure, knowledge level about organic products and healthy lifestyle preferences of students of Iğdır University. In the study, a face-to-face survey was conducted on 300 students. RStudio program was used to analyze the data and machine learning method with XGBoost algorithm was preferred. The participants of the survey were 53.7 % male and 46.3 % female. Most of the participants are in the age group of 21-22 years (32.7 %) and are students in formal education (85.3 %). It was observed that the higher the number of siblings, the lower the level of education. There is a positive correlation between family income and educational level. The factors that most influence the knowledge of organic products are the number of siblings, fast food diet and family income. As family income increases, so does awareness of organic products. The majority of participants correctly define organic products. AHP analysis revealed that being physically healthy in the future is more important than being physically healthy now. The relationship between organic products and physical health stands out as an important result. The Friedman test confirms that the AHP analysis has produced a successful result with a high degree of accuracy.

Research Article

Article History

Received :08.01.2024

Accepted :28.02.2024

Keywords

Iğdır University
demographic structure
organic product
healthy life preferences

1. Introduction

The global population growth has led to an increase in agricultural production, which in turn triggered the so-called 'green revolution' between the 1940s and 70s (Teksöz, 2016). However, the widespread use of conventional agricultural practices and the unconscious use of chemical fertilizers and pesticides during this period had negative impacts on the environment and human health (Özalp et al., 2017). This situation has disrupted the natural balance and increased health hazards. As a result, there has been a growing interest in environmentally friendly and healthy agricultural practices, such as organic farming.

Organic agriculture emerged in the 1970s as a response to growing environmental awareness and demand for healthy products. The International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) was established in Germany in 1972, further fueling the movement (Eyiler, 2014). Today, organic agriculture refers to products that are controlled and certified to protect human and environmental health throughout the entire process, from seed to harvest and from harvest to the end user (Lotter, 2003).

Interest in healthy nutrition has increased, especially during the Covid-19 pandemic (Dilber and Dilber, 2020; Macit, 2020). Organic foods are preferred due to their hygienic and reliable nature. However, no comprehensive research has been conducted on Iğdır University students' knowledge of organic products and healthy nutrition. Therefore, this study aims to determine students' awareness of organic products and their perspectives on healthy nutrition.

Iğdır is a province located in Turkey's Eastern Anatolia Region. It is bordered by three countries: Armenia, the Nakhchivan Autonomous Republic of Azerbaijan, and Iran. The province has a rich cultural heritage (Eyüran et al., 2015). Additionally, a large portion of Mount Ararat, Turkey's highest mountain, is located within the borders of Iğdır. Iğdır's economy is based on agriculture and animal husbandry. The region produces

various agricultural products and engages in live animal trade.

Iğdır University, a state university established in 2008. The university offers a wide range of academic programs, including undergraduate, graduate, and doctoral programs. Iğdır University aims to contribute to the development of the region through its modern campus, experienced teaching staff, and rich social facilities.

The university has around 14.000 active students and over 800 staff members. It offers educational services through 15 faculties and vocational schools, 23 research centers, and 69 student societies, creating a rich academic and social environment. The university offers students the chance to pursue their education on a contemporary campus with a diverse range of programs and knowledgeable faculty. Furthermore, the institution has produced approximately 17.000 alumni to date, empowering them to contribute to both regional and national development.

Iğdır University specializes in the field of High Value-Added Agricultural Products and places great importance on education and research activities in this area. The university welcomes international students and fosters a diverse cultural and academic environment.

It is crucial for university students to have a strong understanding of organic knowledge, particularly in relation to organic food consumption and healthy lifestyle choices. Research has shown that students' consumption of organic food is influenced by various factors, including their level of knowledge. A study conducted in Isparta province found that university students' consumption of organic food was significantly affected by their level of knowledge (Sarica et al., 2023).

In this context, students' sufficient knowledge about organic foods may help them develop healthy eating habits and consume consciously, considering environmental concerns. Additionally, it was observed that students with higher probiotic knowledge consumed more probiotic foods, indicating

that knowledge level may affect consumption preferences. Therefore, the knowledge level of organic foods for university students is an important factor for both individual health and a sustainable environment.

2. Materials and Methods

2.1. Collection of survey data

This study's primary data was collected from undergraduate and associate degree students enrolled in faculties affiliated with Iğdır University during the 2022-2023 academic year. The data was collected through interviews using a survey designed for the study's purpose. The study's secondary data was obtained from the Iğdır University

rectorate student affairs department and student affairs services of faculties. The study's sample size was determined using the Proportional Sampling Method. For a finite population, the sample size is determined based on the known or estimated proportion of individuals with a certain characteristic. The value of p can be obtained from previous studies or estimated intuitively. To achieve the maximum sample size, $p = 0.5$ should be used. Values of p lower or higher than 0.5 will result in a smaller sample size. Therefore, when p is unknown, it is recommended to use $p = 0.5$ as this will result in the maximum sample size and reduce the potential error (Newbold et al., 2012).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)} \quad (1)$$

Where; n is the sample size, N is the number of students of Iğdır University, p is the variance of apricot producers in the population (0.5 for maximum sample volume) and σ_p is the variance of the x^2 ratio. In the research, it was aimed to reach the largest possible sample volume and for this purpose, p : 0.50 and $(1 - p)$: 0.50 were taken. With the proportional sampling method, the number of students to be surveyed was determined as 251 with a 90 % confidence interval and a 5 % margin of error. In addition, at least 15 % replacement surveys were conducted in case of a possible erroneous survey. However, as the survey was conducted with university students who volunteered to participate, the number of in-study participants was greater than that of the original sample size. Following the a priori control measures, it was determined that 300 questionnaires were suitable for machine learning and AHP analysis. Consequently, the study was shaped accordingly.

2.2. Machine learning analysis

The evaluation phase of the survey studies utilized a machine learning method (Cordoni et al., 2021; Gono et al., 2023). The free and open-source software, RStudio, was used for

the machine learning process. The XGBoost algorithm was employed in the machine learning model to analyze the organic product knowledge levels of Iğdır University students by examining the demographic structure. The analysis examined the nutritional preferences of Iğdır University students based on their demographic structure.

During the training phase of the XGBoost machine learning model, specific parameters are utilized. This process, known as hyperparameter optimization, involves defining ranges for the values of seven distinct parameters and generating combinations for these optimizations. The parameters used in the training process include `nrounds`, `booster`, `max_depth`, `eta`, `nthread`, `gamma`, `colsample_bytree`, `min_child_weight`, and `subsample`. Sequentially, decision trees for classification and regression (known as Classification and Regression Trees or CART) are created. Each tree in the model is trained using the residuals of the previous tree. Each new tree aims to predict outcomes while correcting errors made by the previously trained tree (Cordoni et al., 2021; Gono et al., 2023).

$$Y_i = F(X_i) = \sum_{d=1}^D f_d(X_i), f_d \in F, i = 1, \dots, n \quad (2)$$

F represents the function space of CART models, with each f_d corresponding to an independent CART structure denoted as q . In other words, q is the set of rules of an independent CART that classifies each into a single leaf. The correlation between actual and predicted values is then calculated. Correlation analysis within XGBoost machine learning was also used to determine the relationship between variables. Correlation is a statistical measure that ranges from -1 to 1. A value of 1 indicates perfect positive correlation, while a value of -1 indicates perfect negative correlation (Huang et al., 2017; Cordoni et al., 2021).

2.3. Analytic hierarchy process (AHP)

The process involves making a choice among options to achieve goals and objectives (Forman and Selly, 2001). AHP is a decision-making method developed by Thomas L. Saaty in 1980 (Bernasconi et al., 2010). It is used to solve complex problems involving multiple criteria. It allows decision makers to model complex problems in a hierarchical structure that shows the relationship between the main objective, criteria, sub-criteria, and options (Bernasconi et al., 2010). The method helps to structure and analyze decision problems by breaking down the complex problem in a hierarchic order and by employing pair-wise comparisons of its elements to determine the preferences among the set of alternatives (Çiftçi et al., 2013). The study utilized the Analytic Hierarchy Process (AHP) method to analyze the dietary sensitivity of Iğdir University students and their preferences for

future health. The statistical data obtained from this method were used to model the best nutrition and health designs for students in the future.

3. Results and Discussion

3.1. Demographic structure analysis of Iğdir University students

The survey conducted a demographic analysis of university students, including age, gender, number of siblings, and education types. The data collected was organized into groups and presented in Table 1. Interpreting the data from Table 1 academically allows for analysis of the effects of students' demographic characteristics on their education and social life. Among the age groups, the number of students in formal education is higher than those in secondary education for the 21 and 22-24 age groups. This may indicate a higher interest in full-time education among younger age groups. In contrast, for the age group of 25 and above, the number of students in both types of education decreases. This suggests that the probability of continuing full-time education decreases with increasing age.

When analyzing the data based on the students' education type, it can be assumed that second education students are generally more likely to balance work and education. Work and family responsibilities may be factors affecting students' educational preferences. The number of married students is low, indicating that marriage is less common among university students and the majority are single.

Table 1. Demographic structure analysis of Iğdir University students

Age group	Education type	Gender	Marital status	Number of siblings	Number of people
Less than 17	Formal Education	Female	Single	between 6-9	1
18-21 Ages	Secondary Education	Male	Single	between 0-2	2
				10 and above	2
				between 3-5	4
				between 6-9	1
		Married	between 6-9	1	
		Female	Single	10 and above	2
	between 3-5	2			
	Formal Education	Male	Single	between 6-9	5
				between 0-2	5
				10 and above	2
				between 3-5	26
		Female	Single	between 6-9	12
				between 0-2	3
				10 and above	4
between 3-5				27	
Married	between 6-9	21			
between 3-5	1				
22-24 Ages	Secondary Education	Male	Single	between 3-5	8
				between 6-9	3
		Female	Single	10 and above	1
				between 3-5	6
	Formal Education	Male	Single	between 6-9	8
				between 0-2	4
				10 and above	3
		Female	Single	between 3-5	43
				between 6-9	31
				Married	between 3-5
25 and above	Secondary Education	Male	Single	between 0-2	1
				10 and above	1
		Female	Single	between 3-5	22
				between 6-9	26
	Formal	Male	Single	between 0-2	4
				between 3-5	3
		Female	Single	between 0-2	1
				10 and above	1
between 3-5	6				
between 6-9	1				
Total					300

Results of the analysis by number of siblings show that the number of students with 0-2 siblings is generally higher than other sibling groups. This suggests that small family size may have a positive impact on educational access and attendance.

The analyses conducted in this project may also be important for university administration and policy makers. Designing educational

programs and support services that consider student demographics can enhance student success and satisfaction. Additionally, demographic data can aid in planning social and cultural activities at the university. This is particularly important for Iğdir University, which is still developing since its establishment.

3.2. Organic product knowledge level analysis of Iğdır University students

The study utilized the XGBoost machine learning method to obtain unbiased and accurate interpretations of the survey data. A

machine learning model was established using 14 demographic variables from the survey, which included a question on awareness of organic products. The importance parameters of the model are presented in Table 2.

Table 2. Importance ranking of variables according to the Machine Learning model

No	Feature	Gain	Cover	Frequency
1	Number of siblings	0.19	0.20	0.17
2	Fast-Food nutrition	0.11	0.10	0.10
3	Family income	0.10	0.10	0.10
4	Regular meals at restaurants and cafes on or off campus	0.08	0.06	0.07
5	Regular meals at the university cafeteria (or dormitory canteen)	0.07	0.07	0.07
6	Mother's education level	0.06	0.05	0.06
7	Father's education level	0.06	0.08	0.08
8	Age	0.06	0.06	0.06
9	The place of childhood	0.06	0.07	0.07
10	Regular meals at home	0.05	0.06	0.07
11	Gender	0.05	0.04	0.04
12	Place of completion of high school education	0.04	0.04	0.04
13	Monthly allowance	0.03	0.04	0.04
14	Mode of study	0.03	0.03	0.03

Table 2 displays the feature importance table, which indicates the features of a machine learning model that have the most influence on the outcome. The 'Gain', 'Cover', and 'Frequency' values for each feature are metrics that show how effective they are in the model's predictions. 'Gain' indicates how much a feature improves the model's predictions. A high 'Gain' value means that the model considers this feature more in the decision-making process. 'Cover' This text describes how to interpret the 'Cover' and 'Frequency' values of a feature in a dataset. A high 'Cover' value indicates that the feature affects more data points and plays an important role in the overall structure of the model. A high 'Frequency' value indicates that the feature is frequently used by the model to make decisions.

Based on the data presented in Table 2, it is evident that the number of siblings has a significant impact on organic product knowledge. The second most important factor in the model ranking is the consumption of fast-food. The results indicate that as the

number of siblings increases, organic product awareness decreases. It can be predicted that with an increase in the number of siblings, the awareness of organic products will decrease. According to the machine learning analysis, family income was found to be the third most significant factor affecting organic product awareness. However, low family income was found to have a negative impact on organic product awareness. The machine learning model identified variables with Gain values below 0.1 as insignificant. Thus, the study identified the number of siblings, fast-food eating habits, and family income level as the three most significant factors affecting the awareness of organic products among Iğdır University students.

To ensure the reliability of the results obtained from the machine learning model, hyperparameter tuning was performed first using the XGboost algorithm. In this process, we tried different combinations of 7 parameters and determined the optimal hyperparameter settings.

Table 3. Best hyperparameter values for the XGBoost machine learning model

Nrounds	Max_depth	Eta	Gamma	Colsample_bytree	Min_child_weight	Subsample
1000	3	0.01	0	0.6	3	0.8

Table 3 provides information on the parameters used in the model. Nrounds refers to the number of boosting iterations, which determines the number of rounds the model will be trained. Nrounds refers to the number of boosting iterations, which determines the number of rounds the model will be trained. Max_depth is the maximum depth of the tree, which can increase the model's complexity and the risk of overfitting. Eta is the learning rate, which determines the amount by which the trees 'shrink' their weights at each step. Gamma determines the minimum loss reduction required for the tree to grow, with larger values making the model more conservative. Colsample_bytree determines the proportion of columns used when creating the subset of observations for each tree. Min_child_weight is the minimum weight required for further splitting of a node, and it is used to check for overfitting. Subsample is the proportion used when creating the subset of observations in each iteration. The optimal values for model training are determined by the tuning combinations of these parameters, resulting in the model achieving the optimal prediction.

The success of the predictions is measured by three different values, including the Root Mean Square Error (RMSE), which is the square root of the average of the squares of the differences between the actual and predicted values. The RMSE measures the accuracy of the model's predictions and gives more weight to large errors. Mean Absolute Error (MAE) is the average of the absolute errors between the actual and predicted values. It gives equal weight to all errors when measuring the model's performance. The R-squared (R^2) value is a statistical measure of how close the data are to the fitted regression line. It indicates how well the model explains the variance between the independent and dependent variables, with a value ranging from 0 to 1. The closer it is to 1, the better the fit of the model.

The machine learning model was evaluated using RMSE, MAE, and R^2 values. The results showed an RMSE value of 1.035261, an MAE value of 0.9821299, and an R^2 value of 0.725. No changes were made to the content of the original text.

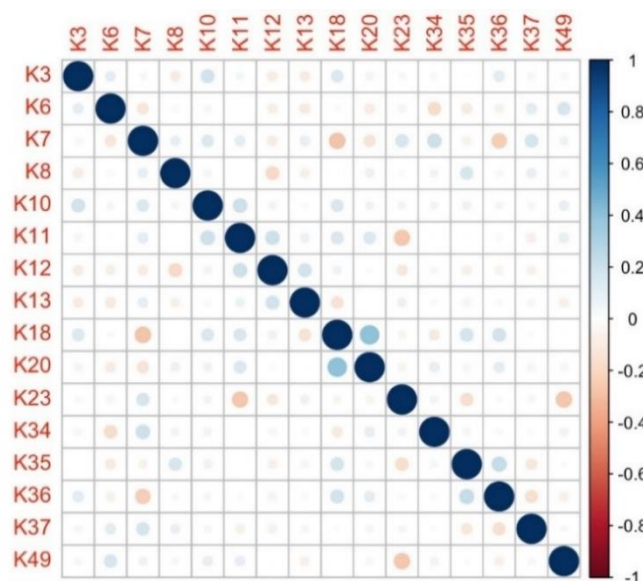


Figure 1. Correlation matrix between dependent and independent variables.

Although machine learning ranks the importance of variables and explains them with numerical data, it does not provide a clear indication of whether the relationship between variables is positive or negative. Therefore, correlations between variables were also examined at the end of the machine learning process. Figure 1 shows the results for organic product awareness (K49), number of siblings (K23), fast food consumption (K34), and family income (K18). Since the other K variables are not significant for the model, they are not evaluated in this section. However, the K values generally correspond to the survey questions, which can be found at the end of the report.

Although K49 does not exhibit a clear correlation with K34 and K18 based on normal correlation values, it does reveal that the most significant indicator, K23 (i.e., the change in

the number of siblings), has a negative correlation with K49. This situation highlights the impact of the number of siblings, as explained in the machine learning model, on organic product awareness. The second most common diet type in the model is fast food. According to the model, the awareness of organic products decreases as the number of siblings increases. The awareness of organic products is predicted to decrease with an increase in the number of siblings. Unfortunately, low family income has a negative impact on the awareness of organic products.

During another stage of the project study, participants were asked to define organic products. Table 4 presents the frequency and percentage values of the four different answers provided by the participants in the survey.

Table 4. Iğdır University students' definitions of organic products

Answers	Frequency	Percentage
1) High yield crops.	88	29.33
2) The use of artificial fertilizers and pesticides is intensive.	8	2.67
3) Green manures such as animal manure and plant residues are used and cultural and biological methods other than pesticides are used to control diseases.	202	67.33
4) Damages soil, air and water	2	0.67
Total	300	100

Table 4 shows that the first definition, which includes the term 'high yielding crops', represents about 29.33 % of the total responses. The second definition, which emphasizes 'intensive use of artificial fertilizers and pesticides', represents approximately 2.67 % of the responses. The third definition provides a more detailed description of organic farming practices. Organic farming utilizes green fertilizers like animal manure and plant residues, and prefers cultural and biological methods over pesticides to control diseases. This definition accounts for the majority of responses, approximately 67.33 %. The fourth definition, which includes the statement that it damages soil, air, and water, represents only a very small proportion, about 0.67 %. In conclusion, most participants

correctly identified the definition of organic products, with the third definition being the correct one. This indicates that the majority of Iğdır University students are aware of organic farming as a natural and sustainable agricultural practice.

2.3. AHP analysis for Iğdır University students

Tables 5 and 6 present the statistical results of the Analytic Hierarchy Process (AHP) applied to the data obtained from surveys administered to students at Iğdır University. The AHP analysis is a mathematical method used to evaluate different alternatives and criteria in decision-making processes. One table displays statistical values, while the other shows the AHP scores of the alternatives.

Table 5. AHP analysis statistical data

	Mean	Median	St. Dev.	Min	Max
Organic product	0.251	0.231	0.128	0.032	0.574
Consuming dietary product groups	0.207	0.195	0.087	0.040	0.499
Sport/walking/dance	0.189	0.171	0.093	0.020	0.501
Reading books and various mental activities	0.169	0.168	0.069	0.028	0.472
Working at a job	0.184	0.165	0.113	0.014	0.544

Table 6. AHP analysis results

	Organic product	Consuming dietary product groups	Sport Walking Dance	Reading books and various mental activities	Working at a job
Being physically healthy right now	0.29	0.13	0.16	0.23	0.18
Being physically healthy in the future	0.23	0.22	0.20	0.16	0.18

Table 5 presents the statistical characteristics of a set of alternatives, while Table 6 displays the AHP (Analytic Hierarchy Process) scores of these alternatives in terms of specific criteria. Upon closer evaluation of the results, it is evident that Organic Product has higher mean and median values than the other alternatives, indicating a preference for organic products among participants. The standard deviation is low, indicating consistent attitudes towards organic products among the participants.

The mean and median values for consuming dietary product groups are at an average level, with a balanced preference for diet products in general. For sport, jogging, and dance, the mean and median values are lower than the other alternatives, but the standard deviation is higher. The statement suggests that participants' preference for physical activities, such as sports, walking, and dance, varies significantly.

Reading books and engaging in mental activities are generally less preferred alternatives, but there is a broad consensus among the participants on this issue. In terms of work, the mean and median values are

moderate compared to the other alternatives, but the maximum value is higher than the others. The data suggests that certain participants prioritize work over other activities.

Table 6 evaluation shows that 'Organic Products' received the highest score for the criterion of being physically healthy right now, while other activities received lower scores. This indicates a preference for organic products over other alternatives in terms of physical health. In the Future Physical Health Criterion, Organic Products and Dietary Product Groups received the highest scores, indicating a preference among participants for these types of products to maintain their future physical health. These comments provide insight into the relationship between health and activity preferences by evaluating participants' preferences. The correlation between organic products and physical health is a significant result. However, personal preferences and lifestyles can also impact these choices. Therefore, it is crucial to consider these factors when developing health policies and public health strategies.

Table 7. Statistical data for alternatives

	Mean	Median	St. Dev.	Min	Max
Being physically healthy right now	0.29	0.17	0.256	0.1	0.9
Being physically healthy in the future	0.71	0.83	0.256	0.1	0.9

Table 7 displays the statistical significance of the criteria 'being physically healthy now' and 'being physically healthy in the future' within the Analytic Hierarchy Process (AHP). The values in the table represent the following: Mean, the average level of importance for each criterion. Median, the degree of importance at the midpoint of the criteria. Standard Deviation (St.dev.), this section displays the distribution of importance ratings. The criteria can receive a minimum (Min) and maximum (Max) importance rating.

The mean and median values indicate that 'being physically healthy in the future' is considered more important than 'being physically healthy now' by the participants. As the standard deviation is the same for both cases, the distribution of participants' opinions is similar. Additionally, the minimum and maximum values fall within the same range for both criteria.

A Friedman test was conducted to test the accuracy of the AHP analysis results. The test revealed a statistically significant difference in the importance levels of the criteria for 2 different criteria and 5 different variables, rather than a random variation. This type of analysis is crucial in decision-making processes that involve choosing among multiple alternatives. The values obtained from the Friedman test show a highly statistically significant result, with a p-value of 2.03253⁻²⁵. This suggests that the probability of random variation between the compared criteria is very low. The alpha value of 0.01 indicates a statistically significant difference between the criteria at a 1% alpha level. The Friedman test confirmed that the AHP analysis yielded a successful result with a high degree of accuracy.

When examining research on determining university students' perspectives on healthy nutrition and organic product awareness, many

studies were found in the literature. The research conducted on organic products has focused on material considerations. The results indicate that young individuals, who mostly have low-income levels, are the most affected by high prices when it comes to consuming organic products. In other words, young participants found organic products to be expensive. In studies similar to ours, data were mostly collected through face-to-face surveys (Çiftçi et al., 2013; Bahşi et al., 2019; Akgül et al., 2020; Ayaşan et al., 2021).

The studies primarily utilized descriptive statistics and sampling methods for analysis. Additionally, regression and SWOT analyses were conducted, revealing weak organic nutrition habits among the students (Toplu Yılmaz and Demirbaş, 2021; Sarica et al., 2023). Additionally, the study analyzed the general factors that could trigger these situations. It was also observed that there are discrepancies between consumer demand for ecological food products and the supply provided by companies. This indicates a shortage of eco-products in the market, with demand exceeding supply (Toplu Yılmaz and Demirbaş, 2021; Sarica et al., 2023).

Research has analyzed the factors leading to obesity and the dietary preferences of university students using the AHP method (Erdem Haciköylü, 2006; Bolayır et al., 2023). The most significant factors were dietary habits (29.9 %) and physical activity (22.7 %).

Students prioritized easily prepared and time-saving food products, and out-of-home and fast-food options were popular. There were no significant differences found between eating habits and demographic factors. However, differences were observed in BMI, adequate nutrition, and reasons for skipping meals. Male students were found to have higher levels of physical activity than female students. When it comes to fast-food restaurant

preferences, cleanliness, taste, and staff attitude were determined to be important factors. The main reasons affecting fast-food consumption were product features, speed, and price policy. The study found that physical factors and the image of the establishment were deemed less significant. It is emphasized that the Analytic Hierarchy Process (AHP) is an effective tool for conducting complex analyses (Bolayır et al., 2023).

Although the project results are similar to those found in the literature, the analysis of the demographic structure reveals that the student profile at Iğdır University differs from those in previous studies. The analysis includes grouping students based on factors such as age, education type, marital status, and number of siblings. This analysis is crucial for comprehending students' educational preferences and social lives. For instance, the results indicating a high interest in full-time education among younger age groups and a decreasing likelihood of continuing full-time education as age increases can provide valuable insights in shaping educational policies.

The analysis of organic product knowledge level was conducted using the XGBoost machine learning method. This analysis aims to determine students' level of knowledge about organic products and the factors affecting it. The study revealed that certain factors, such as the number of siblings, fast-food eating habits, and family income, have a significant impact on organic product awareness.

Specifically, low family income and increased fast-food consumption were found to have a negative effect on organic product awareness. These results are consistent with previous research. In 2012, Longacre et al. revealed a correlation between low-income levels and fast-food consumption, particularly in non-metropolitan areas such as Iğdır province (Longacre et al., 2012). Similarly, analogous relationships have been identified in other studies in the literature (Block et al., 2004; Akbay et al., 2007).

AHP analysis was utilized to evaluate the health and activity preferences of students. The results indicated a preference for organic products over other alternatives, particularly for physical health. Additionally, organic products and dietary product groups were favored for future health concerns. These results can serve as a guide for promoting organic products and healthy lifestyles in the development of health policies and public health strategies.

In conclusion, these analyses provide insight into the demographic structure, organic product knowledge levels, and health preferences of Iğdır University students. This information can be used by the university administration, policy makers, and health experts to better respond to the educational and health needs of students.

4. Conclusion

This study provides a thorough examination of the demographic characteristics, organic product knowledge levels, and health-related preferences of students at Iğdır University. The analysis of the demographic structure revealed that factors such as age, level of education, marital status, and number of siblings significantly influence students' educational preferences and social lives. The interest in full-time education, particularly among younger age groups, and the decreasing likelihood of continuing full-time education as they age provide important insights for shaping education policies. An analysis of organic product knowledge levels was conducted using the XGBoost machine learning method. This analysis revealed that factors such as the number of siblings, fast-food eating habits, and family income have significant effects on organic product awareness. Low family income and increased fast-food consumption were found to negatively affect awareness of organic products. AHP analysis was used to evaluate students' health and activity preferences. The results showed that organic products were preferred over other alternatives, particularly for physical health, and for future health concerns, organic products and dietary product groups were

preferred. These results can guide the promotion of organic products and healthy lifestyles in health policies and public health strategies. University administration, policy makers, and health professionals can consider this information to respond more effectively to the educational and health needs of students. Additionally, demographic data can inform the planning of social and cultural activities at the university. These results are of great importance especially for Iğdır University, which has been developing since its establishment and is still developing. Therefore, the results of this study can make significant contributions to the future development of Iğdır University and student success.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Funding

This study was financially supported from The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) “2209-A University Students Research Projects Support Program” Grant No: 1919B012224790.

Ethical Committee Approval

The ethical committee permission for the survey was given by the Scientific Research and Publication Ethics Committee of Iğdır University on 06.04.2023.

References

Akbay, C., Tiryaki, G.Y., Gul, A., 2007. Consumer characteristics influencing fast food consumption in Turkey. *Food Control*, 18(8):904-913.

Akgül, E., Başığit Kiliç, G., Bilecen Şen, D., 2020. Gıda mühendisliği bölümü öğrencilerinin organik gıda tüketim

tercihleri ve algıları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11:324-328.

Ayaşan, T., Tufan, M., Çelik, Ş., İnci, H., Özdemirci, S., and Yilmaz, H., 2021. Organik ürün tüketim alışkanlığına sınava hazırlık merkezlerindeki öğrencilerin bakış açısı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3):2434-2445.

Bahşi, N., Akça, A., 2019. Tüketicilerin organik tarım ürünlerine bakış açılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma: Osmaniye ve Şanlıurfa İlleri Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1):26-34.

Bernasconi, M., Choirat, C., Seri, R., 2010. The analytic hierarchy process and the theory of measurement. *Management Science*, 56(4):699-711.

Block, J.P., Scribner, R.A., DeSalvo, K.B., 2004. Fast food, race/ethnicity, and income: A geographic analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(3):211-217.

Bolayir, B., Ölçer, D., Tekbıyık, B., Kara, G., Çatuk, H., 2023. Obezite hastalığına sebep olan faktörlerin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemiyle değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(4):1571-1589.

Cordoni, F.G., Missiaggia, M., Scifoni, E., Yao, X., Shen, C., Xu, S., Wang, Z., Liu, X., Ji, Z., Islam, S.F.N., Sholahuddin, A., Abdullah, A.S., 2021. Extreme gradient boosting (XGBoost) method in making forecasting application and analysis of USD exchange rates against rupiah. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722(1):012016.

Çiftçi, K., Miran, B., and Şahin, A.N., 2013. Nutrition Preference of the Students in Ege University: An Application of AHP. *The Journal of Ege University Faculty of Agriculture, Special Issue*, 1:337-342.

- Dilber, A., Dilber, F., 2020. Koronavirüs (COVID-19) salgınının bireylerin beslenme alışkanlıkları üzerindeki etkisi: Karaman ili örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(3):2144–2162.
- Erdem Haciköylü, B., 2006. Analitik hiyerarşi karar verme süreci ile Anadolu Üniversitesi'nde beslenme ve barınma yardımı alacak öğrencilerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Eyduran, S.P., Akin, M., Ercisli, S., Eyduran, E., Maghradze, D., 2015. Sugars, organic acids, and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) from igdir province of eastern Turkey. *Biological Research*, 48(1):1–8.
- Eyiler, R.Y., 2014. Ekolojik tarım ve sürdürülebilir kalkınma Türkiye örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Forman, E.H., Selly, M.A., 2001. Decision by Objectives: How to Convince Others That You are Right. *World Scientific Books*.
- Gono, D.N., Napitupulu, H., Firdaniza, 2023. Silver price forecasting using extreme gradient boosting (XGBoost) method. *Mathematics*, 11(18):3813.
- Huang, M., Hou, Y., Li, Y., Wang, D., Zhang, L., 2017. High performances of dual network PVA hydrogel modified by PVP using borax as the structure-forming accelerator. *Designed Monomers and Polymers*, 20(1):505–513.
- Longacre, M.R., Drake, K.M., MacKenzie, T.A., Gibson, L., Owens, P., Titus, L.J., Beach, M.L., Dalton, M.A., 2012. Fast-food environments and family fast-food intake in nonmetropolitan areas. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(6):579–587.
- Lotter, D.W., 2003. Organic Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 21(4):59–128.
- Macit, M.S., 2020. Covid-19 salgını sonrası yetişkin bireylerin beslenme alışkanlıklarındaki değişikliklerin değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(3):277–288.
- Newbold, P., Carlson, W.L., Thorne, B., 2012. Statistics for business and economics.
- Özalp, B., Güldal, H.T., 2017. Tohum, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı açısından mısır üreticilerinin çevre ve insan sağlığı üzerine duyarlılığı: Adana ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(1):13–24.
- Sarica, D., Michael, G.D., Omar, I., 2023. Üniversite öğrencilerinin organik gıda tüketim davranışlarını etkileyen faktörlerin ekonometrik analizi: Isparta ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(1):111–123.
- Teksöz, G., 2016. Geçmişten ders almak: Sürdürülebilir kalkınma için eğitim. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2):73.
- Yılmaz, Ö.T., Demirbaş, E., 2021. Türkiye'de organik tarım ve üniversite gençliğinin organik gıda tüketim alışkanlığı üzerine bir araştırma. *Lectio Socialis Research*, 5(2):99–117.

To Cite

Şahin Demirel, A.N., Türk, S., 2024. Organic Product Awareness and Healthy Life Preferences of Iğdır University Students: Investigation with Machine Learning and AHP Analysis. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 409-421.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11239500>.

Siirt İlinde İncir Zararlısı *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae)

Cevdet KAPLAN^{1*}, Halil DİLMEN¹

¹ Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Siirt

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): cevdetkaplan@siirt.edu.tr

Özet

Bu çalışma 2019 yılında Siirt ilinde incir ağaçlarında yeni bir zararlı olan *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın yayılışı, zarar durumu ve bazı biyolojik dönemlerin morfolojik özelliklerini belirlemek için yürütülmüştür. Çalışmalar Siirt ilinin Merkez, Şirvan ve Pervari ilçelerinde 8 köyde ve toplam 20 bahçede yapılmıştır. Çalışma sonucunda *C. nemorana*'nın tüm ilçelerde yayılış gösterdiği, gözlem yapılan 20 bahçeden 16 tanesinin zararlı ile bulaşık olduğu, kontrol edilen ağaçların ise % 56'sında zararlının farklı biyolojik dönemleri saptanmıştır. Larvaları incir yaprakların alt ve üst parankima hücreleri ile beslenmektedir. Larva zararı sonucu yapraklarda kıvrılma, renk değişimi, beslenme yaraları ve yırtılmalar oluşur. Yaprakların üst yüzeyinde pamuğumsu yapı oluşur ve bu pamuğumsu yapıda larva pislikleri görülür. Temmuz ve Ağustos ayında daha çok yaygındır. Ağustos ayı başında ergin ve larvalarını bir arada görülebilmektedir. *Choreutis nemorana* incir alanlarında yeni yaygınlık oluşturan bir zararlı olduğunda bu zararlının mücadelesine yönelik biyo-ekolojik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :01.03.2024

Kabul Tarihi :15.04.2024

Anahtar Kelimeler

Choreutis nemorana
biyoloji
yayılış alanı
zarar şekli

Choreutis nemorana (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) Pest of Fig in Siirt Province

Abstract

This study was carried out to determine the distribution, damage status and morphological characteristics of some biological periods of *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799), a new pest of fig trees in Siirt province in 2019. The studies were carried out in 8 villages and a total of 20 orchards in the Central, Sirvan and Pervari districts of Siirt province. As a result of the study, *C. nemorana* was distributed in all districts, 16 of the 20 orchards observed were infected with the pest, and different biological stages of the pest were detected in 56 % of the trees checked. The larvae feed on the upper and lower parenchyma cells of fig leaves. As a result of larval damage, curling, color change, feeding wounds and tears occur on the leaves. A cottony structure forms on the upper surface of the leaves and larval droppings are seen in this cottony structure. It is more common in July and August. Adults and larvae can be seen together at the beginning of August. When *Choreutis nemorana* is a newly widespread pest in fig areas, bio-ecological studies should be carried out to control this pest.

Research Article

Article History

Received :01.03.2024

Accepted :15.04.2024

Keywords

Choreutis nemorana
biology
distribution
damage status

1. Giriş

İncir (*Ficus carica* L.) (Moraceae) dünyada kültüre alınan ilk ağaçlardan biridir. Dünyanın ılıman iklime sahip birçok yerinde yetiştirilmektedir (Crisosto ve ark., 2011). İncir, insanlık tarihi boyunca önemli bir tarım ürünüdür ve kültürel açıdan büyük bir öneme sahip olmuştur. İncir ağacı, dünya çapında kuru ve taze tüketim için önemli bir üründür (Dueñas ve ark., 2008). İncir meyvesi, çeşitli antioksidanlar ve fenolik bileşikler içerir (Mawa ve ark., 2013). Bu bileşikler, sağlık yararlarına katkıda bulunabilecek güçlü antioksidan özelliklerine sahiptir. İncir meyvesi, kökü ve yaprakları geleneksel tıpta mide-bağırsak (kolik, hazımsızlık, iştahsızlık ve ishal), solunum yolu (boğaz ağrısı, öksürük ve bronş sorunları) ve kalp-damar bozuklukları gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde ve anti-inflamatuar olarak kullanılmaktadır (Duke, 2002). Bu nedenle, incir, geleneksel tıpta çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılan çok yönlü bir bitki olarak bilinmektedir. Ayrıca incir meyvesi, taze, kurutulmuş ve konserve olmak üzere farklı formlarda önemli ticari değere sahip yenilebilir bir meyvedir (Barolo ve ark., 2014). Günümüzde dünyanın birçok bölgesinde incir meyvesi, kek, bisküvi, reçel, jöle gibi birçok gıda ürünüde kullanılmaktadır (Rasool ve ark., 2023).

Dünyada Türkiye, Mısır, Fas, Cezayir ve İran başta olmak üzere birçok ülkede incir tarımı yapılmaktadır. Türkiye incir üretimi 350.000 ton olup dünyada 1.sırada yer almaktadır (FAO, 2024). Türkiye’de incir yetiştiriciliği yaklaşık % 76’sı Ege Bölgesi’nde yapılmaktadır ve tarımının en fazla olduğu iller Aydın, İzmir ve Bursa illeridir (Anonim, 2024). Bu iller dışında ülkemizde hemen hemen tüm şehirlerinde incir yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çalışmamızın yürütüldüğü Siirt ilinde ise her ne kadar incir üretiminde yüksek iller arasında olmasa da 2023 yılı itibari ile toplam 69 ton üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2024).

Bu önemli meyve çeşidinin tarımında sürdürülebilir bir üretim sağlamak için uygun yetiştirme tekniklerine ek olarak, bitki koruma

sorunlarının çözümü de büyük bir öneme sahiptir. Özellikle, ürünün verim ve kalitesini önemli ölçüde etkileyen birçok zararlı böcek, entomolojik açıdan dikkate alınmalıdır. Bu nedenle incir alanlarında bulunan zararlıların tespiti ve bunların bilinmesi son derece değerlidir. Son on yılda dünyanın farklı yerlerinde incirde zararlı olan böcek türleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Moniruzzaman ve ark., (2017) Unlubitlerin (Hemiptera: Pseudococcidae) üç türü *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) ve *Planococcus ficus* (Signoret) incir üretimini etkileyen en ciddi zararlılar olarak bildirilmiştir. Başka bir çalışmada López-Martínez ve ark., (2015) tarafından Meksika incir bahçelerinde yürütülen çalışmada Buprestidae familyasına ait 3 tür ve Cerambycidae familyasına ait 11 tür tespit edilmiştir. Son yıllarda, incir ağaçların ölümüne sebep olan ve Asya'ya özgü yeni bir zararlı olan *Aclees taiwanensis* Kôno, 1933 (Coleoptera: Curculionidae), Fransa ve İtalya'da kaydedilmiştir (Farina ve ark., 2021). Diğer bir çalışmada *Pauropsylla buxtoni* (Hemiptera: Psylloidea) Filistin’de yetiştirilen incirlerin zararlısı olarak gösterilmiştir (Burckhardt ve Batta, 2018).

Türkiye’de ise birçok araştırmacı tarafından incir ağaçlarının kök, gövde, sürgün, yaprak ve meyvelerinden beslenen ve ekonomik anlamda kayıplar meydana getiren birçok zararlı tür rapor edilmiştir (Akşit ve ark., 2003; Coşkuncu ve ark., 2004; Gençer ve ark., 2005; Gülperçin ve ark., 2020). Genel olarak Türkiye’de incir bahçelerinde 3’ü akar, 98’i böcek (Coleoptera 42, Hemiptera 27, Diptera 12, Lepidoptera 8, Thysanoptera 6, Orthoptera 2, Hymenoptera 1) ve 10 nematod zararlısı olmak üzere toplam 111 zararlı tür olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve Akşit, 2022).

Küreselleşmeyle birlikte ülkeler arasındaki ticaretin artması ve iklim değişikliği sonucu, tropikal bölgelerden ılıman bölgelere yayılan ve yerleşen yabancı istilacı böcek türlerin, dünya çapında ciddi ekonomik kayıplara ve büyük biyolojik istilalara yol açmıştır. Nitekim Stojanović ve ark., (2020) *Choreutis nemorana*

(Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) Sırbistan'da incir ağacının yeni bir zararlısı olarak bildirilmiştir. Benzer şekilde Vaneva-Gancheva (2017) tarafından Bulgaristan'da incir ağacında yeni kayıt olarak *C. nemorana* zararlısını bildirilmiştir.

Son yıllarda Siirt ilinde incir ağaçlarında tarafımızdan yapılan gözlemlerde ve üreticilerden gelen şikayetler üzerine yeni bir zararlı türün yaygınlık ve yoğunluk oluşturduğu görülmüştür. Akdeniz'e özgü olan *C. nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) Siirt ili incir ağaçlarında saptanmıştır. *C. nemorana* incirin bir zararlısıdır ve özellikle incir ağacı için de büyük bir tehdit oluşturmaktadır.

Şimdiye kadar Türkiye'de *C. nemorana* ile ilgili yapılan çalışmalar çok sınırlıdır. Türkiye'de daha önce *C. nemorana* Ege ve Marmara bölgesinde çok düşük popülasyonlarda bulunduğunu bildirilmiştir (Akşit ve ark., 2003; Gençer ve ark., 2005). Siirt ilinde ise şimdiye kadar incir ağaçlarında

zararlı olan böcek türleri ve *C. nemorana* ile ilgili yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile Siirt ili için yeni kayıt niteliğinde olan bu yeni incir zararlısı *C. nemorana* 'nın yayılış alanı, zarar durumu ve bazı biyolojik dönemlerin (ergin, larva ve pupa) morfolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler zararlının mücadelesi ve sonraki çalışmalara ışık tutacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) farklı biyolojik (Ergin, larva, pupa) dönemleri ve incir ağaçları oluşturmuştur. Bu çalışma 2019 yılında Siirt (Merkez, Şirvan, Pervari ilçeleri) ilinde yürütülmüştür (Tablo 1). Siirt ilinde incir yetiştiriciliği daha çok karışık meyve bahçesi şeklinde ya da bahçe kenarlarında yetiştiricilik şeklinde yapılmaktadır. Siirt ilinde kapama incir bahçesi çok az sayıda bulunmaktadır.

Tablo 1. 2019 yılında çalışmaların yürütüldüğü ilçe, köy ve bahçe sayıları

İl	İlçe	Köy	Bahçe sayısı	
Siirt	Merkez	Doğan Mah	3	
		Gökçebağ	2	
		Kezer	1	
		Yerlibahçe	3	
	Şirvan	Prinçli	4	
		Kapılı	3	
	Pervari	Narsuyu	2	
		Kilis (Palamutbağ)	2	
	Toplam			20

Çalışmada *C. nemorana*'nın yayılışı, zarar durumu ve farklı biyolojik dönemlerin özellikleri belirlenmiştir. Zararlı türün belirlenmesinde gözle kontrol ve atrap yöntemi kullanılmıştır. Gözlem ve inceleme yapılan incir ağaçlarında önce genel bir gözlem yapılmıştır. Ayrıca *C. nemorana* larva zararı görülen yaprak ve sürgünlerde incelemeler yapılmıştır. İnceleme sırasında zarar belirtisi görülen ağaçlar, zarar uğrayan yapraklardaki belirtiler ve yapraklardaki zarar oranı gibi gözlemler yapılmıştır. Larva ile bulaşık olan

yapraklar ve içerisinde pupa bulunan yapraklar kese kağıtlarına alınmış kese kağıtları naylon torbalara konulup buz kabı içinde laboratuvara getirilmiştir. Larva ile bulaşık olan yapraklar laboratuvarda oda koşullarında şeffaf plastik kaplarda kültüre alınmış ve yapılan günlük kontrollerle biyolojik dönemleri takip edilmiştir.

Erginler ise doğada buldukları dönemlerde ağaç ve sürgünler üzerinde atrap yardımı ile toplanmıştır. Toplanan erginler böcek öldürme şişesinde öldürüldükten sonra

küçük böcek kutularına alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Araziden laboratuvara getirilen ergin, larva, ve pupa dönemindeki bireyler ile kültür kaplarında çıkış yapan erginler Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında Olympus SC61 stereo mikroskobuna bağlı Olympus SC50 başlığı ile Entry CellSens Olympus SC50 yazılımı ile ölçümleri yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Elde edilen örneklerin teşhisleri Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR (Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kocaeli) tarafından gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın yayılışı

Çalışma sonucunda *Choreutis nemorana* 'nın Siirt ilinin Merkez, Pervari ve Şirvan ilçelerinde yayılış gösterdiği görülmüştür. Örnekleme yapılan toplam 20 bahçenin 16 tanesinde zararlı tür tespit edilmiştir. Kontrol edilen ağaçların ise % 56'sında zararlının farklı biyolojik dönemleri ve zararı saptanmıştır.

Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde; Ege ve Marmara bölgelerinde daha çok incir zararlılarının tespiti ve önemli türlerin yoğunluk tespitleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda Ege ve Marmara bölgelerinde *C. nemorana*'nın çok düşük yoğunluklarda tespit edildiği belirtilmektedir (Akşit ve ark., 2003; Gençer ve ark., 2005). Dünyadaki yayılışı incelediğimizde; *C. nemorana*'nın incirde yaygın bir tür olduğu ve

incirin yetiştiği hemen hemen her yerde bulunduğu belirtilmektedir. Akdeniz'de, Kanarya Adaları'ndan Madeira'ya kadar yaygındır. Kuzeybatı Afrika, batıda Küçük Asya, İran, Kafkasya, Gürcistan, Azerbaycan, Ermenistan, Özbekistan, Arnavutluk, Avusturya, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Belçika, Hırvatistan, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Kıbrıs, Malta, Kuzey Makedonya, Portekiz, Romanya, İspanya, İsviçre, Türkiye, Sırbistan ve Ukrayna gibi ülkelerde yayılış göstermektedir (Christian ve ark., 2008; Karsholt ve van Nieukerken, 2013; De Prins ve ark., 2014; De Prins, and De Prins, 2014; Fazekas, 2015; Vaneva-Gancheva, 2017; Stojanović ve ark., 2020).

3.2. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın bazı morfolojik özellikleri

Ergin

Ergin kanat açıklığı 16- 20 mm arasındadır. Vücudun dorsal kısmı kahverengi ve ventral tarafta açık gri renktedir. Ön kanatlar biraz yamuk şeklinde, dalgalı kenarlı biçimde, turuncu-kahverengi ile koyu kahverengi renktedir. Kanatlar katlandığında karakteristik bir desen veren enine şeritler bulunur. Arka kanatlar koyu kahverengidir ve ortasında turuncu kısımlar vardır. Kanatlar kapalı ve üst üste iken kanatların birleştiği kanat sonu "V" şeklinde ve bu kısım biraz daha koyu renktedir. Ventralden bakıldığında her iki kanat çifti de gri-kahverenginde, thoraks ve bacaklar grimsi beyaz renktedir. Tarsus koyu renktedir (Şekil 1).



Şekil 1. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) ergini a) dorsal görünüm b) lateral görünüm (Orijinal, Cevdet KAPLAN)

Yumurta döneminde çalışma esnasında rastlanmamıştır. Ancak literatürde yumurtalarının küresel, beyazımsı kremi renkte ve 0,5 mm çapında olduğu belirtilmektedir (Stojanović ve ark., 2020).

Larva

Yumurtadan yeni çıkmış genç larva 2-3 mm boyda sarımsı yeşil renktedir (Şekil 2). Olgun larva ise yaklaşık 20-25 mm uzunluğunda, bazı son dönem larvanın boyunun 40 mm kadar olabilmektedir. Larvanın abdomen kısmı açık yeşil, parlak, yarı şeffaf renktedir. Dorsal

kısımında hafif uzunlamasına bir şerit bulunur. Thoraks ve abdomen segmentlerinde çok sayıda siyah nokta şeklinde siğiller bulunmaktadır. Protorak üzerindeki siyah noktalar diğer segmentlerden sayıca daha fazla ve daha küçüktür. Larva üzerinde beyazımsı sarı uzun kıllar bulunur. Larvanın baş kısmı sarımsı kahverengindedir (Şekil 3).

Pupa

Mumya pupa tipinde, 7-8 mm uzunluğunda koyu kahverengindedir (Şekil 4).



Şekil 2. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın genç larvası (Orijinal, Cevdet KAPLAN)



Şekil 3. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nin olgun larvası (Orijinal, Cevdet KAPLAN)



Şekil 4. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın pupa gömleği (Orijinal, Cevdet KAPLAN)

3.3. Zarar durumu

Asıl zararı larvalar yapmaktadır. Genç larvalar taze yaprakların üst parankima hücrelerini kemirmektedir. Yaprakların alt kısımlarına ise zarar vermezler. Larva dönemi artıkça larvalar yaprakların hem alt ve hem üst parakima hücreleri ile beslenmektedirler. Beslenme sırasında çoğunlukla yaprakların üst kısmını katlayarak, katladıkları yerdeki yuva içinde beslenirler. Larva zararı sonucunda

yapraklar kıvrılır, rengi değişir, yenik sonucu yara izi ve yırtılmalar meydana gelir (Şekil 5). Yoğun bulaşmalarda yaprak kuruması ve dökülmesi de olmaktadır. Yaprakların üst yüzeyinde pamuğumsu bir yapı oluştururlar (Şekil 5, 6) ve bu pamuğumsu yapı içerisinde yoğun larva pislikleri görülür. Olgun larvalar yaprakların üst tarafında oluşturdukları beyaz ipek kozanın içinde, bükülmüş yaprakların uç kısımlarında ve bitkinin diğer kısımlarında pupa olmaktadır.



Şekil 5. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın incir yapraklarındaki zararı (Orijinal, Cevdet KAPLAN)



Şekil 6. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)'nın ergini ve incir yapraklarındaki zararı (Orijinal, Cevdet KAPLAN)

Yapılan gözlemlerde zararın daha çok genç ağaçlarda ve ağaçların dip kısımlarında çıkan taze sürgünlerde olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalara irdelendiğinde; *Choreutis nemorana* monofag bir zararlı olduğu ve yalnız incir yaprakları ile beslendiği belirtilmiştir (Mifsud ve ark., 2012). Alford, (2007) ise bu zararlının incir bahçelerinde yaygın olmadığı minör bir zararlı olduğu, yalnız ağaçlarda zararlı olduğu bildirmiştir. Tunus'ta meyve bahçelerinde yapılan diğer bir çalışmada *C. nemorana*'nın önemli zararlara neden olduğu rapor edilmiştir (Zouba, 2010). Başka bir çalışmada Chitgar ve ark., (2014), İran'da birincil dölde toplu çıkışta zararlının hemen hemen her incir yaprağına saldırdığı ikinci nesil larvalarında meyvelere de zarar verebildiğini belirtmiştir.

Çalışmamız esansında laboratuvarında kültüre alınan bireylerde ve arazide yapılan gözlemlerde; 11 Temmuz tarihinde pupa döneminde kültüre alınan bireylerde 22 Temmuz tarihinde ergin çıkışı olmuştur. 5 Temmuz tarihinde kültüre alınan olgun larvaların 9 Temmuz tarihinde pupa oldukları ve pupalarında 20-22 tarihinde ergin çıkışının olduğu görülmüştür 26 Temmuz- 7 Ağustos tarihleri arasındaki dönemde erginler görülmüştür. Ayrıca Ağustos ayı başında birinci ve son dönem larvalar ile ergin bireyler doğada bir arada görülmüştür. Erginler kısa mesafelerde uçuşup tekrar incir ağacına geldiği ve ağacın güneş almayan kısımlarında erginler yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Erginler daha çok ağaçların batı kısmında gölgelik yerde kısa

mesafe uçuşup tekrar ağaca kondukları görülmüştür.

Çalışmamızda en fazla zarar Botan nehri kenarında bulunan Yerlibahçe ve Gökçebağ köylerindeki ağaçlarda saptanmıştır. Bazı ağaçların yapraklarında % 70-80 oranında bulaşıklık tespit edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Choreutis nemorana, Siirt ilinde incir ağaçlarında son yıllarda zararlı olarak görülen bir böcek türüdür. Bu zararlı türün larvası, incir yaprakların parankimasında beslenmesi sonucu yapraklarda yenikler, deformasyon, yırtılmalar ve kurumaya sebep olduğunda incirde verim ve kalite kaybına neden olmaktadır. Siirt ilinde baraj sayısının artmasına bağlı olarak baraj havzasında olası bitki deseni de değişecektir. Özellikle son yıllarda meyve ağaçlarının dikim alanlarında artış olduğu gözlenmektedir. Bu meyve ağaçları arasında incire de talep artmıştır. İncirde verim ve kalite kaybın neden olan *C. nemorana*, süreç içerisinde incir üreticileri için ciddi bir tehdit oluşturabilir. Bu zararlının ilk kez tespit edilmesi, ilgili yetkililerin bu zararluya karşı uyarılması son derece önemlidir. Aksi takdirde, her geçen gün zararlı türün popülasyonu hızla artabilir ve zararın boyutu daha da büyüyebilir. *Choreutis nemorana* zararlısının Siirt ilinde ilk kez görülmesi nedeniyle, etkili bir izleme ve erken tespit sistemi oluşturulmasında yarar vardır. Daha sonraki süreçte zararlı popülasyonunun kontrol altına alınmasına ve yayılmasının önlenmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca

zararlıyla mücadelede etkili çözümler geliştirmek için yerel araştırma ve geliştirme çalışmaları desteklenmelidir. Siirt ilinde, *C. nemorana*'nın biyolojisi, ekolojisi ve mücadelesine yönelik çalışmaların yapılarak uygulayıcılar için teknik talimatının hazırlanması açısından önemlidir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Böcek örneklerinin teşhisini yapan Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR (Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kocaeli)'e içtenlikle teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akşit, T., Özsemerci, F., Çakmak, İ., 2003. Studies on determination of harmful fauna in the fig orchards in Aydin province (Turkey). *Turkish Journal of Entomology*, 27(3): 181-189.

Anonim, 2024. Türkiye incir üretim miktarı, https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&local_ale=tr (Erişim Tarihi: 01.02.2024).

Anonim, 2024. Türkiye incir üretim miktarı, https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&local_ale=tr (Erişim tarihi: 01.02.2024).

Barolo, M.I., Mostacero, N.R., López, S.N., 2014. *Ficus carica* L. (Moraceae): An ancient source of food and health. *Food chemistry*, 164: 119-127.

Burckhardt, D., Batta, Y., 2018. Taxonomy and biology of *Pauropsylla buxtoni* comb. nov. (Hemiptera: Psylloidea) on *Ficus carica* (Moraceae). *Journal of the Entomological Research Society*, 20(3): 39-52.

Chitgar, M.G., Ghadamyari, M., Sharifi, M., Sajedi, R.H., 2014. Partial characterization

of digestive carbohydrases in the midgut of fig tree skeletonizer moth, *Choreutis nemorana* Hübner (Lepidoptera: Choreutidae). *Trakia Journal of Sciences*, 12(1): 27.

Christian, E., Deutsch, H., Huemer, P., 2008. The fig-tree skeletonizer moth *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) gains ground in Austria (Lepidoptera: Choreutidae). *Beiträge zur Entomofaunistik*, 9: 178-180.

Coşkuncu, K.S., Gençer, N.S., Kumral, N.A., 2004. Osmangazi (Bursa) ilçesi Bursa siyahı incir bahçelerinde bulunan pyralidae familyası (Lepidoptera) türleri ve bulaşıklılık oranları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18: 115-127.

Crisosto, H., Ferguson, L., Bremer, V., Stover, E., Colelli, G., 2011. Fig (*Ficus carica* L.) in postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, Woodhead Publishing. pp. 134-160e.

Çakmak, İ., Akşit, T., 2020. Arthropod pests and nematodes associated with *Ficus carica* in Turkey, *Ficus carica*: Production, Cultivation and Uses, 163-183.

De Prins, W., Bagnée, J.Y., Georis, A., Spronck, R., Spronck, R., 2014. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) well established in Belgium. *Phegea*, 42(2): 29-32.

De Prins, W., De Prins, J., 2014. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lep.: Choreutidae), a new adventives species to the British Isles. *The entomologist's Record and Journal of Variation*, 126: 157-163.

Dueñas, M., Pérez-Alonso, J.J., Santos-Buelga, C., Escribano-Bailón, T., 2008. Anthocyanin composition in fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(2): 107-115.

Duke, J.A., 2002. Handbook of Medicinal Herbs (2nd ed.). CRC Press.

FAO, 2024. Dünya incir üretim miktarı, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 01.02.2024).

- Farina, P., Mazza, G., Benvenuti, C.I., Cutino, I., Giannotti, P., Conti, B., Bedini, S., Gargani, E., 2021. Biological notes and distribution in Southern Europe of *Aclees taiwanensis* Kôno, 1933 (Coleoptera: Curculionidae): A new pest of the fig tree. *Insects*, 12(1): 5.
- Fazekas, I., 2015. A fûge-levélmoly [*Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)] egy adventív faj Magyarországon.[*Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) an adventive species in Hungary (Lepidoptera: Choreutidae)]. *Microlepidoptera*, 8: 3-10.
- Gençer, N., Coşkuncu, K., Kumral, N., 2005. Bursa ilinde incir bahçelerinde görülen zararlı ve yararlı türlerin saptanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2): 24-30.
- Gülperçin, N., Balbakan, M., Tezcan, S., 2020. Tire (İzmir) yöresi incir bahçelerindeki taklaböcekleri (Coleoptera: Elateridae) biyoçeşitliliğinin besin tuzaklarla izlenmesi. *Acta Biologica Turcica*, 33(2): 80-87.
- Karsholt, O., Nieukerken, E.J., Van., 2013. Lepidoptera, Moths. Fauna Europaea version <https://fauna-eu.org>, (Accessed: 01.06.2017).
- López-Martínez, V., Vargas-Cardoso, O.R., Alia-Tejacal, I., Toledo-Hernández, V.H., Corona-López, A.M., Delfin-González, H., Guillen-Sánchez, D., Jiménez-García, D., 2015. Xylophagous beetles (coleoptera: Buprestidae and Cerambycidae) from *Ficus carica* L. (Moraceae) in Morelos, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 69: 780-788.
- Mawa, S., Husain, K., Jantan, I., 2013. *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, traditional uses and biological activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 974256.
- Mifsud, I.D., Falzon, A., Malumphy, C., de Lillo, E., N. Vovlas, Porcelli, F., 2012. On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 5: 5-34.
- Moniruzzaman, M., Yaakob, Z., Khatun, R., Awang, N., 2017. Mealybug (Pseudococcidae) infestation and organic control in fig (*Ficus carica*) orchards of Malaysia. In *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. Royal Irish Academy*, 117(1): 25-32.
- Rasool, I.F.U., Aziz, A., Khalid, W., Koraqi, H., Siddiqui, S.A., AL-Farga, A., Lai, W.F., Ali, A., 2023. Industrial application and health prospective of fig (*Ficus carica*) by-products. *Molecules*, 28(3): 960.
- Stojanović, D.V., Jerinić-Prodanović, D., Kereši, T., Graora, D., Marković, M., 2020. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) in Serbia. *Topola*, 206: 29-34.
- Vaneva-Gancheva, T.T., 2017. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) first record in Bulgaria. *Silva Balcanica*, 18(2): 43-47.
- Zouba, A., 2010. First report of *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) in Tunisia. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4(2): 96-97.

Atf Şekli

Kaplan, C., Dilmen, H., 2024. Siirt İlinde İncir Zararlısı *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae). *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 422-430. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11239900>.

To Cite

Kaplan, C., Dilmen, H., 2024. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Choreutidae) Pest of Fig in Siirt Province. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 422-430. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11239900>.



Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarında Farklı Priming ve Kaplama Uygulamalarının Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Mehmet ÖTEN ^{1*}, Beyzanur TUZLACI ¹

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): mehmetoten@subu.edu.tr

Özet

Son yıllarda yonca (*Medicago sativa* L.) yetiştirme teknikleri konusunda yapılan çalışmalara, tohum ön uygulamaları ve tohum kaplama yöntemleri de eklenmiştir. Bitki gelişim düzenleyici ürünler tohum ön uygulamalarında tercih edilmektedir. Denemede ön uygulama olarak tercih edilen ürünler, ilk defa bu amaçla kullanılmıştır. Deneme Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrürlü olarak kurulmuştur. Yapılan çalışmada priming aşamasında bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan ticari ürünlerden Keratin-L, Avesis Root, Momentum Plus ve Panoramix isimli ürünlerin farklı dozları kullanılmış, ön uygulama yapılan tohumlar daha sonra, kül, kil, melas ve nişasta kullanılarak kaplanmış ve yapılan bu priming ve kaplama işlemlerinin yonca tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerine olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. İncelenen özelliklerden en yüksek çimlenme hızı; Avesis Root'un 300 dozunda, çimlenme gücü Momentum'un 100, 200, 400 ve 500 dozu ile Keratin-L'nin 100 dozundan, kök yaş ağırlığı; Keratin-L'nin 300, 500 dozundan, kök kuru ağırlığı; Keratin-L'nin tüm dozlarından elde edilmiştir. Alınan veriler ışığında kullanılan priming ve kaplama maddelerinin yonca tohumuna uygun içerikler olduğu söylenebilir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :01.03.2024

Kabul Tarihi :15.04.2024

Anahtar Kelimeler

Tohum kaplama
yonca
priming
çimlenme
fide gelişimi

Determination of the Effect of Different Priming and Coating Applications on Germination and Early Seedling Development in Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Abstract

In recent years, seed pre-treatments and seed coating methods have been added to the studies on alfalfa (*Medicago sativa* L.) growing techniques. Plant growth regulator products are preferred in seed pre-applications. The products preferred as a preliminary application in the experiment were used for this purpose for the first time. The experiment was set up in the Laboratories of Sakarya University of Applied Sciences Faculty of Agriculture with 3 repetitions according to the randomized plots experiment pattern. In the study, different doses of Keratin-L, Avesis Root, Momentum Plus and Panoramix products from commercially available commercial products were used as plant growth regulators during the priming stage. The pre-applied seeds were then coated using ash, clay, molasses and starch, and it was observed that these priming and coating processes gave positive results on germination and seedling development of alfalfa seeds. The highest germination rate among the examined features; germination power of Avesis Root in 300 doses, root fresh weight of Momentum in 100, 200, 400 and 500 doses and Keratin-L in 100 doses; Keratin-L at 300, 500 doses, root dry weight; Obtained from all doses of Keratin-L. In the light of the data obtained, it can be said that the priming and coating materials used are suitable priming material for alfalfa seed.

Research Article

Article History

Received :01.03.2024

Accepted :15.04.2024

Keywords

Seed coating
alfalfa
priming
germination
seedling development

1. Giriş

Sürdürülebilir ve güvenilir kaba yem üretiminin en önemli yolu yem bitkileri tarımıdır (Akman ve ark., 2007). Yem bitkileri tarımı tarımsal faaliyetler içerisinde önemli bir yere sahip olup, tarımın da sigortası olarak görülmektedir. Tarım alanlarında üretilen otlar öncelikle hayvanlar tarafından tüketilerek et ve süt ürünlerine dönüştürülmekte ve insanların kullanabileceği ürünler haline getirilmektedir (Soya ve ark., 2004). Tarihi kayıtlar 3300 yıl önce Türkiye’de yoncanın bir yem bitkisi olarak kullanıldığını bildirmektedir (Hanson ve ark., 1988). Yem bitkileri içerisinde yer alan yonca (*Medicago sativa* L.), ucuz bir yem kaynağı olması, hayvanların mide florası için gerekli besin içeriklerini içermesi, besin vitamin ve minerallerce zengin olması, hayvanların üreme kabiliyetini artırması, yüksek kalite ve standartta hayvansal ürün sağlaması bakımından hayvan beslemede çok büyük öneme sahip bir bitkidir. Yonca hayvanların günlük protein ihtiyacını fazlasıyla karşılaması bakımından da son derece önemli bir yem bitkisidir. Yoncanın hayvan beslemesi dışında bir başka önemli rolü de toprak verimliliği büyük oranda arttırmasıdır. Özellikle azot eksikliği bulunan tarım arazilerinde azot miktarının arttırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca yonca, uzun kök yapısı sayesinde toprağın derinliklerinde bulunan mineral maddelere ulaşarak, toprağın havalanmasını sağlamaktadır (USDA, 1997). Adaptasyon yeteneği yüksek, vejetasyon süresince birçok kez biçilebilir, uzun ömürlü, yüksek verimli ve bazı çeşitlerinin otlatılabilir olması nedenleriyle yonca diğer yem bitkilerinden ayrılmaktadır. Ülkemiz yoncanın gen merkezidir ve değişik iklim, toprak koşullarına uyum gösterdiği için Türkiye’nin hemen her yöresinde yetiştirilmekte ve son yıllarda da ekiliş alanı giderek artmaktadır (Kır ve Soya, 2008). Yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılan yonca, ülkemizde 644 bin ha ekim alanıyla yem bitkileri yetiştiriciliğinde en çok üretimi yapılan yem bitkisi durumundadır (TÜİK, 2022).

Geniş ekiliş alanına sahip yoncada son

yıllarda kaplanmış tohum kullanımı artmaktadır (Anonim, 2023). Kullanılan kaplama malzemeleri ile yonca çıkış ve verim performansını etkileyici maddelerin kullanımında üreticinin verim kaybı yaşamaması için ön çalışmaların yapılması gerekmektedir. Kaplamanın performansını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Burada kullanılan primingler ve kaplama materyalleri ile bunların kullanım oranları son derece önem arz etmektedir. Priming, birçok farklı tohumun kalitesini arttırmak, çimlenmeyi ve depolama performansını iyileştirmek için kullanılan bir yöntemdir (McDonald, 2000). Bu yöntem tohumların, çimlenmeden önce metabolizmalarını aktif hale getirerek, tohumdan kökçüğün çıkmasına izin verilmeden bir solüsyon içerisinde nemlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Priming uygulamasının faydaları; nükleik asitlerin onarımı ve oluşumu, protein sentezinin artması ile hem mitokondrinin hem de hücre zarlarının onarımı olarak ifade edilmektedir (McDonald, 2000). Ayrıca priming uygulamaları ile tohumlarda antioksidan mekanizması yenilenmektedir. Bununla birlikte, priming tekniği ile iyileştirilmiş tohumların çimlenmesinin ardındaki fizyolojik nedenler ve biyokimyasal değişiklikler halen belirsizdir. Tohum canlılığını iyileştirmek için kullanılan priming tekniği ile türe göre değişen kritik nem kapsamı yükselmektedir. Bu sayede uzun periyotlarda ve aerobik koşullarda, canlılıkta iyileşme sağlanmaktadır. Elkoca (2007), priming uygulamasının kök ve sürgün çıkışının hızlı olmasına ve kuvvetli fide gelişimine etkili olduğu dolayısıyla da verimin arttığı, ancak, her bir bitki türünde etkili bir şekilde uygulanabilecek priming tekniğinin birbirinden farklı olabileceğini, her bir tekniğin üstün yanlarını da dezavantajlı yönlerini de araştırmak gerektiğini bildirmiştir.

Tohum yüzeyine uygulanan kaplamalar günümüzde daha çok; tohumların şekil özelliklerini ve tohum çimlenmesini geliştirmek, yabancı ot, hastalık, zararlılar vb. gibi olumsuz etmenlerden bitkileri korumak için yapılmaktadır. Tohumculuk sektöründe son 20 yılda tohum kaplama büyük önem

kazanmıştır. Tohum kaplama sistemleri Avrupa, ABD ve Uzakdoğu ülkelerinde çeşitli firmalar tarafından yürütülüp yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak ekonomisi tarıma bağlı olan birçok ülkede yeterli düzeyde gelişmemiştir. Tohum kaplama teknolojileri, peletleme, film kaplama ve her iki uygulamanın bir arada (pelet+film kaplama) yapıldığı üç ana uygulamayı kapsamaktadır (Taylor ve ark., 1998; Hacıyusufoğlu ve Güler, 2015). Tohum peletlemesi bitki yetiştirme tekniğinde performansı arttıran önemli bir unsurdur. Tohum kaplamada, dolgu materyali ve bağlayıcı maddeler kullanılmaktadır (Sachs ve ark., 1981). Ayrıca kaplanan tohumların boyanması amacıyla çeşitli boyalar kullanılmaktadır. Kaplama işleminde kullanılan yapıştırıcı maddenin amacı kaplama materyalinin tohum yüzeyine tutunmasını sağlamaktır. Bu amaçla çeşitli nişastalar, şeker, akasya sakızı, vinil polimerler, kil, selüloz ve su kullanılmaktadır (Sachs ve ark., 1981). Tohumları makinalı ekime uygun hale getirmek, hastalık ve zararlılara karşı korumak, tohumun çimlenme gücünü, fide büyümesini, kök ve filiz gelişimini, yaprak alanını, kuru ağırlık ve verimi arttırmak amaçlarıyla (Gevrek ve ark., 2012; Tavares ark., 2013), yapılan tohum kaplama işleminde, bitki büyüme düzenleyicileri, bitki besin elementleri, yararlı organizmalar, fungusitler, insektisitler, herbisitler, kimyasal ve biyolojik maddeler kullanılmaktadır (Rufino ark., 2013; Corlett ark., 2014). Ayrıca Dumanoglu ve Öztürk (2022)'te kaplama ile birlikte tohumlara ilaç, hormon gibi tohum özelliklerini iyileştirici ve verim artışını sağlayan materyaller de ilave edilebileceğini bildirmişlerdir. Kaplamada kullanılan boya veya renklendirici maddesi ise, tohum kaplamacılığında yasa gereği tohumların işlendiğinin anlaşılması için gereklidir. Tüm işlenmiş tohumlar sadece onaylanmış renklendiriciler veya boyalar içermelidir. Tohum kaplama malzemeleri için EPA (Environmental Protection Agency) onaylı boyalar (sarı, mor, mavi, kırmızı, yeşil) kullanılmaktadır (Robani, 1994). Kaplamada kullanılacak maddelerin özelliği ve kalınlığı, tohum çimlenmesini etkilemektedir. Bu

nedenle, tohum çıkışına engel olmayacak özellikte kaplama materyali ve kalınlığı olmalıdır (Barut, 2006). Kaplamada kullanılan kil, kum gibi materyallerin tohumun oksijen alımını sınırladığı Sachs ve ark. (1981) tarafından belirtilmiştir. Grellier ve ark. (1999), kaplama kalınlığının oksijen ve su alımına doğrudan etki ettiğini belirtmiştir. Bu sebeple kullanılacak kaplama maddelerinin test edilmeden kullanılmaması önerilmektedir (Robani, 1994).

Farklı bitkilerde, farklı ön uygulama malzemeleri ile çalışmalar yürütülmüştür. Örneğin, Sivritepe ve ark. (2003)'nin yaptığı çalışmada priming aşaması için Tuz (NaCl) solüsyonu kullanılmış ve çalışmada kullanılan kavun bitkisi tohumlarında çimlenmeyi hızlandırdığı, fidelerde kuru madde içeriği ve tuz stresine dayanımı artırdığı tespit edilmiştir (Sivritepe ve ark., 2003). NaCl çözeltisi ile priming uygulamasının ayçiçeğin bitkisi tohumlarında (Bajehbaj, 2010) ve mısırdaki (Bakht ve ark., 2011) olumlu etkilerinin olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Yine Çarpıcı ve ark. (2018)'in İngiliz çiminde yapmış olduğu NaCl ön uygulamalarının sapçık uzunluğu, sapçık ve kökçük yaş ağırlıkları üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Örneğin Doğan ve Zeybek, (2009) tarafından yapılan çalışmada, kaplama işleminin susam bitkisinde bitki boyunu, yan dalları ve bitki başına kapsül sayısını ciddi ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Diğer taraftan kaplama malzemesinin miktarının da önemli olduğu bazı çalışmalarda gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada, lahanada tohumlarında kaplanan madde miktarı arttıkça tohum çimlenmesi önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Wu ve ark., 2018). Hacıyusufoğlu ve Erkul (2015), arpa tohumlarını peletleme maddesi ile kaplamış ve daha sonra kaplı tohumların üzerine farklı oranlarda sıvı humik+fulvik asit, N, P, K, azot ve çinko uygulamışlardır. Araştırma sonunda çimlenme hızı ve çimlenme gücü üzerine, humik+fulvik, asit+azot uygulamalarının önemli derecede olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma, farklı bitki gelişim düzenleyicileri ile ön muamele yapıp,

kaplanmış yonca tohumlarının çimlenme ve fide gelişim performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesinde tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Denemede “Beyzade” çeşit adayı yonca (*Medicago sativa* L.) tohumluk materyali olarak kullanılmıştır. Bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan Kerotin-L, Avesis Root, Momentum Plus ve Panoramix isimli ticari ürünlerin farklı dozları (100 ml l⁻¹, 200 ml l⁻¹, 300 ml l⁻¹, 400 ml l⁻¹, 500 ml l⁻¹) kaplama öncesinde tohumlara uygulanmıştır. Denemede ayrıca kontrol grubu olarak hem hiçbir uygulama yapılmayan tohum hem de priming uygulaması yapılmadan kaplama yapılmış tohumlar kullanılmıştır. Kaplama esnasında toprak kökenli patojenlere karşı kullanılan ticari fungusitlerden Metalaxyl, kaplama materyali olarak kullanılan kül ve kil karışımına ilave edilmiştir. Kaplama materyalinin tohum üzerine yapışmasını sağlamak için mısır nişastası ve melas kullanılmıştır.

2.1 Tohum sterilizasyonu

Çalışmada kullanılan çeşit adayı Beyzade yonca tohumları priming öncesinde suyla yıkanarak, kaba toz ve kirlerinden temizlenmiştir. Daha sonra % 0.05’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 1 dakika bekletilip, steril saf su ile 3 kez yıkanarak, yüzey sterilizasyonu işlemi tamamlanmıştır.

2.2 Priming uygulaması

Denemede bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan ticari ürünlerden Kerotin-L, Avesis Root, Momentum Plus ve Panoramix Plus isimli ürünlerin 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 ml L⁻¹ dozları kaplama öncesinde priming tekniği ile tohumlara uygulanmıştır. Priming aşamasında her işlem için; 50 g tohum 100 ml priming çözeltisi içerisinde, 1 saat süreyle tutulmuştur. Yapılan ön uygulama işlemi sonunda tohumlar süzülerek, 5 saat süreyle 38°C’de etüvde kurutulup, tohum kaplama işlemi için hazır hale getirilmişlerdir.

2.3 Tohum kaplama işlemi

Kaplama işlemlerinde dolgu olarak; kül ve kil yapıştırıcı olarak da mısır nişastası ve melas kullanılmıştır. Kaplama işlemi yapılırken, tohumlar falkon tüpleri içerisinde kaplama maddeleriyle karıştırılmıştır. Daha sonra kaplama yapılan tohumlar kurutulmaları için etüve konulmuştur.

2.4 Tohumların çimlendirilmesi

Kaplama yapılan yonca tohumları, içerisinde çift katmanlı çimlendirme kağıtları bulunan petri kaplarına 50 adet tohum olacak şekilde yerleştirilmiş ve 10 ml saf su ilave edilmiştir. Buharlaşmayı engellemek için petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılmıştır. Bu işlemlerden sonra petri kapları 10 saat karanlık 14 saat aydınlık koşullara sahip 20±1°C sıcaklığa ayarlanmış çimlendirme kabinlerine konulmuştur (Şehrali, 1997).

2.5 Denemede gözlem alınması

Denemenin 4. gün çimlenme hızı ve 10. gün çimlenme gücü gözlemleri alınmıştır (ISTA, 2013). Ayrıca 10. günün sonunda kök uzunluğu (cm) fide uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), fide yaş ağırlığı (g) ve fide kuru ağırlığı (g) gözlemleri alınmıştır. Çimlenme Oranı (%): 15 günün sonunda çimlenen tohumlar sayılıp, (çimlenen tohum/toplam tohum) × 100 formülüyle hesaplanmıştır. Sapçık ve Kökçük Uzunluğu (mm): Çimlenmeden sonra tesadüfen seçilen 10 bitkinin uzunlukları milimetrik cetvelle ölçülmüş, 2 mm’yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. 4. günde yapılan ilk sayımda çimlenen tohumların oranı çimlenme hızı, 10. günde yapılan sayımda çimlenen tohumların oranı ise çimlenme gücü olarak belirlenmiştir. Her iki gözlem; çimlenen tohum sayısı toplam tohum sayısına bölünüp, 100 ile çarpılarak elde edilmiştir. Fide ve kök yaş ağırlığı çimlenmeden sonra tesadüfen seçilen homojen 10 bitkinin yaş ağırlığı hassas terazide tartılarak bulunmuştur. Fide ve kök kuru ağırlığı, yaş ağırlığı alınan örneklerin 70 °C’de 48 saat kurutulup, tartılması ile belirlenmiştir.

2.6 İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Aralarında farklılık tespit edilen özellikler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çimlenme hızı

Yonca tohumlarında uygulamalara bağlı olarak belirlenen çimlenme hızlarına ait ortalamalar ve duncan grupları Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre en yüksek çimlenme hızı değeri Avesis Root'un, 300 ml l⁻¹ dozunda % 97.3 olarak belirlenirken bu uygulama ile Panoramix'in 1, 100, 200 ml l⁻¹ dozları, Avesis root'un 1, 100, 200 ml l⁻¹ dozları, Keratin L'nin 1 dozu ve Momentum'un 1, 100, 200, 400 ml l⁻¹ dozları aynı istatistik grupta yer almışlardır (Tablo 1). Diğer taraftan en düşük çimlenme hızı % 82.0 ile Panoramix'in 300 ml l⁻¹ dozunda belirlenmiş ve bu uygulama kontrol, Momentum 500 ml l⁻¹, Keratin L 300, 500 ml l⁻¹ ve Panoramix 500 ml l⁻¹ uygulamaları ile aynı istatistik grupta yer almıştır. Kulan ve Kaya (2016)'ın 4 farklı şeker pancarının kaplamalı ve kaplamasız tohumlarında çimlenme, çıkış ve verimi incelendiği çalışmada; en yüksek çimlenme hızı Giraf çeşidinin kaplamasız tohumlarında (% 85.0), en düşük çimlenme hızı ise Stine çeşidinin kaplanmış tohumlarında (% 11.0) belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen değer bulgularımızdan düşük olup, bu durum çalışılan materyal farkından kaynaklanmış olabilir.

3.2. Çimlenme gücü

Çimlenme gücüne ait ortalamalar ve Duncan grupları Tablo incelendiğinde en yüksek çimlenme gücü Momentum'un 100, 200, 400, 500 ml l⁻¹ dozunda ve Keratin-L'nin 100 ml l⁻¹ dozunda görülmüştür. En düşük çimlenme gücü ise Momentum'un 0, Keratin-L'nin 0, Avesis Root'un 0 ve Panoramix'in 0 dozundan elde edilmiştir. Ön uygulama yapılan tohumlarda çimlenme gücünde yüksek sonuçlar elde edilirken, hiçbir uygulama

yapılmamış kontrollerde, Momentum'un 300 dozunda, Avesis Root'un 300 dozunda ve Panoramix'in 300 dozunda diğer dozlara göre daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Çimlenme gücünün en yüksek değerlerinin priming maddelerinden Momentum'da % 98.6 olarak tespit edildiği görülmektedir. Kullanılan kaplama maddeleri içinde çimlenme gücü özelliği açısından en iyi sonuçlar Momentum uygulamasında görülürken, en düşük değerler ise hiçbir işlem görmemiş kontrol tohumlarında (% 85.0) görülmüştür. Aslan ve ark. (2022), kaplanmış Nimet yonca tohumlarının tuzluluk koşullarında çimlenme ve fide çıkışlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda mevcut çalışmadan farklı olarak uygulanan tuz stresi çimlenmeyi olumsuz etkilediği görülmüştür. Çalışmada en yüksek çimlenme gücü tuzluluk stresinin kontrol dozunda % 88.50 olarak görülürken, en düşük değer ise % 21.33 ile 250 Mm tuzluluk dozunda görülmüştür. Bu sonuçlara bakıldığında kaplanmış yonca tohumlarının tuz stresi altında düşük çimlenme gücü verdiği tuz stresinin uygulanmadığı, sadece kaplama işleminin yapıldığı uygulamada ise gözle görülür olumlu sonuçlar elde edildiği saptanmıştır. Çelen ve Gökçöl (2021)'ün yaygın fiğ tohumlarında çimlenme ve fide çıkış performanslarının iyileştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, en yüksek çimlenme gücü değerinin % 91.0 olduğu en düşük değer ise % 80.5 olduğu görülmüştür. Kaplama ve priming uygulamalarının çalışmamızla benzer şekillerde çimlenme gücü üzerinde olumlu etkileri olduğu söylenebilir.

3.3. Kök uzunluğu

Kök uzunluğuna ait ortalamalar ve Duncan grupları incelendiğinde en yüksek kök uzunluğuna Momentum'un 1 (3.17 cm), Keratin-L'nin 1 (3.17 cm), Avesis Root'un 1 (3.17 cm), Panoramix'in 1 (3.17 cm) dozları sahip olmuştur. Keratin-L'nin 400 (0.86 cm) dozunda ise en düşük kök uzunluğu değeri elde edilmiştir. Tablo 1. incelendiğinde; ön uygulama işleminde genel olarak yüksek sonuçlar gösterdiği, kontrol ile Momentum'un 400, 500 dozları, Keratin-L'nin 400 dozu ve Avesis Root'un 400 dozu diğer dozlara göre

daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Kök uzunluğunda priming işlemi uygulanmadan kaplanan tohumlarda en yüksek değer 3.17 cm olarak tespit edilmiştir. Keratin-L'nin 400 (0.86) dozunda ise en düşük kök uzunluğu değerine sahip olduğu görülmüştür. Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün saksı ortamında yaptığı kaplanmış yonca tohumlarının çimlendirme çalışmasında; kök uzunluğu ortalamalarında en yüksek değerler 7.35- 8.40 cm arasında iken en düşük değer ise 3.44 cm olarak belirtilmiştir. Aydınoglu (2019)'nun priming uygulanmış bazı baklagil tohumlarının farklı stres koşullarındaki çimlenme özelliklerinin ve fide gelişimlerini incelediği çalışmasında yaygın fiğ fidelerinin kök uzunluklarının kuraklık seviyesi, priming süresi ve priming dozu faktörlerinden istatistiki anlamda 0,01 seviyesinde önemli derecede etkilendiğini ortaya koymuştur. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara bakıldığında kök uzunlukları 27.78 mm ile 76.22 mm arasında değişmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Aydınoglu (2019)'nun elde ettiği sonuçlarla benzerlik gösterirken, Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Farklılığın nedeni olarak

3.5. Kök yaş ağırlığı

Kök yaş ağırlığına ait ortalamalar ve Duncan grupları Tablo 2'de belirtilmiştir. Tablo incelendiğinde en yüksek kök yaş ağırlığı ortalamalarının Keratin-L'nin 300 ve 500 ml l⁻¹ dozlarında, en düşük kök yaş ağırlığı ortalamalarının ise Momentum 300 ml l⁻¹ dozunda belirlendiği görülmektedir. Ön uygulama ve farklı dozlarında kök yaş ağırlığı açısından yüksek değerler elde edilirken, uygulamaların kendi dozları içerisinde ise Momentum'un 500 dozunda, Keratin-L'nin 100 dozunda, Avesis Root'un 300 dozunda ve Panoramix'in 300 dozunda en düşük kök yaş

çimlendirme denemelerinin yürütüldüğü ortamların farklılığı gösterilebilir.

3.4. Fide uzunluğu

Çalışma sonucunda elde edilen fide uzunluğuna ait ortalamalar ve Duncan grupları incelendiğinde en yüksek fide uzunluğu; Momentum'un 400 (3.10 cm) dozu, Keratin-L'nin 100 (3.06 cm), 200 (3.25 cm) dozu ve Panoramix'in 400 ml l⁻¹ (3.20 cm) dozunda görülmüştür (Tablo 1). Çalışmada fide uzunluğunun, priming ve kaplama uygulamalarından olumlu etkilendiği görülmüştür. Ancak priming uygulamalarında artan dozlar ile ortalamalar arasında büyük farkların olmadığı görülmektedir. Fide uzunluğu bakımından priming ve kaplama işlemi uygulanmış tohumlar kontrole göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022), Bilensoy yonca çeşidine ait tohumlarla saksı ortamında yaptıkları çalışmada, en düşük fide uzunluğunu 5.38 cm, en yüksek fide uzunluğu ise 7.37 cm olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar araştırmacıların bildirdiği değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu durum her iki çalışmanın farklı çimlendirme ortamlarında yürütülmüş olmasından kaynaklanmış olabilir. ağırlıkları tespit edilmiştir. Priming uygulamalarının dozları arasında önemli farklar görülmemiştir. Bıçakçı ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada, kuraklık stresine maruz kalan kaplanmış yonca tohumlarında kontrol grubunda kök yaş ağırlığının ortalaması 4.33 mg iken, kaplanmış tohumlarda bu değer en düşük 2.79 mg, en yüksek ise 5.58 mg olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar Bıçakçı ve ark. (2020)'nin sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışmalarda yer alan farklı uygulamalardan kaynaklanabileceği gibi kullanılan yonca çeşitlerinden de kaynaklanmış olabilir.

Tablo 1. Çimlenme hızı, çimlenme gücü, kök uzunluğu, fide uzunluğu ortalamaları ve duncan gruplandırılmaları

Uygulama	Doz	Çimlenme hızı	Çimlenme gücü	Kök uzunluğu	Fide uzunluğu
Momentum	0	82.6 h ₁	85.3 h	1.74 hj	2.46 dg
Momentum	1	93.3 ad	93.3 de	3.17 a	2.51 dg
Momentum	100	96.0 ac	98.6 a	2.58 bc	2.70 ce
Momentum	200	96.6 ab	98.3 ab	2.30 cd	2.66 ce
Momentum	300	90.0 dg	93.3 de	2.26 de	2.73 cd
Momentum	400	93.3 ad	96.0 ad	1.57 j	3.10 ab
Momentum	500	86.6 fi	95.6 ae	1.94 fi	2.49 dg
Keratin L	0	82.6 h ₁	85.3 h	1.74 hj	2.46 dg
Keratin L	1	93.3 ad	93.0 df	3.17 a	2.51 dg
Keratin L	100	90.0 dg	97.6 ac	1.92 gi	3.06 ab
Keratin L	200	87.3 eh	93.3 de	1.97 eh	3.25 a
Keratin L	300	84.0 h ₁	90.0 fg	1.56 j	2.72 cd
Keratin L	400	86.6 fi	88.6 g	0.86 k	2.56 cg
Keratin L	500	86.0 g ₁	92.6 ef	1.68 hj	2.55 cg
Avesis root	0	82.6 h ₁	85.3 h	1.74 hj	2.46 dg
Avesis root	1	93.3 ad	93.3 de	3.17 a	2.51 dg
Avesis root	100	96.0 ac	95.3 be	2.46 bd	2.45 dg
Avesis root	200	95.3 ac	93.6 de	2.32 cd	2.83 bc
Avesis root	300	97.3 a	87.3 gh	2.24 df	2.42 eg
Avesis root	400	91.3 cf	94.6 ce	1.64 ij	2.44 dg
Avesis root	500	92.0 be	92.6 ef	2.16 dg	2.64 cf
Panaromix	0	82.6 h ₁	85.3 h	1.74 hj	2.46 dg
Panaromix	1	93.3 ad	92.6 ef	3.17 a	2.51 dg
Panaromix	100	94.6 ad	95.3 be	3.18 a	2.48 dg
Panaromix	200	93.3 ad	95.3 be	2.36 bd	2.31 g
Panaromix	300	82.0 ₁	87.3 gh	2.64 b	2.35 fg
Panaromix	400	92.0 be	94.6 ce	2.64 b	3.20 a
Panaromix	500	84.0 h ₁	92.6 ef	2.43 bd	2.58 cg
CV (%)		3.3	2.1	8.5	6.6

0: Hiçbir uygulama yapılmayan tohum, 1: Primingsiz kaplama yapılmış tohum

3.6. Fide yaş ağırlığı

Çalışmadan elde edilen fide yaş ağırlığına ait ortalamalar ve Duncan grupları incelendiğinde kontrol uygulaması en yüksek fide yaş ağırlığına sahip olmuştur. Ön uygulamalardan Momentum'un 100, 200, 400 dozu, Keratin-L'in 200 dozu, Avesis Root'un 200 ve 400 dozu da kontrol ile aynı istatistik grupta yer almışlardır. Çalışmada en yüksek fide yaş ağırlığı değeri 0.235 g ile Keratin-L uygulamasının 200 ml l⁻¹ dozunda belirlenmiştir. Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün saksı ortamındaki çalışmasındaki çalışmada en yüksek kök yaş ağırlığı işlem görmüş ticari tohumlarda 0.8366 g, en düşük kök yaş ağırlığı ise işlem görmemiş tohumlarda 0.5420 g olarak belirlenmiştir. Bıçakçı ve ark. (2020), yonca tohumlarında yaptıkları kuraklık stresi çalışmasında strese maruz bırakılmış ve kaplama işlemi uygulanmış tohumlarda en düşük fide yaş ağırlığı 16.29 mg iken, en yüksek fide yaş ağırlığı ise 18.16 mg bulunmuştur. Hiçbir işlem görmemiş kontrol tohumlarında ise fide yaş ağırlığı değeri 24.45 mg olurken, kaplama işleminin aksine daha iyi sonuçların alındığı

görülmüştür. Bu çalışmada belirlenen fide yaş ağırlığı değerleri Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün çalışmasından farklı, kontrol uygulaması bakımından ise Bıçakçı ve ark. (2020)'nin sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

3.7. Kök kuru ağırlığı

Kök kuru ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer 0.012 g ve en düşük değer ise 0.003 g olduğu belirlenmiştir. Priming uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine olumlu etkide bulunduğu görülmektedir. Uygulamalar kendi içlerinde değerlendirildiğinde, genel olarak en iyi sonuçlar Keratin-L uygulamasından elde edilirken, Momentum'un 300 ve 500 dozu, Keratin-L'nin 100 dozu, Avesis Root'un 300 dozu ve Panoramix'in 300 dozu en düşük kök kuru ağırlığına sahip dozlar olmuşlardır. Bıçakçı (2019)'nin yaptığı çalışmada kökçük kuru ağırlığı kaplama uygulamaları ile 3.21 mg'dan 4.25 mg'a yükseldiği belirtilmiştir. Mevcut çalışmada alınan verilerle Bıçakçı (2019)'un yaptığı çalışmadaki alınan verilerle farklılığına uygulanan stress koşullarının sebebiyet vermiş olabileceği düşünülmektedir.

3.8. Fide kuru ağırlığı

Çalışmanın sonuçlarına göre belirlenen fide kuru ağırlıkları ve Duncan grupları Tablo 2'de sunulmuştur. Buna göre, Keratin-L'nin 100 (0.062 g) ve 200 (0.062 g) dozları ile Panoramix'in 500 (0.056 g) dozu, en yüksek fide kuru ağırlığına sahip olan dozlar olarak belirlenmiştir. En düşük fide kuru ağırlığı ise Panoramix uygulamasının 400 ml l⁻¹ (0.031 g) dozundan elde edilmiştir (Tablo 2). Uygulamaların artan dozlarının fide kuru ağırlığının az miktarda da olsa azalttığı görülmüştür. Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün saksı ortamında yürüttükleri çalışmada kaplanmış yonca tohumlarında en

yüksek fide kuru ağırlığı 0.0505 g olarak elde edilirken, en düşük fide kuru ağırlığı 0.0370 g olarak belirlenmiştir. Aslan ve ark. (2018)'nin yonca tohumlarıyla yaptığı çalışmada ise en yüksek fide kuru ağırlığının 5.16 mg, en düşük fide kuru ağırlığı değerinin ise 2.33 mg olduğu bildirilmiştir. Bıçakçı ve ark. (2020)'nin yonca tohumlarında yaptıkları kuraklık stresi çalışmasında strese maruz bırakılmış ve kaplama işlemi uygulanmış tohumlarda ise en düşük fide kuru ağırlığı 3.12 g olduğu belirtilirken, en yüksek fide kuru ağırlığının ise 4.04 g olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022)'ün çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 2. Kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı ortalamaları ve duncan gruplandırılmaları

Uygulama	Doz	Kök yaş ağırlığı	Fide yaş ağırlığı	Kök kuru ağırlığı	Fide kuru ağırlığı
Momentum	0	0.042 bc	0.201 ae	0.012 a	0.040 dh
Momentum	1	0.042 c	0.164 fh	0.007 cd	0.032 gh
Momentum	100	0.020 jk	0.222 ac	0.005 eg	0.047 be
Momentum	200	0.024 gh	0.215 ad	0.006 ce	0.034 fh
Momentum	300	0.018 kl	0.193 cg	0.004 fh	0.039 eh
Momentum	400	0.024 gh	0.233 ab	0.007 cd	0.046 be
Momentum	500	0.016 ı	0.171 dh	0.004 gh	0.041 dg
Keratin L	0	0.043 bc	0.201 ae	0.012 a	0.040 dh
Keratin L	1	0.042 c	0.164 fh	0.012 a	0.045 ce
Keratin L	100	0.024 gı	0.200 ae	0.006 ce	0.062 a
Keratin L	200	0.044 bc	0.235 a	0.012 a	0.062 a
Keratin L	300	0.047 a	0.161 gı	0.012 a	0.050 bd
Keratin L	400	0.025 eh	0.126 ı	0.007 cd	0.052 bc
Keratin L	500	0.045 ab	0.142 hı	0.012 a	0.046 ce
Avesis root	0	0.042 bc	0.201 ae	0.012 a	0.040 dh
Avesis root	1	0.042 c	0.164 fh	0.012 a	0.042 cf
Avesis root	100	0.034 d	0.175 dh	0.009 b	0.039 eh
Avesis root	200	0.026 eg	0.199 af	0.007 cd	0.041 dg
Avesis root	300	0.021 ij	0.166 eh	0.005 dg	0.041 dg
Avesis root	400	0.028 ef	0.205 ad	0.007 bc	0.047 be
Avesis root	500	0.025 fh	0.198 bf	0.006 ce	0.046 be
Panaromix	0	0.042 bc	0.201 ae	0.012 a	0.040 dh
Panaromix	1	0.042 c	0.164 fh	0.012 a	0.042 cf
Panaromix	100	0.022 hj	0.151 hı	0.006 cf	0.035 fh
Panaromix	200	0.017 ı	0.143 hu	0.004 fg	0.042 cf
Panaromix	300	0.010 m	0.147 hı	0.003 h	0.033 fh
Panaromix	400	0.025 fh	0.190 cg	0.007 cd	0.031 h
Panaromix	500	0.028 e	0.158 gı	0.007 bc	0.056 ab
CV (%)		6.1	12	13.6	13.9

0: Hiçbir uygulama yapılmayan tohum, 1: Primingsiz kaplama yapılmış tohum

Tüm özellikler birlikte değerlendirildiğinde; yonca tohumlarına uygulanan priming ve kaplama işlemlerinin tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerinde olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiş ve kullanılan priming maddelerinin yonca tohumları için uygun oldukları görülmüştür. Ayrıca kaplama

işleminin kök gelişimi ve çimlenme hızı üzerinde priming işlemi yapılmaya dahi gözle görülür sonuçlar verdiği saptanmıştır.

4. Sonuçlar

Giderek artan nüfus ve olumsuz iklim şartları tüm dünya genelinde olumsuz birçok sorun teşkil etmektedir. Tarımsal sorunlar bu olumsuz sorunlar içinde son derecede önemli

konulardan biridir. Dünya genelinde insan ve hayvan varlığı arttıkça gıdanın temelini oluşturan tohum ve tohumculuk sektörü de stratejik olarak büyük bir önem kazanmıştır. Bitkisel üretimin en önemli noktası olan tohum bitkinin en değerli materyali olarak görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan priming ve kaplama işlemleri tohumun fide gelişimi ile çimlenme üzerinde olumlu etki yaparken, aynı zamanda kaplanmış tohum kullanımını pnömatik ekimlerde tohum atlaması, tohum zayıflığının önüne geçme gibi sorunlara da olumlu yönde etkilemektedir. Çalışmada incelenen özelliklerden çimlenme hızı en yüksek Avesis Root'un, 300 (% 97.3) dozunda gözlemlenmiştir. En yüksek çimlenme gücü ise Momentum'un 100, 200, 400 ve 500 dozunda, Keratin-L'nin 100 dozunda görülmüştür. En yüksek kök uzunluğu değerine Momentum'un 1, Keratin-L'nin 1, Avesis Root'un 1, Panoramix'in 1 dozları sahip olmuştur. Kök uzunluğunda priming işlemi uygulanmadan kaplanan tohumlarda en yüksek değer 3.17 cm olarak tespit edilmiştir. Fide uzunluğunda; Momentum'un 400 dozu, Keratin-L'nin 100 ve 200 dozu ile Panoramix'in 400 dozu ön plana çıkmıştır. Keratin-L'nin 300, 500 dozu en yüksek kök yaş ağırlığına sahip olurken, genel olarak kök kuru ağırlığında en iyi sonuçlar da Keratin-L değişik dozlarından elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığında olduğu gibi Keratin-L'nin 100 (0.062 g), 200 (0.062 g) dozları ile Panoramix'in 500 (0.056 g) dozu en yüksek fide kuru ağırlığına sahip priming uygulamaları olarak ön plana çıkmıştır. Çalışmada priming ve kaplama işlemlerinin uygulanması sonucu yonca tohumlarının çimlenme ve fide gelişiminde gözle görülür olumlu sonuçlar elde edilmiş ve kullanılan priming ve kaplama maddelerinin yonca tohumuna uygun içerikler olduğu görülmüştür. Hiçbir işlem görmemiş tohumlarla kıyaslama yapıldığında fide yaş ağırlığında beklenen olumlu sonuçlar alınmazken, çimlenme gücü, çimlenme hızı, kök uzunluğu gibi özelliklerde olumlu sonuçlar alınmıştır. En iyi sonuçların ise priming uygulamalarından Keratin-L'de görüldüğü gözlemlenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2023. Tohum kaplama yöntemleri ve kaplamada kullanılan materyaller. https://www.researchgate.net/publication/358349195_Tohum_Kaplama_Yontemleri_ve_Kaplamada_Kullanilan_Materyaller. (Erişim Tarihi: 18.09.2023).
- Akman. N., Aksoy, F., Şahin, O., Kaya, Ç.Y., Erdoğan, G., 2007. Cumhuriyetimizin yüzüncü yılında Türkiye'nin hayvansal üretimi. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Birliği Yayınları No:2.4. 116 s.
- Aydinoğlu, E., 2019. Ekim öncesi tohum uygulamaları (Priming)'nin tuzlu ve kurak stres koşullarında bazı baklagil yem bitkilerinin çimlenme özellikleri ve fide gelişimine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Bajehbaj, A.A., 2010. The effects of NaCl priming on salt tolerance in sunflower germination and seedling grown under salinity conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9(12): 1764-1770.
- Bakht, J., Shafi, M., Shah, R., 2011. Response of maize cultivars to various priming sources. *Pakistan Journal of Botany*, 43: 205-212.
- Barut. Z. B. 2006. Kaplanmış susam (*Sesamum indicum* L.) tohumlarının tarla koşullarında ekim düzgünlüğü. *Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 6-8 Eylül, Çanakkale, s: 302-307.

- Başaran, U., Çapur, Doğrusöz, M., 2022. Organik bileşiklere dayalı priming ve tohum kaplamanın yonca (*Medicago sativa* L.)'nin fide gelişimi ve özelliklerine etkisi, *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* 6(4): 667-679.
- Bıçakçı, T., Aksu, E., Arslan M. 2020. Kaplanmış yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarının kuraklık stresi koşullarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17(2): 124-136.
- Bıçakçı, T., 2020. Mikrobiyal içerikli tohum kaplama preparatları ile kaplanan yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarının kuraklık ve tuz stresi koşullarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Corlett, F.M.F., Rufino, C.A., Vieira, J.F., Tavares, L.C., Tunes, L.V.M., Barros, A.C.S.A., 2014. The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 41(1):129136.
- Çarpıcı, E., Öztürk, Y., Tatar, N., 2018. NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 28–33.
- Çelen A.E., Gökçöl, A., 2021. Yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) tohumlarının çimlenme ve fide çıkış performanslarının iyileştirilmesi üzerine araştırmalar. *Uluslararası Tarım Çevre ve Sağlık Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 30 Mayıs-1 Haziran, Bursa, s:18-26.
- Doğan, T., Zeybek, A., 2009. Improving the traditional sesame seed planting with seed pelleting. *African Journal of Biotechnology*, 8(22): 6120-6126.
- Dumanoğlu, Z., Öztürk, G., 2022. Film kaplama uygulamasının patates tohumlarının bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3): 638-643.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 295. Ankara.
- Elkoca, E., 2007. Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 113-120.
- Gevrek, M.N., Atasoy, G.D., Yigit, A., 2012. Growth and yield response of rice (*Oryza sativa* L.) to different seed coating agents. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14:826-830.
- Grellier, P., Riviere, L.M., Renault, P., 1999. Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. *European Journal of Agronomy*, 10:57-65.
- Hacıyusufoğlu, F.A., Erkul, A., 2015. Plant nutrient element pellet seed coating application to barley seeds. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1(6): 37-42.
- Hacıyusufoğlu, F.A., Güler, E., 2015. Innovative developments in the seed coating systems. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1(9): 31-41.
- Hanson, A.A., Barnes, D.K., Hill, R.J.R., 1988. Alfalfa and alfalfa improvement. *Agronomy* No: 29, Madison, Wisconsin, USA.
- ISTA, 2013. International Rules for Seeding Testing. *Seed Science and Technology*. 21:1-288.
- Kır, B., Soya, H., 2008. Kimi mer'a tipi yonca çeşitlerinin bazı verim ve kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(1): 11-19.
- Kulan, E., Kaya, M., 2016. Kaplı ve kapsız şeker pancarı tohumlarının çimlenme, çıkış ve verim bakımından incelenmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel sayı-2):83-87.

- McDonald, M.B., 2000. Seeds Priming. In: Black, M., Bewlwy, J.D. (ed.) *Seed Technology and Its Biological Basis*. Sheffield Academic Press. 287-325. Sheffield. UK.
- Robani, H. 1994. Film-coating of horticultural seed. *Hort Technolgy*, 4(2):1104–1105.
- Rufino, C.A., Tavares, L.C., Brunes, A.P., Lemes, E.S. Villela, F.A., 2013. Treatment of wheat seed with zinc fungicide and polymer seed quality and yield. *Journal of Seed Science*, 35(1):106-112.
- Sachs, M., Cantliffe, S.J., Nell, T.A., 1981. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 106: 385-389.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O., Eris, A., 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Scientia Horticulture*, 97: 229-237.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., Geren, H., 2004. Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık. 223 s.
- Şehrali, S., 1997. Tohumluk ve Teknolojisi. Fakülteler Matbaası, 422s., İstanbul.
- Tavares, L.C., Rufino, C.A., Brunes, A.P., Friedrich, F.F., Barros, A.C.S.A., Villela, F.A., 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35:2834.
- Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M. A., Bradford, K. J. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research*. Cambridge Core. Volume 8. Issue 2. pp. 245-25.
- TUIK, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022>, (Erişim Tarihi: 22.02.2022).
- USDA, 1997. United States Department of Agriculture. Acriculture Fact Book.
- Waterborg, J.H., Harrington, R.E., Winicov, I., 1989. Differential histone acetylation in alfalfa (*Medicago sativa*) due to growth in NaCl: responses in salt stressed and salt tolerant callus cultures. *Plant physiology*, 90(1). 237-245.
- Wu, P., Song, S., Zhang, F., Yu, Y., Li, L., Zhang, H., Ding, H., 2018. Effects of technological process on quality of encrusted Chinese cabbage seeds. *Hans Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 111-117.

Atf Şekli

Öten, M., Tuzlacı, B., 2024. Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarında Farklı Priming ve Kaplama Uygulamalarının Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 431-441.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11241303>.

To Cite

Öten, M., Tuzlacı, B., 2024. Determination of the Effect of Different Priming and Coating Applications on Germination and Early Seedling Development in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 431-441.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11241303>.



Micropropagation of Arugula Plant (*Eruca sativa* Mill.)

Aisha ABDUL RAUF^{1*} , Abdulrezzak MEMON² , Mehmet Uğur YILDIRIM³ 

¹ Uşak University, Graduate Education Institute, Department of Molecular Biology and Genetics, Uşak

² Uşak University, Faculty of Engineering and Life Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, Uşak

³ Uşak University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Uşak

*Corresponding author: 2143055002@ogr.usak.edu.tr

Abstract

Tissue culture, an essential technique in modern plant biology, offers promising avenues for the mass production of elite plant varieties for desirable traits. This study compared the effects of 0.1 mg L⁻¹ NAA- 0.25 mg L⁻¹ BAP plant growth regulator combination using Cotyledon leaves (0.4 cm²) of three *Eruca* cultivars Estht 195, Estht 198, and Estht 201 of arugula (*Eruca sativa* Mill.) cultured for four and six weeks. Significant differences were noted among them for callus induction percentage, shoot induction percentage, and plant height (cm). Notably, var. Estht 201 indicated consistently improved performance, with a callus formation percentage of 61.83 % in 4 weeks and 74.05 % in 6 weeks. Similarly, Var. Estht 201 exhibited higher shoot induction (Week 4 67.45 %, Week 6:69.9 %), and plant height (Week 4:7.50 cm, Week 6:9.6 cm), throughout the experiment. These findings contributed to a deeper understanding of arugula micropropagation Dynamics. At the same time, this study has once again shown how important tissue culture micropropagation protocols are in terms of improving yield and quality as well as breeding studies.

Research Article

Article History

Received :01.03.2024
Accepted :15.04.2024

Keywords

Callus
growth parameters
in vitro
phytohormone
shoot
culture duration

1. Introduction

Arugula (*Eruca sativa* Mill.) is an edible annual plant in the family Brassicaceae utilized as a leaf vegetable for its distinguished, tart, and severe peppery flavor. It is called nursery rocket or Eruca in England, Australia, South Africa, Ireland, New Zealand and roka in Turkey.

E. sativa is popular for making mixed greens vegetable and salad in the Mediterranean region of Turkey, and is utilized as nourishment for its sharp flavor and bountiful supplements (potassium, sulfur, iron, and nutrients A and C) in leaves (Freitas et al., 2017; Nascimento et al., 2022). Arugula is spread in the Central and East Mediterranean region, (Barazani et al., 2012). It can be used in pharmaceuticals, and spice industries, and as fresh vegetables (Hadi et al., 2017). Arugula has additionally been utilized for most restorative purposes as its leaves contain pharmaceutically important compounds, which are rich in glucosinolates and cell reinforcements with demonstrated anti malignant properties (Traka, 2016; Wilson et al., 2017; Tripodi et al., 2017; Jaafar and Jaafar, 2019; Nascimento et al., 2022). It is most often confused with *Diplotaxis tenuifolia*, known as "perennial wild rocket" from another species of the same family (Brassicaceae) that is utilized similarly (Reis et al., 2022; Banjac et al., 2023).

Cultivation of arugula negatively affects multiplication of pests and plant diseases (Srivastava et al., 2020; Panić et al., 2021; Kular and Kumar, 2011; Soroka et al., 2013). Hybridization with Brassica species may improve them for qualitative traits. Tissue culture can aid rapid breeding. Banjac et al. (2023) reported that, different tissue culture studies performed on the arugula are complex and responses to growth regulators vary.

No single medium is recommended as being completely agreeable for multiplication of a wide range of plant tissues and organs. Nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulfur (S) are inorganic components expected by cells in larger amounts. The fundamental

micronutrients expected by plant cells incorporate iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), boron (B), copper (Cu), and molybdenum (Mo). Chelated forms of iron and zinc are frequently utilized in several cultures (Anonymous, 2024).

Phytohormones have different effects in tissue culture studies. Cytokinins are known to invigorate cell division, prompt shoot arrangement, axillary shoot multiplication and impede root development (Anonymous, 2024).

The employment of auxin and cytokinin together is thought as the most crucial component for regulating growth and regeneration (Küplemez and Yıldırım, 2020). The auxins primarily affect root induction (Khawar et al., 2004).

In plant tissue and organ cultures, cytokinins, auxins, and cytokinin-auxin relationships are generally considered the most important factors in regulating growth and initiating regeneration (George, 2008). The relationship between cytokinin and auxin is important for the formation of the entire plant body because they play crucial roles in controlling many aspects of developmental processes and the establishment of meristems (Su et al., 2011; Küplemez and Yıldırım, 2020).

The study aimed to select disease-free arugula, through callus culture and distinguish the best genotype for inducing callus under in vitro conditions.

2. Materials and Methods

This study was carried out at Uşak University in 2023. Arugula seeds were obtained from the Molecular Biology and Genetics Department of the same university. The seeds were sown in pots at a depth of 1 cm, filled with field soil, followed by seeds germination. Thereafter, the cotyledon leaves (0.4 cm²) were used for micropropagation of three species mentioned above.

Preparation of stock solution: The stock solutions of MS medium (Murashige and Skoog, 1962) were prepared for vitamins+ amino acids, Fe EDTA, major and

micronutrients, separately by weighing their respective amounts and dissolving them in one liter of distilled water. They were stored at 4 °C for 6 months.

NAA, and BAP were prepared by weighing 10 mg each dissolving them in 1-2 drops of ethanol or 1 N NaOH followed by adding water to complete the volume to 10 ml. They were stored at 4 °C for 6 months.

Preparation of cultures: The cultures consisted of the following components: MS medium, 30 g l⁻¹ sucrose as carbon source, desired amounts of 0.1 mg L⁻¹ NAA, and 0.25 mg L⁻¹ BAP used as plant growth regulators, and 3.5 g l⁻¹ phytagel as solidifying agent.

Double distilled water was used to prepare each culture. The pH of the solution was adjusted to 5.6±0.1 with 1N NaOH or 1N HCl solution at room temperature before adding Phytagel. The electrodes of pH meter were rinsed with distilled water before use and after each use to eliminate cross-contamination. These were covered and labeled accordingly and then autoclaved for 20 min at 121 °C and 4.15 kilopascal pressure.

The explants were surface sterilized using 1 % bleach diluted with sterilized distilled water. The forceps, tissue papers, petri dishes, and bottles were dry sterilized at 160 °C for 2 hours. The whole laboratory and the laminar flow cabin were also disinfected using 96 % ethanol.

The plants were passed through running tap water for 2-3 minutes followed by rinsing with double distilled water. The explants were surface disinfected using 20 % commercial bleach for 10 min, followed by rinsing them for 7×10 min with sterile distilled water.

Culture and growth room conditions: All cultures were kept in a growth room programmed to continuously provide 16 h light and 8 hours darkness cycle, using light intensity of 3000 Lux, and temperature of 24 °C± 2°C throughout the experiment.

2.1. Statistical analysis

The statistical analysis (One way ANOVA) was performed using SPSS 26. The means

were compared using LSD test. All values given in percentage were arcsine transformed before analysis.

3. Results and Discussion

3.1. Effect of blends of 0.1 mg L⁻¹ NAA-0.25 mg L⁻¹ BAP on regeneration from variety Estht 195, Estht 198, and Estht 201 after 4 weeks of culture

Treatments showed significant differences among means of callus formation and shoot induction percentage at 0.01 level, plant height and number of leaves per explant at 0.05 level. Callus induction started after 2 weeks of culture and terminated after 3 weeks to induce shoots. These were counted after 4 weeks of culture.

The results of weeks 4 analysis elucidate the complex interplay between hormonal treatments and arugula variety Estht 201 (Figure 1) in micropropagation. Variations in callus formation, leaf production, plant height, and shoot development underscore the genetic diversity among arugula varieties. Moreover, the significant influence of hormonal treatments highlights need of optimizing the tissue culture protocols for enhanced arugula regeneration.

This analysis provides insights into the performance of different arugula varieties under the effects of hormonal treatments, elucidating key factors influencing arugula micropropagation success.

The means of significant parameters after Duncan multiple range test are shown in Table 1. Which explains the effects of 0.1 mg L⁻¹ NAA-0.25 mg L⁻¹ BAP treatments on three arugula varieties after 4 weeks of tissue culture, Variety Estht 201 induced maximum callus formation (61.83 %), followed by Variety Estht 195 (50.23 %), and Estht 198 (36.25 %). This demonstrated a clear variation in callus formation potential of the three arugula varieties.

Var. Estht 201 demonstrated the maximum shoot induction percentage of 67.45 %, followed by Var. Estht 195 displaying 55.37 % (Figure 1), and Var. Estht 198 indicated 53.0

% shoot induction. This highlights variations in shoot proliferation potential across different arugula varieties (Table 1).

Var. Estht 201 produced the highest number of leaves with an average of 19.73, followed by Var. Estht 195 with average of 12.25 leaves per explant, and Var. Estht 198 had 9.75 leaves per explant.

Var. Estht 201 displayed the tallest plants with an average height of 7.50 cm, followed by Var. Estht 198 at 5.25 cm, and Var. Estht 195 at 5.00 cm. This indicated significant variability among arugula varieties in terms of vertical growth.

Table 1. Differences among varieties for regeneration parameters using 0.1 mg L⁻¹ NAA and 0.25 mg L⁻¹ BAP added to MS medium after 4 weeks of culture

Varieties	Callus induction % after 3 weeks of culture **	Shoot induction % **	Number of leaves per explant *	Plant height (cm) *
Estht 201	61.83 a	67.45 a	19.73 a	7.50 a
Estht 195	50.23b	55.37 b	12.25 b	5.00 b
Estht 198	36.25c	53.00 c	9.75 c	5.25 b

** All values shown by different small letters in a single column are statistically different using LSD test at 0.01 level of significance

* All values shown by different small letters in a single column are statistically different using LSD test at 0.05 level of significance

3.2. Effect of blends of 0.1 mg L⁻¹ NAA-0.25 mg L⁻¹ BAP on regeneration from variety Estht 195, Estht 198, and Estht 201 after 6 weeks of culture

The treatment means showed significant differences for callus induction, shoot regeneration percentage and plant height at $p < 0.01$ level. The differences between the average values of the number of leaves per explant were not found to be significant. The second count of callus induction and shoot regeneration was noted after 6 weeks of initial culture. Var. Estht 201 exhibited the highest percentage of callus induction (74.05 %, Figure 2), followed by Var. Estht 195 (50.16 %), and Var. Estht 198 (45.33 %). This consistent parallel trend after 6 weeks of culture suggested that Var. Estht 201

maintained a superior ability to form callus tissues compared to the other varieties (Table 2).

Var. Estht 201 also exhibited the highest shoot induction percentage of 69.9 % (Figure 1), followed by Var. Estht 195 with an induction percentage of 62.8 %, and Var. Estht 198 with shoot induction percentage of 57.0 %. Once again, Var. Estht 201 demonstrated a consistent trend of vigorous shoot induction compared to the other two varieties.

Var. Estht 201 displayed the tallest plants of 9.6 cm, followed by Var. Estht 195 (6.0 cm), and Var. Estht 198 (5.88 cm). This suggested that Var. Estht 201 maintained superior vertical growth compared to the other varieties used in the study.

Table 2. Differences among varieties for regeneration parameters using 0.1 mg L⁻¹ NAA and 0.25 mg L⁻¹ BAP on MS medium after 6 weeks of culture

Variety	Callus induction % **	Shoots induction % **	Number of leaves per explant ^{ns}	Plant Height (cm) **
Estht 201	74.05 a	69.90 a	13.00	9.60 a
Estht 195	50.16 b	62.80 b	11.00	6.00 b
Estht 198	45.33 c	57.00 c	10.25	5.88 c

** All values shown by different small letters in a single column are statistically different using LSD test at 0.01 level of significance

^{ns} non significant

The findings of the Week 6 analysis reconfirm the different significant effect of the same hormonal treatment on different types of arugula. The continued superior performance

of Var. Estht 201 in callus formation, leaf production, plant height, and shoot development underscores its potential as a preferred variety for micropropagation.

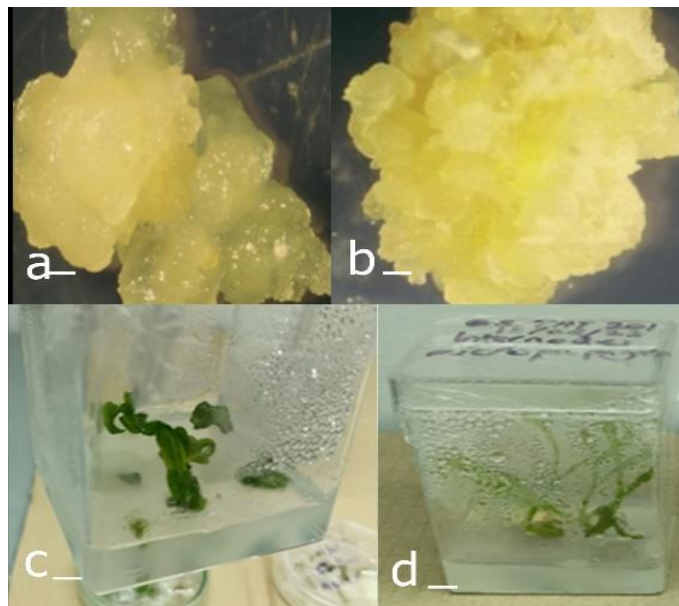


Figure 1. Plant regeneration on different explant of arugula. Callus formation after 1 and 6 weeks of tissue culture in same sequence (bar = 2mm). Indirect plant regeneration after 4 - 6 weeks of tissue culture (bar = 5mm) using Var. Estht 201

This study suggests inherent genetic differences among the varieties, which could be exploited to select superior breeding lines or optimize tissue culture protocols. These finding emphasizes the importance of personalized treatment regimens to maximize micro propagation success across diverse arugula varieties.

Understanding these temporal dynamics is essential for optimizing cultivation protocols and predicting long-term growth outcomes. Moreover, the significant influence of hormonal treatments suggests potential strategies for enhancing arugula cultivation efficiency through targeted hormonal interventions. By understanding the interplay between variety genetics and treatment effects, practitioners can optimize protocols to achieve desired growth outcomes in arugula production. Nagar and Mekawi (2015), have found that there are significant differences between two different arugula genetic types. Callus formation was better in cotyledon

explants than in stem explants, induced in MS medium containing different combinations of NAA and BA as well as 2,4-D and Kinetin. Hunaish and Almasoody (2020), used hypocotyl, stems and cotyledon leaves as explants in their research. The highest dry weight they obtained from callus was obtained from cotyledon leaf explants.

The study contributes to the development of more effective micropropagation strategies advancement of arugula breeding and production practices.

4. Conclusion

The study highlights the significant variability in growth performance among 3 arugula varieties, with Var. Estht 201 consistently exhibiting superior characteristics compared to Var. Estht 195 and Var. Estht 198. This underscores the importance of genetic diversity in arugula breeding programs. The impact of hormonal treatments on callus formation and shoot development reaffirms the

crucial role of varieties in modulating physiological processes during arugula micro propagation.

Overall, this analysis provides valuable insights for arugula breeders, growers, and researchers, offering potential strategies for enhancing cultivation efficiency and advancing breeding programs.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Acknowledgment

This research was produced by Aisha Abdul Rauf and is a part of her MSc thesis presented to Graduate Education Institute of Uşak University.

References

- Anonymous, 2024. PhytoTechnology Laboratories, Inc. Tissue Culture Media-Composition (<http://www.phytotechlab.com>) (Accessed 10.02.2024).
- Banjac, N., Krstić-Milošević, D., Mijalković, T., Petrović, M., Ćosić, T., Stanišić, M., Vinterhalter, B., 2023. *In vitro* shoot multiplication and regeneration of the recalcitrant rocket (*Eruca sativa* Mill.) variety domaća rukola. *Horticulturae*, 9:533.
- Barazani, O., Quaye, M., Ohali, S., Barzilai, M., Kigel, J., 2012. Photothermal regulation of seed germination in natural populations of *Eruca sativa* Miller (Brassicaceae). *Journal of Arid Environments*, 85:93–96.
- Freitas, E.M., Giovanelli, L.B., Delazari, F.T., Santos, M.L., Pereira, S.B., Silva, D.J.H., 2017. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21: 197–202.
- George, E.F., 2008. Plant tissue culture procedure (Ed: E.F. George, M.A. Hall, G. Klerk). *In: Plant Propagation by Tissue Culture. 3rd ed.* Springer Dordrecht. pp. 1 – 28.
- Hadi, M.A., Almamoori, J., Ayad, M., Al-Hassnawi Alaa, T.S., Hameedi, E.H., 2017. Oxidative response associated with treatment of male albino rats with eruca sativa mill leaves extract and correlations with complete blood picture. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11): 2278-2285.
- Hunaiş, A.A., Almasoody, M.M., 2020. Induction of callus on various explants of arugula plant (*Eruca sativa* Mill.) using the growth regulators (2,4-D and kinetin). *Plant Archives*, 20(2): 1654-1660.
- Khawar, K.M., Sancak, C., Uranbey, S., Ozcan, S. 2004. Effect of thidiazuron on shoot regeneration from different explants of lentil (*Lens culinaris* Medik.) via organogenesis. *Turkish Journal of Botany*, 28(4): 421-426.
- Kular, J., Kumar, S., 2011. Quantification of avoidable yield losses in oilseed brassica caused by insect pests. *Journal of Plant Protection Research*, 51: 38–43.
- Küplemez, H., Yıldırım, M.U., 2020. Effects of cytokinin and auxin on plant development and vascular tissues in *Lens culinaris*. *Commagene Journal of Biology*, 4(1):16-21.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *physiologia Plantarum*, 15(3): 473-497.
- Nagar, M.M., Mekawi, E.M., 2015. Comparison of different genotypes of rocket (*Eruca sativa*) in terms of chemical compounds extracted from seeds and in the callus induced from tissue culture. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(4): 1074-1082.

- Nascimento, C.S., Nascimento, C.S., Lopes, G., Carrasco, G., Gratão, P.L., Cecílio Filho, A.B., 2022. Biofortified rocket (*Eruca sativa*) with selenium by using the nutrient film technique. *Horticulturae*, 8: 1088.
- Panić, M., Stojšin, V., Budakov, D., Grahovac, M., 2021. Pseudomycosis and mycosis of rocket plant (Arugula). *Biljni Lekar*, 49: 38–53.
- Reis, J.M., Pereira, R.J., Coelho, P.S., Leitão, J.M., 2022. Assessment of wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.) germplasm accessions by NGS identified SSR and SNP markers. *Plants*, 11: 3482.
- Jaafar, S.N.S., Jaafar, I., 2019. *Eruca sativa* Linn.: Pharmacognostical and pharmacological properties and pharmaceutical preparations. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(3): 39–45.
- Soroka, J., Grenkow, L., 2013. Susceptibility of brassicaceous plants to feeding by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 106: 2557–2567.
- Srivastava, J.N., Singh, A.K., 2020. Pulses, oil seeds, narcotics, and sugar crops. In Diseases of Field Crops Diagnosis and Management. (Ed: J.N. Srivastava, A.K. Singh) Diseases of Taramira (*Eruca sativa* Mill.) and Their Management: Indian Perspective, Apple Academic Press: Cambridge, 2: 307-319, USA.
- Su, Y.H., Liu, Y.B., Zhang, X.S., 2011. Auxin-cytokinin interaction regulates meristem development. *Molecular Plant*, 4(4): 616–625.
- Traka, M.H., 2016. Health benefits of glucosinolates. *Advances in Botanical Research*, 80: 247–279.
- Tripodi, P., Francese, G., Mennella, G., 2017. Rocket salad: crop description, bioactive compounds, and breeding perspectives. *Advances in Horticultural Science*, 31, 107–113.
- Wilson, D.W., Nash, P., Buttar, H.S., Griffiths, K., Singh, R., De Meester, F., Horiuchi, R., Takahashi, T., 2017. The role of food antioxidants, benefits of functional foods, and influence of feeding habits on the health of the older person: an overview. *Antioxidants*, 6: 81.

To Cite

Rauf Abdul, A., Memon, A., Yıldırım, M.U., 2024. Micropropagation of Arugula Plant (*Eruca sativa* Mill.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 442-448.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11278602>.



Determining Optimal Measurement Time Points for SPAD and Canopy Temperature in Drought Tolerant Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Breeding

Hatice Kübra GÖREN ^{1*}

¹ Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın

*Corresponding author: hkubra.goren@adu.edu.tr

Abstract

This study investigates optimal physiological parameter measurement times in *Gossypium hirsutum* L. to assess the effects of drought stress. Observations of SPAD (Leaf Chlorophyll Content) and canopy temperature depression (CMD) were made at different growth stages, including Early Growth, Flowering, Bolling, and Boll Opening stages. These measurements were linked to yield and fiber quality parameters across the cotton grown stages. Data was analyzed using Principal Component Analysis (PCA) to uncover complex trait variations and genetic diversity under water-limited conditions. Specifically, PCA revealed significant variations in key traits such as yield and fiber quality under water stress conditions. Canopy temperature measurements highlighted the reliability of assessments made during specific stages, particularly the Bolling stage, for evaluating trait relationships. Leaf chlorophyll content (SPAD) analysis emphasized the significant correlation of SPAD4 with fiber elongation (FE) and lint percentage (LP). Overall, the results demonstrate the critical importance of timely SPAD and CMD measurements, especially during the Bolling stage (SPAD3 and CHD3), for understanding cotton traits under drought stress. These findings underscore the importance of strategic physiological parameter assessments in cotton breeding under challenging environmental conditions.

Research Article

Article History

Received	:01.03.2024
Accepted	:18.04.2024

Keywords

Drought stress
SPAD
canopy heat depression
cotton

1. Introduction

Drought stress presents a significant challenge to cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivation, impacting various physiological parameters crucial for plant growth and productivity. Understanding the physiological responses of cotton plants to drought stress is essential for developing strategies to enhance drought tolerance and mitigate yield losses. In this context, two key physiological parameters, Spad chlorophyll meter readings and canopy temperature depression (Guendouz et al., 2021).

The Spad chlorophyll meter is a non-destructive tool widely used to measure the relative chlorophyll content in plant leaves, serving as an indicator of photosynthetic activity and overall plant health. Under drought conditions, cotton plants often exhibit a decrease in chlorophyll content due to reduced photosynthetic activity and premature leaf senescence. By measuring Spad readings at various growth stages, growers can monitor the impact of drought stress on cotton's physiological status and make informed decisions regarding irrigation management and other agronomic practices (Ata-Ul-Karim et al., 2016). Canopy temperature depression (CTD) refers to the temperature difference between the air under the cotton canopy and the ambient air temperature. Drought stress typically leads to higher canopy temperatures as a result of reduced transpiration rates and increased stomatal closure in response to water scarcity. Elevated canopy temperatures can exacerbate drought stress effects, negatively impacting cotton growth and development. Monitoring CTD provides valuable insights into the extent of water stress experienced by cotton plants, allowing growers to adjust irrigation schedules and implement supplemental watering strategies to alleviate stress and minimize yield losses (Singh et al., 2014; Cakalogullari and Tatar, 2020; Özkul et al., 2022).

In addition to Spad readings and CTD, other physiological parameters such as leaf water

potential, stomatal conductance, and relative water content are also commonly used to assess drought stress in cotton. Integrating these physiological indicators with agronomic observations and remote sensing technologies enables comprehensive monitoring of crop water status and facilitates timely interventions to mitigate the adverse effects of drought stress on cotton production. In conclusion, drought stress poses a significant threat to cotton cultivation, impacting various physiological processes essential for plant growth and productivity. By utilizing physiological parameters such as Spad chlorophyll meter readings and canopy temperature depression, growers can accurately assess drought stress levels in cotton fields and implement targeted management strategies to enhance crop resilience and sustainability in water-limited environments.

The timing of physiological observations under drought stress in plants is a critical aspect that requires careful consideration. According to Arabaci et al. (2017), some different period of harvest has an effect on quality characteristics of plants. Research by Suzuki et al. (2014) highlighted the complexity of correlations between growth and physiological parameters under combined drought and salt stress, suggesting a nuanced relationship that may vary under different stress conditions. Similarly, Chen et al. (2016) emphasized the importance of physiological changes like leaf water potential, chlorophyll content, and F_v/F_m as reliable indicators for selecting drought-adaptive genotypes in maize seedlings. Physiological studies, such as those conducted by Hayano-Kanashiro et al. (2009) and (Ahmed et al., 2022), have demonstrated the accumulation of osmolytes like sugars and amino acids under drought stress, indicating plant responses to dehydration. However, the optimal timing for assessing these physiological responses remains a subject of debate due to the dynamic nature of plant stress responses. Integrating genetic and molecular approaches, as shown in studies by Abtahi et al. (2019) and Zhang et al. (2012), can provide valuable insights into the genetic basis of physiological responses to drought stress. By

mapping physiological traits associated with drought tolerance, researchers can identify selectable features that contribute to plant resilience under stress conditions. In conclusion, the confusion regarding when to take physiological observations under drought stress for a insufficient to understand the timing and relevance of physiological assessments. Further research, as demonstrated by various studies (Barik et al., 2020; Lanceras et al., 2004; Oğuz, 2021; Tang et al., 2023; Balkan et al., 2023), is essential to elucidate the optimal timing for evaluating physiological responses to drought stress, ultimately enhancing our ability to develop drought-resilient crop varieties.

It is critical to obtain physiological parameters at the right time to evaluate the effects of drought stress. This study aims to determine the most appropriate physiological parameter measurement time in *Gossypium hirsutum* L. For this purpose, Early Growth Stage Flowering Stage Boll Setting Stage: Boll Opening Stage, spad and canopy temperature depression (CMD) observations were taken at different stages of the plant's life cycle. In this study, SPAD and CMD measurements taken at different growth stages were compared with the yield and fiber quality parameters of the plant. Observations made during seed germination and seedling periods have been linked to root development and initial growth of the plant. Data taken during the flowering period focused on assessing effects on the plant's pollen production and fertilization ability. Observations made during fruit formation and harvest periods aimed to determine the effects of the plant on seed maturation and harvest yield.

2. Materials and Methods

The study material obtained breeding in 2008 by using line tester method with five cotton varieties which are most cultivated and high yielding in Turkey. In this paper, we evaluate selected ten homozygous lines which tolerant deficit stress in a randomized block design with 4 replicates in deficit water conditions (F9 generation). The study was

conducted at the Faculty of Agriculture, Adnan Menderes University, in Turkey.

Understanding the impact of drought stress during these important growth stages is crucial for developing effective strategies to increase cotton resilience to water deficit conditions and improve overall crop performance. The following important yield and fiber parameters were used to determine the purpose of physiological parameters for developing these strategies.

Observations were recorded on five randomly selected each line were used for observing the following traits Observations, boll weight (g), lint percentage, and seed cotton yield (kg da⁻¹). Lint percentage was calculated by using formula suggested by Ghule et al. (2013).

Lint percentage (%) = (Weight of lint / Weight of seed cotton) x 100

Three samples were collected from each line for fiber quality analysis after the lint cleaner. The fiber quality traits were measured using HVI instruments (fiber length, elongation, micronaire, strength).

The four most important periods during which cotton plants are significantly affected by drought stress can be identified based on the following: SPAD and Conopy Heat Stress traits were taken in these four plant grown stages.

✓ Early Growth Stage: Khan et al. (2018) highlighted the structural, physiological, and molecular damage induced by drought stress in cotton plants. This early growth stage is crucial for establishing a strong foundation for plant development, making it vulnerable to the adverse effects of drought stress.

✓ Flowering Stage: Temple et al. (1988) discussed the interaction between drought stress and ozone effects on cotton yield. Drought stress during the flowering stage can have a substantial impact on cotton sensitivity to environmental stressors, potentially leading to yield reductions.

✓ Boll Setting Stage: Chen et al. (2022) investigated the role of the GhBEE3-Like gene in cotton drought tolerance. The boll setting

stage is critical for cotton yield determination, and drought stress during this period can significantly affect boll development and ultimately impact crop productivity.

✓ **Boll Opening Stage:** Guo et al. (2022) evaluated cotton drought resistance using hyperspectral imaging and artificial intelligence techniques during the boll opening stage. This period is crucial for fiber maturation and quality, and drought stress at this stage can lead to reduced fiber yield and quality.

Leaf Chlorophyll Content (SPAD): It was measured with “Konica Minolta SPAD-502 Plus” portable chlorophyll meter in the fully-developed flag leaves and determined as “SPAD value” (Pask et al., 2012). It was taken three averages of five leaves per plot, and they were done from 11:00h to 14:00h.

Canopy Temperature (CT-°C): It was measured with a portable infrared thermometer (Extech Mini IR Thermometer Modell 42500) as °C (Reynolds et al., 2001). It was taken as two measurements per plot during the day between (11:00h to 14:00h). Canopy temperature depression (CTD) is the difference between ambient air temperature and canopy temperature in degree centigrade.

2.1. Irrigation method

The experiment included 50 % irrigation regime. Well-watered (control treatment) was designed to provide 100 % replenishment of soil water depletion. A surface drip irrigation system was used for irrigation. A 16 mm diameter polyethylene pipe with in-line pressure compensating drippers at 0.33 m intervals was placed on one side of each cotton row. The different irrigation treatments were started on 18 June and continued according to regional practice until late August when 10% of bolls on a plant were fully open. The average amount of water applied was 400 mm for 50% (deficit water). Soil water levels were monitored by gravimetric method in the control plots (James, 1988).

2.2. Statistical analysis

Principal component analysis (PCA) was employed to extract the maximum variance

from the data set, with each component reducing a large number of variables to a smaller number of components. Furthermore, correlation heat maps and PCA were applied to SPAD and CHD measurements taken at four different times. In these analyses, cotton selection parameters in drought, yield, and fibre quality parameters were calculated according to SPAD and CHD components. The principal component analysis (PCA) was conducted using the JMP Pro16 software (SAS Institute, Cary, NC, USA). The correlation heatmap was analysed with the help of the R package program.

3. Results

3.1. Principal component analysis (PCA)

Principal component analysis (PCA) is a powerful statistical approach to analyze and simplify complex and extensive datasets. In this study, PCA was employed to investigate the variation patterns in cotton genotypes and assess their genetic diversity in relation to the studied traits.

For the genotypes grown under water deficit condition (50 % water availability), the total variation was divided into 15 Principal Components (PCs) (Table 1). Notably, the first five PCs exhibited eigenvalues greater than 1, indicating their significance in explaining the variation among the trait (Figure 1). The cumulative contribution of the first seven PCs accounted for 80.836 % of the total variability in yield and fiber quality traits, reflecting their strong association with these traits under deficit conditions.

In the analysis of cotton genotypes under drought stress (DS) conditions, notable trait correlations and variability patterns were observed, shedding light on the genetic diversity of the studied traits. The boll number (BN) trait displayed a strong negative correlation with FS (fiber strength), FU (Fiber Length) and FUI (Fiber uniformity). The length of vectors originating from the biplot's center depicted the correlation among traits. Traits, CHD3 was associated with long vectors, indicating higher variation among these traits. On the other hand, CHD1 exhibited the least variability, as evidenced by

its shorter vector length. This information is illustrated in Figure 1, providing a visual representation of the correlations and variability among traits under DS conditions.

When we examined the relationship between canopy temperature depression (CTD) values and yield and fiber parameters; a positive correlation was found with CHD1 (Early Growth Stage) and FS, FU, FUI. This means that if these three traits are the traits we

target, canopy temperature taken at Early Growth Stage can be used to determine these traits. There was a strong correlation between CHD2, CHD3 and CH4 periods and seed cotton yield. It is concluded that if a yield-oriented study is carried out, it is appropriate to take observations during these periods. In addition, since CHD3 has the longest vector length, it is concluded that the most reliable result will be the canopy temperature taken in the boll setting period.

Table 1. PCA obtained from SPAD, CHD, yield and fiber parameters deficit under deficit irrigation condition

Number	Eigen value	Percent	Cum percent
1	3.4892	23.261	23.261
2	2.0473	13.648	36.909
3	1.9120	12.747	49.656
4	1.3981	9.321	58.977
5	1.3261	8.841	67.818
6	1.0945	7.297	75.115
7	0.8582	5.722	80.836
8	0.6885	4.590	85.426
9	0.6678	4.452	89.878
10	0.4902	3.268	93.146
11	0.3820	2.547	95.693
12	0.2408	1.605	97.298
13	0.1902	1.268	98.566
14	0.1425	0.950	99.515
15	0.0727	0.485	100.000

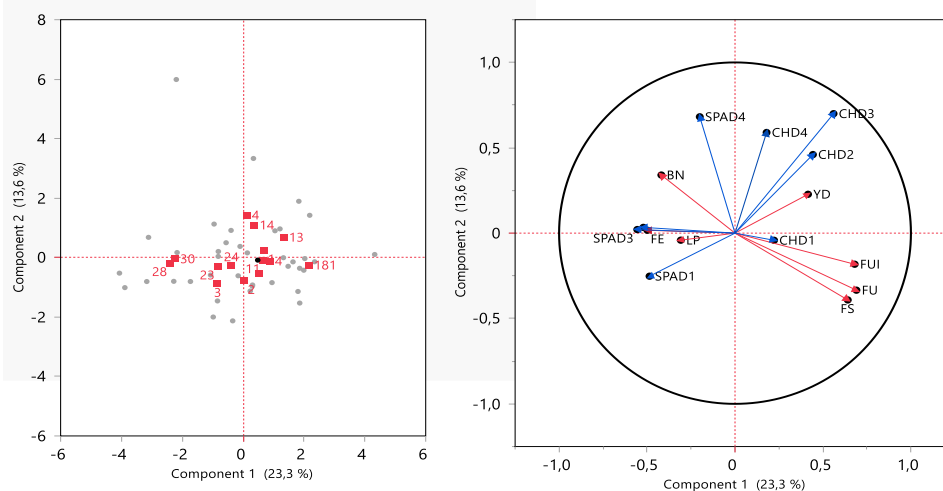


Figure 1. Summary of bar chart displaying eigenvalue and variation percentage contribution by all principal components (PCs), a biplot between PC1 and PC2 displaying the distribution of SPAD, CHD and yield and fiber parameters under deficit irrigation

*BN: Boll number. LP: Lint percentage. FU: Fiber length. FS: Fiber strength. FF: Fiber fineness. FUI: fiber uniformity index. FE: Fiber elongation. YD: Seed cotton yield. SPAD1 and CHD1: Early Growth Stage; SPAD2 and CHD2: Flowering Stage; SPAD3 and CHD3: Boll Setting Stage; SPAD4 and CHD4: Boll Opening Stage

When we examined the relationship between Leaf Chlorophyll Content (SPAD) and yield and fiber parameters; SPAD4 had the longest vector length. According to the results of the analysis. no positive correlation was found between SPAD and fiber properties except FE (fiber elongation). The highest positive correlation was observed in LP (lint percentage) trait.

The purpose of this analysis is to answer the question whether the measurements for these two traits should be made more than once or whether the two traits can be measured in the same period. Evaluating the SPAD and CHD subjected to drought stress condition (50 % water availability) observed in 4 different periods. the total variation was distributed among 8 PCs. the first three PCs displayed eigenvalues greater than 1, indicating their relevance in explaining the observed variation (Figure 2). The cumulative contribution of the first four PCs accounted for 76.901 % of the

total variance in yield and fiber quality traits under drought-stress conditions (Table 2).

When these 2 physiological parameters are analysed for each period of observation; it is seen that the CHD1 parameter is the shortest vector. And there is no positive correlation with the measurements taken. CHD2, CHD3 and CHD4 are in positive correlation with each other. If only the CHD parameter is to be used. it is determined that the measurements are suitable for this observation. especially at the Boll Setting Stage. Flowering Stage and Boll Opening Stage. When the SSAP parameter was analysed. the highest effect was found in SPAD3, SPAD1, SPAD2 and SPAD3 showed positive correlation with each other (Figure 2).

As a result of this analysis. SPAD3 and CHD3 were determined as the longest proxy. And it is concluded that the most appropriate observation time for these two features is Boll Setting Stage.

Table 2. PCA obtained from SPAD1, SPAD2, SPAD3, SPAD4 and CHD1, CHD2, CHD3, CHD4 under deficit irrigation condition

Number	Eigenvalue	Percent	Cum Percent
1	2.3851	29.814	29.814
2	1.6590	20.738	50.552
3	1.2016	15.020	65.572
4	0.9064	11.330	76.901
5	0.8519	10.649	87.550
6	0.4702	5.877	93.427
7	0.3971	4.963	98.390
8	0.1288	1.610	100.000

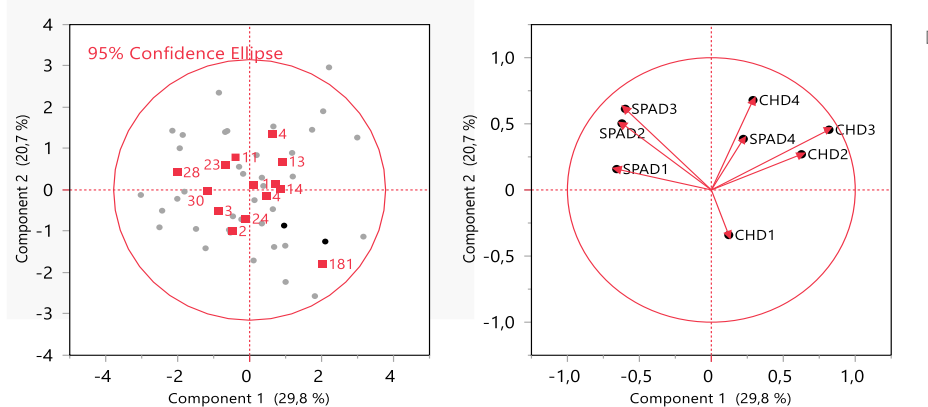


Figure 2. Summary of bar chart displaying eigenvalue and variation percentage contribution by all principal components (PCs), a biplot between PC1 and PC2 displaying the distribution of SPAD1, SPAD2, SPAD3, SPAD4 and CHD1, CHD2, CHD3, CHD4 under deficit irrigation

*SPAD1 and CHD1: Early Growth Stage; SPAD2 and CHD2: Flowering Stage; SPAD3 and CHD3: Boll Setting Stage; SPAD4 and CHD4: Boll Opening Stage:.

3.2. Correlation analysis

Correlation coefficients between yield, yield components, SPAD and CHD of cotton under water deficit conditions are presented in Figure 3. This analysis was carried out to measure whether the correlations are important to use for selection traits changed under deficit irrigation conditions.

As shown in Figure 3, LP was negatively and significantly correlated with FU, BN was

positively and significantly correlated with SPAD1 and SPAD2 and SPAD4 while fiber strenght (FS) was negatively correlated with BN but FS positively and significantly correlated with YD. On the other hand, FU was negatively and significantly correlated with SPAD4. FE and LP while FU positively and significantly correlated FS. Also FS was negatively and significantly correlated with SPAD4 and positively and significantly correlated with FU, FUI and YD.

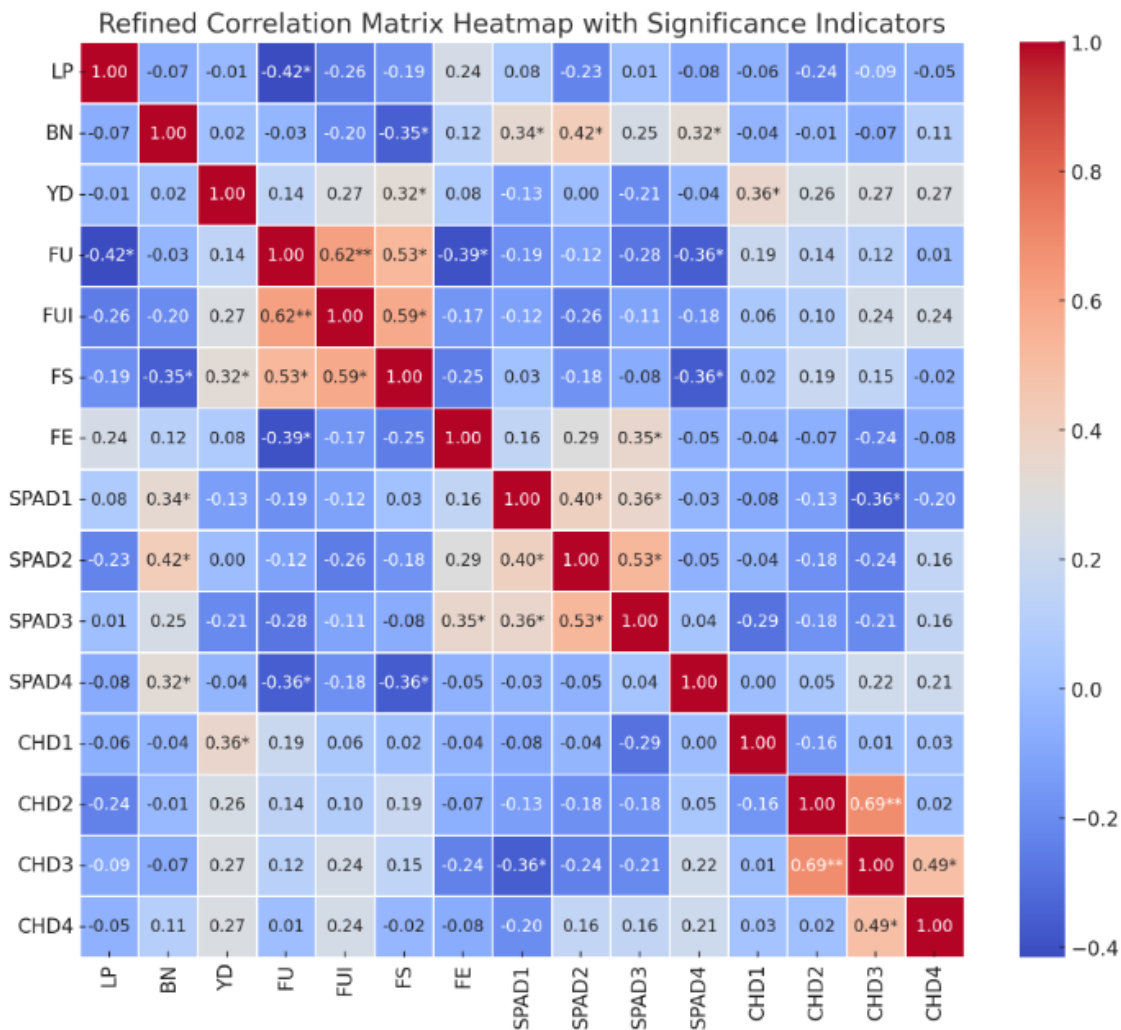


Figure 3. Correlation Matrix Heatmap for SPAD, CHD and yield and fiber parameters under deficit irrigation

*BN: Boll number, LP: Lint percentage, FU: Fiber length, FS: Fiber strength, FE: Fiber fineness, FUI: fiber uniformity index, FE: Fiber elongation, YD: Seed cotton yield, SPAD1 and CHD1: Early Growth Stage; SPAD2 and CHD2: Flowering Stage; SPAD3 and CHD3: Boll Setting Stage; SPAD4 and CHD4: Boll Opening Stage

Upon analysis of the correlations between SPAD and CHD at different time points. It was observed that SPAD1 exhibited a negative and statistically significant correlation with CHD3, while SPAD2 and SPAD3 demonstrated

positive and statistically significant correlations. Additionally, SPAD2 exhibited a positive and statistically significant correlation with SPAD3. Similarly, CHD2 demonstrated a

positive and statistically significant correlation with CHD3 (Figure 4).

When individual correlation heatmaps of SPAD and CHD were analysed across four

different periods. It was found that there was a very high and positive correlation between BN and SPAD2. FE and SPAD3. CHD1 and YD. In contrast. SPAD4 was negatively and significantly correlated with FS and FUI.

SPAD & CHD vs. Other Parameters Correlation Heatmap with Significance Indicators

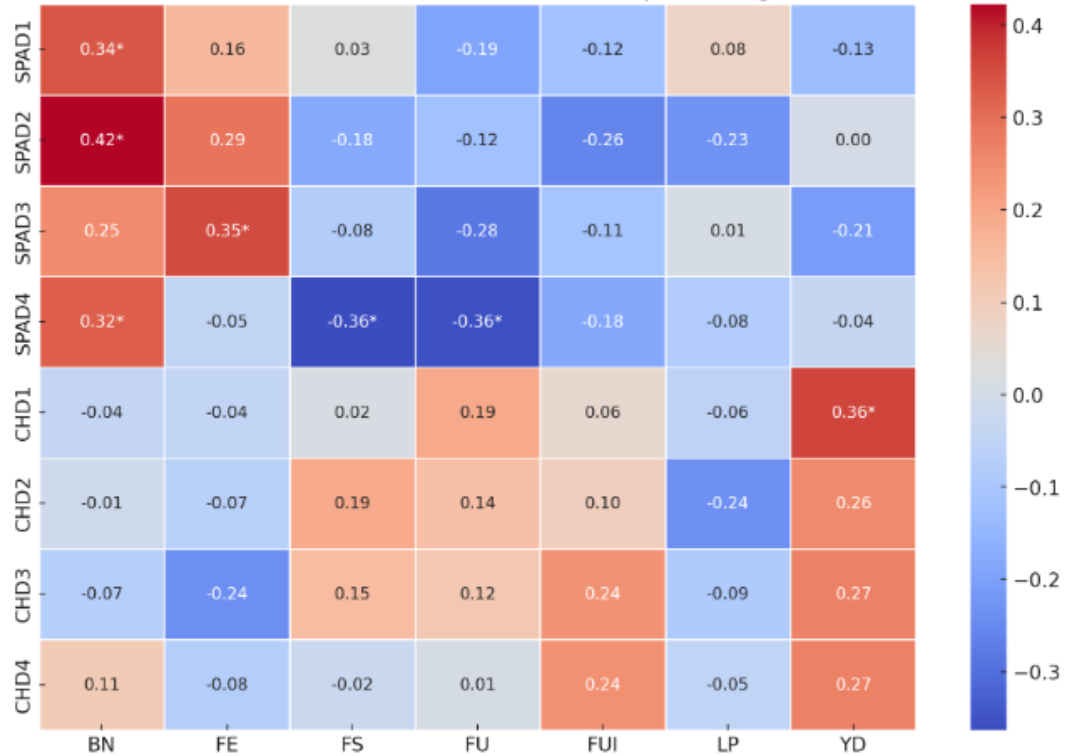


Figure 4. Correlation Matrix Heatmap for SPAD1. SPAD2. SPAD3. SPAD4 and CHD1. CHD2. CHD3 CHD4 under deficit irrigation

*SPAD: Leaf Chlorophyll Content. CMD: canopy temperature depression. SPAD1 and CHD1: Early Growth Stage; SPAD2 and CHD2: Flowering Stage; SPAD3 and CHD3: Boll Setting Stage; SPAD4 and CHD4: Boll Opening Stage.

4. Discussion

To determine the optimal plant development stage for assessing the SPAD parameter in cotton plants under abiotic stress conditions. It is crucial to consider the stage where the parameter can best reflect the plant's response to stress. Studies have shown that the SPAD chlorophyll meter method, is a valuable and indicative of the plant's physiological status and stress tolerance (Magwanga et al., 2020). This instrument provides a rapid and non-destructive method to measure chlorophyll content, which is indicative of plant health and stress levels. In the context of cotton plants, research suggests that the SPAD parameter should be measured at specific

developmental stages to effectively capture the impact of abiotic stress on the plant. For instance, in wheat, SPAD measurements were taken at the anthesis stage to assess responses to salinity and nutrient stress (Shah et al., 2019). Similarly, in rice, SPAD values were measured on the third fully opened leaf from the top under reproductive stage stress experiments (James et al., 2018). These studies highlight the importance of selecting the appropriate plant growth stage for SPAD measurements to accurately evaluate stress responses. Furthermore, the SPAD parameter has been utilized in various plant stress studies, including those involving wheat, rice, and sweet potato, to assess chlorophyll content under different stress conditions (El-Daim et

al., 2019). The SPAD readings obtained from these studies have provided valuable insights into the physiological responses of plants to abiotic stressors, aiding in the identification of stress-tolerant genotypes and the development of stress mitigation strategies. When assessing canopy temperature in cotton, it is crucial to understand its significance in plant growth and development, especially in response to environmental stressors. Canopy temperature is a valuable indicator of plant stress and physiological activity, reflecting the plant's adaptation to changing conditions. Monitoring canopy temperature can offer insights into the plant's water status and growth performance, as elevated temperatures may signal insufficient water availability and stress (Sarwar et al., 2019).

The timing for measuring canopy temperature and SPAD in cotton is crucial for understanding plant responses to environmental conditions and stress factors. Canopy temperature is a valuable indicator of plant water status and stress levels, reflecting the plant's physiological activity and adaptation to changing environmental conditions. Monitoring canopy temperature can provide insights into the plant's growth performance and stress tolerance, particularly in response to factors like soil salinity and water deficits (Mahan et al., 2015).

Karademir et al. (2018) in their study on advanced line and control varieties, canopy temperature values during the peak flowering period were found to be higher than the pre-flowering period. Also according to the results of their correlation analysis to determine canopy temperatures and chlorophyll content measured at different development stages and other traits associated with final yield and fiber quality traits, they found that seed cotton yield and canopy temperature at all cotton growing stages (pre-bloom, peak flowering and post-bloom/boll formation period). They observed a significant and positive relationship between temperature. However, correlation coefficients were strongest when canopy temperature was measured during the peak flowering period of the cotton growth period. Similar results have

been observed by many researchers (Conaty et al., 2015; Amani et al., 1996; Bahar et al., 2008; Alam, 2014). However, the results of this study concluded that, contrary to these studies, this correlation is stronger in the boll opening stage. There are also studies parallel to these study results (Lopes and Reynolds, 2010; Mason and Singh, 2014; Bennani et al., 2016).

5. Conclusion

The results of this study demonstrate the effectiveness of Principal Component Analysis (PCA) in unraveling complex trait variations and genetic diversity in cotton under water deficit and drought stress conditions. Under 50 % water availability, PCA revealed that the first five Principal Components (PCs) explained significant trait variations, particularly in yield and fiber quality traits. Notably, traits like boll number (BN) exhibited strong negative correlations with fiber strength (FS), fiber length (FU) and fiber uniformity index (FUI), highlighting genetic associations and variability patterns.

The analysis also explored the relationship between canopy temperature depression (CTD) and yield/fiber parameters revealing positive correlations with early growth stage (CHD1) and certain fiber traits. Canopy temperature measurements during specific stages like boll setting were deemed most reliable due to trait associations. Leaf chlorophyll content (SPAD) analysis indicated SPAD4's strong correlation with fiber elongation (FE) and lint percentage (LP) emphasizing its role in trait evaluation. However, SPAD showed limited positive associations with fiber properties overall. Correlation analyses between SPAD and CHD across different time points identified significant relationships, with SPAD2 and SPAD3 exhibiting positive correlations. Additionally, CHD2 and CHD3 showed positive correlations, suggesting the importance of specific observation periods for trait assessments.

Overall, these findings underscore the significance of conducting timely measurements of SPAD and CHD to comprehend cotton traits under drought stress

conditions. Specifically, SPAD3 and CHD3 (boll opening stage) emerged as crucial indicators, highlighting the boll setting stage as the most appropriate observation time for assessing these features.

References

- Abd El-Daim, I.A., Bejai, S., Meijer, J., 2019. *Bacillus velezensis* 5113 induced metabolic and molecular reprogramming during abiotic stress tolerance in wheat. *Scientific Reports*, 9(1): 16282.
- Abtahi, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A., 2019. Genotype selection for physiological responses of drought tolerance using molecular markers in polycross hybrids of orchardgrass. *Plant Breeding*, 138(6): 937-946.
- Ahmad, M., Waraich, E. A., Shahid, H., Ahmad, Z., Zulfiqar, U., Mahmood, N., El Sabagh, A., 2023. Exogenously applied potassium enhanced morpho-physiological growth and drought tolerance of wheat by alleviating osmotic imbalance and oxidative damage. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(5): 4447-4459
- Alam, M.K., 2014. Genetic correlation and path coefficient analysis in groundnut (*Arachis hypogea* L.). *SAARC Journal of Agriculture*, 12(1): 96-105.
- Amani, I., Fischer, R.A., Reynolds, M.P., 1996. Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 176(2): 119-129.
- Arabacı, O., Tan, U., Yıldız, Ö., Tutar, M., 2017. Effect of different harvest times on some quality characteristics of cultivated sahlep orchid serapias vomeracea (Burm. fill.) Brig. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(Special Issue): 445-451.
- Ata-Ul-Karim, S.T., Cao, Q., Zhu, Y., Tang, L., Rehmani, M.I.A., Cao, W., 2016. Non-destructive assessment of plant nitrogen parameters using leaf chlorophyll measurements in rice. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1829.
- Bahar, B., Yildirim, M., Barutcular, C., Genc, I., 2008. Effect of canopy temperature depression on grain yield and yield components in bread and durum wheat. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36(1): 34-37.
- Balkan, A., Bilgin, O., Başer, İ., Göçmen, D. B., Özcan, K., 2023. Study on some quality and morpho-physiological traits of durum wheat (*Triticum durum* L. Desf.) genotypes. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1): 86-94.
- Barik, S.R., Pandit, E., Mohanty, S.P., Nayak, D.K., Pradhan, S.K., 2020. Genetic mapping of physiological traits associated with terminal stage drought tolerance in rice. *BMC Genetics*, 21: 1-12.
- Bennani, S., Nsarellah, N., Birouk, A., Ouabbou, H., Tadesse, W., 2016. Effective selection criteria for screening drought tolerant and high yielding bread wheat genotypes. *Universal Journal of Agricultural Research*, 4(4): 134-142.
- Cakalogullari, U., Tatar, M.O., 2020. Adaptation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to limited water conditions: reversible change in canopy temperature. *AgroLife Scientific Journal*, 9(1): 64-72
- Chen, D., Wang, S., Cao, B., Cao, D., Leng, G., Li, H., Deng, X., 2016. Genotypic variation in growth and physiological response to drought stress and re-watering reveals the critical role of recovery in drought adaptation in maize seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 6: 172337.
- Conaty, W.C., Mahan, J.R., Neilsen, J.E., Tan, D.K.Y., Yeates, S.J., Sutton, B.G., 2015. The relationship between cotton canopy temperature and yield, fibre quality and water-use efficiency. *Field Crops Research*, 183: 329-341.

- Guendouz, A., Frih, B., Oulmi, A., 2021. Canopy cover temperature & drought tolerance indices in durum wheat (*Triticum durum* desf.) genotypes under semi-arid condition in algeria. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 12(6): 638-644.
- Hayano-Kanashiro, C., Calderón-Vázquez, C., Ibarra-Laclette, E., Herrera-Estrella, L., Simpson, J., 2009. Analysis of gene expression and physiological responses in three Mexican maize landraces under drought stress and recovery irrigation. *PLoS one*, 4(10): e7531.
- James, L.G., 1988. Principles of farm irrigation systems design, s:544.
- James, D., Borphukan, B., Fartyal, D., Ram, B., Singh, J., Manna, M., Reddy, M.K., 2018. Concurrent overexpression of OsGS1; 1 and OSGS2 genes in transgenic rice (*Oryza sativa* L.): impact on tolerance to abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 9: 307492.
- Lanceras, J.C., Pantuwan, G., Jongdee, B., Toojinda, T., 2004. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. *Plant physiology*, 135(1): 384-399.
- Lopes, M.S., Reynolds, M.P., 2010. Partitioning of assimilates to deeper roots is associated with cooler canopies and increased yield under drought in wheat. *Functional Plant Biology*, 37(2): 147-156.
- Magwanga, R.O., Lu, P., Kirungu, J.N., Cai, X., Zhou, Z., Agong, S.G., Liu, F., 2020. Identification of QTLs and candidate genes for physiological traits associated with drought tolerance in cotton. *Journal of Cotton Research*, 3: 1-33.
- Mahan, J.R., Burke, J.J., 2015. Active management of plant canopy temperature as a tool for modifying plant metabolic activity. *American Journal of Plant Sciences*, 6(01):249.
- Mason, R.E., Singh, R.P., 2014. Considerations when deploying canopy temperature to select high yielding wheat breeding lines under drought and heat stress. *Agronomy*, 4: 191-201.
- Oğuz, I.K., 2021. Investigation of nitrate content of sage (*Salvia fruticosa* Mill) and Oregano (*Origanum onites*) Plants. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(1): 21-26.
- Özkul, M., Ozkul, M., Mesut, O., Belge, A., Mutlu, D., 2022. Phenological development stages and effective temperature total demand in bursa siyahı fig variety. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(2): 260-271.
- Sarwar, M., Saleem, M.F., Ullah, N., Ali, A., Collins, B., Shahid, M., Kumar, M., 2023. Superior leaf physiological performance contributes to sustaining the final yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes under terminal heat stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 29(5): 739-753.
- Shah, S.H., Angel, Y., Houborg, R., Ali, S., McCabe, M.F., 2019. A random forest machine learning approach for the retrieval of leaf chlorophyll content in wheat. *Remote Sensing*, 11(8): 920.
- Singh, D., Balota, M., Isleib, T.G., Collakova, E., Welbaum, G.E., 2014. Suitability of canopy temperature depression. specific leaf area. and spad chlorophyll reading for genotypic comparison of peanut grown in a sub-humid environment. *Peanut Science*, 41(2): 100-110.
- Suzuki, N., Rivero, R.M., Shulaev, V., Blumwald, E., Mittler, R., 2014. Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*, 203(1): 32-43.
- Tang, Y., Zhang, J., Wang, L., Wang, H., Long, H., Yang, L., Shao, R., 2023. Water deficit aggravated the inhibition of photosynthetic performance of maize under mercury stress but is alleviated by brassinosteroids. *Journal of Hazardous Materials*, 443: 130365.

Zhang, H., Pan, X., Li, Y., Wan, L., Li, X., Huang, R., 2012. Comparison of differentially expressed genes involved in drought response between two elite rice varieties. *Molecular Plant*, 5(6): 1403-1405.

To Cite Gören, H.K., 2024. Determining optimal measurement time points for SPAD and canopy temperature in drought tolerant cotton (*Gossypium hirsutum* L.) breeding. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*. 8(2): 449-460.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11280512>.



Palynological, Protein, and Phenolic Profiling of Bee Pollen from Mersin: An Investigation

Duygu Nur ÇOBANOĞLU^{1*}

¹ Bingöl University, Department of Crop and Animal Production, Vocational School of Food, Agriculture and Livestock, Bingöl

*Corresponding author: dncobanoglu@bingol.edu.tr

Abstract

Due to bee pollen's exceptional nutritional profile and unique phenolic composition, it has received significant attention recently. The aim of this study was to investigate the botanical origin, protein content, and phenolic composition of the eight bee pollen samples (BP01–BP08) from different districts of Mersin city, Türkiye. According to palynological analysis, pollen grains of 51 taxa belonging to 25 families were determined. BP01 and BP07 were bifloral, and the other samples were multifloral. Pollen belonging to the genera *Cerantonina* sp., *Helianthemum* sp. and *Olea* sp. were predominant in the samples. The protein content values ranged from 23.1±1.23–28.1±1.49 g/100g. The presence of 23 phenolic compounds was investigated in bee pollen samples by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), and 12 of them were detected. Taxifolin, caffeic acid, quercetin, oleuropein, and kaempferol were determined to be the most abundant phenolic components, respectively. The bee pollen sample with the low protein content (BP03) had the highest phenolic composition. Furthermore, protein content and phenolic composition showed significant variability based on geographical origin.

Research Article

Article History

Received :02.03.2024
Accepted :19.04.2024

Keywords

Bee pollen
LC-MS/MS
protein
phenolic
palynological
Mersin

1. Introduction

Plant pollen originates from the anther of stamen. During collection, honey bees blend the pollen grains with saliva and nectar, forming distinctive loads, store them in pollen baskets on their hind legs, and transport them to the hive (Komosinska-Vassev et al., 2015). These loads are collected by beekeepers with pollen traps that are placed at the entrance of hives and are called bee pollen (Aylanc et al., 2021).

Bee pollen is a highly nutritious substance that plays a crucial role in the development and health of bee colonies. Since ancient times, flower pollen has been utilized by humans for its nutritional benefits, although bee-collected pollen only began to be used for human nutrition after the Second World War (Kostić et al., 2015). Bee pollen contains essential nutrients such as trace elements (potassium (K), phosphorus (P), magnesium (Mg), calcium (Ca), sodium (Na), etc.), proteins (2.90–33.51 % w/w), carbohydrates (13–55 % w/w), lipids (1–13 % w/w), and vitamins (0.02–0.7 %) that are vital for the growth and well-being of bees and supports human health (Yang et al., 2013; Hsu et al., 2021). Following carbohydrates, proteins constitute primary components in bee pollen, thereby serving as the principal protein source vital for the survival of honey bees (Almeida-Muradian et al., 2005). The protein content of pollen appears to be crucial for the lifespan of honey bees. When pollen is lacking or has insufficient protein, it leads to decreased levels of total protein and vitellogenin in the hemolymph, impacting the longevity of honey bees (Liolios et al., 2015). Also, proteins and amino acids are critical for human growth, nitrogen balance, protein synthesis, and cell signaling (Baky et al., 2023). The protein concentration found in bee pollen serves as an indicator of its nutritional quality (Hsu et al., 2021).

Bee pollen contains phenolic compounds ranging from 3.0 % to 5.0 %, with the quantity and composition of these phenolics subject to significant variation based on the plant source (Mutlu and Erbas, 2023). Phenolic compounds, prevalent in plants as secondary

metabolites, are integral to the biological activities observed in bee pollen, including antioxidant, anti-carcinogenic, antimicrobial, and anti-inflammatory properties (Li et al., 2018). These compounds are credited with diverse protective effects against ailments such as cancer, cardiovascular diseases, inflammatory disorders, and neurological degeneration. Bee pollen is a good source of polyphenols which have the ability to scavenge free radicals (Alvarez-Suarez, 2017; Rocchetti et al., 2019).

Researchs have shown that the bee pollen's chemical composition varies depending on the botanical diversity of the plants from which it is collected (Al-Kahtani, 2017). The botanical origin of bee pollen is determined by palynological analysis (Alimoğlu et al., 2021; de Souza et al., 2019). Palynological studies determine the plant source of the bee pollen by evaluating the physical properties of the pollen grains such as shape, size, and ornamentation on the exine layer (Barth et al., 2010). Bee pollen is classified as monofloral, bifloral, trifloral, and multifloral according to the pollen analysis (Çobanoğlu, 2024).

Türkiye's geographical location has positioned it as one of the leading countries in apiculture, producing various bee products, including bee pollen (Şahin and Kemal, 2020). Studies have been conducted to determine the elemental content, and antioxidant properties of Turkish bee pollens. Furthermore, the botanical origins and total bioactive compounds of bee pollen from different regions of Türkiye have been determined (Altunatmaz et al., 2017; Dulger Altiner et al., 2020; Temizer, 2023).

Mersin, a province in southern Türkiye, is known for its rich floral diversity, with a significant number of endemic plant species. Beekeeping has been a traditional practice in Mersin province for generations. However, until today, studies on the identification of bee plants and investigation of composition of bee products from Mersin province, Türkiye have been limited (Mărgăoan et al., 2021; Görhan, 2021). Therefore, the main scope of the present study was to determine botanical origin,

protein content, and phenolic composition of bee pollen samples from Mersin province of Türkiye. This study aimed to provide a comprehensive understanding of the effect of the botanical composition of bee pollen produced in Mersin on the protein and phenolic content of bee pollen.

2. Materials and Methods

2.1. Sampling

In 2021, a total of eight fresh bee pollen samples were collected from various beehives in Mersin, Türkiye.

After collection, the bee pollen samples were promptly placed in foam boxes containing ice to maintain their freshness. They were transported to the laboratory. Upon arrival, the samples were kept in a dry place and immediately frozen at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to preserve their composition until further analyses could be conducted.

2.2. Palynological analysis

Palynological analysis has been used to identify the floral sources of bee pollen. Bee pollen samples evaluated the procedure described by Çobanoğlu, (2024). 2 g bee pollen was mixed with 13 mL 70:30 ethanol:distilled water. The mixture was kept in ultrasound bath for 5 minutes. Then, the homogeneous mixture was centrifuged at 3500 rpm using a centrifuge (Eppendorf SE, Hamburg, Germany) for 15 minutes. Following that, a 1:1 mixture of glycerin and water was used to dilute the residue. Next, a 10 μL suspension was applied to a microscope slide and fixed using glycerin gelatin containing basic fuchsin. Subsequently, the prepared slides were examined using an (Light Emitting Diode) LED optical microscope (Leica DM 2500, Leica Microsystems, Germany) at magnifications of 600 \times and 1000 \times . To assess the relative abundance of pollen types, at least 500 pollen grains were counted on each slide. All analyses were performed in triplicate for each sample to ensure the accuracy and reliability of the results. The pollen composition of the examined samples was categorized as follows:

Monofloral: Consisting of a single pollen type at a percentage of $>80\%$ or 46–80 % if there is no pollen at 15–45 %.

Bifloral: Containing two kinds of pollen types, one at a percentage of 46–80 % and the other at a percentage of 15–45 %, or two types each at a percentage of 46–80 %.

Multifloral: Comprises pollen grains from multiple plant species.

2.3. Protein content

The total protein content was calculated by using the Micro-Kjeldahl method and by multiplying the nitrogen content determined, Gerhardt's digestion unit, and the Vapodest distillation system by a factor of 6.38 (Kıvanç and Yapıcı, 2015).

2.4. Pollen extraction for phenolic analysis

50 grams of sample were extracted in 500 mL of 70% ethanol ($>96\%$, Merck, Germany). The solutions were kept in ultrasound bath at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ for an hour. The mixture was centrifuged at 3500 rpm for 15 minutes. Following extraction, the samples were filtered, and the collected filtrates underwent evaporation using a rotary evaporator at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to remove the solvent entirely (Çobanoğlu et al., 2023a). The resulting extracts were stored in tubes in the dark at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ for further analyses.

2.5. Phenolic compound detection

Bee pollen extracts's phenolic compounds were determined by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC/MS/MS, Thermo Scientific/TSQ Quantum Access Max). A C18 column (ODS Hypersil, 4.6 ID x 250 mm 5 m) was used to separate phenolic compounds at $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ with a flow rate of 0.7 mL min^{-1} . The injection volume was 20 μL , and the analysis was performed over the course of 20 minutes. As mobile phases, A (water containing 0.1 % formic acid) and B (methanol) were employed. Starting with 100 % A, the mobile phase mixture was run through the column for one minute. The gradient elution was then changed to be 5 % A-95 % B between minutes 1 and 22, and after minute 22, the 5 % A-95 % B phase was continued for an additional three minutes.

The system was then set up to run from 0% A to 100 % B for 25 to 30 minutes, at which point it was turned off. The capillary temperature was set at 300 °C, the vaporizer temperature at 350 °C, and the positive and

negative spray voltages were set at 4000 V and 2500 V, respectively (Çobanoğlu et al., 2023b). Table1 contains the parameters for quantifying phenolic compounds.

Table 1. Phenolic compound standard’s parameters

Phenolic compounds	Rt (min.)	MS [m/z]	MS /MS [m/z]	LOD (mg.L ⁻¹)	LOQ (mg.L ⁻¹)	Polarity
Gallic acid	8.92	169.7	80.50 126.20	0.061	0.203	-
Caffeic acid	15.27	179.7	135.20 136.20	0.047	0.157	-
Taxifolin	16.68	303.0	126.20 285.50	0.058	0.194	- -
Protocatechuic acid	12.13	153.8	110.40 92.50	0.049	0.162	-
Protocatechuic aldehyde	13.16	136.9	92.25 108.20	0.026	0.087	-
Sesamol	12.82	137.18	109.291 108.173	0.048	0.161	-
<i>p</i> -coumaric acid	17.00	163.9	94.30 120.20	0.116	0.387	-
Catechin	10.92	289.2	203.90 245.70	0.068	0.227	-
Epicatechin	11.26	291.5	123.30 139.30	0.045	0.151	+
Rosmarinic acid	17.82	359.18	134.30 162.20	0.029	0.095	-
Vanillin	15.87	150.91	92.30 136.10	0.023	0.076	-
Ferulic acid	17.19	193.35	134.10 178.00	0.061	0.204	-
4-OH-benzoic acid	18.12	137.90	66.60 94.60	0.031	0.104	-
Salicylic acid	18.13	137.14	65.51 93.26	0.030	0.099	-
Syringic Acid	15.45	183.07	123.2 77.3	0.192	0.643	-
Ellagic acid	19.47	300.90	284.797 174.151	0.087	0.289	-
Rosmarinic acid	17.82	359.18	134.30 162.20	0.029	0.095	-
Quercetin	20.58	301.00	152.1 179.9	0.038	0.123	-
Oleuropein	18.00	539.10	275.80 377.50	0.050	0.167	-
Rutin	18.26	609.37	300.60 301.70	0.007	0.024	-
Rezveratrol	18.45	228.98	107.20 135.10	0.030	0.099	+
Flavone	23.90	222.90	77.275 121.154	0.027	0.090	+
Kaempferol	21.68	286.97 165.00	153.00	0.055	0.184	+

2.6. Statistical Analysis

The experiments were carried out in triplicate, and the results were presented as the mean ± standard deviation (SD). Statistical

analysis was conducted using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey’s post hoc test. Variations were considered significant at a threshold of $p < 0.05$.

3. Results and Discussion

3.1. Botanical Origin

In this study, Table 2 shows the pollen spectra of eight bee pollen samples from Mersin, Türkiye.

Table 2. Palynological analysis' results, and geographical origin of bee pollen samples

Sample	Geographical Origin	Botanical Origin	Pollen Type%
BP01	Mersin	Bifloral (<i>Ceratonia</i> dominant)	*****
			**** <i>Ceratonia</i> sp. (58.8) *** <i>Helianthemum</i> sp. (16.2) ** <i>Achillea</i> sp. (14.7) * <i>Astragalus</i> sp.(0.7), Brassicaceae (0.7), <i>Cistus</i> sp. (0.7), <i>Thymus</i> sp. (0.7), sp. (0.7), <i>Ranunculus</i> sp. (0.7), <i>Robinia</i> sp. (0.7), Rosaceae (2.2), <i>Rumex</i> sp. (0.7), <i>Salix</i> sp. (0.7), <i>Sanguisorba</i> sp. (0.7), <i>Thalictrum</i> sp. (0.7)
BP02	Mersin	Multifloral	*****
			**** *** <i>Helianthemum</i> sp. (32.4), <i>Quercus</i> sp. (21.3), <i>Salix</i> sp. (26.9) ** <i>Paliurus</i> sp. (4.6) * <i>Astragalus</i> sp. (1.85), Brassicaceae (0.9), <i>Cistus</i> sp. (0.9), <i>Crateagus</i> sp (1.9), <i>Juglans</i> sp. (0.9), <i>Laurus</i> sp (0.9), <i>Lotus</i> sp. (2.8), <i>Morus</i> sp. (0.9), Myrtaceae (0.9), <i>Thalictrum</i> sp. (2.8)
BP03	Mersin	Multifloral	*****
			**** *** <i>Astragalus</i> sp. (18.4), <i>Ceratonia</i> sp. (35.6), <i>Helianthemum</i> sp. (29.9) ** <i>Brassica</i> sp. (6.9) * <i>Citrus</i> sp. (1.1), <i>Erica</i> sp. (1.2), <i>Juglans</i> sp. (1.1), <i>Melilotus</i> sp. (1.1), Pinaceae (1.1), <i>Thalictrum</i> sp. (3.5)
BP04	Mersin	Multifloral	*****
			**** *** <i>Ceratonia</i> sp. (27.1), <i>Olea</i> sp. (37.4) ** <i>Cistus</i> sp. (3.7), <i>Juglans</i> sp. (4.7), <i>Eucalyptus</i> sp. (10.3) * <i>Carex</i> sp. (0.9), Caryophllaceae (0.9), <i>Citrus</i> sp. (0.9), <i>Chenopodium</i> sp. (0.9), <i>Crepis</i> sp. (0.9), <i>Medicago</i> sp. (2.8), <i>Mentha</i> sp. (0.9), <i>Paliurus</i> sp. (2.8), <i>Rumex</i> sp. (2.8), <i>Salix</i> sp. (1.9), <i>Salvia</i> (0.9), <i>Thalictrum</i> sp. (0.9)
BP05	Mersin	Multifloral	*****
			**** *** <i>Astragalus</i> sp. (16.9), <i>Citrus</i> sp. (41.5) ** <i>Fragaria</i> sp. (5.6), <i>Lotus</i> sp. (8.9), <i>Olea</i> sp. (8.9), * Brassicaceae (3.4), <i>Carex</i> sp. (1.1), <i>Cistus</i> sp. (1.2), <i>Quercus</i> sp. (1.1), <i>Plantago</i> sp. (3.4), <i>Rumex</i> sp. (1.2), <i>Salix</i> sp. (3.4), <i>Taraxacum</i> sp. (3.4)
BP06	Mersin	Multifloral	*****
			**** *** <i>Cistus</i> sp. (38.4) ** <i>Brassica</i> sp. (11.6), <i>Cyanus</i> sp. (12.7), <i>Hedysarum</i> sp. (9.3), * <i>Ceratonia</i> sp. (1.2), <i>Chenopodium</i> sp. (1.2), <i>Crateagus</i> sp. (2.3), <i>Crepis</i> sp. (2.3), <i>Ferula</i> sp. (1.2), <i>Helianthus</i> sp. (2.3), <i>Helianthemum</i> sp. (1.2), <i>Helicrysum</i> sp. (2.3), <i>Juglans</i> sp. (2.3), <i>Onobrychis</i> sp. (2.3), <i>Pedicularis</i> sp. (1.2), <i>Plantago</i> sp. (2.3) Rosaceae (1.2), <i>Turgenia</i> sp. (1.2),
BP07	Mersin		*****

			**** <i>Pimpinella</i> sp. (49.4)
			*** <i>Astragalus</i> sp. (16.5),
		Bifloral (<i>Pimpinella</i> dominant)	** <i>Centaurea</i> sp. (3.9), <i>Cistus</i> sp. (5.2), <i>Cyanus</i> sp. (3.8), <i>Helianthus</i> (3.9), <i>Ranunculus</i> sp. (3.9), <i>Salix</i> sp. (3.5),
			* <i>Amaranthaceae</i> (1.3), <i>Crepis</i> sp. (1.3), <i>Fragaria</i> sp. (1.3), <i>Melilotus</i> (1.3), <i>Morus</i> sp. (1.6), <i>Quercus</i> sp. (1.6), <i>Rumex</i> sp. (1.3), <i>Verbascum</i> sp. (0.3)

BP08	Mersin	Multifloral	*** <i>Cirsium</i> sp. (20.5), <i>Olea</i> sp. (43.8)
			** <i>Cistus</i> sp. (10.9), <i>Eucalyptus</i> sp. (4.1), <i>Helianthemum</i> sp. (13.7),
			* <i>Astragalus</i> sp. (2.7), <i>Caprifoliaceae</i> (1.4), <i>Erica</i> sp. (1.4), <i>Thalictrum</i> sp. (1.4),

*****: > 80 %, **** 46-80 %, *** 15-45 %, ** 3-15 %, * < 3

Palynological analysis of bee pollen samples revealed the presence of pollen grains from a total of 51 taxa belonging to 25 families of plants. The most commonly encountered pollen grains in the samples were from the families (insect-pollinated types) Fabaceae, Asteraceae, Cistaceae, and Apiaceae. The bee pollen samples presented different numbers of pollen taxa ranging from 9 (BP08) to 19 (BP06) types. Pollen belonging to *Ceratonia* sp., *Helianthemum* sp., and *Olea* sp. are most frequently genera represented in the samples. There were no common botanical species present in all the analysed samples. This observation suggests that the variability in pollen types presence may be linked to the geographical origin, reflecting the diverse flora within the beekeeping area.

In the study, two bee pollen samples were bifloral, the others were multifloral. The identified taxa from the bee pollen samples in our study were also observed in the pollen spectra of previous palynological studies carried out in Mediterranean regions of Türkiye (Silici and Gökçeoglu, 2007; Temizer, 2023). *Ceratonia* sp. serves as an excellent resource for honey bee nourishment due to its advantageous characteristics like blooming in autumn, a season with limited plant flowering, production of nectar and pollen, significant nectar yield, and frequently visits by honeybees (Maha and Haddad, 2012). The pollen grain of *Ceratonia* sp. was dominant in BP01 (58.8 %) sample. A study was conducted

that honey bees are actively utilizing olive flowers as a pollen source (Giovanetti, 2018), *Olea* sp. pollen grains were detected in bee pollen samples in this study. Particularly in the summer, honey bees choose the Cistaceae family as a source of pollen, finding it to be an exceptionally appealing source (Dimou et al., 2014). In this study, *Helianthemum* pollen was found as BP01 (16.2 %), BP02 (32.4 %), BP03 (29.9 %), BP06 (1.2 %), and BP08 (13.7 %). Some taxa (*Astragalus* sp., *Trifolium* sp., *Melilotus* sp. etc.) from the Fabaceae family are considered important resources used by bees (Küçükaydın et al., 2023; Sultana et al., 2022). Pollen grains belonging to the Apiaceae family were frequently found in the samples, like in other studies conducted in the Mediterranean region of Türkiye (Silici and Gökçeoglu, 2007). *Cirsium* sp. pollen grain has already been reported in Eastern Anatolia bee pollen (Çobanoğlu et al., 2021). *Eucalyptus* sp. trees are grown along the coastlines of the Aegean and Mediterranean regions of Anatolia, with their flowering period is between from May to September. Pollen grains of *Eucalyptus* plant in the bee flora of Mersin province were determined in two (BP04, BP08) samples (Görhan, 2021).

3.2. Protein Content

The protein content showed statistical differences ($P < 0.05$) and ranged from $22.8\% \pm 1.21$ (BP07) to $28.1\% \pm 1.49$ (BP01) (Table 3), (Figure 1).

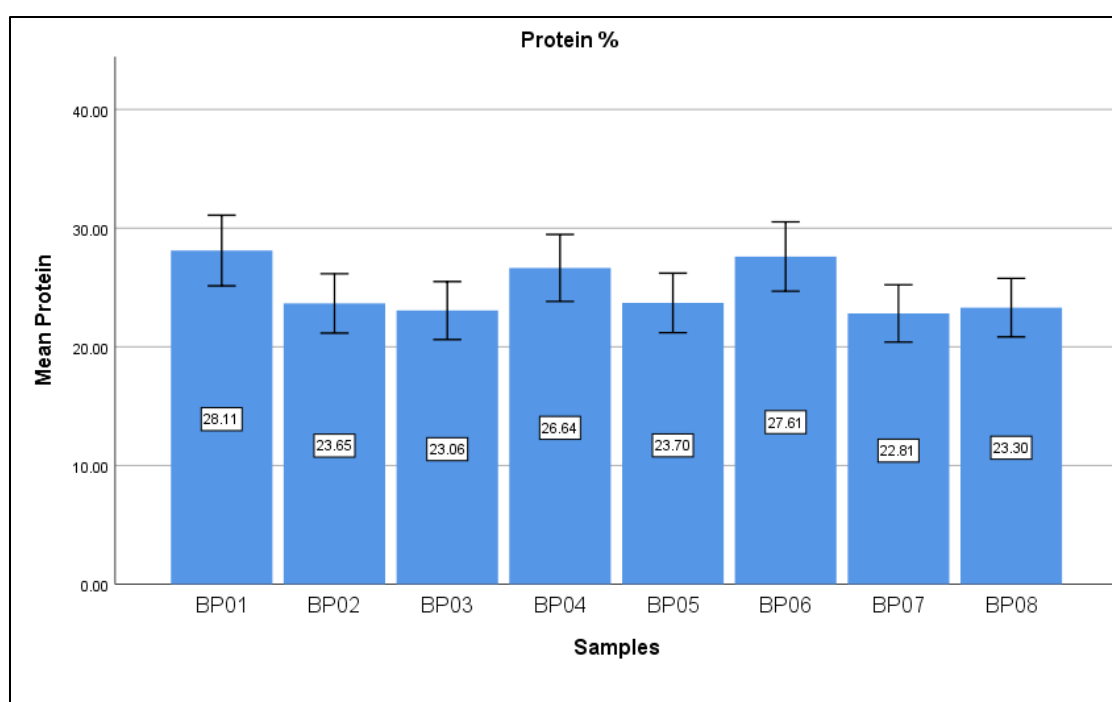
Table 3. Protein content of bee pollen samples

	BP01	BP02	BP03	BP04	BP05	BP06	BP07	BP08
Protein	28.11±1.49	23.655±1.25b	23.056±1.22b	26.643±1.4a	23.695±1.25b	27.606±1.46	22.811±1.2	23.3±1.23b
n	a	c	c	b	c	a	c	c

*Results are given as g/100 g. Mean values (n=3) with the different letters in a line indicate statistical differences among the results that determined by Tukey test (p<0.05)

Protein content results were similar to the results reported by Kostić et al. (2015), from Serbia (14.81–27.25 %), Estevinho et al. (2012), from Portugal (24.23–34.18%) and Mayda et al. (2020), for pollen samples from Türkiye (17.6–22.2 %). Nevertheless, Taha et

al. (2019), found lower values (15.19–20.23 %) in bee pollen from Saudi Arabia. The significant variation in protein levels could potentially be impacted by factors such as floral sources, geographical origin, and storage conditions (Oroian et al., 2022).

**Figure 1.** Protein content of bee pollen samples

Bee pollen's protein content stands out as its key defining feature, often serving as the primary criterion for assessing quality. It's typically categorized into three grades based on protein levels: excellent (above 25 %), average (20–25 %), and poor (below 20 %) (Somerville, 2001). In the current study, BP01, BP04, and BP06 were categorized excellent, other samples were classified as average according to this classification.

3.3. Phenolic compounds

For their wide range of functions, such as, anti-diabetic, antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, and anti-hyperlipidemia effects, phenolic compounds have recently increased in attention (Ares et al., 2018). The results obtained by LC-MS/MS for the eight bee pollen samples from Mersin are presented in Table 4.

Table 4. Phenolic compounds of bee pollen samples

	BP01	BP02	BP03	BP04	BP05	BP06	BP07	BP08
Gallic acid	12.49±0.78 cd	4.94±0.3 1e	37.9±2.37 a	nd	16.58±1.0 4b	9.34±0.6	nd	nd
Caffeic acid	nd	nd	2.24±0.14 b	nd	0.71±0.04 c	4.1±0.26a	nd	0.2±0.012 d
Taxifolin	nd	0.37±0.0 2c	104.4±6.5 a	9.46±0.6b	5.55±0.34 bc	nd	nd	10.79±0.6 8b
Protocatechuic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Protocatechuic aldehyde	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sesamol	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
p-coumaric acid	nd	nd	nd	nd	nd	5.48±0.34 a	nd	nd
Catechin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Epicatechin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Rosmarinic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Vanillin	nd	0.96±0.0 6b	1.06±0.07 b	1.63±0.1a	1.1±0.07b	1.76±0.1a	nd	nd
Ferulic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4-OH-benzoic acid	nd	nd	nd	0.05±0.00 3a	nd	nd	nd	nd
Salicylic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Syringic Acid	4.05±0.25b	nd	nd	nd	nd	nd	4.69±0.3 a	nd
Ellagic acid	nd	nd	nd	1.05±0.06 a	nd	nd	nd	nd
Rosmarinic acid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Quercetin	nd	nd	31.44±1.9 6a	22.7±1.4b	nd	15.65±0.9 8c	nd	6.45±0.4d
Oleuropein	nd	nd	0.05±0.00 3d	2.31±0.14 c	3.95±0.25 b	nd	nd	9.8±0.61a
Rutin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Rezveratrol	0.8±0.05a	nd	nd	nd	nd	nd	0.55±0.0 3b	nd
Flavone	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Kaempferol	nd	nd	7.7±0.48a	nd	nd	6.32±0.39 b	nd	nd

*Results are given a mean value of three replicates±standart deviation. Mean values (n=3) with the different letters in a column indicate statistical differences among the results that conducted by Tukey test (p<0.05). The results are given as µg/g. Nd: not detected.

The optimized chromatographic conditions enabled the measurement of 23 phenolic compounds in bee pollen samples. Of the 23 phenolic compounds analysed, 12 were determined in samples. Gallic, caffeic, syringic, and ellagic acids, taxifolin, vanillin, quercetin, oleuropein, rezveratrol, and kaempferol were determined in the samples. Taxifolin, gallic acid, and quercetin were the most abundant phenolic compounds of the

investigated bee pollen samples, respectively. However, the 4OH benzoic acid, ellagic acid, and rezveratrol levels were at remarkably low amounts. The mean levels of taxifolin, gallic acid, quercetin, and kaempferol were high in the BP03 multifloral sample (Figure 2). Additionally, the BP06 bee pollen had high vanillin content, the BP04 bee pollen had high ellagic acid content, and the BP05 sample had high oleuropein content.

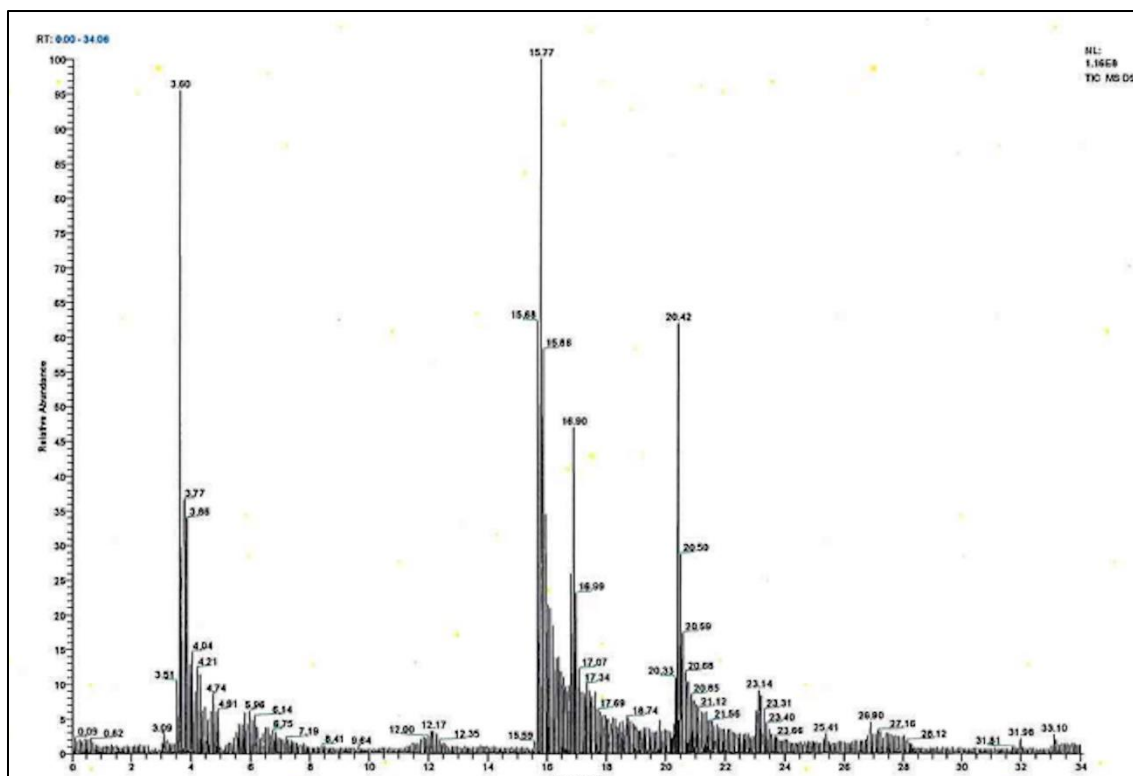


Figure 2. Chromatogram of BP03

In a study conducted by Mutlu and Erbas (2023), phenolic compounds were investigated in monofloral/multifloral bee pollen samples from different regions in Türkiye. It was reported that the amounts of rosmarinic acid, naringenin, rutin, and apigenin were 155.38, 51.91, 34.31, and 29.16 mg/100 g, respectively. In another study conducted a bee pollen sample collected from Bayburt, Türkiye, the major phenolic compounds such as rutin, kaempferol, quercetin, myricetin, and *p*-coumaric acid were determined 115442.25 ± 7774.28 , 9870.72 ± 790.14 , 7849.8 ± 528.63 , 2220.70 ± 177.76 , 1508.98 ± 91.89 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectively (Gercek et al., 2021). Rutin, which was detected at high levels in bee pollen in previous studies (Adaşkevičiūtė et al., 2022; Çobanoğlu, 2024), was not detected in Mersin bee pollen. In this study, taxifolin was found 0.37 ± 0.02 - 104.4 ± 6.5 $\mu\text{g}/\text{g}$, while in another study with bee bread collected from Türkiye, was found 3.1 ± 0.3 - 5.3 ± 0.3 $\mu\text{g}/\text{g}$ (Çobanoğlu et al., 2023b). The gallic acid wasn't found in the ethanolic extract of chestnut bee pollen by Karkar et al., (2018), but it was determined in

five samples with this study. Quercetin, the third most abundant phenolic component in bee pollen, was also found in bee pollen in previous studies (Bridi et al., 2022; Gercek et al., 2021). With this study, the phenolic compound oleuropein detected in bee pollen samples, but it was not found in a previous study from Türkiye (Çelik et al., 2022). Kaempferol was detected 7.7 ± 0.48 and 6.32 ± 0.39 as $\mu\text{g}/\text{g}$ in BP03, BP06, respectively and it was found 6.37 - 100.18 $\mu\text{g}/\text{g}$ in another study (Çobanoğlu, 2024). BP03 had the most abundant phenolic compounds among the samples. Both the amount and type of phenolics in bee pollen may vary depending on the geographical location and conditions during production. Even if the samples originate from the same botanical source, these factors can lead to divergent outcomes (De-Melo et al., 2016).

4. Conclusions

Bee pollen is a bee product that provides the development of bees in the hive and is also recommended to be consumed by humans due to its content. The chemical content of bee

pollen varies depending on the plant diversity and environmental conditions in the environment where it is produced. Therefore, content determination studies of bee pollen are important for both beekeeping and human consumption. In this study, the botanical origin, protein and phenolic content of bee pollen produced in Mersin province of Türkiye were evaluated. The samples were divided into bifloral and multifloral as botanical source. It was found that the protein content of bee pollen samples was higher in bifloral samples. No such distinction was found in phenolic content. The findings underscore the importance of understanding the diverse factors influencing bee pollen composition, offering significant implications for its utilization in various fields, including nutrition, health, and apiculture.

References

- Adaškevičiūtė, V., Kaškonienė, V., Barčauskaitė, K., Kaškonas, P., Maruška, A., 2022. The Impact of fermentation on bee pollen polyphenolic compounds composition. *Antioxidants*, 11(4): 645.
- Alimoglu, G., Guzelmeric, E., Yuksel, P.I., Celik, C., Deniz, I., Yesilada, E., 2021. Monofloral and polyfloral bee pollens: Comparative evaluation of their phenolics and bioactivity profiles. *Lwt*, 142(5): 110973.
- Al-Kahtani, S.N., 2017. Fatty acids and B vitamins contents in honey bee collected pollen in relation to botanical origin. *Scientific Journal of King Faisal University*, 18(2):41–48.
- Almeida-Muradian, L.B., Pamplona, L.C., Coimbra, S., Barth, O.M., 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18 (1): 105–111.
- Altunatmaz, S.S., Tarhan, D., Aksu, F., Barutçu, U.B., Or, M.E., 2017. Mineral element and heavy metal (Cadmium, lead and arsenic) levels of bee pollen in Turkey. *Food Science and Technology*, 37: 136–141.
- Alvarez-Suarez, J.M., 2017. Bee products - chemical and biological properties. *The dried chemicals. Products - Chemical and Biological Properties*, Springer Cham, Germany, p. 1–306.
- Ares, A.M., Valverde, S., Bernal, J.L., Nozal, M.J., Bernal, J., 2018. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147: 110–124.
- Aylanc, V., Falcão, S.I., Ertosun, S., Vilas-Boas, M., 2021. From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science and Technology*, 109: 464–481.
- Baky, M.H., Abouelela, M.B., Wang, K., Farag, M.A., 2023. Bee pollen and bread as a super-food: a comparative review of their metabolome composition and quality assessment in the context of best recovery conditions. *Molecules*, 28(2): 715.
- Barth, O.M., Freitas, A.S., Oliveira, É.S., Silva, R.A., Maester, F.M., Andrella, R.R. S., Cardozo, G.M.B.Q., 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: A proposal for technical standardization. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 82(4): 893–902.
- Bridi, R., Echeverría, J., Larena, A., Nuñez Pizarro, P., Atala, E., De Camargo, A.C., Oh, W.Y., Shahidi, F., Garcia, O., Ah-Hen, K.S., Montenegro, G., 2022. Honeybee pollen from southern Chile: phenolic profile, antioxidant capacity, bioaccessibility, and inhibition of DNA Damage. *Frontiers in Pharmacology*, 13:1–12.
- Çelik, S., Kutlu, N., Gerçek, Y.C., Bayram, S., Pandiselvam, R., Bayram, N.E., 2022. Optimization of ultrasonic extraction of nutraceutical and pharmaceutical compounds from bee pollen with deep eutectic solvents using response surface methodology. *Foods*, 11:3652.

- Çobanoğlu, D.N., 2024. Assessing monofloral bee pollens from Türkiye: Palynological verification, phenolic profile, and antioxidant activity. *Journal of Food Science*, 89: 1711–1726.
- Çobanoğlu, D.N., Kizilpinar Temizer, İ., Candan, E.D., Yolcu, U., Güder, A., 2023a. Evaluation of the nutritional value of bee pollen by palynological, antioxidant, antimicrobial, and elemental characteristics. *European Food Research and Technology*, 249: 307–325.
- Çobanoğlu, D.N., Şeker, M.E., Temizer, İ.K., Erdoğan, A., 2023b. Investigation of botanical origin, phenolic compounds, carotenoids, and antioxidant properties of monofloral and multifloral bee bread. *Chemistry & Biodiversity*, 20: e202201124.
- De-Melo, A.A.M., Estevinho, M.L.M.F., Sattler, J.A.G., Souza, B.R., Freitas, A. da S., Barth, O.M., Almeida-Muradian, L.B., 2016. Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. *Lwt*, 65: 808–815.
- De Souza, R.R., de Abreu, V.H.R., de Novais, J.S., 2019. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. *Palynology*, 43: 690–700.
- Dimou, M., Tananaki, C., Liolios, V., Thrasivoulou, A., 2014. Pollen foraging by honey bees (*Apis mellifera* L.) in Greece: Botanical and geographical origin. *Journal of Apicultural Science*, 58: 11–23.
- Dulger Altiner, D., Sandikci Altunatmaz, S., Sabuncu, M., Aksu, F., Sahan, Y., 2020. In-vitro bioaccessibility of antioxidant properties of bee pollen in Turkey. *Food Science and Technology*, 41: 133–141.
- Estevinho, L.M., Rodrigues, S., Pereira, A.P., Feás, X., 2012. Portuguese bee pollen: Palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 429–435.
- Çobanoğlu, D.N., Felek, İ., Dündar, O., 2021. Palynological, Antioxidant and Physicochemical Properties of Pollen Loads from Eastern Anatolia. *Bee Studies*, 13: 31–38.
- Gercek, Y.C., Celik, S., Bayram, A.S., 2021. Screening of plant pollen sources, polyphenolic compounds, fatty acids and antioxidant/antimicrobial activity from bee pollen. *Molecules*, 27:117.
- Giovanetti, M., 2018. Do bees like olive? A preliminary analysis of honey bee behaviour on flowers of the wind-pollinated species *Olea europaea*. *Acta Horticulturae*, 1199: 121–126.
- Görhan, K., 2021. Mersin merkez ilçelerinin (Akdeniz, Toroslar, Yenişehir, Mezitli) arı bitkileri üzerine bir araştırma. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8:518–523.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A. 2018. Illustrated pollen terminology. Springer Nature, Cham, Germany, p1-483.
- Hsu, P.S., Wu, T.H., Huang, M.Y., Wang, D.Y., Wu, M.C., 2021. Nutritive value of 11 bee pollen samples from major floral sources in taiwan. *Foods*, 10: 1–15.
- Karkar, B., Şahin, S., Güneş, M.E., 2018. Antioxidative effect of turkish chestnut bee pollen on dna oxidation system and its phenolic compounds. *Gida / The Journal of Food*, 43: 34–42.
- Kıvanç, M., Yapıcı, E., 2015. Kefir as a Probiotic Dairy Beverage: Determination Lactic Acid Bacteria and Yeast. *ETP International Journal of Food Engineering*, 1:55–60.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kafmierczak, J., Mencner, L., Olczyk, K., 2015. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 1-6.

- Kostić, A.T., Barać, M.B., Stanojević, S.P., Milojković-Opsenica, D.M., Tešić, Ž.L., Šikoparija, B., Radišić, P., Prentović, M., Pešić, M.B., 2015. Physicochemical composition and techno-functional properties of bee pollen collected in Serbia. *Lwt*, 62: 301–309.
- Küçükaydın, S., Tel-Çayan, G., Çayan, F., Taş-Küçükaydın, M., Eroğlu, B., Duru, M.E., Öztürk, M., 2023. Characterization of Turkish Astragalus honeys according to their phenolic profiles and biological activities with a chemometric approach. *Food Bioscience*, 53(2): 102507.
- Li, Q.Q., Wang, K., Marcucci, M.C., Sawaya, A.C.H.F., Hu, L., Xue, X.F., Wu, L.M., Hu, F.L., 2018. Nutrient-rich bee pollen: A treasure trove of active natural metabolites. *Journal of Functional Foods*, 49: 472–484.
- Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasyvoulou, A., 2015. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 54(5): 582–592.
- Maha, S., Haddad, N., 2012. Utilization of forest biodiversity: rewards of *Ceratonia siliqua* l. for *Apis mellifera*, *Uludag Bee Journal*, 12(2):62–67.
- Mărgăoan, R., Özkök, A., Keskin, Ş., Mayda, N., Urcan, A.C., Cornea-Cipcigan, M., 2021. Bee collected pollen as a value-added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania, *Lwt*, 149: 111925.
- Mayda, N., Özkök, A., Ecem Bayram, N., Gerçek, Y.C., Sorkun, K., 2020. Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14 (4): 1795–1809.
- Mutlu, C., Erbas, M., 2023. Turkish bee pollen: Composition, regional discrimination and polyphenol bioaccessibility. *Food Bioscience*, 53: 102805.
- Oroian, M., Dranca, F., Ursachi, F., 2022. Characterization of Romanian Bee Pollen—An Important Nutritional Source. *Foods*, 11(17): 2633.
- Rocchetti, G., Castiglioni, S., Maldarizzi, G., Carloni, P., Lucini, L., 2019. UHPLC-ESI-QTOF-MS phenolic profiling and antioxidant capacity of bee pollen from different botanical origin. *International Journal of Food Science & Technology*, 54: 335–346.
- Şahin, H., Kemal, M., 2020. Antioxidant capacity of a bee pollen sample obtained from Giresun, Turkey. *Journal of Apitherapy and Nature*, 2: 46–51.
- Silici, S., Gökçeoglu, M., 2007. Pollen analysis of honeys from Mediterranean region of Anatolia. *Grana*, 46: 57–64.
- Somerville, D.C., 2001. Nutritional Value of Bee Collected Pollens. Rural Industries Research and Development Corporation, 1–166.
- Sultana, S., Foster, K., Lim, L.Y., Hammer, K., Locher, C., 2022. A Review of the Phytochemistry and Bioactivity of Clover Honeys (*Trifolium* spp.). *Foods*, 11: 1–17.
- Taha, E.K.A., Al-Kahtani, S., Taha, R., 2019. Protein content and amino acids composition of bee-pollens from major floral sources in Al-Ahsa, eastern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26: 232–237.
- Temizer, İlginç Kızılpınar, 2023. Elemental composition and evaluation of noncarcinogenic risks of bee pollen from different Turkish areas. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 00: 1-11.

Temizer, İlginc Kizilpınar, 2023. Diversity in bee pollen from three phytogeographical regions in Turkey. *Grana*, 62: 331–341.

Yang, K., Wu, D., Ye, X., Liu, D., Chen, J., Sun, P., 2013. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 61: 708–718.

To Cite

Çobanoğlu, D.N., 2024. Palynological, Protein, and Phenolic Profiling of Bee Pollen from Mersin: An Investigation. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 461-473. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11305923>.



Determination of Energy Use Efficiency and Indicators of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production

Cihan DEMİR^{1*}

¹Kırklareli University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Mechanical and Metal Technologies, Kırklareli

*Corresponding author: cihan.demir@klu.edu.tr

Abstract

The aim of this study is to determine the energy use efficiency in dry bean production. Energy use efficiency calculations were made for the 2023 production season. The study was carried out in the Central district of Kırklareli province of Turkey. Within the scope of the study, total energy input was calculated as 16717.86 MJ ha⁻¹ and total energy output was calculated as 34440 MJ ha⁻¹. Energy use efficiency in dry bean production was calculated as 2.06, specific energy as 9.71 MJ kg⁻¹, energy efficiency as 0.10 kg MJ⁻¹ and net energy as 17722.14 MJ ha⁻¹. Energy input types in dry bean production were examined. It was observed that it consists of 6633.38 MJ ha⁻¹ (39.68 %) direct energy, 10084.48 MJ ha⁻¹ (60.32 %) indirect energy, 2507.99 MJ ha⁻¹ (15 %) renewable energy and 14209.87 MJ ha⁻¹ (85 %) non-renewable energy. According to the 2023 production season study data, dried beans production can be said to be profitable in terms of energy use.

Research Article

Article History

Received :02.03.2024
Accepted :20.04.2024

Keywords

Dry bean
energy use efficiency
Kırklareli
specific energy

1. Introduction

Beans are high in protein and delicious. For this reason, it is widely consumed as fresh, canned, fresh grains and dried grains in the world and in Türkiye. Its dry grains contain 23-34 % protein, 60 % carbohydrates, 5 % crude fibre, 1.7 % fat and 3.6 % ash. It is one of the legume plants that can fill the animal protein gap of our country, especially due to its high protein content (Abacı and Kaya, 2018). In addition, it is a plant whose grains are rich in potassium, phosphorus, calcium, magnesium, sulphur, iron and manganese minerals and vitamins A, B and D (Şehirali, 1988; Pekşen and Artık, 2005; Sirat, 2020).

Food and Agriculture Organization (FAO) data for 2020 shows that 27.55 million tons of dry beans were produced in an area of 34.80 million hectares with an average yield of 790 kg ha⁻¹. India, Myanmar and Brazil are in the top three world production rankings. Türkiye ranks 19th in the world production rankings in 2020 and 12th in the productivity rankings. Among the dried legumes produced in Turkey, beans rank third after chickpeas and lentils. According to TÜİK data, dry bean production reached 305 thousand tons in 2021, with an increase of 9 % compared to the previous year (Anonymous, 2024a).

Energy use in agriculture is of great importance in terms of efficiency and sustainability. Despite the food demand of the increasing world population, the decrease in agricultural areas necessitates the purchase of more products per unit area. Therefore, intensive energy use in agriculture is inevitable. Achieving maximum efficiency with minimum energy inputs in agricultural production is desirable in every period (Alam et al., 2005; Dilay, 2021). While financial savings will be made through efficient energy use in agriculture, fossil fuel consumption and air pollution will also be reduced. In this way, sustainable agricultural production will be achieved (Uhlín, 1998; Azarpour et al., 2013; Dilay, 2021).

The following studies can be presented as examples of defining energy use efficiency in agricultural production. Soybean (Mandal et

al., 2002), sugar beet (Hacıseferoğulları et al., 2003; Baran and Gökdoğan, 2016), dry bean (Sonmete and Demir, 2007), wheat (Tipi et al., 2009), chickpea (Marakoğlu et al., 2010), garlic (Samavatean et al., 2011, Baran et al., 2023), forage pea, (Turan et al., 2023), bean (Kazemi et al., 2015), sunflower (Bayhan, 2016), chickpea (Baran and Gökdoğan, 2017), onion (Ozbek et al., 2021), maize (Dilay, 2021), cotton (Baran et al., 2021), grape (Uzun and Baran, 2022), persimmon (Baran, 2022), guar and lupin (Gökdoğan et al., 2017), summery vetch (Baran, 2016), rice (Baran et al., 2015) etc. The aim of this study is to determine the energy use efficiency of dry beans by calculating the energy use efficiency indicators for the 2023 production season in the Central district of Kırklareli province.

2. Materials and Methods

Kırklareli is located in the Thrace Region of Turkey on the European Continent. It lies between 41°44' - 42°00' northern latitudes and 26°53' - 41°44' eastern longitudes. It has a land size of 6,555 km². Bulgaria is located to the north with a border length of 159 km. It is surrounded by the Black Sea in the east with a coastline of 58 km, Edirne in the west, Istanbul in the southeast, and Tekirdağ in the south. 48 % of the land is mountainous, 35 % is wavy land, and 17 % is plain (Anonymous, 2024b). Continental climate prevails in the center of Kırklareli. Black Sea climate is seen in the north-facing parts of the Yıldız Mountains. Accordingly, summers are cool and winters are cold. In the inland areas away from the sea, a continental climate is observed. Summers are hot, winters are cold and occasionally snowy (Anonymous, 2024c).

In Kırklareli province, the annual average temperature for many years was 13.3 °C, and the average monthly total precipitation amount (mm) was 583.7 (Anonymous, 2024d). This study was carried out in the Central district of Kırklareli province of Turkey in the 2023 production season. The production area covered 0.20 hectares, and a randomized complete-block design with three replications was employed in a working area of 0.20 hectares.

Since it was aimed to determine fuel consumption, the full tank method was used. The tank for a given area is completely filled. Immediately after the machine finished the job, the tank was filled to its original level again using a scaled container. The amount of fuel consumed per unit area was determined by measuring the treated area and the amount of fuel filled (Göktürk, 1999; El Saleh, 2000; Sonmete and Demir, 2007). A three-stopwatch measurement set was used in time measurements and field work efficiency calculations (Sonmete, 2006). Area work efficiency is calculated as effective area work efficiency. Work efficiency ($\text{ha}^{\text{h}^{-1}}$) was calculated using the effective working time (tef) spent while processing the trial plots (Güzel, 1986; Özcan, 1986; Sonmete, 2006).

Various energy inputs such as human labour, machinery, chemicals, chemical

fertilizers, diesel fuel, seeds, electricity and irrigation water (Table 1) were quantified in terms of their usage per hectare within dry bean production. With regards to calculating the total energy inputs, the usage of inputs per hectare have been multiplied by their respective energy equivalents. The acquired output was dry bean. With the purpose of obtaining the EUE of dry bean production, the inputs and outputs of the table have been combined. The following formulae have been used to calculate the EUE, SE, EP and NE in dry bean production (Mandal et al., 2002; Mohammadi et al., 2008; Mohammadi et al., 2010). Koctürk and Engindeniz (2009) reported that forms of energy input are involved in dry bean production, including direct, indirect, renewable, and non-renewable sources.

$$\text{EUE} = \frac{\text{Energy output } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}}\right)}{\text{Energy input } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}}\right)} \quad \text{Eq(1)}$$

$$\text{SE} = \frac{\text{Energy input } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}}\right)}{\text{Product output } \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}}\right)} \quad \text{Eq(2)}$$

$$\text{EP} = \frac{\text{Product output } \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}}\right)}{\text{Energy input } \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}}\right)} \quad \text{Eq(3)}$$

$$\text{NE} = \text{Energy output } (\text{MJ ha}^{-1}) - \text{Energy input } (\text{MJ ha}^{-1}) \quad \text{Eq(4)}$$

Table 1. Energy equivalents in agricultural production

Inputs	Unit	Energy equivalent (MJ unit ⁻¹)	References
Human labour	h	1.96	Singh et al., 2001; Ozalp et al., 2018
Machinery	h	64.80	Singh, 2002; Kizilaslan, 2009
N	kg	60.60	Singh, 2002; Demircan et al., 2006
P	kg	11.10	Singh, 2002; Demircan et al., 2006
K	kg	6.70	Singh, 2002; Demircan et al., 2006
Herbicide	kg	288	Kitani, 1999; Ekinci et al., 2020
Insecticide	kg	363.60	Pimentel, 1980; Ekinci et al., 2020
Diesel Fuel	l	56.31	Singh, 2002; Demircan et al., 2006
Irrigation water	m ³	0.63	Yaldiz et al., 1993; Ekinci et al., 2020
Electricity	kWh	3.60	Özkan et al., 2004
Seed	kg	21	Awad Alla et al., 2014; Kazemi et al., 2015
Dry bean	kg	20	Awad Alla et al., 2014; Kazemi et al., 2015

3. Results and Discussion

Table 2 presents the energy balance of dry bean production. The total energy input for dry bean production has been established as 16717.86 MJ ha⁻¹, while the energy output has been established as 34440 MJ ha⁻¹. The energy inputs consist of 7128 MJ ha⁻¹ (42.64 %) chemical fertilizer energy, 3885.39 MJ ha⁻¹ (23.24 %) diesel fuel energy, 1458 MJ ha⁻¹ (8.72 %) electricity energy, 1217.60 MJ ha⁻¹ (7.29 %) chemical energy, 1218 MJ ha⁻¹ (7.29

%) seed energy, 907.20 MJ ha⁻¹ (5.43 %) irrigation water energy, 510.88 MJ ha⁻¹ (3.06 %) machinery energy and 382.79 MJ ha⁻¹ (2.29 %) human labour energy. The output energy has been established as 34440 MJ ha⁻¹. Similarly, Kazemi et al. (2015) has reported the chemical fertilizer input in bean production as 56.17 %, Tipi et al. (2009) reported the chemical fertilizer input in wheat production as 34.21 %, Ozbek et al. (2021) as 60.43 % in onion production.

Table 2. EUE of dry bean production

Inputs	Unit	Input used per hectare (unit ha ⁻¹)	Energy value (MJ ha ⁻¹)	Ratio (%)
Human labour	h	195.30	382.79	2.29
Machinery	h	7.88	510.88	3.06
Chemical fertilizers			7128	42.64
N	kg	100	6060	36.25
P	kg	60	666	3.98
K	kg	60	402	2.40
Chemicals			1217.60	7.34
Herbicide	kg	3	864	5.17
Insecticide	kg	1	363.60	2.17
Diesel fuel	l	69	3885.39	23.24
Irrigation water	m ³	1440	907.20	5.43
Electricity	kWh	405	1458	8.72
Seed	kg	58	1218	7.29
Total (Input)			16717.86	100
Total (Output) Dry bean	kg	1722	34440	100

EI, EO, EUE, SE and NE values for dry bean production are presented in Table 3. They are based on the production of 1722 kg of dry bean. The total energy input has been established as 16717.86 MJ ha⁻¹, while the total energy output has been established as 34440 MJ ha⁻¹. The EUE has been established as 2.06, with a SE of 9.71 MJ kg⁻¹, an EP of 0.10 kg

MJ⁻¹ and a net energy value of 17722.14 MJ ha⁻¹. In previous studies, various values for EUE in agricultural production have been reported. Kazemi et al. (2015) calculated the efficiency as 4.70 bean, while Tipi et al. (2009) reported a value of 3.09, Ozbek et al. (2021) obtained a value of 2.21 for onion production.

Table 3. EUE calculations in dry bean production

Calculations	Unit	Values
Dry bean	kg	1722
Energy input	MJ ha ⁻¹	16717.86
Energy output	MJ ha ⁻¹	34440
EUE	-	2.06
SE	MJ kg ⁻¹	9.71
EP	kg MJ ⁻¹	0.10
NE	MJ ha ⁻¹	17722.14

The energy inputs in dry bean production are categorized into four groups. These are, direct, indirect, renewable and non-renewable, corresponding to 6633.38 MJ ha⁻¹ (39.68 %), while the indirect energy inputs have been established as 10084.48 MJ ha⁻¹ (60.32 %). Furthermore, renewable energy inputs have been established as 2507.99 MJ ha⁻¹ (15 %),

and non-renewable energy inputs have been established as 14209.87 MJ ha⁻¹ (85 %) (Table 4). Similarly, in studies on bean, wheat, onion production, it has been found that non-renewable energy inputs exceeded renewable energy inputs (Kazemi et al., 2015; Tipi et al., 2009; Ozbek et al., 2021).

Table 4. Energy inputs in the forms of energy for dry bean production

Energy groups	Energy input (MJ ha ⁻¹)	Ratio (%)
DE	6633.38	39.68
IDE	10084.48	60.32
Total	16717.86	100
RE	2507.99	15
NRE	14209.87	85
Total	16717.86	100

4. Conclusion

Within the scope of this study, energy use efficiency, specific energy, energy efficiency and net energy calculations were made as energy use efficiency indicators in dry bean production in Kırklareli province. In addition, classifications and calculations of energy input types have been made. The total energy input in dry bean production has been established as 16717.86 MJ ha⁻¹, while energy output has been established as 34440 MJ ha⁻¹. Under the scope of the study, 1722 kg of dry beans has been yielded per hectare. Based on the energy use efficiency indicator calculations, energy use efficiency has been established as 2.06 specific energy as 9.71 MJ kg⁻¹, energy productivity as 0.10 kg MJ⁻¹ and net energy as 17722.14 MJ ha⁻¹. Energy input types consists of 6633.38 MJ ha⁻¹ (39.68 %) direct energy, 10084.48 MJ ha⁻¹ (60.32 %) indirect energy, 2507.99 MJ ha⁻¹ (15 %) renewable energy and 14209.87 MJ ha⁻¹ (85 %) non-renewable energy. According to the calculations of energy use efficiency indicators, it can be said that dry bean production is a profitable production in terms of energy use efficiency (2.06) as of the 2023 production season trial run. There are a number of ways to further increase efficiency, and one of them could be said to be using farm manure instead of chemical fertilisers, which constitute the highest

input at 14209.87 MJ ha⁻¹ (85 %). This current study has been the first of its kind, as it examined dry bean energy balance and will contribute to future studies and literature. When there is a shortage of energy and it should be economical, sustainable and productive, then energy management becomes even more significant. The conclusions of various studies indicate that reduction in diesel fuel, electricity, chemicals and fertilizer consumptions are important for energy saving and decreasing the environmental risk problem. Chemicals and fertilizer energy are applied as there is a lack of pest analysis and soil analysis, The use of such materials lead to unconscious usage of chemicals and total fertilizer. On the other hand, machinery is extensively used for soil preparation, spraying activities and transportation in production process leading to a high level of required diesel fuel energy (Rafiee et al., 2010). These recommendations can be taken into consideration to increase energy use efficiency in dry bean production.

References

- Abacı, E., Kaya, M., 2018. Farklı termal suların fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de çimlenme ve bazı fide gelişim özelliklerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 1-6.

- Alam, M.S., Alam, M.R., Islam, K.K., 2005. Energy flow in Agriculture: Bangladesh. *American Journal of Environmental Sciences*, 1(3): 213-220.
- Anonymous, 2024a. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tarla ve Bahçe Bitkileri Daire Başkanlığı, Ürün Masaları. (<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Bultenler/OCAK%202022/Kuru%20Fasulye%20Ocak%20Bulteni.pdf>), (Erişim tarihi: 12.02.2024).
- Anonymous, 2024b. T.C. Kırklareli İl Özel İdaresi. (<http://www.kirklareliilozelidaresi.gov.tr/cografi-konumu>), (Erişim tarihi: 12.02.2024).
- Anonymous, 2024c. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kırklareli İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (<https://kirklareli.ktb.gov.tr/TR-64281/cografya.html>), (Erişim tarihi: 12.02.2024).
- Anonymous, 2024d. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KIRKLARELI>), (Erişim Tarihi: 12.02.2024).
- Awad Alla, A.M.E., Alhafiez, A.A., Abdo, S., 2014. Energy consumption for production of some winter food crops in river Nile state, Sudan. *Environment and Natural Resources Journal*, 2: 7-11.
- Azarpour, E., Mehr, A. S., Moraditochae, M., Reza, H., 2013. Evaluation greenhouse gases and energy of pumpkin production in north of Iran. *International Journal of Biosciences*, 3(8): 182-190.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., Bağdatlı, C., Bellitürk, K., 2015. Energy balance of rice production in Turkey: a case study for Kırklareli province. *Ecronicon Open Access Agriculture*, 1(4): 167-173
- Baran, M.F., 2016. Energy analysis of summery vetch production in Turkey: A case study for Kırklareli province. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 16(2): 209-215.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., 2016. Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: a case study for Kırklareli province. *Springer Energy Efficiency*, 9(2): 487-494.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., 2017. Energy balance in production of chickpea in Turkey: A study performed in Adıyaman Province. *Agronomy Research*, 15(1): 25-32.
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., Bayhan, Y., 2021). Determination of energy balance and greenhouse gas emissions (GHG) of cotton cultivation in Turkey: a case study from Bismil district of Diyarbakır province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 322-332.
- Baran, M.F., 2022. Determination of energy use efficiency and greenhouse gas (GHG) emissions of persimmon (*Diospyros kaki* L.) production in Turkey (A Case Study in Adıyaman Province). *Erwerbs-Obstbau*.
- Baran, M.F., Demir, C., Eliçin, A.K., Gökdoğan, O., 2023. Energy use efficiency and greenhouse gas emissions (GHG) analysis of garlic cultivation in Turkey. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 16(4): 63-67.
- Bayhan, Y., 2016. İkinci ürün ayçiçeği üretiminde farklı toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğinin karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2):102-109.
- Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H.M., Akbolat, D., Ekinci, Ç., 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management*, 47: 1761-1769.
- Dilay, Y., 2021. Mısır tarımında enerji bilançosunun belirlenmesi (*Zea mays* L.). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27): 583-587.

- Ekinci, K., Demircan, V., Atasay, A., Karamursel, D., Sarica, D., 2020. Energy, economic and environmental analysis of organic and conventional apple production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 62(1): 1-12.
- El Saleh, Y., 2000. Suriye ve Türkiye’de mercimek ve nohut hasadında mekanizasyon olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gökdoğan, O., Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Bengü, A.Ş., Baran, M.F., 2017. Energy input-output analysis of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) and lupin (*Lupinus albus* L.) production in Turkey. *Agricultural Research Communication Centre*, 40(3): 526-531.
- Göktürk, B., 1999. Kuru soğanın hasada yönelik bazı özelliklerinin saptanması, kazıcı bıçaklı tip hasat makinesinin geliştirilmesi ve diğer hasat yöntemleri ile karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Güzel, E., 1986. Çukurova Bölgesinde yerfıstığının sökülme ve harmanlanmasının mekanizasyonu ve bitkinin mekanizasyona yönelik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye Ziraat Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No:47, Ankara.
- Haciseferoğulları, H., Acaroğlu, M., Gezer, İ., 2003. Determination of the energy balance of the sugar beet plant. *Energy Sources*, 25: 15-22.
- Kazemi, H., Shahbyki, M., Baghbani, S., 2015. Energy analysis for faba bean production: A case study in Golestan province, Iran. *Sustainable Production and Consumption*, 3: 15-20.
- Kitani, O., 1999. Energy for biological systems. In: The International Commission of Agricultural Engineering CIGR handbook of agricultural engineering: energy and biomass engineering, American Society of Agricultural Engineers.
- Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. *Applied Energy*, 86: 1354-1358.
- Koçtürk, O.M., Engindeniz, S., 2009. Energy and cost analysis of sultana grape growing: A case study of Manisa, west Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10): 938-943.
- Marakoğlu, T., Özbek, O., Çarman, K., 2010. Nohut üretiminde farklı toprak işleme sistemlerinin enerji bilançosu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6(4): 229-235.
- Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., Bandyopadhyay, K.K., 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23: 337-345.
- Mohammadi, A., Tabatabaeifar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion Management*, 49: 3566-3570.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S., Rafiee, H., 2010. Energy inputs-yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy*, 35: 1071-1075.
- Ozalp, A., Yılmaz, S., Ertekin, C., Yılmaz, I., 2018. Energy analysis and emissions of greenhouse gases of pomegranate production in Antalya province of Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60(4): 321-329.
- Ozbek, O., Gokdogan, O., Baran, M.F., 2021. Investigation on energy use efficiency and greenhouse gas emissions (GHG) of onion cultivation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2): 1125-1133.
- Ozkan, B., Kurklu, A., Akcaoz, H., 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: A case study for Antalya region of Turkey. *Biomass Bioenergy*, 26: 89-95

- Özcan, M.T., 1986. Mercimek hasat ve harman yöntemlerinin iş verimi, kalitesi, enerji tüketimi ve maliyet yönünden karşılaştırılması ve uygun bir hasat makinası geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Yayınları, Yayın No: 46. Ankara.
- Pekşen, E., Artık, C., 2005. Anti besinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 110-120.
- Pimentel, D., 1980. Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton, FL, CRC Pres.
- Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., Mohammadi, A., 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35: 3301-3306.
- Samavatean, N., Rafiee, S., Mobli, H., Mohammadi, A., 2011. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. *Renewable Energy*, 36: 1808-1813.
- Singh, R.S., De D., Chandra, H., 2001. Energy efficiency for wheat production under irrigated condition in Madhya Pradesh. *Journal of Asian Economics*, 43(2): 236-244.
- Singh, J.M., 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. International Institute of Management University of Flensburg, Sustainable Energy Systems and Management. Master of Science, Germany.
- Sirat, A., 2020. Yerel kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi, verim unsurları ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 245-254.
- Şehirli, S., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı: 314- 435, Ankara.
- Sonmete, M.H., 2006. Fasulyenin hasat-harman mekanizasyonu ve geliştirme olanakları. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sonmete, M.H., Demir, F., 2007. Fasulyenin hasat-harman mekanizasyonunda enerji tüketimleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(41): 109-117.
- Tipi, T., Çetin, B., Vardar, A., 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2): 352-356.
- Turan, N., Seydoşoğlu S., Baran M.F., Demir C., 2023. Determination of energy utilisation efficiency and greenhouse gas (GHG) emissions for forage pea production at Muş province in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 55(4):1-6.
- Uhlin, H., 1998. Why energy productivity is increasing: an I-O analysis of Swedish agriculture. *Agricultural Systems*, 56(4): 443-465.
- Uzun, T., Baran, M.F., 2022. Energy input-output analysis of grape (*Vitis vinifera* L.) production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau* 64(Suppl 1): 95-102.
- Yaldız, O., Ozturk, H.H., Zeren, Y., Bascetincelik, A., 1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. *5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, Conference Proceedings Book, October 11-14, Izmir, Turkey, pp. 527-536.

To Cite

Demir, C., 2024. Determination of Energy Use Efficiency and Indicators of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 474-481.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11311379>.



High-Sensitivity Cardiac Troponin (hs-cTnI and hs-cTnT) Levels in Dogs with *Hepatozoon Canis*

Ümit YAŞAR¹, Cemalettin AYVAZOĞLU^{1*}, Zehra Gül YASAR¹, Şemistan KIZILTEPE²,
Nilgün AYDIN³

¹ Ardahan University, Nihat Delibalta Gölü Vocational High School, Ardahan

² Iğdır University, Tuzluca Vocational High School, Iğdır

³ Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine Department of Parasitology, Kars

*Corresponding author: cemayvazoglu@hotmail.com

Abstract

The most common etiologic agent that causes canine hepatozoonosis is *Hepatozoon canis* (*H. canis*). High parasitemia is associated with symptoms of fever, anorexia, weight loss, anaemia, ocular discharge, and paralysis of the hind legs. The agent has also been reported to cause myocardial lesions. Troponins are considered the gold standard as they have high sensitivity and specificity for myocardial injury. The study consisted of a total of 27 dogs brought to Iğdır University Animal Hospital, 15 dogs diagnosed with *H. canis* infection by polymerase chain reaction analysis, and 12 healthy dogs. Of the examined dogs, 59.3 % were female, and 40.7 % were male. Of the dogs, 55.6 % were 4 years old and under, and 44.4 % were 5 years old and over. This study determined high-sensitivity cardiac troponin I (hs-cTnI) and T (hs-cTnT) levels in healthy dogs as 0.1262 and 0.1054 ng mL⁻¹, respectively. In dogs infected with *H. canis*, hs-cTnI and hs-cTnT levels were 0.4706 and 0.3056 ng mL⁻¹, respectively. In addition, there was a significant difference in serum Alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), lactate dehydrogenase (LDH), and albumin levels in dogs infected with *H. canis* compared to the control. There was no significant increase in cholesterol and calcium levels. In conclusion, there was a significantly higher increase in hs-cTnT and hs-cTnI levels in dogs infected with *H. canis*. Considering that even the slightest change in troponin levels is important for prognosis, *H. canis* may have caused myocardial injury in dogs in our study. Besides, the relative increase in hs-cTnT and hs-cTnI detected in the healthy animal group may indicate various possible causes, such as low clearance and distant myocardial ischaemic events.

Research Article

Article History

Received :03.03.2024

Accepted :24.04.2024

Keywords

Vector induced diseases
myocardial infarction
biomarkers
cardiac enzymes

1. Introduction

H. canis is an apicomplexan parasite from the family Hepatozoidae (Guo et al., 2020), first detected in India (James, 1905), and is transmitted by *Rhipicephalus sanguineus*, known as the brown dog tick (Aktas et al., 2015; Mohanapriya et al., 2021). This tick is frequently observed in dogs in the Balkan peninsula and the Mediterranean region (Aktas et al., 2015). Although studies have revealed more than 340 species in the Hepatozoon genus, canine hepatozoonosis is known to be caused by *H. canis* and *H.americanum* (Baneth and Allen, 2022). *H. canis* has been reported as the most common species causing canine hepatozoonosis (Aktas et al., 2015; Aydin et al., 2015).

H. canis has a prevalence rate of 2.5-58.7 % (Rojas et al., 2014; Harris et al., 2015; Hamel et al., 2016; Pacifico et al., 2020) and generally progresses in a subclinical form. Clinically, the agent causes long-term parasitemia (Baneth and Allen, 2022). High parasitemia is associated with symptoms of fever, anorexia, weight loss, anemia, ocular discharge, and paralysis of the hind legs (Vincent et al., 2021). It is possible to encounter *H. canis* in the lungs, heart, skeletal muscles, liver, spleen, and lymph nodes during schizogony (Ivanov and Tsachev, 2008). Another study reported that the agent causes myocardial lesions (Kegler et al., 2018). However, the most sensitive diagnostic method for canine hepatozoonosis is real-time polymerase chain reaction (PCR)(Tołkacz et al., 2023).

Troponins are globular proteins that play a role in the contraction and relaxation of myofibrils (Basbugan et al., 2010). Cardiac troponin I (cTnI) and T (cTnT) have a high sensitivity to myocardial necrosis (Kırbaş et al., 2021; Ayvazoğlu et al., 2023). These troponins and their isoforms are essential markers of cardiac tissue-specific cellular damage (Mahendran et al., 2022). High-sensitivity cTnI (hs-cTnI) and T (hs-cTnT) can be detected at lower levels than troponin (I and T), thus contributing to the detection of mild myocardial injury that may occur in the early stages of diseases (Ayvazoğlu et al., 2022).

In the literature, while some studies observed no clinical symptoms in dogs with *H. canis* who have reached high parasitemia, some research reported clinical symptoms with co-infections accompanying the infection (Schäfer et al., 2022; Tołkacz et al., 2023). Scarce studies have investigated this parasite's clinical and immunopathological co-infection mechanisms (Ortuño et al., 2022). Furthermore, the number of literature studies reporting the association between *H. canis* infection and myocarditis is scant. Although these studies have emphasized myocardial effects, there is also a potential for vertical transmission of the disease (Schäfer et al., 2022). It is essential to prevent severe myocardial damage in animals and detect damage at the prognosis stage. This situation will enable the determination of accurate, rapid, and sensitive testing strategies for disease diagnosis that will allow early intervention. In order to evaluate myocardial necrosis, this research analyzed serum enzyme levels (ALT, AST, LDH, ALP) and albumin, cholesterol, and calcium values together (De Bonis et al., 2021; Hassanein et al., 2023). The current study aimed to compare high-sensitive hs-cTnI and hs-cTnT levels in "dogs with *H. canis*" with healthy animals, to fill out the gap in the literature on clinical diagnosis of canine *H. canis* infection and myocarditis (Hamacher et al., 2015; Kegler et al., 2018). Our results were aimed to fill the gap in the relationship between *H. canis* infection and serum troponin levels, which is missing in the literature.

2. Materials and methods

This study was conducted by obtaining approval from the Animal Experiments Local Ethics Committee of Kafkas University (Kars, Turkey, KAÜ-HADYЕК\2022-056).

2.1. Animal material

The study consisted of 27 dogs brought to Iğdır University Tuzluca Animal Hospital in 2022, 15 dogs diagnosed with *H. canis* infection by polymerase chain reaction (PCR) analysis, and 12 healthy dogs (Figure 1). Of the examined dogs, 59.3 % (16/27) were female (The oestrous cycle was not taken into account), and 40.7 % (11/27) were male. Of the

dogs, 55.6 % (15/27) were 4 years old and under, and 44.4 % (12/27) were 5 years old and over. A blood sample of 5 mL was collected from the Vena cephalica of sick and healthy animals into serum tubes. These blood samples

were centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes, and their serums were separated. The serums were stored at -20°C until measuring the hs-cTnI and hs-cTnT levels.

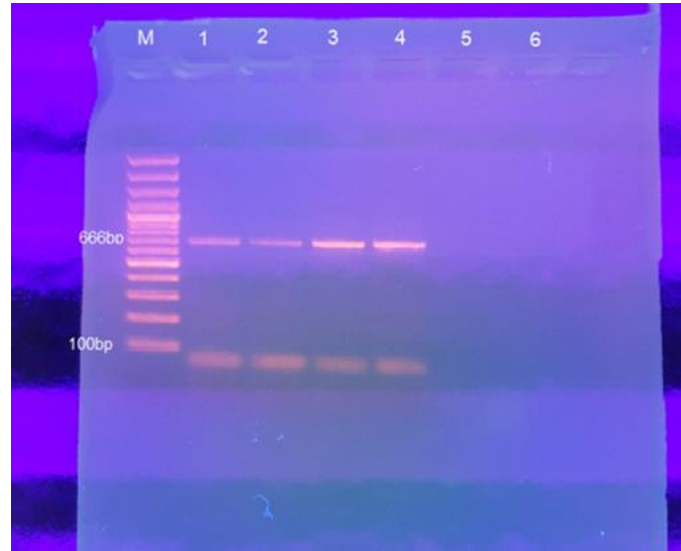


Figure 1. Gel image of samples positive and negative for *H. canis*.

M: marker; 1: *H. canis* positive control; 2,3,4: positive site sample; 5: negative field example; 6: negative control (distilled water)

2.2. PCR analysis

DNA extraction of collected dog blood was performed using the blood DNA extraction kit (Quick-DNATM Miniprep Kit, Zymo Research, Irvine, USA) in accordance with the manufacturer's instructions. DNA samples obtained from *Hepatozoon spp.* PCR was performed using Hep F (5'-ATACATGAGCAAATCTCAAC-3') and Hep R (5'-CTTATTATTCCATGCTGCAG-3') primers specific to *H. canis*, which amplify the 666 bp fragment of the 18S rRNA gene (Inokuma et al., 2002).

2.3. Measurement of cardiac markers

Levels of serum hs-cTnI and hs-cTnT, were determined by ELISA equipment (Thermo Scientific Multiscan GO, TYPE: 1510) and calculated with commercial test kit (ng mL^{-1}) as instructed by the manufacturer (Canine High Sensitivity Cardiac Troponin I and T Kit, BT Lab, Shanghai). Serum enzymes, albumin, cholesterol, and calcium analysis were performed in an auto-analyzer at Iğdir University Animal Hospital Laboratories (*Randox Monaco*)(Gultekin et al., 2023).

2.4. Statistical analysis

SPSS 20 software package was used for statistical analysis of the obtained data. To reveal the differences in hs-cTnI and hs-cTnT levels of healthy and *H. canis* infected dogs according to age and gender, first of all, conformity of data to normal distribution was determined using a normality test, and then an independent t-test was performed. All results are presented as Mean \pm SE. Results with a P-value less than 0.05 were considered statistically significant.

3. Results and Discussion

Of the 27 Akbash crossbreed dogs used in this study, 44.4 % (12/27) were healthy, and 55.6 % (15/27) had *H. canis* infection confirmed by PCR analysis. The hs-cTnI and T levels were 0.4706 ± 0.073 , and $0.3056\pm 0.052 \text{ ng mL}^{-1}$, respectively, in dogs infected with *H. canis*, and 0.1262 ± 0.008 , and $0.1054\pm 0.009 \text{ ng mL}^{-1}$ in healthy dogs (Table 1). Statistical analysis revealed higher hs-cTnI and hs-cTnT levels in dogs with *H. canis* ($P<0.01$).

Table 1. Changes in hs-cTnI and T levels in healthy and *H. canis* infected dogs

Parameters	Group	N	Mean±SE (Min-Max)	T/P
hs-cTnI (ng mL ⁻¹)	Healthy	12	0.1262±0.008 (0.0720-0.1652)	T=4.196
	<i>H. canis</i>	15	0.4706±0.073 (0.1284-0.9396)	P<0.01
hs-cTnT (ng mL ⁻¹)	Healthy	12	0.1054±0.009 (0.0460-0.1431)	T=3.392
	<i>H. canis</i>	15	0.3056±0.052 (0.1201-0.7836)	P<0.01

Table 2. Changes in Hs-cTnT levels in healthy and *H. canis* infected dogs by sex

Parameter	Group	Gender	N	Mean±SE	T/P
hs-cTnT (ng mL ⁻¹)	Healthy	Female	7	0.1143±0.014	T=1.222
		Male	5	0.0930±0.007	P>0.05
	<i>H. canis</i>	Female	9	0.2972±0.061	T=0.191
		Male	6	0.3182±0.099	P>0.05

Of the examined dogs, 59.3 % (16/27) were female, and 40.7 % (11/27) were male. In *H. canis* infected female and male dogs, the hs-cTnT levels were 0.2972±0.061, and 0.3182±0.099 ng mL⁻¹ respectively, and 0.1143±0.014, and 0.0930±0.007 ng mL⁻¹ in healthy dogs with no statistically significant difference between the groups (P>0.05, Table

2). In *H. canis* infected female and male dogs, the hs-cTnI levels were 0.3854±0.086, and 0.5985±0.117 ng mL⁻¹ respectively, and 0.1351±0.013, and 0.1138±0.007 ng mL⁻¹ in healthy dogs with no statistically significant difference between the groups (P>0.05, Table 3).

Table 3. Changes in hs-cTnI levels in healthy and *H. canis* infected dogs by sex

Parameter	Group	Gender	N	Mean±SE	T/P
hs-cTnI (ng mL ⁻¹)	Healthy	Female	7	0.1351±0.013	T=1.257
		Male	5	0.1138±0.007	P>0.05
	<i>H. canis</i>	Female	9	0.3854±0.086	T=1.496
		Male	6	0.5985±0.117	P>0.05

Table 4. Changes in hs-cTnT levels in healthy and *H. canis* infected dogs by age

Parameter	Group	Age	N	Mean±SE	T/P
hs-cTnT (ng mL ⁻¹)	Healthy	≤4	7	0.0984±0.011	T=0.939
		≥5	5	0.1153±0.014	P>0.05
	<i>H. canis</i>	≤4	8	0.3040±0.058	T=0.031
		≥5	7	0.3074±0.095	P>0.05

Of the dogs, 55.6 % (15/27) were 4 years old and under, and 44.4 % (12/27) were 5 years old and over. In *H. canis* infected and healthy dogs aged 4 years and younger, the hs-cTnT levels were 0.3040±0.058, and 0.0984±0.011 ng mL⁻¹ and 0.3074±0.095, and 0.1153±0.014 ng mL⁻¹ in dogs 5 years and older, respectively with no statistically significant difference between the groups (P>0.05, Table 4). In *H.*

canis infected and healthy dogs aged 4 years and younger, the hs-cTnI levels were 0.4005±0.084, and 0.1193±0.011 ng mL⁻¹ respectively, and 0.5508±0.122, and 0.1360±0.014 ng mL⁻¹ in dogs 5 years and older, respectively with no statistically significant difference between the groups (P>0.05, Table 5).

Table 5. Changes in hs-cTnI levels in healthy and *H. canis* infected dogs by age

Parameter	Group	Age	N	Mean±SE	T/P
hs-cTnI (ng mL ⁻¹)	Healthy	≤4	7	0.1193±0.011	T=0.956
		≥5	5	0.1360±0.014	P>0.05
	<i>H. canis</i>	≤4	8	0.4005±0.084	T=1.033
		≥5	7	0,5508±0,122	P>0.05

Independent t-test was used to revealed differences in ALT, AST, LDH, ALP, Albumin, cholesterol, and calcium values between healthy and infected dogs (regardless of sex and age). The analysis revealed a statistically significant difference between healthy and infected dogs for the ALT (t(18)=-5.19, p<0.01), AST (t(18)= -6.00, p<0.05),

ALP (t(18)= -2.93, p<0.05), LDH (t(18)= -3.14, p<0.05) and albumin (t(18)= 4.81, p<0.01) values. However, the difference between the groups for cholesterol (t(18)= -0.90, P>0.05) and calcium (t(18)= -0.21, P>0.05) values was not statistically significant. (Table 6).

Table 6. Serum Biochemistry results

Parameters	Group	N	Mean±SE	T/P
ALT (U L ⁻¹)	Healthy	10	12.85±1.28	T=-5.19 P<0.01
	<i>H. canis</i>	10	30.01±3.05	
AST (U L ⁻¹)	Healthy	10	17.12±1.65	T=-6.00 P<0.05
	<i>H. canis</i>	10	35.80±2.63	
LDH (U L ⁻¹)	Healthy	10	168.78±33.87	T=-3.14 P<0.05
	<i>H. canis</i>	10	356.23±49.19	
Cholesterol (mg dL ⁻¹)	Healthy	10	146.73±16.48	T=-0.90 P>0.05
	<i>H. canis</i>	10	168.73±18.02	
Calcium (mmol L ⁻¹)	Healthy	10	4.61±0.36	T=-0.21 P>0.05
	<i>H. canis</i>	10	4.70±0.25	
Albumin (g DI ⁻¹)	Healthy	10	3.57±0.11	T=4.81 P<0.01
	<i>H. canis</i>	10	2.97±0.06	
ALP (U L ⁻¹)	Healthy	10	23.10±2.46	T=-2.93 P<0.05
	<i>H. canis</i>	10	36.80±3.98	

H. canis infection, which usually progresses subclinically with mild symptoms, is transmitted by ticks. It may create long-term parasitemia leading to a severe and fatal

clinical presentation with fever, lethargy, and anaemia. The agent has also been shown to cause myocardial lesions (Dixit et al., 2023; Tresamol and Vincy, 2023).

A small proportion of troponin molecules, which are mostly attached to the intracellular contractile apparatus, are cytosolic. Although the cytosolic troponin released immediately after myocardial injury causes a sudden increase in the blood serum sample, there is also a long and slow-term release from the intracellular apparatus (Wu, 2017; Coscarella et al., 2023). Since it is difficult to distinguish between cytosolic or dependent release, as in the aforementioned case, molecules with complex mechanisms of release are not used for this type of distinction in blood studies (Langhorn and Willesen, 2016).

It has been reported that cTnT, a specific biomarker of cardiac muscle, is secreted at a minimum level in skeletal muscle (Langhorn and Willesen, 2016). Result from different studies that the cTnT level ranges from <0.01 to <0.05 ng mL⁻¹ in healthy dogs (Shaw et al., 2004). In our study, the hs-cTnT level was 0.1054 ± 0.009 ng mL⁻¹ in the control group. Despite being healthy in terms of *H. canis*, the reason for this difference may be due possible pre-post capillary pulmonary hypertension (Guglielmini et al., 2010), acute chronic disease (Ricchiuti et al., 1998), necrosis, apoptosis, necroptosis, cellular injury, reduced clearance (Hammarsten et al., 2018), a measurement made with high sensitivity.

Different studies report an increase in cTnT in cardiac injury in dogs (Burgener et al., 2006; Çakıroğlu et al., 2009), however, there is no study on cTnT levels in dogs infected with *H. canis*. Results from this study, showed that the hs-cTnT level was significantly higher in *H. canis* infected dogs than in healthy ones ($P < 0.01$). This situation suggests heart damage.

McLaurin et al. (1997) reported that cTnI is more specific than cTnT among cardiac troponins. This specificity was attributed to the lower molecular weight of cTnI (McLaurin et al., 1997; Missov and De Marco, 1999). Therefore, cTnI is considered to be a more sensitive and specific marker than cTnT for the detection of minor myocardial injury (Langhorn and Willesen, 2016). It has been reported in different studies that cTnI levels

vary between 0.004 and 0.136 ng mL⁻¹ in healthy dogs (Langhorn et al., 2013). The hs-cTnI levels in healthy dogs in our study were similar to previous studies.

Several studies on dogs reported that cTnI levels increase in cardiac injury (Oyama and Sisson, 2004; Bakirel and Gunes, 2009). However, literature on *H. canis* infected dogs lacks high-sensitivity studies on cTnI levels. In our study, the hs-cTnI level was found to be significantly higher in dogs with *H. canis* compared to healthy ones ($P < 0.01$).

Since the cTnI gene sequence in dogs and cats is 95-96 % homologous to humans (Rishniw et al., 2004), a similar difference was expected in dogs, but our study found that hs-cTnT and hs-cTnI levels in dogs did not differ by sex ($P > 0.05$). Although there was no statistically significant difference between the sexes, there was a numerical decrease in hs-cTnT and hs-cTnI levels in female dogs compared to male dogs ($P > 0.05$). This may be caused by the oestrous cycle and estrogen. Studies have reported that estrogen provides myocardial protection due to its antioxidant activity (Kim et al., 1996; Knowlton and Lee, 2012).

In a human study, slight increases in cTnI levels were reported due to increased myocardial remodelling with possible cardiomyocyte loss characterized by ageing (Reiter et al., 2011). A study on dogs reported a significant correlation between age and cTnI level (Oyama and Sisson, 2004). In the present study, although hs-cTnT and hs-cTnI levels were found to be higher in dogs aged 5 years and older than in dogs aged 4 years and younger, the difference was not statistically significant ($P > 0.05$).

The asexual phase (merogony) of the biological cycle of *H. canis* takes place in the canine epithelium, liver, and muscle tissue (Ewing and Panciera, 2003). In this case, it is crucial to consider that potentially unvaccinated dogs can cause worsening liver disease. Vaccinated dogs may show a milder inflammatory response. In addition, today, some are still discussing systemic diseases and clinical pathological implications that may

occur in this infection and mentioning its zoonotic potential. Previous studies have reported that the role of this infection in systemic diseases may be reasonable and clinical manifestations may vary (Baneth, 2011; De Bonis et al., 2021). Myositis and myocarditis have been shown in recent cases of hepatozoonosis (Gökçe et al., 2013; Simonato et al., 2022). These studies documented increasing AST, ALT, ALP, and LDH activities (Gökçe et al., 2013; De Bonis et al., 2021), decreasing albumin levels (hypoalbuminemia), and no significant difference in cholesterol and calcium levels (Maguire et al., 2011). Similar to the literature, this research determined a significant increase in cytosolic enzyme activities [ALT ($p < 0.01$), AST ($p < 0.05$), LDH ($p < 0.05$), and ALP ($p < 0.05$)]. While there was a significant decrease in serum albumin levels ($p < 0.01$), there was no difference in cholesterol and calcium values ($P > 0.05$). Some studies mention the effectiveness of cholesterol in the occurrence of myocardial damage (Sakamoto et al., 1991). Some studies have stated that high cholesterol increases the likelihood of having an infarction (Sakamoto et al., 1991; Yöntem et al., 2017). The fact that serum cholesterol levels were insignificant in our study suggested that the increase in troponin levels in control and infected dogs was not due to a cholesterol-induced infarction. In our study, no significance was observed in serum calcium levels. This situation is similar to the studies in the literature showing that calcium values are not significant in the development of infarctions (Khoshnegah et al., 2009; Maguire et al., 2011).

4. Conclusions

Although our study contributed to the expansion of the knowledge in the literature regarding the myocardial injury in *H. canis* infected dogs with findings on troponin (cTnI and cTnT), it was not sufficient to fully define the specificity or make it less complex. In our current study, the significant increase in Troponin levels in the serum of dogs with *H. canis* (in accordance with the literature) suggests that it is an effective biomarker.

However, the fact that the increase in the healthy group did not match the literature data suggested that troponin levels may have increased due to many different reasons (low clearance) and even distant myocardial ischaemic events (acute, pulmonary) in dogs who were supposed to be healthy. Due to the uncertainty of these partial causes, more studies on troponin levels of dogs infected with *H. canis* should contribute to the literature. In this context, our recommendation for future studies is to increase the number of samples according to age and gender, and to evaluate whether there are other diseases other than *H. canis* infection by researchers.

Our aim was to determine the relationship between dogs with *H. canis* and serum troponin levels. The small number of samples and the scarcity of literature studies in this context constitute the limitations of our discussion and study. It is important to increase the number of samples in each group in future studies. Our results suggest that troponin levels may be a marker in infected dogs. In clinical practice, the veterinarian can evaluate the possible relationship between troponin levels and *H. canis* infection.

Declaration of Author Contributions

ÜY, CA; analysis, methodology, conceptualization, writing and original draft preparation; ZGY; analysis, writing, review and editing; ŞK; methodology, analysis; NA; writing, PCR analysis

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Ethical Committee Approval

This study was conducted by obtaining approval from the Animal Experiments Local Ethics Committee of Kafkas University (Kars, Turkey, KAÜ-HADYEK\2022-056).

References

- Aktas, M., Özübek, S., Altay, K., Balkaya, I., Utuk, A. E., Kırbas, A., Dumanlı, N., 2015. A molecular and parasitological survey of *Hepatozoon canis* in domestic dogs in Turkey. *Veterinary Parasitology*, 209(3-4), 264-267.
- Aydin, M. F., Sevinc, F., Sevinc, M., 2015. Molecular detection and characterization of *Hepatozoon* spp. in dogs from the central part of Turkey. *Ticks and tick-borne diseases*, 6(3): 388-392.
- Ayvazoğlu, C., Kızıltepe, Ş., Yaşar, Ü., Yaşar, Z. G., Demir, P., Acar, A., 2022. High sensitivity cardiac troponin T (hs-cTnT) and I (hs-cTnI) levels in dogs with *Dirofilaria immitis*. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(5): 718-723.
- Ayvazoğlu, C., Kızıltepe, Ş., Yaşar, Ü., Yaşar, Z., Demir, P., Tunc, A., 2023. Changes in cardiac troponin I (cTnI), T (cTnT), and some biochemical parameters in Arabian racehorses after training. *South African Society for Animal Science*, 53(1): 1-6.
- Bakirel, U., Gunes, S., 2009. Value of cardiac markers in dogs with chronic mitral valve disease. *Acta veterinaria*, 59(2-3): 223-229.
- Baneth, G., 2011. Perspectives on canine and feline hepatozoonosis. *Veterinary Parasitology*, 181(1): 3-11.
- Baneth, G., Allen, K., 2022. Hepatozoonosis of dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practise*, 52(6): 1341-1358.
- Basbugan, Y., Agaoglu, Z., Yuksek, N., 2010. An investigation on serum troponin concentration in healthy ruminants. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(4): 641-645.
- Burgener, I. A., Kovacevic, A., Mauldin, G. N., Lombard, C. W., 2006. Cardiac troponins as indicators of acute myocardial damage in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20(2): 277-283.
- Coscarella, I. L., Landim-Vieira, M., Rastegarpouyani, H., Chase, P. B., Irianto, J., Pinto, J. R., 2023. Nucleus mechanosensing in cardiomyocytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17): 13341.
- Çakıroğlu, D., Meral, Y., Bakirel, U., Kazanci, D., 2009. Cardiac troponin levels in dogs with dilate cardiomyopathy. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1): 13-17.
- De Bonis, A., Colombo, M., Terragni, R., Bacci, B., Morelli, S., Grillini, M., Vignoli, M., 2021. Potential role of *Hepatozoon canis* in a fatal systemic disease in a puppy. *Pathogens*, 10(9): 1193.
- Dixit, A. K., Dixit, P., Lejeune, M., Tiwari, S. P., 2023. Parasites of liver and pancreas. In organ-specific parasitic diseases of dogs and cats (pp. 239-264): Elsevier.
- Ewing, S., Panciera, R., 2003. American canine hepatozoonosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4): 688-697.
- Gökçe, E., Kırmızıgül, A. H., Taşçı, G., Uzlu, E., Gündüz, N., Vatansever, Z., 2013. Türkiye’de köpeklerde *Babesia canis canis*’ in klinik ve parazitolojik olarak ilk tespiti. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(4): 717-720.
- Guglielmini, C., Civitella, C., Diana, A., Di Tommaso, M., Cipone, M., Luciani, A., 2010. Serum cardiac troponin I concentration in dogs with precapillary and postcapillary pulmonary hypertension. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24(1): 145-152.
- Gultekin, G., Pasa, S., Ural, K., Erdogan, H., Gonulveren, G., Gultekin, M., 2023. Arginine, symmetric and asymmetric dimethylarginine levels in canine leishmaniasis. *Microbial Pathogenesis*, 178: 106085.
- Guo, W.-P., Xie, G.-C., Xue, Z.-Q., Yu, J.-J., Jian, R., Du, L.-Y., Li, Y.-N., 2020. Molecular detection of *Hepatozoon canis* in dogs and ticks in Shaanxi province, China. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 72: 101514.
- Hamacher, L., Dörfelt, R., Müller, M., Wess, G., 2015. Serum cardiac troponin I concentrations in dogs with systemic inflammatory response syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(1): 164-170.

- Hamel, D., Shukullari, E., Rapti, D., Silaghi, C., Pfister, K., Rehbein, S., 2016. Parasites and vector-borne pathogens in client-owned dogs in Albania. Blood pathogens and seroprevalences of parasitic and other infectious agents. *Parasitology Research*, 115: 489-499.
- Hammarsten, O., Mair, J., Möckel, M., Lindahl, B., Jaffe, A. S., 2018. Possible mechanisms behind cardiac troponin elevations. *Biomarkers*, 23(8): 725-734.
- Harris, D. J., Borges-Nojosa, D. M., Maia, J. P., 2015. Prevalence and diversity of Hepatozoon in native and exotic geckos from Brazil. *Journal of Parasitology*, 101(1): 80-85.
- Hassanein, E. H., Ali, F. E., Mohammedsaleh, Z. M., Atwa, A. M., Elfiky, M., 2023. The involvement of Nrf2/HO-1/cytoglobin and Ang-II/NF- κ B signals in the cardioprotective mechanism of lansoprazole against cisplatin-induced heart injury. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 33(4): 316-326.
- Inokuma, H., Okuda, M., Ohno, K., Shimoda, K., Onishi, T., 2002. Analysis of the 18S rRNA gene sequence of a Hepatozoon detected in two Japanese dogs. *Veterinary Parasitology*, 106(3): 265-271.
- Ivanov, A., Tsachev, I., 2008.. Mini-review *Hepatozoon canis* and Hepatozoonosis in the dog. *Trakia Journal of Sciences*, 6(2): 27.
- James, S., 1905. A new Leucocytozoon of dogs. *British Medical Journal*, 1(2320): 1361.
- Kegler, K., Nufer, U., Alic, A., Posthaus, H., Olias, P., Basso, W., 2018. Fatal infection with emerging apicomplexan parasite *Hepatozoon silvestris* in a domestic cat. *Parasites & vectors*, 11(1): 1-5.
- Khoshnegah, J., Mohri, M., Movassaghi, A. R., Mehrjerdi, H. K., 2009. The first report of *Hepatozoon canis* infection of a dog in Iran. *Comparative Clinical Pathology*, 18: 455-458.
- Kim, Y. D., Chen, B., Beauregard, J., Kouretas, P., Thomas, G., Farhat, M. Y., Lees, D. E., 1996. 17 β -Estradiol prevents dysfunction of canine coronary endothelium and myocardium and reperfusion arrhythmias after brief ischemia/reperfusion. *Circulation*, 94(11): 2901-2908.
- Kırbaş, A., Değirmençay, Ş., Kilinc, A., Eroğlu, M., 2021. Evaluation of serum cardiac troponin-i concentration and cardiac enzyme activities in neonatal calves with sepsis. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 76(1): 4-11.
- Knowlton, A., Lee, A., 2012. Estrogen and the cardiovascular system. *Pharmacology & Therapeutics*, 135(1): 54-70.
- Langhorn, R., Willesen, J., 2016. Cardiac troponins in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(1): 36-50.
- Langhorn, R., Willesen, J. L., Tarnow, I., Kjelgaard-Hansen, M., 2013. Evaluation of a high-sensitivity assay for measurement of canine and feline serum cardiac troponin I. *Veterinary Clinical Pathology*, 42(4): 490-498.
- Maguire, D., Szladovits, B., Hatton, S., Baneth, G., Solano-Gallego, L., 2011. *Hepatozoon canis* in a Beagle dog living in Ireland. Paper presented at the 13th *European Society Veterinary Clinical Pathology Congress*, Dublin, Ireland.
- Mahendran, K., Thakur, N., Chethan, G., Choudhary, S. S., Dey, S., Saxena, A., Kavitha, K., 2022. Comparative assessment of troponin t, atrial natriuretic peptide, b-type natriuretic peptide and echocardiography in the diagnosis of cardiac and renal disorders in canine. *Indian Journal of Animal Research*, 56(2): 234-238.
- McLaurin, M. D., Apple, F. S., Voss, E. M., Herzog, C. A., Sharkey, S. W., 1997. Cardiac troponin I, cardiac troponin T, and creatine kinase MB in dialysis patients without ischemic heart disease: evidence of cardiac troponin T expression in skeletal muscle. *Clinical Chemistry*, 43(6): 976-982.
- Missov, E. D., De Marco, T., 1999. Clinical insights on the use of highly sensitive cardiac troponin assays. *Clinica Chimica Acta*, 284(2): 175-185.
- Mohanapriya, T., Ramprabhu, R., Kumar, V., Enbavelan, P., Ganesan, A., 2021. Clinico-

- pathological diagnosis of transmissible venereal tumour with *Hepatozoon canis* and *Babesia canis* infection in a chippiparai dog. *Indian Journal of Animal Research*, 55(9): 1121-1124.
- Ortuño, M., Nachum-Biala, Y., García-Bocanegra, I., Resa, M., Berriatua, E., Baneth, G., 2022. An epidemiological study in wild carnivores from Spanish Mediterranean ecosystems reveals association between *Leishmania infantum*, *Babesia* spp. and *Hepatozoon* spp. infection and new hosts for *Hepatozoon martis*, *Hepatozoon canis* and *Sarcocystis* spp. *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(4): 2110-2125.
- Oyama, M. A., Sisson, D. D., 2004. Cardiac troponin-I concentration in dogs with cardiac disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(6): 831-839.
- Pacifico, L., Braff, J., Buono, F., Beall, M., Neola, B., Buch, J., Tyrrell, P., 2020. *Hepatozoon canis* in hunting dogs from Southern Italy: Distribution and risk factors. *Parasitology Research*, 119: 3023-3031.
- Reiter, M., Twerenbold, R., Reichlin, T., Haaf, P., Peter, F., Meissner, J., Heinisch, C., 2011. Early diagnosis of acute myocardial infarction in the elderly using more sensitive cardiac troponin assays. *European Heart Journal*, 32(11): 1379-1389.
- Ricchiuti, V., Sharkey, S. W., Murakami, M. M., Voss, E. M., Apple, F. S., 1998. Cardiac troponin I and T alterations in dog hearts with myocardial infarction: correlation with infarct size. *American Journal of Clinical Pathology*, 110(2): 241-247.
- Rishniw, M., Barr, S. C., Simpson, K. W., Winand, N. J., Wootton, J. A., 2004. Cloning and sequencing of the canine and feline cardiac troponin I genes. *American Journal of Veterinary Research*, 65(1): 53-58.
- Rojas, A., Rojas, D., Montenegro, V., Gutiérrez, R., Yasur-Landau, D., Baneth, G., 2014). Vector-borne pathogens in dogs from Costa Rica: first molecular description of *Babesia vogeli* and *Hepatozoon canis* infections with a high prevalence of monocytic ehrlichiosis and the manifestations of co-infection. *Veterinary Parasitology*, 199(3-4): 121-128.
- Sakamoto, S., Kashiki, M., Imai, N., Liang, C.-s., Hood Jr, W. B., 1991. Effects of short-term, diet-induced hypercholesterolemia on systemic hemodynamics, myocardial blood flow, and infarct size in awake dogs with acute myocardial infarction. *Circulation*, 84(1): 378-386.
- Schäfer, I., Müller, E., Nijhof, A. M., Aupperle-Lellbach, H., Loesenbeck, G., Cramer, S., Naucke, T. J., 2022. First evidence of vertical *Hepatozoon canis* transmission in dogs in Europe. *Parasites & vectors*, 15(1): 296.
- Shaw, S. P., Rozanski, E. A., Rush, J. E., 2004. Cardiac troponins I and T in dogs with pericardial effusion. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(3): 322-324.
- Simonato, G., Franco, V., Salvatore, G., Manocchi, S., Dotto, G., Morelli, S., Zini, E., 2022. First autochthonous clinical case of *Hepatozoon silvestris* in a domestic cat in Italy with unusual presentation. *Parasites & Vectors*, 15(1): 1-7.
- Tołkacz, K., Kretschmer, M., Nowak, S., Mysłajek, R. W., Alsarraf, M., Wężyk, D., Bajer, A., 2023. The first report on *Hepatozoon canis* in dogs and wolves in Poland: clinical and epidemiological features. *Parasites & Vectors*, 16(1): 313.
- Tresamol, P., Vincy, P., 2023. Haemoparasites of felines-an overview. *Journal of Indian Veterinary Association-Kerala*, 21(1): 7-18.
- Vincent-Johnson, N., Baneth, G., Allen, K. E., 2021. Hepatozoonosis. In *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat* (pp. 1230-1247): Elsevier.
- Wu, A. H., 2017. Release of cardiac troponin from healthy and damaged myocardium. *Frontiers in laboratory medicine*, 1(3): 144-150.
- Yöntem, M., Erdoğan, B. S., Akdoğan, M., Kaleli, S., 2017. Akut miyokard infarktüsü tanısında kardiyak markörlerin önemi. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 2(4): 11-17.

To Cite

Yaşar, Ü., Ayvazoğlu, C., Yaşar, Z.G., Kiziltepe, Ş., Aydın, N., 2024. High-Sensitivity Cardiac Troponin (hs-cTnI and hs-cTnT) Levels in Dogs with Hepatozoon Canis. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 482-492.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11336681>.



Siirt İli Gökçebağ Beldesi ve Çevresinde Halk Tarafından Beslenme, Endüstri, Tarım ve Hayvancılık Amaçlı Kullanılan Bitkiler

Tuba Nur İNAL^{1*}, Mehmet FİDAN²

¹ Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt

² Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Siirt

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): tubainal56@gmail.com

Özet

Çalışma alanı olarak seçilen yer Siirt ili merkez ilçesine bağlı Gökçebağ beldesi olup belde haklı daha çok tarım ve hayvancılık ile uğraşmaktadır. Nüfus olarak 2580 kişiye sahip olan belde, şimdiye kadar il dışına çok fazla göç vermiştir. Çalışma alanında 2019-2020 yılları arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve bölge halkı ile diyalog kurularak farklı amaçlar (beslenme, endüstri, tarım ve hayvancılık) için kullandıkları bitkilere ait bilgiler derlenmiştir. Ayrıca ortaokul düzeyindeki öğrenciler üzerinden aileleri ile görüşmeler yapılarak bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Diyaloglar ve karşılıklı bilgi alış veriş sonucunda bölge halkı tarafından beslenme, endüstri, tarım ve hayvancılık amaçlı kullanımı olan toplam 86 bitki taksonu tespit edilmiştir. Toplamda 32 familyaya ait olan bu bitkilerden en fazla takson içeren familya 14 takson ile *Rosaceae* familyasıdır. Bu bitkilere ait toplam 96 farklı kullanım şekli elde edilmiş olup bunlardan 78 tanesinin beslenme amaçlı, 18 tanesinin de diğer (endüstri, tarım ve hayvancılık) amaçlar için kullanıldığı belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :03.03.2024
Kabul Tarihi :26.04.2024

Anahtar Kelimeler

Siirt
geleneksel bilgi
Gökçebağ
ethnobotanik
flora

Plants Used by the People in Gökçebağ (Siirt) and Its Surroundings for Nutrition, Industry, Agriculture and Livestock Purposes

Abstract

The place selected as the study area is Gökçebağ town of Siirt center and the town is mostly engaged in agriculture and animal husbandry. The town, which has a population of 2580 people, has emigrated a lot so far out of the city. Field studies were carried out in the study area between 2019 and 2020 and information on the plants used for different purposes (nutrition, industry, agriculture and livestock) was collected by establishing dialogues with the local people. In addition, a questionnaire study was conducted by interviewing the families of middle school students and asking them to fill out a questionnaire. As a result of dialogues and questionnaire surveys, a total of 86 plant taxa that are used by the people of the region for nutrition, industry, agriculture and animal husbandry purposes were identified. of these plants belonging to 32 families in total, the family with the highest number of taxa is the *Rosaceae* family with 14 taxa. A total of 96 different uses of these plants were obtained and it was determined that 78 of them were used for nutritional purposes and 18 of them were used for other purposes (industry, agriculture and animal husbandry).

Research Article

Article History

Received :03.03.2024
Accepted :26.04.2024

Keywords

Siirt
traditional knowledge
Gökçebağ
ethnobotany
flora

1. Giriş

Bitkiler ile insanoğlu arasında çok eskiye dayanan hatta ilk insanlık döneminden itibaren sürüp gelen bir ilişki bulunmaktadır. İnsan ile bitkiler arasındaki ilişkiyi gösteren en eski bulgular Irakta bulunan Şanidar mağarasındaki neandertal kalıntılarıyla beraber tespit edilen bazı bitkilere ait kalıntılar örnek gösterilebilir. Bu neandertallere ait mezarlarda insan iskeletleri ile beraber günümüzde tıbbi aromatik olarak tarif ettiğimiz bazı bitkilere ait polen vb. kalıntılar tespit edilmiştir. O dönemde artık ölülerini gömmeye başlayan topluluklar ölülerin tekrar dirileceğine inanarak onlarla beraber dirildiklerinde kullanmaları için faydalanabileceği bitkilerle beraber gömme işlemini gerçekleştirdiklerine inanılmaktadır. Mezarlarda bulunan bu bitkisel kalıntılar aslında insanlar ile bitkiler arasında ne derece köklü bir geçmişin olduğunun kanıtıdır (Coşge Şenkal, 2020; Fidan ve Karaismailoğlu, 2020; Fidan ve ark., 2022).

İnsanlar daima buldukları çevre ile güçlü bir ilişkiye sahip olmuştur. Onu anlayabilmek ve ondan daha fazla fayda elde edebilmek için çalışmışlar yürütmüştür. Buldukları çevrenin en ilgi çekici yönünün biyolojik çeşitlilik olduğu anlaşıldığında biyolojik çeşitliliğe yönelmeye başlanmıştır. Bitkiler bu karmaşık biyolojik çeşitliliğin tam da merkezinde yer alıyordu. Pek çok canlının temel besin kaynağı ve doğal yaşam alanı olan bitkiler, ana üreticiler olarak büyük önem taşır. Bitkiler uzun zamandır farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bu kullanımlara bağlı olarak günümüzde bazı bitki türlerinin tek bir kullanımı varken bazılarının birden fazla alanda kullanımı bulunmaktadır (Fidan ve ark., 2023). İlk insanlardan günümüze kadar insanlar daima farklı amaçlar (beslenme, endüstri, sağlık, tarım ve hayvancılık gibi) için bitkilerden faydalanmışlardır. Anadolu, sahip olduğu coğrafi konumu nedeniyle birçok canlının doğal yaşam alanıdır. Coğrafik yapı, iklim özellikleri, mikro iklim alanları ve topoğrafik yapı bu çeşitliliğin oluşmasında etkili etmenler olmuştur. Doğal olarak bu çeşitlilikten nasip alan önemli bir canlı grubu bitkiler olmuştur. Bu denli zengin olarak

floristik yapı insanlar tarafından kullanılmaya teşvik edici olmuş ve bitkileri hayatlarının her alanında kullanmaya başlamışlardır (Fidan ve ark., 2022). Türkiye gibi floristik açıdan zengin ülkelerde doğal olarak insan bitki ilişkisi daha yoğun olmaktadır. Özellikle kırsal kesimde yaşamın fazla olması, ulaşım güçlüğü gibi nedenler insanları doğal yöntemler ile çözüm üretmeye zorlamıştır. Günlük ihtiyaçlarını karşılamak, tarım aleti yapmak, beslenmek, el sanatları, çit yapımı, temizlik, giyim, mobilya, kozmetik ve sağlık gibi birçok ihtiyacını karşılamak için çevrelerinden faydalanmaya çalışmışlar ve en çok faydalandıkları grupların başında bitkiler gelmiştir. Bilimsel çalışmalar, son dönemlerde bitkilerin kullanım durumlarının belirlenmesinin yanında niçin ve nasıl kullanıldığını, yetiştirme şartlarını, habitatlarının belirlenmesi konularına da odaklanmıştır (Cotton, 1996; Fidan ve ark., 2022; Fidan ve ark., 2023). Daha anlaşılır bir ifade ile bilimsel çalışmalar insan-bitki ilişkilerinin incelemesinin yanında onlar arasındaki karşılıklı ilişki sonucunda meydana gelen etkileşim, kullanım, üretim ve tüketim terimlerine de cevap bulmaya çalışılmaktadır (Ertuğ, 2004). Bitkilerin en çok kullanım alanlarının başında beslenme gelmektedir. İnsanlar birçok bitkiyi farklı şekillerde (yemek, çay, turşu, kahve, hamur işi, maya, peynir, temizlik vb.) beslenmek amacıyla kullanmaktadırlar. Çalışma alanı ve yakın çevresinde daha önce bitkilerin tespiti ve kullanım şekillerine göre birçok çalışma yapılmıştır. Yapıcı ve ark. 2009 yılında “Kurtalan (Siirt) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri” isimli çalışmalarında 34 taksonun yerel isimleri, tıbbî ve gıda maddesi olarak kullanımları ile diğer etnobotanik özellikleri verilmiştir. Fidan ve ark. (2019) “Siirt İli Nadir ve Endemik Bitkileri” isimli çalışmalarında güncel veriler doğrultusunda Siirt ilinin nadir ve endemik bitki listesini güncellemişlerdir. Pınar ve ark. (2019) “Siirt İli Petaloid Monokotiledon Florası” isimli çalışmalarında Siirt ilinde yayılışı bulunan petaloid monokotiledon bitkilerin listesini ve bunlara ait bazı doğal ortamlarında çekilmiş fotoğrafları rapor etmişlerdir. Fidan ve ark.

(2020) “Etnobotanik Amaçlı Kullanılan *Origanum acutidens* Bitkisinin Toplam Fenolik-Flovonoid İçeriği, Fenolik Bileşikleri ve Element Analizi” isimli çalışmada birçok yerde etnobotanik kullanımı olan *Origanum acutidens* türünün element analizi, toplam fenolik ve flavonoid analizi, antioksidan aktivite tayini ve fenolik bileşik analizleri yapılmıştır. Sırrı ve ark. (2020) yılında yaptıkları “Siirt'te Doğal Yayılış Gösteren Parazit Yabancı Otlar ve Konukçuları” isimli çalışmalarında tam parazitlik özellikte olan 5 takson belirlemişlerdir. İnal ve Fidan (2021) yılında “Siirt İlinin Farklı Bölgelerinde Yayılış Gösteren *Crocus biflorus* Mill. subsp. *pseudonubigena* B. Mathew Türüne Ait Örnekler Arasındaki Akrabalık İlişkinin Moleküler Düzeyde Belirlenmesi” çalışması kapsamında bitkinin gösterdiği varyasyon özellikleri ortaya konulmuştur. Pınar ve ark. (2021) yılında yaptıkları “Siirt İli Florasına Genel Bir Bakış” isimli çalışmalarında Siirt ili sınırları içerisinde yayılış gösteren 786 taksonun olduğunu ifade etmişlerdir. Sırrı ve ark. (2021) “Eruh (Siirt) İlçesinde Gıda ve Halk Tababetinde Kullanılan Bazı Doğal ve Yabancı Otlar” isimli çalışmalarında 22 familyaya ait 37 bitki türünün gıda ve tıbbi

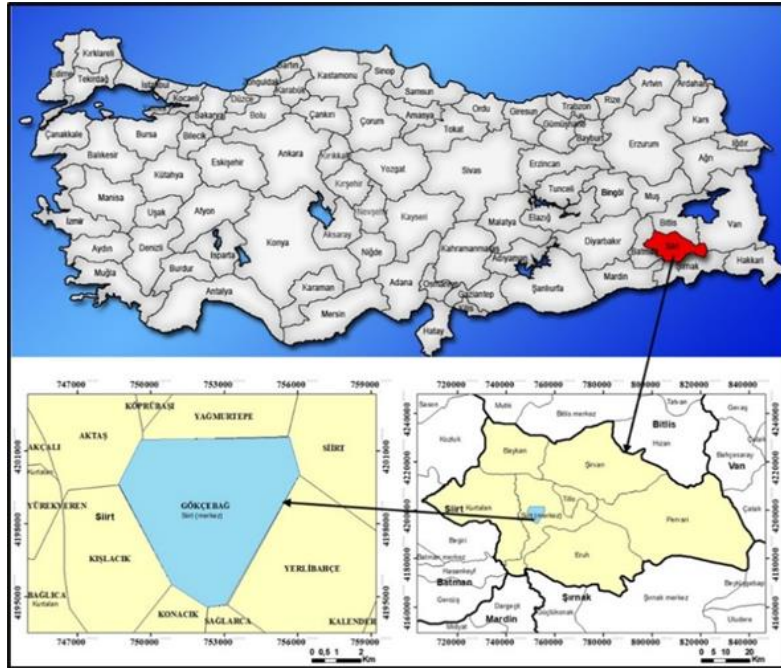
amaçla kullanıldığını tespit etmişlerdir. Yılmaz, (2022) “Tillo (Siirt) ve Çevresi Etnobotanik Özellikleri” isimli çalışmada 49 familyaya ait toplam 151 takson farklı şekillerde kullanımını tespit etmiştir. Pınar ve ark. (2023) yılında “A New Species of *Gladiolus* from Southeastern Türkiye, *Gladiolus siirtensis* (Iridaceae, Crocoideae)” isimli çalışmalarında bilim dünyasına Siirt'ten yeni bir bitki taksonu tanıtmışlardır.

Bu çalışmanın amacı, Siirt ili Gökçebağ beldesi ve çevresinde 2019-2020 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları sonucunda bölge halkı ile ikili diyaloglar kurularak farklı amaçlar (beslenme, endüstri, tarım ve hayvancılık) için kullandıkları bitkilere ait bilgilerin derlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyali 2019-2020 yılları arasında Gökçebağ (Siirt/Merkez) ve çevresinde (Şekil 1) yaşayan insanlara uygulanan ikili görüşme notları, arazi çalışmaları sonucunda bölgeden toplanan bitkiler ve bu bitkilere ait fotoğraflardan oluşmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanına ait harita

2.2. Yöntem

Bilgi alış verişine yönelik çalışmalar: Çalışma alanında bulunan okullarda okuyan öğrenciler yaşadıkları çevrede halkın faydalandıkları bitkilere yönelik çeitli bilgiler vermişlerdir.

Yerel halk ile yapılan görüşmeler: Çalışma kapsamında yüz yüze görüşmeler yapılarak halkın faydalandığı bitkilere yönelik bilgiler ile bu bitkilere ait örnekleri toplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Gökçebağ beldesi ve çevresinde gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen veriler değerlendirilerek bitkilerin kullanılan

kısımları (Tablo 1) ve kullanılan kısımlara ait fonksiyonel bilgiler (Tablo 2)'de verilmiştir. Çalışma sırasında elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda 86 bitkiye ait toplam 96 farklı kullanım şekli tespit edilmiştir. Bu kullanım şekillerinden 78 tanesi beslenme ve 18 tanesi de diğer (endüstri, tarım ve hayvancılık) amaçlara yönelik oldukları belirlenmiştir (Tablo 3). Tespit edilen bitkiler 32 familyaya ait olup en çok takson içeren familya *Rosaceae* familyasıdır. Bitkilerin kullanılan kısımlarına bakıldığında en çok kullanılan ilk 3 kısım sırasıyla yaprak, meyve ve toprak üstü kısımlar olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. Bitkilerin kullanılan kısımları

1	Tüm bitki	11	Uçucu yağ/Aetheroleum	21	Çiçek sapı	31	Mazı
2	Toprak üstü kısımlar	12	Sabit yağ/Oleum	22	Taç yaprak	32	Kupula/palamut çanağı
3	Odun	13	Dal	23	Çanak yaprak	33	Gal
4	Gövde	14	Taze dal	24	Meyve	34	Kozalak
5	Gövde Gövde kabuğu	15	Sürgün	25	Meyve kabuğu	35	Yaprak
6	Kök	16	Tomurcuk	26	Meyve etli kısmı	36	Yaprak sapı
7	Kök kabuğu	17	Çiçek	27	Meyve suyu	37	Balözü
8	Toprakaltı uzantılar	18	Polen	28	Katran/Pix	38	Reçine
9	Sağan/Bulps	19	StigmaStillus/Ovaryum	29	Süt/Latex	39	Balsam
10	Yumur/Tuber	20	Anter/Filament	30	Tohum		

Tablo 2. Çalışmada elde edilen bitkilerin kullanılan kısımlarına ait fonksiyonel bilgiler

Beslenme (Gıda)			Diğer (Endüstri, Tarım ve Hayvancılık)				
1. Yemek	11. Pekmez	21. Turşu	1. Yağ yapımı	11. Arıcılık	21. Sepet	31. Yakacak	41. Şiir/mani
2. Çorba	12. Hoşaf	22. Çemen	2. Kil yapımı	12. İpek böcekçiliği	22. Eşya bakımı	32. Biyolojik mücadele	42. Masal
3. Salata	13. Marmelat	23. Sirke	3. Gıda koruma	13. Böcek öldürücü	23. Süs bitkisi	33. Erozyon kontrolü	43. Çocuk oyunu
4. Baharat	14. Reçel	24. Aroma verici	4. Keyif verici	14. Zehir olarak	24. Yastık/yorgan/yatak yapımı	34. Balıkçılık	44. Doğum
5. Çay	15. Pestil	25. Peynir yapımı	5. Kozmetik	15. Tabakalama/sepçilik	25. Boya	35. Takı	45. Nişan/düğün
6. Kahve	16. Helva	26. Yoğurt yapımı	6. Koku verici	16. Çit yapımı	26. Temizlik	36. Oyuncak	46. Ötüm
7. Soğuk içecek	17. Dondurma	27. Ekmek yapımı	7. Müzik aleti	17. Yapı malzemesi/inşaat	27. Tarım aleti	37. Nazarlık	47. Diğer
8. Şerbet	18. sahlep	28. Cacık	8. Veterinerlik	18. Mobilya	28. Hayvancılık	38. Tütüsü	
9. Şurup	19. Sakız	29. Börek	9. Yem	19. Ev/süs eşyası	29. Yapıştırıcı	39. Atasözü	
10. Nektar	20. Ezme	30. Hamur işi	10. Avcılık	20. Süpürge	30. Giyim tekstil	40. Bilmece	
		31. Diğer					

Tablo 3. Gökçebaş (Siirt) ve çevresinde halk tarafından beslenme, endüstri, tarım ve hayvancılık amaçlı kullanılan bitkiler

Familya	Takson	Türkçe isim	Yöresel isim	Beslenme	Diğer	Beslenme kullanım amacı	Diğer kullanım amacı	Kullanılan kısım
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Tilkikuyruğu	Selmi	+		1		2
AMARANTHACEAE	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>vulgaris</i>	Yabanpancarı	Bersilk, Pıncar	+		1,29		35
AMARANTHACEAE	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Ispanak	İspinak	+		1, 2, 29, 30		2
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Pırasa	Kurat	+		1		2
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium cepa</i> L.	Soğan	Pıvaz	+		3		35,9
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium kharputense</i> Freyn & Sint.	Harpusoğanı	Soryaz	+		1,21,29		1
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium sativum</i> L.	Sarımsak	Sir	+		31 (çiğ)		35,9
AMARYLLIDACEAE	<i>Allium vineale</i> L.	Sirmo	Sirik	+		25,29		2
ANACARDIACEAE	<i>Pistacia euycarpa</i> Yalt	Bendek	Kevzan	+	+	4, 6, 31(çerez)	9,26,31	4,13,24,35
ANACARDIACEAE	<i>Pistacia khinjuk</i> Stocks	Bıttım	Kevzan, Beybuk	+	+	6, 31(çerez)	9,26,31	4,24,35,38
ANACARDIACEAE	<i>Pistacia vera</i> L.	Antep Fıstığı	Fıstek	+	+	31(çerez)	31	4,24
APIACEAE	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill	Rezene	Rızyanı	+		5		16,30,35
APIACEAE	<i>Daucus carota</i> L.	Yabanihavuç	Havuç	+		1, 3, 31(çiğ)		8,6
APIACEAE	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Fesleğen	Rihan	+	+	3, 24,	6,19	2
APIACEAE	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) A.W.Hill	Maydanoz	Meydanuz	+		1, 3, 29,		2
ARACEAE	<i>Arum rupicola</i> Boiss. var. <i>virescens</i> (Stapf) P.C.Boyce	Dağsorsalı	Kari	+		2, 30		35
ARACEAE	<i>Eminium rauwolfii</i> (Blume) Schott var. <i>rauwolfii</i> (Blume) Schott	Yılanbacağı	Kari	+		1, 2, 30		35
ASTERACEAE	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>breviphyllarius</i> P.H.Davis	Kilindor	Kerbeş	+		1		35
ASTERACEAE	<i>Echinops pungens</i> Trautv. var. <i>pungens</i>	Bongul	Serteşi	+		31 (Çiğ olarak tüketilir)		40 (Çiçek tablası)

ASTERACEAE	<i>Gundelia sirtica</i> Fırat		Kereng	+		1, 21, 24		35,6
ASTERACEAE	<i>Helianthus annuus</i> L.	Ayçiçeği	Gulberoj	+		31(çerez)		30
ASTERACEAE	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Yerelması	Sivbmerdi	+		31(çiğ)		10
ASTERACEAE	<i>Lactuca sativa</i> L.	Marul	Marul	+		3		35
ASTERACEAE	<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass	Yavankenger	Kerbeş	+		1		35
ASTERACEAE	<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (DC.) Boiss. var. <i>bupthalmoides</i>	Tarla Yemişi	Sıpıng	+		31(çiğ)		2
ASTERACEAE	<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>longirostris</i> (Sch.Bip.) Greuter	Helevan	Sıpıng	+		31(çiğ)		2
BORAGINACEAE	<i>Alkanna froedimii</i> Rech.f.	Gedikhavacvaotu	Mijimjok	+		10		17,6
BORAGINACEAE	<i>Anchusa azurea</i> Mill. var. <i>azurea</i>	Sığırdili	Guruz	+		1		35
BRASSICACEAE	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Roka	Roka	+		1,3,29		35
BRASSICACEAE	<i>Lepidium sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>	Tere	Tere	+		1,2,3,31(meze)		35
BRASSICACEAE	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Suteresi	Tüzük	+		3,29, 31(çiğ)		2
BRASSICACEAE	<i>Raphanus sativus</i> L.	Turp	Bnerd	+		1,3, 21, 27, 29, 31(şalgam)		35,1
BRASSICACEAE	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal	Ğerdel	+		1		2
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarlasarmaşığı	Lavlav		+		9	2
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus betonicifolius</i> Mill. subsp. <i>peduncularis</i> (Boiss.) Parris	Kuzusarmaşığı	Lavlav		+		9	2
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Kahkahaçiçeği	Şikşebap	+	+	1	23	1
CUCURBITACEAE	<i>Cucumis melo</i> L.	Kavun	Petiğ, Şemam, Gındor	+		1		24
CUCURBITACEAE	<i>Bryonia aspera</i> Stev. ex Ledeb.	Şeytanşalgamı	Rezük	+		1		2
CUCURBITACEAE	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Balkabağı	Kulint	+		2, 31(tatlı)		24,30,
CUCURBITACEAE	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Sakızkabağı	Kulint	+		1		24
FABACEAE	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. <i>glabra</i>	Meyan	Meyan	+		8		6

İnal ve Fidan

FAGACEAE	<i>Quercus brantii</i> Lindl.	Karameşe	Daraberuni		+		9,31	4,35,24
FAGACEAE	<i>Quercus infectoria</i> Oliv. subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Zindiyen	Daramazini		+	+	31 (çerez)	9,31 4,35,24
IRIDACEAE	<i>Crocus biflorus</i> Mill. subsp. <i>tauzi</i> (Maw) B.Mathew	Berfan	Pivuk		+		31 (çiğ)	10
IRIDACEAE	<i>Iris x germanica</i> L.	Göksüsen	Susun			+		47 (Mezarlık bitkisi) 1
JUGLANDACEAE	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Guz		+	+	30, 31 (çiğ)	25 24
LAMIACEAE	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L. subsp. <i>nphoides</i> (Briq.) Harley	Derenanesi	Pünk		+		2, 27, 28,30	2
LAMIACEAE	<i>Mentha x piperita</i> L.	Nane	Nane		+		3, 24, 30	2
LAMIACEAE	<i>Thymbra spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i>	Zahter	Catır		+		4,5	35,17,16
LAMIACEAE	<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. & Hohen. subsp. <i>kotschyanus</i>	Kekik	Catır		+		24	35
LILIACEAE	<i>Tulipa armena</i> Boiss. var. <i>armena</i>	Hoşlale	Liluz			+		23 1
LYTHRACEAE	<i>Punica granatum</i> L.	Nar	Hınar		+		31 (çiğ)	24
MALVACEAE	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Çobançöreği	Tülük		+		1, 3, 29,	35
MORACEAE	<i>Ficus carica</i> L. subsp. <i>carica</i>	İncir	Hejir		+		14, 31 (çiğ)	24
MORACEAE	<i>Morus alba</i> L.	Akdut	Tü		+	+	31 (çiğ)	9 24,35
MORACEAE	<i>Morus nigra</i> L.	Karadut	Türeş		+	+	31 (çiğ)	9 24,35
MORACEAE	<i>Morus rubra</i> L.	Mordut	Tüşimi		+	+	31 (çiğ)	9 24,35
OLEACEAE	<i>Olea europaea</i> L.	Zeytin	Zuytun, Zeytin		+		31 (çiğ)	24,35
PAPAVERACEAE	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik	Ğecicok		+		1, 29, 30, 31 (çiğ)	16
POACEAE	<i>Zea mays</i> L.	Mısır	Genmeşami, Mısır		+		1	24,40 (püskül)
POLYGONACEAE	<i>Polygonum cognatum</i> Meissn.	Madımak	Madımak		+		29	35
POLYGONACEAE	<i>Rheum ribes</i> L.	Işgın	Reevas, Ribes		+		31 (çiğ)	21,36
POLYGONACEAE	<i>Rumex crispus</i> L.	Labada	Tırşok		+		3, 31 (çiğ)	35
POLYGONACEAE	<i>Rumex scutatus</i> L.	Ekşimen	Tırşok		+		3, 31 (çiğ)	35

PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semizotu	Parpar		+		1,28,29,30	2
RANUNCULACEAE	<i>Nigella sativa</i> L.	Çörekotu	Reğreş, Çörekotu		+		27, 29, 30	30
ROSACEAE	<i>Amygdalus communis</i> L.	Badem	Behiv		+		9, 31 (çiğ)	30,25
ROSACEAE	<i>Amygdalus orientalis</i> Mill.	Payam	Behiv		+		9, 31 (çiğ)	30,25
ROSACEAE	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Kayısı	Keyisi		+		14, 31 (çiğ)	24,3
ROSACEAE	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	Kiraz	Kiraz, Gilyaz		+		5, 31 (çiğ)	24,40 (meyve sapı)
ROSACEAE	<i>Cerasus microcarpa</i> (C.A.Mey.) Boiss. subsp. <i>microcarpa</i>	Yabankırazı	Hilnlök, Helnlök, Belalük		+		31 (çiğ)	24
ROSACEAE	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i>	Yemişen	Gıyhüj		+		31 (çiğ)	24,35
ROSACEAE	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Ayva	Bih		+		14, 31 (çiğ)	24,35
ROSACEAE	<i>Fragaria x ananassa</i> (Weston) Duchesne ex Rozier	Çilek	Çilek		+		14, 31 (çiğ)	24
ROSACEAE	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill. subsp. <i>orientalis</i> (Uglitzk.) Browicz var. <i>orientalis</i>	Acıelma	Siv		+		31 (çiğ)	24
ROSACEAE	<i>Prunus x domestica</i> L.	Erik	Hilü		+		31 (çiğ)	24
ROSACEAE	<i>Pyrus communis</i> L. subsp. <i>sativa</i> (DC.) Hegi	Armut	Karçın		+		31 (çiğ)	24
ROSACEAE	<i>Pyrus syriaca</i> Boiss. var. <i>syriaca</i>	Çakalarmudu	Reri		+	+	31 (çiğ)	31 24
ROSACEAE	<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	Şılan		+			24
ROSACEAE	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	Böğürtlen	Tütrü		+		31 (çiğ)	24
SALICACEAE	<i>Salix aegyptiaca</i> L.	Halef	Bi			+		23, 16 1
SALICACEAE	<i>Salix alba</i> L.	Aksögüt	Bi			+		23, 16 1
SOLANAECAE	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Domates	Bacanesor, Fıringı		+		1,3	24
URTICACEAE	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	Isırgan	Gezgez, Gezük		+		1, 2, 29, 30	2
VITACEAE	<i>Vitis vinifera</i> L.	Asma	Tıri		+		11,31(çiğ, kuru)	24
XANTHORRHOACEAE	<i>Eremurus spectabilis</i> M.Bieb.	Çiriş	Stırhu		+		1	35

Diğer (endüstri, tarım ve hayvancılık amaçlı kullanımlar)

Çalışma kapsamında toplam 107 kişi ile görüşme sağlanmış ve 68 kişiden bitkilerin kullanımı ile ilgili bilgiler alınmıştır. Bilgi

alınan kişilerin demografik özellikleri de elde edilmiştir (Tablo 4)

Tablo 4. Bilgi alınan kullanıcıların demografik özellikleri

Demografik özellikler	Sayı	
Cinsiyet	Kadın	38
	Erkek	34
Yaş	35'ten küçük kadın	21
	35-45 yaş arası kadın	7
	45-70 yaş arası kadın	9
	70 yaş üstü kadın	1
	35'ten küçük erkek	14
	35-45 yaş arası erkek	10
	45-70 yaş arası erkek	9
	70 yaş üstü erkek	1

Çalışma alanına yakın bir bölge olan Cizre'de yapılan Cizre (Şırnak)'nin etnobotanik özellikleri isimli çalışmada 2005-2006 yılları arasında, Cizre ve çevresindeki 23 köy, 26 mezra ile kurulan yerel pazarda yürütülen çalışma sonucunda bölgede kullanımı tespit edilen 53 familyaya ait 171 bitki taksonu ve bunların kullanım şekline göre yerel bilgiler elde edilmiştir. Bu taksonlara ait toplam 254 farklı kullanım tespit edilmiş olup bunlardan 99'u gıda, 45'i yem, 44'ü ilaç, 25'i süs, 21'i el sanatları, 20'si yakacak olarak kullanıldığı ifade edilmiştir (Gencay, 2007).

Siirt'e yapılan başka bir çalışmada halk tarafından kullanımı olan 34 bitkinin mahalli isimleri ve kullanım alanları verilmiştir. Bu bitkilerden 23'ü tıbbî, 4'ü gıda, 7'si de diğer (yakacak, hayvan yemi vb.) alanlarda kullanıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen bitkilerden 9 tanesi bizim çalışmamızda tespit edilen taksonlar ile aynıdır. (Yapıcı ve ark. 2009). Tillo (Siirt) ve çevresi etnobotanik özellikleri isimli çalışmada 2019-2021 yılları arasında saha çalışmaları sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda 49 familya içerisinde yer alan toplam 151 taksonun kullanım şekilleri verilmiştir. Bu 151 taksona ait toplam 276 farklı kullanım şekli belirlenmiş olup bunlardan 99'u gıda, 88'i ilaç, 19'u boya, 17'si hayvan yemi, 15'i alet, 12'si süs, 9'u aroma, 7'si yakacak, 6'sı baharat, 3'ü kozmetik ve 1'i oyun amaçlı oldukları ifade edilmiştir (Yılmaz, 2022).

4. Sonuçlar

Türkiye'nin sahip olduğu bitki taksonu sayısı ile tüm Avrupa Kıtası'ndaki bitki taksonu sayısı neredeyse aynıdır. Türkiye

sahip olduğu yaklaşık 12000 bitki taksonunun yaklaşık 4000'i endemiktir (Akçiçek ve Vural, 2007). Bu denli zengin bir bitki çeşitliliğine sahip olan yerlerde doğal olarak insanların bitkiler ile olan ilişkileri üst düzeyde olmaktadır. Türkiye sahip olduğu coğrafik yapı nedeniyle insanların birçoğu kırsal alanlarda yaşamaktadır. Kırsal alanlarda yaşayan insanların modern tekniklere ulaşma imkânları düşük olmaktadır. Bu nedenle de çevrelerinden olabildiğince faydalanmaya çalışmaktadırlar. Özellikle çevrelerinde doğal yayılış gösteren bitkileri farklı ihtiyaçlarını (sağlık, beslenme, temizlik, endüstri vb) karşılamak için kullanmaya çalışmaktadırlar. Siirt iline bağlı Gökçebağ beldesinde gerçekleştirilen bu çalışmada bölge halkı tarafından farklı amaçlar için kullanılan toplam 86 bitkiye ait 276 kullanım şekli tespit edilmiştir. Bu kullanımı tespit edilen bitkilerin eskiden daha fazla yayılışı olduğu bölge halkı tarafından ifade edilmiştir. Günümüzde bu bitkilerin çok lokal ve dar alanlarda kaldığı ve bunlardan eskisi kadar faydalanamadıklarını dile getirmişlerdir. Çalışmamızda gerçekleştirdiğimiz ikili görüşmelerde halkın bitkilerden bilinçli şekilde faydalanmasının önemine değinilmiştir. Bitkilerin bilinçsiz ve aşırı kullanımına bağlı olarak azaldığı ve gelecekte onlardan faydalanma imkânının kalamayacağını tarafımızca ifade edilmiştir.

Araştırma bölgesinde yapılan gözlemler sonucunda bağ bahçe alanı açma işlemleri nedeniyle birçok doğal alan, yerini kültür bitkilerinin olduğu zirai alanlara bırakmış durumdadır. Bu nedenle bölgenin doğal taksonlardan oluşan orman varlığı zayıf bir görünüm kazanmıştır. Bölgede doğal yapısı

bozulan alanlarda zirai ve ekonomik amaçlı yetiştiriciliği yapılan taksonların özellikle fıstık ağaçlarının geçmesi alanda bağlardan oluşan bir alanın görünmesine neden olmuştur. Zirai faaliyetlerin yanında aşırı otlatma ve kışlık odun ihtiyaçlarının karşılanması amacı ile kesilen ağaçlar nedeni ile alanın doğal vejetasyon yapısı bozulmuştur. Çalışma alanındaki yerleşim birimlerindeki halkın ısınma ihtiyaçlarını karşılamaları için bölgeden geçen doğal gaz enerjisinden faydalanması sağlanmalıdır. Böylece alanın doğal bitki örtüsünün tahribatının azalmasına katkı sunulabilir. Ayrıca halkın doğal bitki örtüsünü korumasına yönelik bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Alınacak önlemlerin sonucunda ortaya çıkacak her türlü faaliyetin sürdürülebilir olması tüm bu çabaların en önemli kısmını oluşturacaktır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen birinci yazara ait "Gökçebağ ve Çevresinin (Siirt) Etnobotanik Özellikleri" isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

Kaynaklar

Akçiçek, E., Vural, M., 2007. Kumalar dağı (Afyonkarahisar)'nın endemik ve nadir bitkileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9: 78-86.

Coşge Şenkal, B., 2020. The role of secondary metabolites obtained from medicinal and aromatic plants in our lives. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4): 1071-1079.

Cotton, C.M., 1996. *Ethnobotany Principles and Applications*, John Wiley and Sons, Chichester, 424s.

Ertuğ, F., 2004. Etnobotanik çalışmaları ve türkiye'de yeni açılımlar. *Kepiçek*, 18: 181-187.

Fidan, M., Karaismailoğlu, M.C., 2020. Kenevirin Tarihçesi ve Sistematığı, Palme, Ankara.

Fidan, M., Pınar, S.M., Erez, M.E., İnal, B., 2022. *Salvia kurdica* Boiss. & Hohen. ex Benth. ve *Salvia pachystachys* Trautv. türlerinin antioksidan özellikleri ile antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2): 19-29.

Fidan, M., Pınar, S.M., Erez, M.E., İnal, B., Eroğlu, H. 2022. Determination of botanical origin and mineral content of propolis samples from balveren (Şırnak) beekeepers accommodation areas. *Commagene Journal of Biology*, 6(2): 165-171.

Fidan, M., Pınar, S.M., Eroğlu, H., Yılmaz, M., 2019. Siirt ili nadir ve endemik bitkileri. *5th International Conference Onengineering & Natural Sciences*, Conference Proceedings Book, December 20-22, Van, s. 671-676.

Fidan, M., Süzerer, V., Onay, A., 2023. *Cannabis sativa* L.: origin, distribution, taxonomy and biology. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 16(1): 10-28.

Fidan, M., Teğin, İ., Erez, M.E., Pınar, S.M., Eroğlu, H., 2020. Etnobotanik amaçlı kullanılan *origanum acutidens* bitkisinin toplam fenolik-flovonoid içeriği, fenolik bileşikleri ve element analizi. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1): 49-55.

Gencay, A., 2007. Cizre (Şırnak)'nin etnobotanik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

İnal, B., Fidan, M., 2021. Siirt ilinin farklı bölgelerinde yayılış gösteren *Crocus biflorus* Mill. subsp. *pseudonubigena* B. mathew türüne ait örnekler arasındaki akrabalık ilişkisinin moleküler düzeyde belirlenmesi. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2): 14-22.

- Pınar, S.M., Eroğlu, H., Fidan, M., 2023. A new species of *Gladiolus* from Southeastern Türkiye, *Gladiolus siirtensis* (Iridaceae, Crocoideae). *Phytotaxa*, 578(3): 286-296.
- Pınar, S.M., Fidan, M., Eroğlu, H., 2021. Siirt ili florasına genel bir bakış. *Commagene Journal of Biology*, 5(2): 99-125.
- Pınar, S.M., Fidan, M., Eroğlu, H., İnal, T., 2019. Siirt ili petaloid monokotiledon florası. *5 th International Conference on Engineering & Natural Sciences, Conference Proceedings Book, December 20-22, Van, Turkey*, s. 664-670.
- Sırrı, M., Sırrı, G., 2020. Hakkâri ilinde gıda olarak tüketilen yabancı bitki ve yabancı ot türlerinin güncel durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19): 393-409.
- Sırrı, M., Özaslan, C., Fidan, M., 2021. Eruh (Siirt) ilçesinde gıda ve halk tababetinde kullanılan bazı doğal ve yabancı otlar. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(5): 1118-1129.
- Yapıcı, İ.Ü., Hoşgören, H., Saya, Ö., 2009. Kurtalan (Siirt) ilçesinin etnobotanik özellikleri, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12: 191- 196.
- Yılmaz, M., 2022 Tillo (Siirt) ve çevresi etnobotanik özellikleri / Ethnobotanical properties of tillo (Siirt) and surrounding. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt, s. 255.

Atf Şekli

İnal, T.N., Fidan, M., 2024. Siirt İli Gökçebağ Beldesi ve Çevresinde Halk Tarafından Beslenme, Endüstri, Tarım ve Hayvancılık Amaçlı Kullanılan Bitkiler. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 493-501.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11467307>.

To Cite

İnal, T.N., Fidan, M., 2024. Plants Used by the People in Gökçebağ (Siirt) and Its Surroundings for Nutrition, Industry, Agriculture and Livestock Purposes. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 493-501.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11467307>.



Türkiye Orijinli Yabani Nohut (*Cicer reticulatum* L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

İlker YÜCE^{1*}, Tolga KARAKÖY¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ilkeryuce001@gmail.com

Özet

Nohut (*Cicer arietinum* L.) yüksek protein içeriğiyle insan gıdası olarak Türkiye’de önemli bir yere sahiptir. Bu araştırma 2022 ve 2023 yetiştirme sezonunda, Sivas ekolojik koşullarında 10 standart çeşit ve 86 yabancı nohut genotipi kullanılarak, Augmented deneme desenine göre yürütülmüştür. İncelenen bütün özellikler bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın iki yıllık ortalama sonuçlarına göre; ilk çıkış süresi (İÇGS) 21.7 gün, çiçeklenme süresi (ÇGS) 57.1 gün, ilk bakla bağlama süresi (İBGS) 65.89 gün, olgunlaşma süresi (OGS) 101.64 gün, bitki boyu (BB) 32.35 cm, ilk bakla yüksekliği (İBY) 8.20 cm, bitkide bakla sayısı (BBS) 102.02 adet, bitkide tane sayısı (BTS) 97.94 adet, bitkide tane ağırlığı (BTA) 13.30 g, yüz tane ağırlığı (100TA) 14.72 g, biyolojik verim (BV) 622.1 kg da⁻¹, tane verimi (TV) 132.96 kg da⁻¹ ve hasat indeksi (Hİ) % 20.55 olarak saptanmıştır. Yapılan temel bileşenler biplot analizinde 1. ana bileşen varyasyonun % 48.6’sını, 2. ana bileşen varyasyonun % 24.4’ünü ve toplamda varyasyonun % 73’ünü oluşturmuştur. Biplot grafiği incelendiğinde İÇGS, ÇGS, İBGS ve OGS kendi aralarında pozitif, BB, İBY, 100TA, BV, TV ve Hİ kendi aralarında pozitif, BBS ve BTS kendi aralarında pozitif bir ilişki içerisindedir. BBS, BTS, BTA, BV ve TV bakımından ILWC81 yabancı nohut genotipi, ÇGS bakımından 73 numaralı yabancı nohut genotipi, İBGS bakımından 473 numaralı yabancı nohut genotipi ve OGS bakımından 53 numaralı yabancı nohut genotipi öne çıkmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :10.03.2024

Kabul Tarihi :26.04.2024

Anahtar Kelimeler

Cicer arietinum
Cicer reticulatum
yabancı nohut
agro-morfolojik özellikler

Determination of Agro-morphological Characteristics of Turkey Origin Wild Chickpea (*Cicer reticulatum* L.) Genotypes

Abstract

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) has an important place with its high protein content as food in Türkiye. This research was conducted in 2022 and 2023 growing seasons under Sivas ecological conditions using 10 standard varieties and 86 wild chickpea genotypes in an augmented experimental design. Differences among genotypes were found significant for all traits examined. The mean days to emergence (DE) was 21.7 days, days to flowering (DF) was 57.1 days, days to first pod setting (DFP) was 65.89 days, days to maturity (DM) was 101.64 days, plant height (PH) was 32.35 cm, first pod height (FPH) was 8.20 cm, number of pods per plant (NPP) was 102.02, number of grains per plant (NGP) was 97.94, grain weight per plant (GWP) was 13.30 g, hundred grain weight (100GW) was 14.72 g, biological yield (BY) was 622.1 kg da⁻¹, grain yield (GY) was 132.96 kg da⁻¹ and harvest index (HI) was 20.55 %. In the principal components biplot analysis, the first main component accounted for 48.6 % of the variation, the second main component accounted for 24.4 % of the variation and 73 % of the total variation. In the biplot graph, DE, DF, DFP and DM were positively correlated with each other, PH, FPH, 100GW, BY, GY and HI were positively correlated with each other, NPP and NGP were positively correlated with each other. ILWC81 wild chickpea genotype stood out in terms of NPP, NGP, GWP, BY and GY, number of 73 wild chickpea genotype in terms of DF, 473 wild chickpea genotype in terms of DFP, and 53 wild chickpea genotype in terms of DM.

Research Article

Article History

Received :10.03.2024

Accepted :26.04.2024

Keywords

Cicer arietinum
Cicer reticulatum
chickpea
Agro-morphological traits

1. Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.), kendine döllen, diploid ($2n=2x=16$) kromozomlu, dünya çapında önemli bir gıda ürünü olarak kabul edilir (Arumuganathan ve Earle, 1991). *Cicer* cinsine ait 9 adet tek yıllık ve 34 adet çok yıllık yabancı tür mevcuttur (Singh ve ark., 2008). Kültürü yapılan nohuta bu türler arasında en yakın (progenitörü) tür *Cicer reticulatum*'dur (Çancı ve Toker, 2009). Özellikle Akdeniz Havzası ve Güney Asya'da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu bölgedeki geleneksel diyetlerin temel bir parçası olan nohut, dünyada en önemli üçüncü baklagil türüdür ve özellikle Hindistan, Pakistan, İran ve Türkiye gibi ülkelerde önemli bir tarım ürünüdür (Anonim, 2017). Tarihsel olarak, *C. arietinum*'un ataları yaklaşık 11.000 yıl önce Verimli Hilal bölgesinde kültüre alınmıştır ve günümüzde de sadece bu türün kültürü yapılmaktadır (Zohary ve Hopf, 2000). *Cicer arietinum* ile melezlenebilen *Cicer reticulatum*, kültürü yapılan nohudun yabancı progenitörü olarak kabul edilmektedir (Ladizinsky ve Adler, 1976). *C. reticulatum* ve *C. echinospermum* türleri, soğuğa ve hastalıklara karşı direnç gösteren genlere sahiptir (Robertson ve ark., 1995), ve bu özellikleriyle tarımsal genetik çeşitliliği artırmak için önemli bir potansiyel sunmaktadırlar.

Nohudun dünya çapındaki ortalama verimi, teorik potansiyelinin oldukça altında kalmaktadır. FAO'nun 2022 yılı verilerine göre hektar başına ortalama 1221.8 kg'dır (Anonim, 2022). Bu düşük verimlilik, çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır ancak en belirgin sebep, genetik çeşitliliğin yetersizliği ve geçmişte yaşanan evrimsel süreçlerdeki selektif darboğazlardır (Abbo ve ark., 2003, 2014). Nohudun yetersiz genetik çeşitliliği, hastalıklara ve soğuğa karşı duyarlılığı artırmakta, bu da genel verimliliği olumsuz etkilemektedir. Yabancı *Cicer* türleri, bu sorunun üstesinden gelmek için potansiyel

sunmaktadır. *C. reticulatum* ve *C. echinospermum* gibi türler, kültürü yapılan nohut ile yüksek derecede melezlenebilir özellikler gösterir ve bu türler biyotik ve abiyotik streslere karşı dirençli genlere sahiptir (Ladizinsky ve Adler, 1976; Robertson ve ark., 1995). Bu türler, özellikle antraknoz ve fusarium gibi hastalıklara ve çeşitli zararlılara karşı dayanıklılık genleri barındırmaktadır.

Bu yabancı türlerin kullanımı, nohudun genetik çeşitliliğini genişletmekle kalmaz, aynı zamanda çeşitli çevresel stres koşullarına adaptasyonunu artırabilir. *C. echinospermum*'un kurak koşullara toleransı ve *C. reticulatum*'un soğuk koşullarda daha iyi gelişebilme yeteneği, bu türlerin çeşitlendirilmiş gen havuzlarından yararlanılarak yeni nohut çeşitlerinin geliştirilmesine imkân tanımaktadır (Kahraman ve ark., 2017). Bu yeni çeşitler, sadece hastalıklara ve zararlılara karşı daha dirençli olmakla kalmayıp, aynı zamanda daha geniş iklim koşullarına uyum sağlayarak küresel gıda güvenliğini destekleyebilir.

Dünya gen bankalarındaki sınırlı sayıda örneğe rağmen, son yıllarda yapılan genotip toplama çalışmaları, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum* türlerinin erişim sayılarını önemli ölçüde artırmıştır (Toker ve ark., 2014). Bu çalışmalar, Türkiye'nin güneydoğusundan ve Kuzey Irak'tan yeni örnekler toplayarak, bu türlerin gen havuzlarındaki çeşitliliği daha geniş bir şekilde belgelemiştir. Bu yeni toplanan genetik materyaller, nohut ıslah programlarında kullanılarak, genetik çeşitliliği artırma ve tarımsal özellikleri iyileştirme potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı nohut ıslahında kullanılmak üzere *C. reticulatum* genotiplerinin agro-morfolojik özelliklerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2022 ve 2023 yıllarında Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarımsal Ar-Ge Merkezi arazisinde iki yıl süreyle yazlık ürün yetiştirme sezonunda

yürütülmüştür. Çalışmada 10 adet ticari (Aksu, Azkan, Çakır, Diyar, Hasanbey, Hisar, Işık, İnci, Seçkin ve Yaşa) nohut çeşidi kontrol olarak ve 86 adet yabancı nohut genotipi (*Cicer reticulatum*) materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Denemede kullanılan genotiplere ait bilgiler

Genotip	Tür	Form	Genotip	Tür	Form
Aksu	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	315	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Azkan	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	321	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Çakır	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	328	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Diyar	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	332	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Hasanbey	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	335	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Hisar	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	352	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Işık	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	367	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
İnci	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	373	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Seçkin	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	374	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
Yaşa	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kültür	377	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
14	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	391	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
16	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	402	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
36	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	414	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
41	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	444	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
42	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	473	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
46	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	482	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
47	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	483	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
49	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	490	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
53	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	497	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
56	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	555	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
59	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	563	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
73	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	582	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
75	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	645	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
78	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	651	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
108	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	699	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
110	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	737	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
111	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC 0	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
112	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC 21	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
120	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC 81	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
123	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC114	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
125	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC116	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
131	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC117	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
146	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC122	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
160	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC124	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
171	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC126	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
174	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC129	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
182	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC130	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
189	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC134	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
218	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC136	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
222	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC137	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
230	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC140	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
234	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC141	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
267	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC216	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
273	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC219	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
285	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC229	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
290	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC233	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
300	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC257	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani
301	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani	ILWC290	<i>Cicer reticulatum</i>	Yabani

Deneme, augmented deneme desenine göre her tekerrürde 10 kontrol çeşidi ile 29 yabancı nohut genotipinin yer aldığı 3 tekerrürden oluşmuştur (Federer, 2005). Denemede her bir genotip 2 m uzunluğunda, sıra üzeri 10 cm ve sıra arası 70 cm'den oluşan 1'er sıradan oluşmuştur.

Denemenin ekimleri ilk yıl 25 Nisan, ikinci yıl ise 12 Mayıs tarihlerinde yapılmıştır. Deneme alanı, ekim sırasında dekara 4 kg azot ve 10 kg fosfor (P_2O_5) oranında Diamonyum fosfat (DAP) ile gübrelenmiştir.

Tablo 2. Deneme yıllarına ait yağış, sıcaklık ve nispi nem değerleri*

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar
Nisan	4.3	74.8	33.7	12.2	9.1	8.9	44.5	92.8	62.3
Mayıs	5.6	56.4	54.7	12.5	13.0	13.5	53.1	93.6	61.1
Haziran	116.6	51.4	43.4	18.8	17.3	17.0	55.8	95.3	58.3
Temmuz	0	3.0	6.2	19.1	20.1	20.0	51.9	82.8	54.0
Ağustos	11.4	3.6	4.5	23.7	23.4	20.3	47.5	76.6	53.0
Toplam/Ortalama	137.9	189.2	142.5	17.3	16.6	15.9	50.6	88.2	57.7

*Sivas İl Meteoroloji Müdürlüğü

Sivas ilinin iklimi, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı olan karasal iklimdir. Çalışma dönemi için nispi nem, toplam yağış ve sıcaklık gibi temel iklim değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Toplam yağış miktarı, 2022 yılında en düşük temmuz ayında (0 mm), en yüksek ise haziran ayında (116.6 mm) gerçekleşmiştir. 2023 yılında ise toplam yağış en düşük temmuz ayında (3.0 mm) gerçekleşirken, en yüksek nisan ayında (74.8 mm) gerçekleşmiştir. Gözlenen ortalama sıcaklık 2022 yılında en düşük nisan ayında (12.2 °C) gerçekleşirken, en

yüksek ağustos ayında (23.7 °C) gerçekleşmiştir. 2023 yılında ise en düşük ortalama sıcaklık Nisan ayında (9.1 °C) gerçekleşirken, en yüksek ağustos ayında (23.4 °C) gerçekleşmiştir. Ortalama nispi nem değeri 2022 yılında en düşük nisan ayında (% 44.5) gerçekleşirken, en yüksek Haziran ayında (% 55.8) gerçekleşmiştir. 2023 yılında ise en düşük ortalama nispi nem değeri ağustos ayında (% 76.6) gerçekleşirken, en yüksek ortalama nispi nem değeri ise haziran ayında (% 95.3) gerçekleşmiştir.

Tablo 3. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik	Tekstür	pH	Kireç (% $CaCO_3$)	Tuz (%)	Fosfor (P_2O_5 $kg da^{-1}$)	Potasyum (K_2O $kg da^{-1}$)	Organik madde (%)
0-30 cm	Siltli killi tın	7.28	19.6	0.33	3.40	93.59	1.7

Deneme alanının kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Sivas bölgesindeki siltli killi tın toprağın pH değeri 7.28'dir. Ayrıca düşük organik madde (% 1.7), yüksek potasyum (93.59 $kg da^{-1}$), düşük fosfor (P_2O_5), kireç (19.6) ve

düşük tuz (% 0.33) içermesi ile dikkat çekmektedir. Çalışma sırasında herhangi bir yeraltı suyu sorunu yaşanmamış ve arazi yeterince drene edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerin analizi JMP 13 istatistik paket programında yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar “LSMeans Differences Student's t” testine göre karşılaştırılmıştır. Varyans analizi yapılmadan önce yıllar arasında homojenite testi uygulanmış ve sonuç olarak önemli bir farklılık olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiş olup, bu sonuca göre yıllar birleştirilerek varyans analizi yapılmıştır (Levene, 1960). Temel Bileşen analizleri JMP 13 istatistik paket programında ortalama veriler kullanılarak yapılmıştır (SAS Institute Inc. 2019).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada materyal olarak kullanılan nohut kontrol çeşitleri (*Cicer arietinum* L.) ile yabancı nohut (*Cicer reticulatum*) genotiplerinin incelenen ilk çıkış süresi (İÇGS), çiçeklenme süresi (ÇGS), ilk bakla bağlama süresi (İBGS), olgunlaşma süresi (OGS), bitki boyu (BB), ilk bakla yüksekliği (İBY), bitkide bakla sayısı (BBS), bitkide tane sayısı (BTS), bitkide tohum ağırlığı (BTA), yüz tane ağırlığı (100TA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksi (HI) özelliklerine ait ortalama değerler tablosu Tablo 5 ve Tablo 7’de sunulmuştur.

İlk çıkış süresi bakımından genotip, yıl ve genotip x yıl interaksyonu arasında önemli bir varyasyon bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Tablo 4). Ortalama İÇGS ilk yıl 23.33 gün, ikinci yıl 20.03 gün olarak gerçekleşirken iki yılın ortalaması ise 21.7 gün olarak gerçekleşmiştir. Yabancı nohut genotipleri arasında İÇGS 19.4-25.5 gün arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında İÇGS 15.5-17.5 gün arasında değişiklik göstermiştir. En kısa İÇGS yabancı nohut genotipleri arasında 367 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Yaşa çeşidinde gözlemlenmiştir. En uzun İÇGS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC126 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında Seçkin çeşidinde gözlemlenmiştir (Tablo

5). Daha önce yapılan çalışmada ilk çıkış gün süresini Karaköy (2008) 35.1-36.5 gün arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırma bulgularımızın daha önce yapılan çalışmaya kıyasla daha kısa ilk çıkış süresine sahip olduğu görülmektedir.

Çiçeklenme süresi bakımından genotip, yıl ve genotip x yıl interaksyonu arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 4). Ortalama ÇGS ilk yıl 59.94 gün, ikinci yıl 54.25 gün olarak gerçekleşirken iki yılın ortalaması ise 57.1 gün olarak gerçekleşmiştir. Yabancı nohut genotipleri arasında ÇGS 52.25-62.15 gün arasında farklılık gösterirken, kontrol çeşitleri arasında ÇGS 56.16-60.83 gün arasında farklılık göstermiştir. En kısa ÇGS yabancı nohut genotipleri arasında 73 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Aksu çeşidinde gerçekleşmiştir. En uzun ÇGS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC229 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında Diyar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 5). Yürütülen benzer çalışmalar incelendiğinde çiçeklenme süresini Jaafar (2015) 193-223 gün arasında, Aydın (2019) ve Çakmak (2019) Şanlıurfa ekolojik koşullarında sırasıyla 126.67-140 gün ve 121-142 gün arasında, Singh ve ark. (2022) Hindistan’da Bhopal ve Ludhiana lokasyonlarında yürüttükleri çalışmada sırasıyla 61.14-90.14 gün ve 80-106.71 gün arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız farklı araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu farklılığın temel nedeni, nohutta çiçeklenme süresi çevre şartlarına, ekim zamanına ve genotiplere göre değişiklik gösterebilmektedir (Summerfield ve ark., 1987).

İlk bakla bağlama süresi bakımından genotip x yıl interaksyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotip ve yıllar arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$)

(Tablo 4). Ortalama İBGS ilk yıl 70.19 gün, ikinci yıl 61.57 gün olarak gerçekleşirken iki yılın ortalaması ise 65.89 gün olarak gerçekleşmiştir. Yabani nohut genotipleri arasında İBGS 57.35-77.50 gün arasında farklılık gösterirken, kontrol çeşitleri arasında İBGS 65.50-72.83 gün arasında farklılık göstermiştir. En kısa İBGS yabani nohut genotipleri arasında 473 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Aksu çeşidinde saptanmıştır. En uzun İBGS yabani nohut genotipleri arasında 285 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Diyar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 5). Daha önce yapılan çalışmalarda

ilk bakla bağlama süresini Jaafar (2015) 205-322 gün, Talip ve ark. (2018) 90-107 gün ve Çakmak (2019) 132-149 gün olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarımızın önceki çalışmalarda bildirilen sonuçlardan daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak ekim zamanlarının farklı olması ve çevre koşullarının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında erken bakla bağlama özelliğine sahip olan yabani genotiplerin erkenci nohut ıslahında kullanılmasının yeni çeşitlerin geliştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Tablo 4. Araştırmada incelenen özelliklerin genotip, yıl ve genotip x yıl interaksyonuna ait kareler toplamı değerleri

	İÇGS	ÇGS	İBGS	OGS	BB	İBY	BBS
Genotip	1774**	1021**	3065**	4991**	8989**	3393**	189505**
Yıl	560.08**	1674**	3849**	6253**	1.43	0.41	3191
Genotip x Yıl	943.16**	981.5**	2005	1586**	1159	251.52	85762**

İÇGS: ilk çıkış süresi, ÇGS: çiçeklenme süresi, İBGS: ilk bakla bağlama süresi, OGS: olgunlaşma süresi, BB: bitki boyu, İBY: ilk bakla yüksekliği, BBS: bitkide bakla sayısı

Olgunlaşma süresi bakımından genotip, yıl ve genotip x yıl interaksyonu arasında önemli bir varyasyon bulunduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$) (Tablo 4). Ortalama OGS ilk yıl 107.15 gün, ikinci yıl 96.14 gün olarak gerçekleşirken iki yılın ortalaması ise 101.64 gün olarak gerçekleşmiştir. Yabani nohut genotipleri arasında OGS 96.50-109.00 gün arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 108.00-114.00 gün arasında değişiklik göstermiştir. En kısa OGS yabani nohut genotipleri arasında 53 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Aksu çeşidinde saptanmıştır. En uzun OGS yabani nohut genotipleri arasında 367 numaralı

genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Diyar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 5). Aydın (2019) 174-213 gün, Singh ve ark. (2022) Hindistan'da Bhopal ve Ludhiana lokasyonlarında yürüttükleri çalışmada sırasıyla 109.05-128.38 ve 142.62-155.62 gün arasında olgunlaşma süresi bildirmişlerdir. Olgunlaşma süresi, yabani nohut genotiplerinin eş zamanlı olgunlaşmaması nedeniyle geniş bir zaman dilimine yayılmaktadır. Bunun sonucunda yabani nohut genotipleri ile kültürü yapılan nohut genotiplerinin olgunlaşma sürelerinde farklılıklar meydana gelebilmektedir (Çakmak, 2019).

Tablo 5. Araştırmada incelenen özelliklere ait ortalama değerler

Genotip	İÇGS	ÇGS	İBGS	OGS	BB	İBY	BBS
Aksu	16.8 ^{uv}	56.16 ^{t-o}	65.50 ^{i-s}	108.00 ^g	43.67 ^{a-d}	14.30 ^{a-f}	69.70 ^{m-r}
Azkan	16.5 ^v	57.83 ^{e-k}	66.00 ^q	110.50 ^c	46.50 ^{ab}	16.28 ^{a-c}	81.87 ^{k-r}
Çakır	16.0 ^w	59.67 ^{a-e}	67.67 ^{e-o}	109.00 ^e	41.83 ^{a-h}	12.67 ^{a-h}	63.13 ^{o-r}
Diyar	17.3 ^t	60.83 ^{a-c}	72.83 ^{a-d}	114.00 ^a	42.18 ^{a-g}	18.28 ^a	72.37 ^{l-r}
Hasanbey	17.2 ^{tu}	57.16 ^{f-m}	65.83 ^{t-r}	111.00 ^b	43.37 ^{a-e}	13.72 ^{a-g}	77.30 ^{k-r}
Hisar	16.0 ^w	60.66 ^{a-d}	69.33 ^{e-h}	110.50 ^c	48.38 ^a	17.85 ^{ab}	52.77 ^r
Işık	16.5 ^v	59.33 ^{b-f}	66.50 ^{g-p}	109.00 ^e	40.17 ^{a-t}	14.72 ^{a-e}	59.23 ^{p-r}
İnci	16.8 ^{uv}	58.83 ^{c-h}	69.33 ^{e-h}	111.00 ^b	40.92 ^{a-t}	16.10 ^{a-d}	80.90 ^{k-r}
Seçkin	17.5 ^t	56.66 ^{g-n}	66.67 ^{f-o}	110.00 ^d	44.20 ^{a-c}	14.82 ^{a-e}	71.43 ^{m-r}
Yaşa	15.5 ^x	59.33 ^{b-f}	67.33 ^{e-n}	109.00 ^e	43.02 ^{a-f}	14.27 ^{a-f}	63.80 ^{o-r}
14	21.0 ^{l-o}	56.25 ^{t-o}	66.20 ^{e-u}	102.50 ^l	26.55 ^{l-n}	2.60 ^l	87.40 ^{j-q}
16	23.5 ^{c-e}	60.75 ^{a-d}	70.70 ^{a-h}	100.50 ^p	23.40 ⁿ	4.20 ^{hi}	123.40 ^{c-l}
36	22.0 ^{h-k}	57.25 ^{f-m}	70.70 ^{a-h}	102.50 ^l	33.40 ^{c-n}	6.30 ^{e-1}	148.70 ^{a-e}
41	22.0 ^{h-k}	54.75 ^{m-q}	64.20 ^{j-x}	98.50 ^t	33.10 ^{d-n}	6.65 ^{e-1}	86.30 ^{j-q}
42	19.5 ^{r-s}	58.25 ^{d-k}	69.70 ^{e-k}	100.50 ^p	33.20 ^{d-n}	4.45 ^{hi}	132.73 ^{b-h}
46	21.5 ^{j-m}	56.75 ^{g-n}	65.70 ^{f-v}	100.50 ^p	31.80 ^{g-n}	6.61 ^{e-1}	117.10 ^{c-n}
47	20.0 ^{p-s}	53.75 ^{o-q}	63.20 ^{m-y}	98.50 ^t	28.85 ^{k-n}	2.85 ^t	94.00 ^{h-p}
49	22.0 ^{h-k}	56.25 ^{t-o}	67.20 ^{e-q}	97.50 ^v	27.15 ^{k-n}	3.90 ^{hi}	95.80 ^{h-p}
53	20.0 ^{p-s}	56.75 ^{g-n}	63.20 ^{m-y}	96.50 ^x	30.35 ⁱ⁻ⁿ	4.20 ^{hi}	89.20 ^q
56	22.5 ^{f-1}	57.75 ^{e-l}	66.70 ^{e-s}	98.50 ^t	28.95 ^{k-n}	4.05 ^{hi}	123.90 ^{c-l}
59	23.0 ^{d-g}	54.75 ^{m-q}	67.20 ^{e-q}	102.50 ^l	31.70 ^{g-n}	4.25 ^{hi}	121.90 ^{c-m}
73	20.0 ^{p-s}	52.25 ^q	61.70 ^{q-z}	99.50 ^r	25.70 ^{l-n}	3.75 ^{hi}	108.90 ^{e-p}
75	22.5 ^{f-1}	57.75 ^{e-l}	66.70 ^{e-s}	100.50 ^p	33.20 ^{d-n}	6.55 ^{e-1}	123.10 ^{c-l}
78	20.5 ^{n-q}	55.25 ^{l-p}	62.20 ^{o-z}	102.50 ^l	25.65 ^{l-n}	3.65 ^t	85.00 ^{j-q}
108	20.5 ^{n-q}	56.75 ^{g-n}	67.20 ^{e-q}	100.50 ^p	28.45 ^{k-n}	4.80 ^{g-1}	120.70 ^{c-m}
110	20.0 ^{p-s}	52.75 ^{pq}	60.20 ^{v-z}	101.00 ^o	26.20 ^{l-n}	3.55 ^t	98.50 ^{g-p}
111	20.5 ^{n-q}	60.75 ^{a-d}	70.20 ^{a-f}	98.50 ^t	25.60 ^{l-n}	2.65 ^t	114.00 ^{c-o}
112	21.5 ^{j-m}	53.75 ^{o-q}	61.20 ^{s-z}	100.50 ^p	29.80 ^{j-n}	4.74 ^{g-1}	105.40 ^{e-p}
120	19.5 ^{r-s}	54.75 ^{m-q}	66.20 ^{e-u}	99.00 ^s	31.70 ^{g-n}	4.35 ^{hi}	98.90 ^{g-p}
123	21.0 ^{l-o}	56.25 ^{t-o}	64.70 ^{t-x}	102.00 ^m	26.60 ^{l-n}	2.90 ^t	121.50 ^{c-m}
125	20.5 ^{n-q}	57.75 ^{e-l}	65.20 ^{g-x}	98.00 ^u	30.50 ⁱ⁻ⁿ	4.45 ^{hi}	130.80 ^{b-1}
131	21.0 ^{l-o}	56.75 ^{g-n}	61.70 ^{q-z}	99.00 ^s	30.10 ⁱ⁻ⁿ	5.50 ^{f-1}	118.50 ^{c-n}
146	21.5 ^{j-m}	55.75 ^{j-o}	61.70 ^{q-z}	103.00 ^k	30.45 ⁱ⁻ⁿ	5.00 ^{g-1}	125.50 ^{c-l}
160	21.0 ^{l-o}	57.75 ^{e-l}	64.20 ^{j-x}	101.50 ⁿ	26.10 ^{l-n}	3.30 ^t	100.00 ^{g-p}
171	20.5 ^{n-q}	52.75 ^{pq}	67.20 ^{e-q}	100.50 ^p	27.95 ^{k-n}	4.90 ^{g-1}	101.60 ^{f-p}
174	23.5 ^{c-e}	55.75 ^{j-o}	67.50 ^{e-n}	99.50 ^r	25.05 ^{mn}	4.90 ^{g-1}	101.30 ^{f-p}
182	22.0 ^{h-k}	55.75 ^{j-o}	62.20 ^{o-z}	99.50 ^r	25.10 ^{mn}	3.90 ^{hi}	68.40 ^{n-r}
189	23.0 ^{d-g}	59.25 ^{b-h}	70.70 ^{a-h}	105.50 ^h	32.30 ^{f-n}	4.95 ^{g-1}	98.90 ^{g-p}
218	21.5 ^{j-m}	55.25 ^{l-p}	63.70 ^{l-x}	101.50 ⁿ	28.35 ^{k-n}	3.25 ^t	94.00 ^{h-p}
222	19.4 ^s	58.10 ^{d-k}	67.85 ^{e-o}	100.50 ^p	39.23 ^{a-j}	7.57 ^{c-1}	111.21 ^{d-o}
230	22.9 ^{e-h}	56.10 ^{t-o}	66.35 ^{e-t}	96.50 ^x	33.83 ^{c-n}	7.72 ^{c-1}	104.01 ^{f-p}
234	20.4 ^{o-r}	57.60 ^{e-l}	63.35 ^{m-y}	100.50 ^p	36.23 ^{b-l}	10.07 ^{a-1}	113.11 ^{c-o}
267	21.4 ^{k-n}	55.60 ^{j-o}	63.35 ^{m-y}	103.50 ^j	35.23 ^{b-m}	9.37 ^{a-1}	137.11 ^{b-f}
273	22.5 ^{g-j}	57.60 ^{e-l}	66.85 ^{e-s}	100.00 ^q	34.43 ^{c-n}	9.57 ^{a-1}	127.41 ^{c-k}
285	23.5 ^{d-f}	57.10 ^{f-m}	77.50 ^a	101.50 ⁿ	30.88 ⁱ⁻ⁿ	8.07 ^{c-1}	112.81 ^{d-o}
290	25.0 ^{ab}	59.10 ^{b-h}	77.00 ^{ab}	101.50 ⁿ	26.08 ^{l-n}	7.12 ^{d-1}	113.16 ^{c-o}
300	19.9 ^{q-s}	57.60 ^{e-l}	62.85 ^{n-z}	100.50 ^p	32.53 ^{e-n}	9.87 ^{a-1}	97.71 ^{g-p}
301	20.4 ^{o-r}	56.60 ^{g-n}	61.35 ^{t-z}	100.50 ^p	27.08 ^{k-n}	7.82 ^{c-1}	75.11 ^{l-r}
315	24.0 ^{cd}	59.60 ^{c-1}	65.85 ^{f-v}	101.50 ⁿ	29.98 ⁱ⁻ⁿ	8.72 ^{c-1}	80.31 ^{k-r}
321	21.9 ^{l-1}	57.60 ^{e-l}	66.85 ^{e-s}	97.00 ^w	29.83 ^{j-n}	7.92 ^{c-1}	95.91 ^{h-p}
328	20.4 ^{o-r}	54.60 ^{m-q}	62.35 ^{o-z}	99.00 ^s	33.88 ^{c-n}	9.27 ^{b-1}	155.61 ^{a-d}
332	22.9 ^{e-h}	58.10 ^{d-k}	65.85 ^{f-v}	97.00 ^w	36.68 ^{b-l}	12.02 ^{a-1}	126.81 ^{c-k}
335	20.9 ^{m-p}	54.10 ^{n-q}	61.35 ^{t-z}	99.00 ^s	31.08 ^{h-n}	10.37 ^{a-1}	89.61 ^{t-q}
352	22.5 ^{g-j}	55.60 ^{j-o}	60.85 ^{t-z}	103.00 ^k	34.18 ^{c-n}	8.02 ^{c-1}	110.21 ^{d-o}
367	19.4 ^s	53.60 ^{o-q}	60.85 ^{t-z}	109.00 ^e	33.93 ^{c-n}	6.57 ^{e-1}	105.81 ^{e-p}
373	22.5 ^{g-j}	56.60 ^{g-n}	62.85 ^{n-z}	102.00 ^m	30.78 ⁱ⁻ⁿ	8.97 ^{b-1}	77.11 ^{k-r}

374	24.0 ^{cd}	55.60 ^{j-o}	60.85 ^{t-z}	102.00 ^m	33.73 ^{c-n}	9.72 ^{a-1}	80.51 ^{k-r}
377	22.9 ^{e-h}	59.60 ^{e-1}	67.85 ^{e-o}	102.00 ^m	34.23 ^{c-n}	10.27 ^{a-1}	110.71 ^{d-o}
391	22.5 ^{g-j}	60.10 ^{a-e}	67.35 ^{e-q}	102.00 ^m	32.78 ^{d-n}	10.17 ^{a-1}	95.01 ^{h-p}
402	22.9 ^{e-h}	55.10 ^{l-p}	60.35 ^{w-z}	99.00 ^s	34.18 ^{c-n}	9.62 ^{a-1}	73.61 ^{l-r}
414	20.9 ^{m-p}	55.60 ^{j-o}	59.85 ^{w-z}	99.00 ^s	33.13 ^{d-n}	10.37 ^{a-1}	128.81 ^{c-j}
444	24.5 ^{bc}	57.10 ^{f-m}	67.85 ^{e-o}	102.50 ^l	34.33 ^{c-n}	8.62 ^{c-1}	125.01 ^{c-l}
473	20.9 ^{m-p}	55.10 ^{l-p}	57.35 ^z	97.00 ^w	33.58 ^{c-n}	9.72 ^{a-1}	102.11 ^{f-p}
482	21.9 ^{t-l}	58.10 ^{d-k}	66.35 ^{e-t}	100.00 ^q	32.38 ^{f-n}	8.22 ^{c-1}	197.71 ^{ab}
483	24.5 ^{bc}	60.60 ^{a-d}	69.35 ^{d-l}	99.00 ^s	28.18 ^{k-n}	8.62 ^{c-1}	115.61 ^{c-o}
490	21.4 ^{k-n}	56.10 ^{j-o}	61.85 ^{q-z}	99.00 ^s	30.68 ⁱ⁻ⁿ	10.32 ^{a-1}	110.71 ^{d-o}
497	21.4 ^{k-n}	54.60 ^{m-q}	57.85 ^{y-z}	99.00 ^s	31.53 ^{g-n}	8.57 ^{c-1}	110.21 ^{d-o}
555	22.9 ^{e-h}	56.10 ^{j-o}	61.85 ^{q-z}	100.50 ^p	30.88 ⁱ⁻ⁿ	8.06 ^{c-1}	132.61 ^{b-h}
563	21.9 ^{t-l}	56.15 ^{t-o}	75.00 ^{a-c}	101.50 ⁿ	27.83 ^{k-n}	7.44 ^{c-1}	62.79 ^{p-r}
582	24.5 ^{bc}	56.65 ^{g-n}	64.95 ^{h-x}	100.50 ^p	34.02 ^{c-n}	8.44 ^{c-1}	129.49 ^{b-1}
645	22.9 ^{e-h}	57.65 ^{e-l}	65.45 ^{f-w}	99.50 ^r	31.07 ^{h-n}	8.94 ^{b-1}	111.59 ^{d-o}
651	24.0 ^{cd}	58.65 ^{c-1}	65.95 ^{f-v}	99.50 ^r	26.57 ^{l-n}	8.24 ^{c-1}	70.49 ^{m-r}
699	25.0 ^{ab}	59.15 ^{b-h}	69.95 ^{e-j}	99.50 ^r	30.62 ⁱ⁻ⁿ	8.99 ^{b-1}	79.09 ^{k-r}
737	20.4 ^{o-r}	56.15 ^{t-o}	64.45 ^{i-x}	108.50 ^f	32.52 ^{e-n}	8.19 ^{c-1}	90.79 ^{i-q}
ILWC 0	24.0 ^{cd}	61.65 ^{ab}	70.95 ^{a-g}	102.50 ^l	33.67 ^{c-n}	8.99 ^{b-1}	88.29 ^{i-q}
ILWC 21	24.0 ^{cd}	56.15 ^{t-o}	67.95 ^{e-o}	100.50 ^p	32.97 ^{d-n}	7.44 ^{c-1}	132.39 ^{b-h}
ILWC 81	19.9 ^{q-s}	55.65 ^{j-o}	59.45 ^{x-z}	101.50 ⁿ	40.72 ^{a-1}	11.89 ^{a-1}	214.19 ^a
ILWC114	25.0 ^{ab}	61.15 ^{a-c}	68.00 ^{d-n}	99.50 ^r	31.12 ^{h-n}	9.54 ^{a-1}	86.79 ^{j-q}
ILWC116	25.0 ^{ab}	59.15 ^{b-h}	70.45 ^{b-1}	99.50 ^r	33.37 ^{c-n}	9.29 ^{b-1}	98.39 ^{g-p}
ILWC117	22.5 ^{g-j}	57.65 ^{e-l}	65.45 ^{f-w}	99.50 ^r	33.17 ^{d-n}	10.14 ^{a-1}	109.29 ^{d-o}
ILWC122	21.4 ^{k-n}	56.15 ^{t-o}	66.95 ^{e-s}	99.50 ^r	34.17 ^{c-n}	8.09 ^{c-1}	97.89 ^{g-p}
ILWC124	22.5 ^{g-j}	57.65 ^{e-l}	70.45 ^{b-1}	101.50 ⁿ	32.97 ^{d-n}	9.99 ^{a-1}	112.49 ^{d-o}
ILWC126	25.5 ^a	61.15 ^{a-c}	70.45 ^{b-1}	99.50 ^r	26.62 ^{l-n}	8.79 ^{c-1}	70.29 ^{m-r}
ILWC129	24.5 ^{bc}	57.65 ^{e-l}	64.45 ^{i-x}	99.50 ^r	27.07 ^{l-n}	8.29 ^{c-1}	64.29 ^{o-r}
ILWC130	22.9 ^{e-h}	52.65 ^{pq}	60.45 ^{w-z}	99.50 ^r	30.77 ⁱ⁻ⁿ	7.49 ^{c-1}	52.99 ^r
ILWC134	25.0 ^{ab}	56.65 ^{g-n}	63.95 ^{k-x}	99.50 ^r	30.72 ⁱ⁻ⁿ	7.69 ^{c-1}	71.59 ^{m-r}
ILWC136	23.5 ^{d-f}	56.65 ^{g-n}	65.95 ^{f-v}	101.50 ⁿ	30.62 ⁱ⁻ⁿ	9.44 ^{a-1}	89.39 ^{i-q}
ILWC137	23.5 ^{d-f}	59.65 ^{a-f}	69.95 ^{e-j}	100.50 ^p	31.07 ^{h-n}	8.54 ^{c-1}	68.59 ^{n-r}
ILWC140	22.5 ^{g-j}	56.15 ^{t-o}	67.45 ^{e-q}	102.50 ^l	27.92 ^{k-n}	6.69 ^{e-1}	72.99 ^{l-r}
ILWC141	22.5 ^{g-j}	55.65 ^{j-o}	61.95 ^{p-z}	101.50 ⁿ	34.07 ^{c-n}	10.39 ^{a-1}	121.79 ^{c-m}
ILWC216	23.5 ^{d-f}	54.15 ^{m-q}	59.45 ^{x-z}	100.50 ^p	38.07 ^{a-k}	9.19 ^{b-1}	55.89 ^{qr}
ILWC219	24.0 ^{cd}	61.65 ^{ab}	71.95 ^{a-e}	103.50 ^j	33.02 ^{d-n}	10.14 ^{a-1}	158.49 ^{a-c}
ILWC229	22.9 ^{e-h}	62.15 ^a	71.95 ^{a-e}	104.50 ⁱ	35.62 ^{b-m}	10.39 ^{a-1}	122.59 ^{c-m}
ILWC233	24.5 ^{bc}	59.65 ^{a-f}	69.45 ^{d-l}	103.00 ^k	38.27 ^{a-k}	8.94 ^{b-1}	115.09 ^{c-o}
ILWC257	23.5 ^{d-f}	58.15 ^{d-k}	68.00 ^{d-n}	101.00 ^o	24.87 ⁿ	6.89 ^{e-1}	136.39 ^{b-g}
ILWC290	22.9 ^{e-h}	56.15 ^{t-o}	64.95 ^{h-x}	102.00 ^m	25.22 ^{mn}	7.74 ^{c-1}	65.69 ^{o-r}
Ortalama	21.7^{**}	57.1^{**}	65.89^{**}	101.64^{**}	32.35^{**}	8.20^{**}	102.02^{**}
2022 Ort.	23.33	59.94	70.19	107.15	32.45	8.16	98.12
2023 Ort.	20.03	54.25	61.57	96.14	32.26	8.24	105.91
CV	1.88	2.31	4.12	1.25	8.12	24.25	14.91
Standart Sapma	4.16	4.46	6.77	8.11	6.75	4.14	35.60

İÇGS: ilk çıkış süresi, ÇGS: çiçeklenme süresi, İBGS: ilk bakla bağlama süresi, OGS: olgunlaşma süresi, BB: bitki boyu, İBY: ilk bakla yüksekliği, BBS: bitkide bakla sayısı

Bitki boyu bakımından yıl ve genotip x yıl interaksiyonu ortalamalarına göre istatistik olarak önemsiz bulunurken, genotipler arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$) (Tablo 4). Ortalama BB ilk yıl 32.45 cm, ikinci yıl 32.26 cm olurken iki yılın ortalaması ise

32.35 cm olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında BB 23.40-40.72 cm arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 40.17-48.38 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa BB yabani nohut genotipleri arasında 16 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Işık

çeşidinde saptanmıştır. En uzun BB yabancı nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 5). Daha önce yürütülen çalışmalarda bitki boyunu Adak ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 40-62 cm, *C. reticulatum* genotiplerinde 27-38 cm, Talip ve ark. (2018) 6-65 cm ve Singh ve ark. (2022) Hindistan'da Bhopal ve Ludhiana lokasyonlarında yürüttükleri çalışmada sırasıyla 31.29-68.62 cm ve 31.62-59.82 cm arasında bildirmişlerdir. Araştırmada elde etmiş olduğumuz bulgular, önceki yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

İlk bakla yüksekliği bakımından yıl ve genotip x yıl interaksyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotipler arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 4). Ortalama İBY ilk yıl 8.16 cm, ikinci yıl 8.24 cm olurken iki yılın ortalaması ise 8.20 cm olarak saptanmıştır. Yabancı nohut genotipleri arasında İBY 2.60-12.02 cm arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 12.67-18.28 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa İBY yabancı nohut genotipleri arasında 14 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Çakır çeşidinde saptanmıştır. En uzun İBY yabancı nohut genotipleri arasında 332 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Diyar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 5). Nohutta ilk bakla yüksekliği, genotiplerin makineli hasada uygun olması bakımından önemli özelliklerden biridir. Doğan ve ark. (2015) 13-15.3 cm, Güngör ve Dumlupınar (2018) bazı nohut hat ve çeşitleri ile yaptıkları çalışmada ilk bakla yüksekliğini standart çeşitlerde 19.6-30 cm, hatlarda ise 17.6-35.3 cm, Demirci ve Bildirici (2020) 28.8-38.8 cm ve Özcan ve Yücel (2022) 14.5-30 cm olarak bildirmişlerdir. Bitkide bakla sayısı bakımından yıl ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotip ve genotip x yıl interaksyonu

arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 4). Ortalama BBS ilk yıl 98.12 adet, ikinci yıl 105.91 adet olurken iki yılın ortalaması ise 102.02 adet saptanmıştır. Yabancı nohut genotipleri arasında BBS 52.99-214.19 adet arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 52.77-81.87 adet arasında değişiklik göstermiştir. En az BBS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC130 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde belirlenmiştir. En fazla BBS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Azkan çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 5). Bitkide bakla sayısını, Adak ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 19-40 adet, *C. reticulatum* genotiplerinde 23-90 adet, Bhavyasree ve ark. (2018) 12-174 adet, Talip ve ark. (2018) 9-712 adet ve Demirci ve Bildirici (2020) 6.9-13 adet olarak bildirmişlerdir. Bitkide tane sayısı bakımından genotip, yıl ve genotip x yıl interaksyonu arasında önemli bir varyasyon bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Tablo 6). Ortalama BTS ilk yıl 92.00 adet, ikinci yıl 103.88 adet olurken iki yılın ortalaması ise 97.94 adet olarak belirlenmiştir. Yabancı nohut genotipleri arasında BTS 53.03-215.03 adet arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 50.47-87.40 adet arasında değişiklik göstermiştir. En az BTS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC216 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde belirlenmiştir. En fazla BTS yabancı nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise İnci çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 7). Daha önce yapılan çalışmalarda bitkide tane sayısını Erdin ve Kulaz (2014) 27.6-44.4 adet, Adak ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 14-34 adet, *C. reticulatum* genotiplerinde 20-76 adet, Köseoğlu ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 14-23 adet, *C. reticulatum* genotiplerinde 26-76 adet ve Yalçın ve ark. (2018) 20.8-21.5 adet olarak bildirmişlerdir.

Tablo 6. Araştırmada incelenen özelliklerin genotip, yıl ve genotip x yıl interaksiyonuna ait kareler toplamı değerleri

	BTS	BTA	100TA	BV	TV	Hİ
Genotip	172350**	11556**	30961**	3578611**	1155638**	8347**
Yıl	7374**	477.0	62.08	312569**	47699**	237.62**
Genotip x Yıl	77172**	2360	336.65	1093994	236030	1596

BTS: bitkide tane sayısı, BTA: bitkide tohum ağırlığı, 100TA: yüz tohum ağırlığı, BV: biyolojik verim, TV: tane verimi, Hİ: hasat indeksi

Bitkide tane ağırlığı bakımından yıl ve genotip x yıl interaksiyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotipler arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 6). Ortalama BTA ilk yıl 11.79 g, ikinci yıl 14.80 g olurken iki yılın ortalaması ise 13.30 g olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında BTA 6.64-30.59 g arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 19.49-28.62 g arasında değişiklik göstermiştir. En az BTA yabani nohut genotipleri arasında 301 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde belirlenmiştir. En fazla BTA yabani nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Aksu çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 7). Daha önce yapılan çalışmalarda bitkide tane ağırlığını Adak ve ark. (2017) 14-34 g, Talip ve ark. (2018) 0.06-41.94 g ve Singh ve ark. (2022) 10.63-32.5 g arasında bildirmişlerdir.

Yüz tane ağırlığı bakımından yıl ve genotip x yıl interaksiyonu ortalamalarına

göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotipler arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p<0.01$) (Tablo 6). Ortalama 100TA ilk yıl 14.17 g, ikinci yıl 15.27 g olurken iki yılın ortalaması ise 14.72 g olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında 100TA 9.16-15.64 g arasında değişiklik gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 32.26-41.13 g arasında değişiklik göstermiştir. En az 100TA yabani nohut genotipleri arasında ILWC233 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise İnci çeşidinde belirlenmiştir. En fazla 100TA yabani nohut genotipleri arasında ILWC141 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Çakır çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 7). Yüz tane ağırlığını Jaafar (2015) 0.04-70 g, Archak ve ark. (2016) 3.5-45 g, Adak ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 30-35 g, *C. reticulatum* genotiplerinde 15-16 g, Erol ve Okant (2020) 10.45-44.61 g, Soysal ve ark. (2020) 30.7-33.3 g ve Singh ve ark. (2022) 9.42-23.44 g arasında bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları ile önceki çalışmalarda bildirilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Tablo 7. Araştırmada incelenen özelliklere ait ortalama değerler

Genotip	BTS (adet)	BTA (g)	100TA (g)	BV (kg da ⁻¹)	TV (kg da ⁻¹)	Hİ (%)
Aksu	72.47 ^{m-r}	28.62 ^a	39.54 ^{ab}	844.0 ^{a-f}	286.18 ^a	33.35 ^{ab}
Azkan	69.77 ^{m-r}	26.61 ^{a-c}	38.76 ^{ab}	852.7 ^{a-e}	266.09 ^{a-c}	31.19 ^{a-g}
Çakır	66.90 ^{n-r}	27.74 ^a	41.13 ^a	801.3 ^{b-h}	277.40 ^a	33.95 ^a
Diyar	70.77 ^{m-r}	27.37 ^{ab}	38.50 ^{a-c}	914.0 ^{ab}	273.66 ^{ab}	28.13 ^{a-j}
Hasanbey	74.97 ^{l-r}	28.62 ^a	39.21 ^{ab}	888.7 ^{a-c}	286.17 ^a	31.88 ^{a-f}
Hisar	50.47 ^r	19.49 ^{b-f}	38.01 ^{bc}	707.3 ^{c-m}	194.93 ^{b-f}	26.74 ^{a-k}
Işık	62.20 ^{n-r}	24.82 ^{a-d}	40.32 ^{ab}	740.7 ^{b-j}	248.18 ^{a-d}	32.66 ^{a-c}
İnci	87.40 ^{j-p}	28.34 ^a	32.26 ^d	859.3 ^{a-d}	283.41 ^a	32.40 ^{a-d}
Seçkin	72.07 ^{m-r}	25.47 ^{a-d}	35.63 ^c	788.0 ^{b-i}	254.65 ^{a-d}	32.18 ^{a-e}
Yaşa	63.90 ^{n-r}	24.24 ^{a-d}	37.52 ^{bc}	782.0 ^{b-i}	242.41 ^{a-d}	30.94 ^{a-h}
14	82.55 ^{k-p}	11.05 ^{e-h}	12.75 ^{e-h}	561.9 ^{m-s}	110.52 ^{e-h}	18.94 ^{f-k}
16	129.17 ^{b-h}	13.94 ^{e-h}	10.16 ^{f-j}	608.4 ^{i-q}	139.38 ^{e-h}	20.85 ^{a-k}

36	141.17 ^{a-e}	13.38 ^{e-h}	10.07 ^{f-j}	726.4 ^{b-l}	133.80 ^{e-h}	18.21 ^{g-k}
41	86.67 ^{j-p}	11.65 ^{e-h}	13.20 ^{e-h}	574.4 ^{l-s}	116.45 ^{e-h}	19.66 ^{c-k}
42	130.42 ^{b-h}	18.12 ^{b-h}	13.71 ^{e-g}	724.4 ^{c-l}	181.15 ^{b-h}	24.86 ^{a-k}
46	109.97 ^{d-n}	11.52 ^{e-h}	10.03 ^{g-j}	588.4 ^{l-r}	115.20 ^{e-h}	19.08 ^{e-k}
47	86.87 ^{j-p}	12.26 ^{e-h}	14.12 ^{ef}	620.4 ^q	122.56 ^{e-h}	19.33 ^{d-k}
49	90.80 ^{l-o}	11.21 ^{e-h}	12.39 ^{e-h}	598.4 ^{k-r}	112.06 ^{e-h}	18.24 ^{g-k}
53	91.57 ^{l-o}	11.30 ^{e-h}	12.22 ^{e-h}	656.4 ^{f-o}	113.03 ^{e-h}	17.19 ^{l-k}
56	120.67 ^{b-k}	17.84 ^{c-h}	15.20 ^e	668.4 ^{e-o}	178.44 ^{c-h}	26.32 ^{a-k}
59	114.17 ^{c-l}	13.66 ^{e-h}	12.07 ^{e-h}	674.4 ^{d-o}	136.63 ^{e-h}	19.93 ^{c-k}
73	99.67 ^{g-o}	12.31 ^{e-h}	11.73 ^{e-h}	576.4 ^{l-s}	123.12 ^{e-h}	20.69 ^{b-k}
75	116.47 ^{b-l}	14.26 ^{e-h}	11.80 ^{e-h}	650.4 ^{g-p}	142.60 ^{e-h}	21.59 ^{a-k}
78	92.07 ^{l-o}	12.06 ^{e-h}	12.38 ^{e-h}	568.4 ^{m-s}	120.56 ^{e-h}	20.65 ^{b-k}
108	103.87 ^{e-n}	12.28 ^{e-h}	11.63 ^{e-i}	626.4 ^{h-q}	122.76 ^{e-h}	19.07 ^{e-k}
110	92.17 ^{l-o}	10.65 ^{e-h}	11.44 ^{e-i}	574.4 ^{l-s}	106.54 ^{e-h}	18.00 ^{h-k}
111	112.47 ^{c-m}	10.60 ^{e-h}	9.25 ^{ij}	572.4 ^{m-s}	106.02 ^{e-h}	17.88 ^{h-k}
112	103.57 ^{e-n}	12.87 ^{e-h}	11.99 ^{e-h}	608.4 ^{i-q}	128.71 ^{e-h}	20.38 ^{b-k}
120	98.77 ^{g-o}	13.17 ^{e-h}	12.88 ^{e-h}	630.4 ^{h-q}	131.72 ^{e-h}	20.38 ^{b-k}
123	106.47 ^{e-n}	13.69 ^{e-h}	12.30 ^{e-h}	624.4 ^{h-q}	136.87 ^{e-h}	21.54 ^{a-k}
125	120.77 ^{b-k}	13.06 ^{e-h}	10.69 ^{e-j}	670.4 ^{e-o}	130.59 ^{e-h}	19.11 ^{e-k}
131	108.17 ^{d-n}	13.11 ^{e-h}	12.23 ^{e-h}	650.4 ^{g-p}	131.06 ^{e-h}	19.82 ^{c-k}
146	129.17 ^{b-h}	17.32 ^{c-h}	13.29 ^{e-g}	670.4 ^{e-o}	173.20 ^{e-h}	25.60 ^{a-k}
160	101.27 ^{f-n}	12.04 ^{e-h}	11.88 ^{e-h}	582.4 ^{l-r}	120.42 ^{e-h}	20.17 ^{c-k}
171	104.17 ^{e-n}	11.77 ^{e-h}	10.86 ^{e-j}	638.4 ^{h-p}	117.72 ^{e-h}	17.91 ^{h-k}
174	99.77 ^{g-o}	9.73 ^{f-h}	9.67 ^{ij}	560.4 ^{m-s}	97.25 ^{f-g}	16.14 ^{l-k}
182	66.37 ^{m-r}	8.98 ^{f-h}	12.46 ^{e-h}	482.4 ^{p-s}	89.79 ^{f-g}	17.51 ^{l-k}
189	91.87 ^{l-o}	13.71 ^{e-h}	14.46 ^{ef}	620.4 ^q	137.10 ^{e-h}	21.50 ^{a-k}
218	82.37 ^{k-p}	9.55 ^{f-h}	10.77 ^{e-j}	532.4 ^{m-s}	95.47 ^{f-g}	16.95 ^{l-k}
222	104.70 ^{e-n}	11.45 ^{e-h}	12.86 ^{e-h}	613.8 ^{i-q}	114.52 ^{e-h}	18.98 ^{f-k}
230	100.70 ^{f-n}	10.78 ^{e-h}	11.60 ^{e-i}	555.8 ^{m-s}	107.77 ^{e-h}	20.09 ^{c-k}
234	103.80 ^{e-n}	12.86 ^{e-h}	13.31 ^{e-g}	613.8 ^{i-q}	128.58 ^{e-h}	21.64 ^{a-k}
267	132.30 ^{b-g}	14.55 ^{e-h}	12.60 ^{e-h}	655.8 ^{g-o}	145.50 ^{e-h}	22.80 ^{a-k}
273	114.90 ^{c-l}	10.67 ^{e-h}	10.38 ^{e-j}	579.8 ^{l-s}	106.70 ^{e-h}	19.25 ^{e-k}
285	93.70 ^{l-o}	8.45 ^{f-h}	11.22 ^{e-i}	493.8 ^{o-s}	84.51 ^{f-g}	18.34 ^{g-k}
290	108.78 ^{d-n}	10.81 ^{e-h}	11.74 ^{e-h}	541.8 ^{m-s}	108.07 ^{e-h}	19.13 ^{e-k}
300	89.80 ^{j-p}	7.55 ^{gh}	10.03 ^{f-j}	549.8 ^{m-s}	75.46 ^{gh}	14.85 ^{jk}
301	68.40 ^{m-r}	6.64 ^h	10.98 ^{e-j}	459.8 ^{rs}	66.38 ^h	15.54 ^{l-k}
315	78.20 ^{l-r}	9.28 ^{f-h}	13.19 ^{e-h}	521.8 ^{m-s}	92.76 ^{f-g}	18.79 ^{f-k}
321	86.70 ^{j-p}	9.33 ^{f-h}	12.09 ^{e-h}	525.8 ^{m-s}	93.29 ^{f-g}	18.77 ^{f-k}
328	149.00 ^{a-d}	19.96 ^{a-e}	14.41 ^{ef}	735.8 ^{b-k}	199.60 ^{a-e}	27.45 ^{a-k}
332	128.40 ^{b-h}	13.07 ^{e-h}	11.31 ^{e-i}	661.8 ^{f-o}	130.73 ^{e-h}	20.03 ^{c-k}
335	83.50 ^{j-p}	9.18 ^{f-h}	12.81 ^{e-h}	505.8 ^{o-s}	91.78 ^{f-g}	19.11 ^{e-k}
352	94.20 ^{h-o}	10.74 ^{e-h}	11.73 ^{e-h}	561.8 ^{m-s}	107.41 ^{e-h}	19.41 ^{d-k}
367	96.00 ^{g-o}	12.00 ^{e-h}	13.31 ^{e-g}	531.8 ^{m-s}	120.00 ^{e-h}	21.84 ^{a-k}
373	71.38 ^{m-r}	9.42 ^{f-h}	14.43 ^{ef}	499.3 ^{o-s}	94.22 ^{f-g}	19.85 ^{c-k}
374	83.80 ^{j-p}	7.91 ^{gh}	10.35 ^{e-j}	459.8 ^{rs}	79.15 ^{gh}	18.36 ^{g-k}
377	100.50 ^{f-n}	12.20 ^{e-h}	12.74 ^{e-h}	595.8 ^{k-r}	122.02 ^{e-h}	21.14 ^{a-k}
391	83.50 ^{j-p}	10.13 ^{f-h}	13.37 ^{e-g}	571.8 ^{m-s}	101.28 ^{f-g}	18.65 ^{g-k}
402	71.20 ^{m-r}	7.65 ^{gh}	12.29 ^{e-h}	487.8 ^{p-s}	76.55 ^{gh}	16.41 ^{l-k}
414	121.50 ^{b-k}	13.90 ^{e-h}	13.16 ^{e-h}	669.8 ^{e-o}	138.98 ^{e-h}	21.41 ^{a-k}
444	126.33 ^{b-l}	12.46 ^{e-h}	10.51 ^{e-j}	640.8 ^{h-p}	124.63 ^{e-h}	19.98 ^{c-k}
473	92.80 ^{l-o}	11.64 ^{e-h}	13.74 ^{e-g}	555.8 ^{m-s}	116.42 ^{e-h}	21.49 ^{a-k}
482	190.40 ^{ab}	18.36 ^{b-g}	10.98 ^{e-j}	707.8 ^{c-m}	183.60 ^{b-g}	26.44 ^{a-k}
483	104.20 ^{e-n}	11.44 ^{e-h}	12.40 ^{e-h}	545.8 ^{m-s}	114.37 ^{e-h}	21.62 ^{a-k}
490	105.90 ^{e-n}	11.86 ^{e-h}	11.90 ^{e-h}	477.8 ^{q-s}	118.60 ^{e-h}	25.72 ^{a-k}
497	96.80 ^{g-o}	9.39 ^{f-h}	10.96 ^{e-j}	491.8 ^{o-s}	93.94 ^{f-g}	20.14 ^{c-k}
555	137.20 ^{b-f}	16.57 ^{d-h}	12.91 ^{e-h}	701.8 ^{c-m}	165.75 ^{d-h}	23.19 ^{a-k}
563	61.23 ^{o-r}	8.43 ^{f-h}	12.89 ^{e-h}	543.8 ^{m-s}	84.29 ^{f-g}	14.34 ^{jk}
582	116.53 ^{b-l}	11.96 ^{e-h}	10.27 ^{f-j}	575.8 ^{l-s}	119.61 ^{e-h}	20.65 ^{b-k}

645	103.23 ^{f-n}	11.94 ^{e-h}	11.52 ^{e-i}	567.8 ^{m-s}	119.40 ^{e-h}	21.50 ^{a-k}
651	77.43 ^{t-r}	7.76 ^{gh}	9.85 ^{h-j}	453.8 ^s	77.59 ^{gh}	17.28 ^{t-k}
699	75.33 ^{t-r}	10.16 ^{f-h}	13.32 ^{e-g}	517.8 ^{n-s}	101.65 ^{f-g}	19.79 ^{c-k}
737	92.33 ^{t-o}	11.85 ^{e-h}	13.42 ^{e-g}	609.8 ^{i-q}	118.50 ^{e-h}	19.67 ^{c-k}
ILWC 0	91.93 ^{t-o}	9.80 ^{f-h}	9.89 ^{h-j}	595.8 ^{k-r}	98.04 ^{f-g}	15.77 ^{t-k}
ILWC 21	123.71 ^{b-j}	12.50 ^{e-h}	12.58 ^{e-h}	683.8 ^{d-n}	124.99 ^{e-h}	17.52 ^{t-k}
ILWC 81	215.03 ^a	30.59 ^a	15.35 ^e	1023.8 ^a	305.92 ^a	29.31 ^{a-i}
ILWC114	90.63 ^{t-o}	10.67 ^{e-h}	11.59 ^{e-i}	525.8 ^{m-s}	106.67 ^{e-h}	20.65 ^{b-k}
ILWC116	96.43 ^{g-o}	12.32 ^{e-h}	11.97 ^{e-h}	583.8 ^{l-r}	123.18 ^{e-h}	20.84 ^{a-k}
ILWC117	108.03 ^{d-n}	11.59 ^{e-h}	10.70 ^{e-j}	605.8 ^{i-q}	115.89 ^{e-h}	18.35 ^{g-k}
ILWC122	84.43 ^{j-p}	10.52 ^{e-h}	11.16 ^{e-j}	623.8 ^{h-q}	105.17 ^{e-h}	16.05 ^{t-k}
ILWC124	112.33 ^{c-m}	13.96 ^{e-h}	11.91 ^{e-h}	707.8 ^{c-m}	139.58 ^{e-h}	18.89 ^{f-k}
ILWC126	75.23 ^{t-r}	7.83 ^{gh}	10.01 ^{h-j}	553.8 ^{m-s}	78.30 ^{gh}	13.50 ^k
ILWC129	61.63 ^{o-r}	8.54 ^{f-h}	12.86 ^{e-h}	551.8 ^{m-s}	85.37 ^{f-g}	14.58 ^{jk}
ILWC130	55.81 ^{p-r}	7.38 ^{gh}	12.70 ^{e-h}	529.3 ^{m-s}	73.81 ^{gh}	13.38 ^k
ILWC134	71.18 ^{m-r}	9.58 ^{f-h}	13.75 ^{e-g}	584.8 ^{l-r}	95.85 ^{f-g}	15.83 ^{t-k}
ILWC136	83.83 ^{j-p}	9.20 ^{f-h}	11.07 ^{e-j}	615.8 ^{t-q}	92.04 ^{f-g}	14.37 ^{jk}
ILWC137	65.23 ^{n-r}	7.25 ^{gh}	11.16 ^{e-j}	525.8 ^{m-s}	72.54 ^{gh}	13.32 ^k
ILWC140	69.66 ^{m-r}	8.16 ^{gh}	12.12 ^{e-h}	547.3 ^{m-s}	81.57 ^{gh}	14.37 ^{jk}
ILWC141	116.73 ^{b-l}	17.52 ^{c-h}	15.64 ^e	743.8 ^{b-j}	175.22 ^{c-h}	23.15 ^{a-k}
ILWC216	53.03 ^{p-r}	7.59 ^{gh}	14.02 ^{ef}	527.3 ^{m-s}	75.86 ^{gh}	13.82 ^{jk}
ILWC219	157.23 ^{a-c}	16.88 ^{d-h}	10.08 ^{f-j}	833.8 ^{a-g}	168.77 ^{d-h}	19.62 ^{c-k}
ILWC229	117.93 ^{b-l}	11.93 ^{e-h}	9.95 ^{h-j}	679.8 ^{d-n}	119.29 ^{e-h}	16.94 ^{t-k}
ILWC233	116.73 ^{b-l}	11.45 ^{e-h}	9.16 ^j	669.8 ^{e-o}	114.53 ^{e-h}	16.61 ^{t-k}
ILWC257	128.53 ^{b-h}	13.13 ^{e-h}	10.54 ^{e-j}	677.8 ^{d-n}	131.27 ^{e-h}	18.78 ^{f-k}
ILWC290	57.63 ^{p-r}	7.25 ^{gh}	11.95 ^{e-h}	531.8 ^{m-s}	72.51 ^{gh}	12.83 ^k
Ortalama	97.94 ^{**}	13.30 ^{**}	14.72 ^{**}	622.1 ^{**}	132.96 ^{**}	20.55 ^{**}
2022 Ort.	92.00	11.79	14.17	583.51	117.88	19.48
2023 Ort.	103.88	14.80	15.27	660.77	148.03	21.62
CV	16.61	35.48	13.54	16.92	35.47	14.95
Std. Dev.	34.22	8.32	11.72	155.22	83.24	6.87

BTS: bitkide tane sayısı, BTA: bitkide tohum ağırlığı, 100TA: yüz tohum ağırlığı, BV: biyolojik verim, TV: tane verimi, Hİ: hasat indeksi

Biyolojik verim bakımından genotip x yıl interaksyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotip ve yıllar arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$) (Tablo 6). Ortalama BV ilk yıl 583.51 kg da⁻¹, ikinci yıl 660.77 kg da⁻¹ olurken iki yılın ortalaması ise 622.1 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında BV 453.8-1023.8 kg da⁻¹ arasında farklılık gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 707.3-914.0 kg da⁻¹ arasında farklılık göstermiştir. En az BV yabani nohut genotipleri arasında 651 numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde saptanmıştır. En fazla BV yabani nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Diyar çeşidinde saptanmıştır (Tablo 7). Daha önceki çalışmalarda biyolojik verim,

Köseoğlu ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde 30-40 g, *C. reticulatum* genotiplerinde 20-25 g, Talip ve ark. (2018) 3.44-300 g, Aydın (2019) 80-237,67 g ve Çakmak (2019) 64-245 g arasında bildirmişlerdir.

Tane verimi bakımından genotip x yıl interaksyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotip ve yıllar arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$) (Tablo 6). Ortalama TV ilk yıl 117.88 kg da⁻¹, ikinci yıl 148.03 kg da⁻¹ olurken iki yılın ortalaması ise 132.96 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında TV 66.38-305.92 kg da⁻¹ arasında farklılık gösterirken, kontrol çeşitleri arasında 194.93-286.18 kg da⁻¹ arasında farklılık göstermiştir. En az TV yabani nohut genotipleri arasında 301

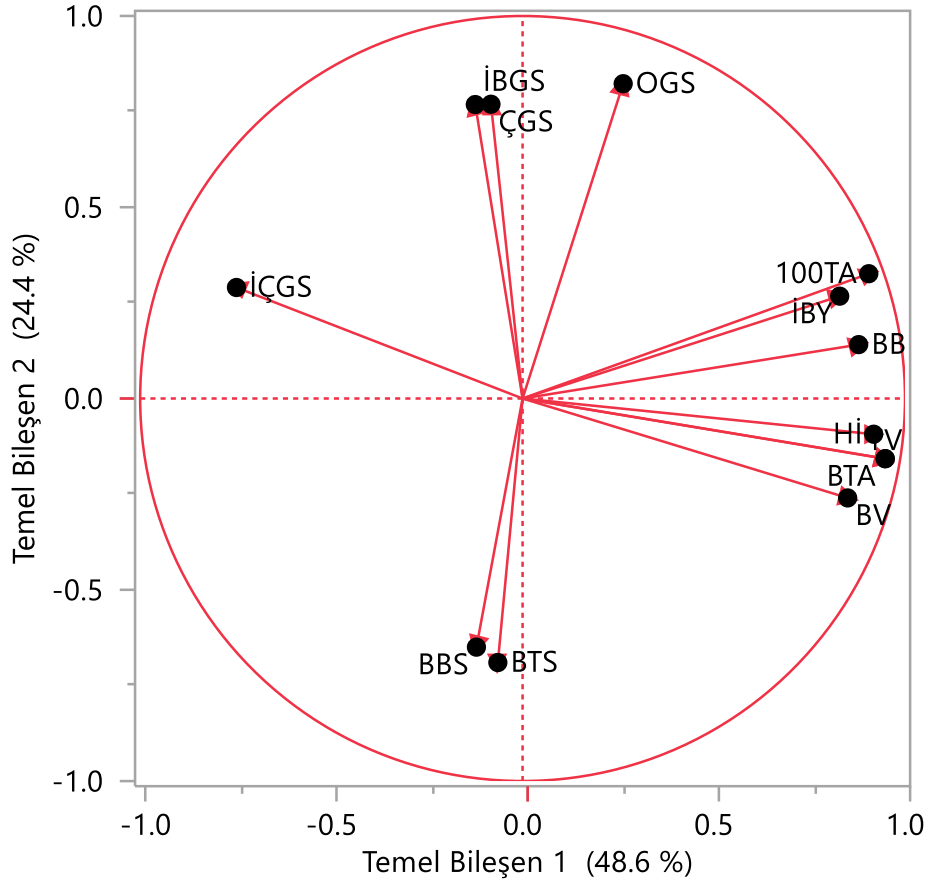
numaralı genotipte, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde saptanmıştır. En fazla TV yabani nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Aksu çeşidinde saptanmıştır (Tablo 7). Tane verimini Biçer ve ark. (2017) 91.6-172.7 kg da⁻¹, Güngör ve Dumlupınar (2018) bazı nohut hat ve çeşitleri ile yaptıkları çalışmada standart çeşitlerde 56.4-160 kg da⁻¹, hatlarda ise 76.4-254.2 kg da⁻¹ ve Demirci ve Bildirici (2020) 140.6-398.7 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Tane verimi, çevre koşullarına, genotipe ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak önemli oranda değişiklik gösterebilmektedir (Güngör ve Dumlupınar 2018).

Hasat indeksi bakımından genotip x yıl interaksiyonu ortalamalarına göre istatistiki olarak önemsiz bulunurken, genotip ve yıllar arasında önemli varyasyonlar olduğu saptanmıştır (p<0.01) (Tablo 6). Ortalama Hİ ilk yıl % 19.48, ikinci yıl % 21.62 olurken iki yılın ortalaması ise % 20.55 olarak saptanmıştır. Yabani nohut genotipleri arasında Hİ % 12.83-29.31 arasında farklılık gösterirken, kontrol çeşitleri arasında % 26.74-33.95 arasında farklılık göstermiştir. En az Hİ değeri yabani nohut genotipleri arasında ILWC290 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Hisar çeşidinde saptanmıştır. En fazla Hİ

değeri yabani nohut genotipleri arasında ILWC81 genotipinde, kontrol çeşitleri arasında ise Çakır çeşidinde saptanmıştır (Tablo 7). Hasat indeksini Adak ve ark. (2017) *C. arietinum* genotiplerinde % 16-75, *C. reticulatum* genotiplerinde % 16-62 ve Erol ve Okant (2020) % 4.68-50.53 arasında bildirmişlerdir.

3.1. Temel bileşenler (PC) biplot analizi

Araştırmada incelenen özellikler arasındaki ilişkileri görsel olarak yorumlamak için Temel Bileşenler (PC) Biplot analizi yapılmıştır (Yan ve Kang, 2003). Özellikler arasındaki ilişkileri gösteren biplot grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Yapılan temel bileşenler biplot analizinde 1. ana bileşen varyasyonun % 48.6'sını, 2. ana bileşen varyasyonun % 24.4'ünü ve toplamda varyasyonun % 73'ünü oluşturmuştur. Biplot grafiği incelendiğinde İÇGS, ÇGS, İBGS ve OGS kendi aralarında pozitif, BB, İBY, 100TA, BV, TV ve Hİ kendi aralarında pozitif, BBS ve BTS kendi aralarında pozitif bir ilişki içerisindedir. Singh ve ark. (2022) Hindistan'da iki lokasyonda yürütmüş olduğu çalışmada, yabani nohut türlerinin agro-morfolojik özelliklerini incelemiş ve çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi ve bitki boyunun birbirleriyle yüksek korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 1. Temel bileşenler analizine göre incelenen özellikler arası ilişkiler

4. Sonuç ve Öneriler

Onu standart çeşit (*C. arietinum*) ve 86'sı yabancı nohut (*C. reticulatum*) toplamda 96 adet nohut genotipi bazı agromorfolojik özellikler bakımından incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda BBS, BTS, BTA, BV ve TV bakımından ILWC81 yabancı nohut genotipi, ÇGS bakımından 73 numaralı yabancı nohut genotipi, İBGS bakımından 473 numaralı yabancı nohut genotipi ve OGS bakımından 53 numaralı yabancı nohut genotipi öne çıkmıştır. Bitkilerin yabancı formları, kültürü yapılan türlere kıyasla adaptasyon yeteneği yüksek, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine daha toleranslı olabilmektedir. Yeni çeşit geliştirme amacıyla başlatılacak ıslah programlarında bazı agromorfolojik özellikler bakımından öne çıkan yabancı nohut genotiplerinin

ebeveyn olarak kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını beyan ederler. Tüm yazarlar makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Finansman

Bu çalışma Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Rektörlüğü, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından "2024-DTP-TBT-0003" proje numarası ile desteklenmiştir. Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel

Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Açıklama

Bu çalışma İlker YÜCE'nin "Türkiye Orijinli Yabani Nohut (*Cicer reticulatum* L.) Genotiplerinin Agro-morfolojik Özellikleri ve Moleküler Karakterizasyonu" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Abbo, S., Berger, J., Turner, N.C., 2003. Evolution of cultivated chickpea: Four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology*, 30, 1081–1087.

Abbo, S., van Oss, R.P., Gopher, A., Saranga, Y., Ofner, I., Peleg, Z., 2014. Plant domestication versus crop evolution: A conceptual framework for cereals and grain legumes. *Trends in Plant Science*, 19, 351–360.

Adak, A., Sari, D., Sari, H., Toker, C., 2017. Gene effects of *Cicer reticulatum* on qualitative and quantitative traits in the cultivated chickpea. *Plant Breeding*, 136(6), 939-947.

Anonim, 2022. Food and agriculture organization statistical databases. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Accessed: 14.02.2024).

Anonim, 2017. Food and agriculture organization statistical databases. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Accessed: 11.03.2017).

Archak, S., Tyagi, R., Harer, P., Mahase, L.B., Singh, N., Dahiya, P., Nizar, M., Singh, M., Vrushali Tilekar, V., Vikas Kumar, V., Manoranjan Dutta, M., Narendra P. Singh, N. P., Bansal, K. C., 2016. Characterization of chickpea germplasm conserved in the indian national genebank and development of a

core set using qualitative and quantitative trait data. *The Crop Journal*, 4: 417-424.

Arumuganathan, K., Earle, E.D., 1991. Nuclear DNA content of some important plants species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9(3):208-218.

Aydın, B., 2019. Siirt, Şırnak ve Hakkâri illerinde toplanan yabani nohut türlerinin karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Bhavyasree, R.K., Singh, S., Singh, I., 2018. Comparison of backcross and F2 populations for yield attributes in a cross between *Cicer arietinum* with *Cicer reticulatum*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 2695-2701.

Çakmak, A., 2019. Adıyaman, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde toplanan yabani nohut türlerinin karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Çancı, H., Toker, C., 2009. Evaluation of Yield Criteria for Drought and Heat Resistance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(1):47-54.

Demirci, Ö., Bildirici, N., 2020. Şanlıurfa ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 656-662.

Doğan, Y., Çiftçi, V., Ekinci, B., 2015. Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1):73-81.

- Erdin, F., Kulaz, H., 2014. Van-Gevaş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 1(özel sayı):910-914.
- Erol, C., Okant, M., 2020. Mardin ili ve civarında yabancı nohut (*Cicer reticulatum*) gen kaynaklarının belirlenmesi, toplanması ve karakterizasyonu. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 505-521.
- Federer, W.T., 2005. Augmented split block experiment design. *Agronomy Journal*, 97(2), 578-586.
- Güngör, H., Dumlupınar, Z., 2018. Bazı nohut çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurları bakımından değerlendirilmesi. *Derim*, 35(2), 194-200.
- Jaafar, M.S., 2015. Türkiye’den toplanan yabancı nohut populasyonlarının bazı tarımsal özellikler yönünden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- JMP, Version 13. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989–2019.
- Kahraman, A., Pandey, A., Khan, M. K., Lindsay, D., Moenga, S., Vance, L., Bergmann, E., Carrasquilla-Garcia, N., Shin, M.G., Chang, P.L., von Wettberg, E.J.B., Tar’an, B., Cook, D.R., Penmetsa, R. V., 2017. Distinct subgroups of *Cicer echinospermum* are associated with hybrid sterility and breakdown in interspecific crosses with cultivated chickpea. *Crop Science*, 57(6), 3101-3111.
- Karakoy, T., 2008. Çukurova ve İç Anadolu bölgelerinden toplanan bazı yerel nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinde verim ve verim unsurlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Adana.
- ÖKöseoğlu, K., Adak, A., Sari, D., Sari, H., Oncu Ceylan, F., Toker, C., 2017. Transgressive segregations for yield criteria in reciprocal interspecific crosses between *Cicer arietinum* L. and *C. reticulatum* Ladiz. *Euphytica*, 213, 1-11.
- Ladizinsky, G., Adler, A., 1976. The origin of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, 25, 211–217.
- Levene, H., 1960. “Robust tests for equality of variances”. In Contributions to Probability and Statistics, Edited by: Olkin, I. 278– 292. Palo Alto, California: Stanford University Press.
- Özcan, M.A., Yücel, D., 2022. Şirnak-İdil koşullarında yetiştirilebilecek kışlık nohut genotiplerinin saptanması. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(1), 99-109.
- Robertson, L.D., Singh, K.B., Ocampo, B., 1995. A catalog of annual *Cicer* species. Aleppo: ICARDA.
- Soysal, S., Uçar, Ö., Erman, M., 2020. Siirt ili ekolojik koşullarında DAP (Diamonyumfosfat) gübresi dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)’un tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 834-842.
- Summerfield, R.C., Roberts, E.H., Hadley, P., 1987. Photothermal effects on flowering in chickpea and other grain legumes. Adaptation of chickpea and pigeon peato abiotic stresses. Proceedings of the Consultants' Workshop, 19-21 December 1984, ICRISAT Center, India. Patancheru, A.P. 502 324, India: ICRISAT: 33-48.



- Singh, M., Kumar, T., Sood, S., Malhotra, N., Rani, U., Singh, S., Singh, I., Bindra, S., Kumar, S., Kumar, S., 2022. Identification of promising chickpea interspecific derivatives for agro-morphological and major biotic traits. *Frontiers in Plant Science*, 13, 941372.
- Singh, R., Sharma, P., Varshney, R.K., Sharma, S.K. & Singh, N.K., 2008. Chickpea improvement: Role of wild species and genetic markers. *Biotechnology & Genetic Engineering Reviews*, 25(1):267-314.
- Talip, M., Adak, A., Kahraman, A., Berger, J., Sari, D., Sari, H., Penmetsa, R.V., Toker, C., 2018. Agro-morphological traits of *Cicer reticulatum* Ladizinsky in comparison to *C. echinospermum* PH Davis in terms of potential to improve cultivated chickpea (*C. arietinum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65, 951-962.
- Toker, C., Uzun, B., Ceylan, F. O., Ikten, C., 2014. Chickpea. In A. Pratap, & J. Kumar (Eds.), *Alien gene transfer in crop plants, achievements and impacts*, vol 2 (pp. 121–151). Heidelberg: *Springer*.
- Yalçın, F., Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., 2018. Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1):46-59.
- Yan, W., Kang M., 2003. GGE Biplot Analysis. A Graphical Tool Breeders, Geneticists and Agronomists. CRC Press. Florida.
- Zohary, D., Hopf, M., 2000. Domestication of plants in the old world, 3rd ed. New York: Oxford University Press.

Atıf Şekli Yüce, İ., Karaköy, T., 2024. Türkiye Orijinli Yabani Nohut (*Cicer reticulatum* L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 502-518.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11468891>.

To Cite Yüce, İ., Karaköy, T., 2024. Determination of Agro-morphological Characteristics of Turkey Origin Wild Chickpea (*Cicer reticulatum* L.) Genotypes. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 502-518.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11468891>.



Determination of the Effectiveness of Different Spraying Programs Against Powdery Mildew Disease (*Erysiphe necator* Schw.) in Vineyard

Ümit ESER^{1*} , Abdullah BALTACI¹ 

¹ Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun

*Corresponding author: umiteser16@gmail.com

Abstract

This study was carried out to determine the first spraying time and other spraying intervals in the chemical control against the disease and to establish a spraying program that will be effective in the control of the disease. The study was carried out in 2015 in a farmer's vineyard of 5 da of Razakı grape variety in Taşova district of Amasya province in a randomized block design with 4 treatments and 5 replications. In the study, treatments with different spraying times and intervals were applied for the control of the disease. At the end of the study, the effects of these treatments on the control of the disease were statistically evaluated and the most successful spraying program was determined. The same fungicide containing 100 g l⁻¹ Kresoxim-Methyl+200 g l⁻¹ Boscalid active ingredient was used in all treatments. According to the statistical analyses and evaluations, all treatments were found to be effective in the chemical control of powdery mildew on both leaves and clusters. However, due to reasons such as economic losses, environmental health and resistance problems in systemic drugs, it is thought that the application with the lowest number of sprayings and the highest effect of 91.96 % on panicle and 87.52 % on leaf should be considered.

Research Article

Article History

Received :10.03.2024
Accepted :26.04.2024

Keywords

Grapevine
vineyard powdery mildew
kresoxim-methyl
boscalid

1. Introduction

Türkiye, which is located on a favorable climate zone for viticulture in the, is one of the important viticulture centers in the world with its vineyard area and production values. While Spain ranks 1st in the world production with 922.920 ha. production area, Türkiye ranks 5th with 384.537 ha. production area after France, Italy and China respectively (FAO, 2022). The favorable ecological factors in our country increase the spread of viticulture over large areas. In 2023, grape production in the country was reported to be 3,400.000 tons. Amasya province has an important agricultural production potential. There is a total vineyard area of 8.064 da in Amasya province and 4.192 da in Taşova district (TUİK, 2023). *Erysiphe necator* Schw. is an obligate parasite of American ivy, wall ivy, wild grapevine and grapevine. It overwinters on the plant as cleistothecium and mycelium in the eyes. It starts its activity from the first moment when the shoots begin to elongate and continues to develop on all green parts (leaves, stems, shoots, panicles) (Built and Lafon, 1978, Pearson and Goheen, 1988). In vineyards affected by powdery mildew in the early stages, the growth of grains stops in all organs affected by the disease, and ash-like spore structures are seen on the leaf and cluster skeleton. If the grains are infected before they reach their full size, the grain cracks in the direction of the stem and the kernel is seen. If colored varieties are infected, they do not get their full color. The sale quality of table and wine varieties decreases and the taste of the wine deteriorates (Anonymous, 2015b).

Spraying is carried out according to the current Agricultural Control Technical Instructions (ACTI) (Anonymous, 2015a). However, it was observed that this program was insufficient to control the disease in some regions. This is due to the fact that the first spraying time recommended for the disease in the ACTI is late in our region according to the development of the disease and there is a time interval between the first and second spraying times, which can extend up to 30-40 days, depending on the region. For this reason, it was

necessary to revise the agricultural control instruction of the disease and studies were initiated for the control of the disease. This study was carried out in order to determine the first spraying time and other spraying intervals in the chemical control against the disease and to establish the most effective spraying program in the control of the disease and as a result of the study, the most effective spraying program in the control of the disease was determined.

2. Materials and Methods

2.1. Material

The study previously examined the vineyard powdery mildew disease agent *E. necator*. The study was carried out in a 5-da farmer's vineyard with Razaki grape variety in the Taşova district of Amasya Province, which is known to be contaminated with. In the applications, fungicide containing 100 g l⁻¹ Kresoxim-Methyl+200 g l⁻¹ Boscalid active ingredient (Collis SC, BASF) was used at a dose of 30 ml 100 L⁻¹ of water. The effective substance in question was included in the trial because it was licensed in the regions where the trial would be established and its effectiveness in the fight against the disease was known. During the spraying, a mechanical back sprayer suitable for providing uniform distribution in the entire trial area or for accurate regional spraying (partial branches, trunk, etc.) was used.

2.2. Method

2.2.1. Trial design and arrangement

The study was established in a randomized block design with 4 characters (Program A, Program B, Program C and Control) and 5 in the Taşova District of Amasya Province in 2015. The plots in the wired vineyard system consisted of 6 shoulders on the same row and the counts were made in the middle 4 shoulders. In the study, 6 shoulders were taken as a plot and one row was left as a safety strip between the plots during spraying. Sprayings were repeated taking into account the duration of the pesticide. No treatment was applied to the vines in the control plots. The same fungicide was used in all treatments and

necessary records were kept. The duration of action of the drug was accepted as 11-12 days considering the label of the drug. In the study, applications were made according to Program A, Program B and Program C for the control of the disease.

2.2.1.1. Applications

Program A

It was carried out according to the ACTI. 1st Spraying: Before flowering when the shoots are 25-30 cm; 2nd Spraying: When the flower petals fall off and the cores are the size of pellets; 3rd and other sprayings: After the second spraying, according to the duration of action of the drug used (11-12 days), until the time when the grains are covered with fresh water (mole fall).

Program B

Spraying was carried out by adding one more application between the first two sprayings made according to the ACTI.

1st Spraying: Before flowering, when the shoots are 25-30 cm; 2nd Spraying: Before flowering, when the flower buds are separated; 3rd Spraying: When the flower petals fall off and the cores are the size of a pellet; 4th and other sprayings: After the third spraying,

according to the duration of the effect of the drug used (11-12 days), until the time when the grains are covered with fresh water (mole fall).

Program C

Early Spraying

1st spraying: Before flowering, when the shoots are about 10 cm; 2nd and other sprayings: According to the duration of action of the pesticide used (11-12 days), until the time when the grains are covered with fresh water (mole fall).

Control

No treatment was applied in the control.

2.2.2. Counting and assessments

Evaluations were carried out on leaves and panicles on 4 of the middle 4 of the 6 shoulders on each plot.

2.2.2.1. Leaf count and evaluation

Counting and evaluations were made on 25 leaves randomly taken from the shoots around each vine to be counted, from the leaves after the 3rd leaf from the bottom, and a total of 100 leaves taken from 4 vines. The evaluation scale for leaves in vineyard powdery mildew disease is given in Table 1 (Anonymous, 2015b).

Table 1. 0-3 evaluation scale for leaves in vineyard powdery mildew disease

Scale Value	Disease Description
0	There are no spots on the leaf
1	There are 1-2 spots on the leaf
2	There are 3-10 spots on the leaf
3	There are more than 10 spots on the leaf

2.2.2.2. Counting and evaluation in bunches

The number of diseased and healthy grains in the parcel was determined by counting the number of diseased and healthy grains in a total of 20 clusters taken from 4 vines, 5 clusters from each of the vines subject to counting in each parcel.

2.2.3. Counting time

Leaf and panicle counts were made after the last spraying, taking into account the sum of the pesticide's duration of action and the incubation period (5-6 days).

2.2.4. Evaluation of data

Percentage disease severity was calculated according to the Townsend-Heuberger formula (Townsend and Heuberger, 1943) from the values obtained according to the scale used in the leaf evaluation, and the percentage effect of the treatments was calculated from the disease severity with the Abbott formula. In the evaluation of the panicles, the percentage of the disease of the grains separated as sick and healthy at the end of the count was found and the percentage effects of the treatments were calculated by evaluating with the Abbott

formula (Abbott, 1925). ArcSin transformation was applied to the obtained values and analysis of variance was performed. Multiple comparison test (LSD) was applied to the results and treatments were grouped. The evaluations were made in JMP statistical program.

3. Results and Discussion

In the study, phenological follow-ups were carried out and phenological records are given in Table 2.

Table 2. Phenological follow-ups and dates in the experimental area

Phenological Periods	Date
Beginning of Bud Burst Period	24.04.2015
First Detection of the Disease	20.05.2015
Beginning of Mole Fall Period	14.08.2015
Evaluation of the Project	28.08.2015
Harvest Period	07.09.2015

In the experimental vineyard, the disease symptom was detected on the leaves on 20.05.2015. The first spraying in Program A application was made when the shoots reached an average of 25-30 cm. In Program A, 6 sprayings were made until the pre-molescence period. In Program B, the first spraying was started when the shoots reached approximately

25-30 cm. According to this program, 7 sprayings were applied. In Program C, the first spraying was started when the shoots reached an average of 10 cm and 9 sprayings were made until the mole fall period. The number, date and phenological period of spraying of Program A, B and C in the experiment are given in Table 3.

Table 3. Spraying programs applied against vineyard powdery mildew, application times and phenological periods

Spraying Program			Spraying Dates	Phenological Period
Program A	Program B	Program C		
		X	11.05.2015	Shoots 10 cm long
X	X	X	22.05.2015	Shoots 25-30 cm long
		X	03.06.2015	Shoots 60-70 cm long
	X		08.06.2015	Separation of flower buds
		X	15.06.2015	Beginning of flowering
X	X	X	26.06.2015	The berries in the size of a pellet
X	X	X	07.07.2015	The grains in the size of chickpeas
X	X	X	20.07.2015	Beginning of cluster tightening
X	X	X	03.08.2015	Cluster tightening
X	X	X	14.08.2015	Beginning of the spot fall period

Counts and evaluations were made on leaves and panicles taken from the experimental vineyard on 28.08.2015. As a result of the counts made on the leaves, the percentage effects of the treatments compared to the control: Program A 77.35 %, Program B 87.52 % and Program C 86.13 %. As a result of the counts made on the panicle, the percentage of diseased grains was 87.35 % in

the control, 19.97 % in Program A, 7.02 % in Program B and 7.61 % in Program C. Spraying was discontinued with at the beginning of the mole fall period in the experimental vineyard and counting and evaluation were carried out 11-15 days after the last application. Percentage effects and statistical groupings of pesticide applications on leaves and panicles compared to the control are given in Table 4.

Table 4. Effect of different pesticide applications on powdery mildew disease on leaves and bunches

Applications	Disease Severity on Leaf (%)	Effect of Applications on Leaf (%)	Diseased Grain Rate (%)	Effect of Applications on Cluster (%)
Program A	17,97 b	77,35	19,97 b	77,14
Program B	9,9 d	87,52	7,02 c	91,96
Program C	11 c	86,13	7,61 c	91,29
Kontrol	79,34 a*	-	87,35 a*	-

Significant at $P \leq 0.01$ according to Duncan multiple comparison test in leaves and panicles. Means with the same letter are in the same statistical group.

In this study, the first spraying time and other spraying intervals in the chemical control to be applied against grape powdery mildew disease were determined and a spraying program that will provide efficiency in the control of the disease was established. In the study, applications were made according to Program A, Program B, Program C with different spraying times and intervals for the control of the disease. In Program A, in which applications were made according to the ACTI, 6 sprayings were made and 77.35 % efficiency was determined in leaves and 77.14 % efficiency was determined in panicles. It was determined that a period of 35 days elapsed between the first and second spraying time and when the average period of 10-14 days, which is the efficacy period of the pesticide, was subtracted from the 35-day period, it was determined that at least 21 days passed without spraying. In the study carried out to determine the appropriate control method against powdery mildew of the vineyard, the period between the first two spraying times (20-30 cm shoot period and pellet size period) in the application made according to the ACTI was found to be 38 days in Arpaçsakarlar, 30 days in Akdam and Sarıçukur and 34 days in Fındıklı (Turan and Tokgönül, 1994). This unsprayed period covers the pre-bloom and post-bloom period when the vineyard is most susceptible to powdery mildew disease (Gadoury et al., 2006). In a study conducted by Uddin et al. (2023), Bordeaux slurry was applied in the first spraying as a preventive, followed by Elite 45 as a therapeutic and Quintec as a systemic during the dormant period, at the separation of flower buds, one week before flowering and during fruit formation. A preventive fungicide was applied before flowering, followed by a systemic fungicide on the fruit, which was reported to

effectively control *E. necator* and resulted in healthier and higher grape yields. In our study, the fact that the 1st spraying time in Program A was late in preventing the first infections and the time between the 1st and 2nd spraying times was longer than the duration of action of the fungicides used against the disease, in years when the seasonal conditions were favorable for the development of the disease, were effective in the course of the disease during the vegetation period and the amount of crop losses it caused. The lowest percentages of disease on leaves and panicles were observed in B and C treatments. Although 9 sprayings were made in C and 7 sprayings were made in B, the results were very close. It has been reported in many studies that grape berries are susceptible to powdery mildew during the 4-5 weeks before and after flowering, i.e. during the grain set period, and if the disease is not controlled during this period, serious crop losses occur (Gadoury et al. 2000, Gubler et al. 1999, Reuveni 2010). Hartman and Beale (2008) reported that applications in the control of powdery mildew should start just before flowering and early control of primary infections, especially in susceptible varieties, is important in the treatment of this disease. In programs A and B, the sensitive period before and after flowering was kept under constant control by following the duration of the drug's effect. It is thought that the results were very close and successful because the vineyard was protected by spraying during the sensitive period. Due to the high frequency of application of the C program, it is thought that it may create risks in terms of human and environmental health in the product. In addition, it was the program with the highest economic burden on the producer. When the available data are evaluated in all aspects such as producer, product and human health, the B

program can be recommended for use in the control of vineyard powdery mildew disease. According to this program, we believe that it would be appropriate to start spraying when the shoots are 25-30 cm, followed by the 2nd and 3rd applications when the flower buds are separated and the petals are shed. Considering the effective substances used, climatic conditions and disease development, it may be recommended that the producers continue spraying.

4. Conclusions

In this study, it was aimed to determine the appropriate time and a more effective spraying program for chemical control of grape powdery mildew disease. The study was carried out in 2015 in a farmer's vineyard of 5 da Razakı grape variety in Taşova district of Amasya province with 4 treatments and 5 replications in a randomized block design. Three programs with different spraying times were tested: Program A (spraying according to ACTI), Program B (spraying by adding one more application between the first two sprayings made according to ACTI) and Program C (spraying starting in the early period when the shoots are 10 cm). In the applications, fungicide containing 100 g l⁻¹ Kresoxim-Methyl+200 g l⁻¹ Boscalid active ingredient (Collis SC, BASF) was used at a dose of 30 ml 100 L⁻¹ of water. As a result of the counts made on the leaves, the percentage effects of the treatments compared to the control: Program A 77.35 %, Program B 87.52 % and Program C 86.13 %. As a result of the counts made on the panicle, the percentage of diseased grains was 87.35 % in the control, 19.97 % in Program A, 7.02 % in Program B and 7.61 % in Program C. Programs B and C were the most effective programs. When the available data are evaluated in all aspects such as producer, product and human health and spraying cost, program B can be recommended for the control of vineyard powdery mildew disease. According to this program, it was concluded that it would be appropriate to start spraying when the shoots are 25-30 cm, followed by the 2nd and 3rd applications when

the flower buds are separated and the petals are shed.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

Funding

This study was supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies [Project No. TAGEM-BS-15/08-04/02-01(5)] and carried out with the facilities of the Black Sea Agricultural Research Institute Directorate.

Acknowledgement

This study was presented as an abstract at the 5th International Congress of Food, Agriculture and Livestock Sciences (Kafkas University-Kars) on February 17-19, 2023. We would like to thank the General Directorate of Agricultural Research and Policies and the Black Sea Agricultural Research Institute Directorate for their support.

References

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Anonim, 2015a. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, No: 4, 261-274 s., Ankara.
- Anonim, 2015b. Bitki Hastalıkları Standart İlaç Deneme Metotları (Meyve-Bağ Hastalıkları). <http://www.tarim.gov.tr> (Erişim tarihi: 25.10.2015).
- Built, J., Lafon, R., 1978. Powdery mildew of the vine. In: The powdery mildews. Spencer, D.M. (Ed.). Academic Press, New York, 525-548 p.

- FAO, 2022. <http://fao.org/faostat> (Erişim tarihi: 07.02.2024).
- Gadoury D.M., Ficke A., Seem R.C., Wilcox W.F., Dry I.B., 2000. Ontogenic resistance to powdery mildew (*Uncinula necator*) in grape berries. Proceedings of the 5th International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology, 05-08 June 2000, Melbourne, Australia, 10-15 p.
- Gadoury, D.M., Seem, R.C., Wilcox, W.F., 2006. Modeling and mapping the relationship between climate and ontogenic resistance to the major fungal diseases of grapevine. In: Proceedings of the 5th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew.
- Gubler, W.D., Rademacher, M.R., Vasquez, S.J., Thomas, C.S., 1999. Control of powdery mildew using the UC davis powdery mildew risk index. APS net: plant pathology online. (<https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/UCDavisRisk.aspx>) (Erişim tarihi: 07.02.2024)
- Hartman J., Beale J., 2008. Powdery mildew of grape. Plant Pathology Fact Sheet. UK Cooperative Extension Service, University of Kentucky-College of Agriculture, 219-302 p., July 2008, North Lexington, Kentucky.<http://plantpathology.ca.uky.edu/files/ppfs-fr-s-12.pdf> (Erişim tarihi: 04.02.2024).
- Pearson R.C., Goheen A.C., (Eds.), 1988. Compendium of grape diseases. APS, St Paul, Mn. Quarto, Paperback, 121 p.
- Reuveni, M., 2010. Activity of trifloxystrobin against powdery and downy mildew diseases of grapevines. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 23 (1): 341-346.
- Townsend, G.R., Heuberger, J.W., 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27: 340-343.
- TÜİK, 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 08.02.2024).
- Turan, K., Tokgönül, S., 1994. Bağ küllemesine (*U. necator*) karşı uygun mücadele metodunun tespiti üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 34(3-4): 165-170.
- Uddin, M., Khan, T., Ahmed, F., Babar, J.K., Ejaz, M., Adnan, F., Fareed, R., Kakar, H., 2023. Optimizing fungicide sprays to tackle powdery mildew (*Uncinula necator*) at the right time for healthy grapes production. *Biosight*, 4: 28-40.

To Cite

Eser, Ü., Baltacı, A., 2024. Determination of the Effectiveness of Different Spraying Programs Against Powdery Mildew Disease (*Erysiphe necator* Schw.) in Vineyard. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 519-525.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11472479>.



Katastrofik Riskler ve Türkiye'deki Tarım Sigortaları Kapsamında İncelenmesi

Erdoğan CESUR^{1*}

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sapanca Meslek Yüksek Okulu, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Sakarya

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ecesur@subu.edu.tr

Özet

Dünyanın birçok ülkesinde tarım sektörü ve bu sektörde faaliyette bulunan tüm paydaşlar çok sayıda risklerle karşı karşıyadır. Bu risklerin çoğunluğu alınabilecek çeşitli tedbirler ile bertaraf edilebilirken, *Katastrofik Riskler* olarak bilinen deprem, kuraklık, sel, fırtına gibi doğal afetler karşısında insanoğlu çoğu zaman çaresiz kalmaktadır. Hükümetler tarım sektörü ile ilgili çeşitli tedbirler olarak ortaya çıkabilecek zararları önleme yoluna gidebilmektedirler. Bu tedbirlerden en önemlisi de *Tarım Sigortalarıdır*. Tarım sigortaları, çiftçilerin sel, kuraklık, doğal afetler, kazalar ve hastalıklar gibi riskler sonucu karşılaşabilecekleri ekonomik kayıpların azaltılmasında etkili bir mekanizmadır. Bu çalışmada, *Katastrofik riskler* ve bu risklerin neden olabileceği hasarlar Türkiye'deki tarım sigortaları bağlamında incelenmiştir. Çalışmada nitel yöntem kullanılmıştır. Konu hakkında ilgili literatürde yer alan çalışmalardan faydalanılarak tarım, tarım sektörü, risk, katastrofik riskler ve tarım sektöründeki sigortacılık uygulamaları hakkında ikincil verilerden yararlanılarak belge ve doküman incelemeleri ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Türkiye'de tarım sigortalarının Tarsim tarafından uygulandığı, sigortalanabilir riskler için gerekli teminatların standart olarak verildiği, ürün ve bölge bazında daha geniş teminatların ise isteğe bağlı olarak ek sözleşmeler ve ek primler sayesinde mümkün olabileceği diğer yandan ise katastrofik nitelikteki risklerin kapsam dışında bırakıldığı sonucuna varılmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :12.03.2024
Kabul Tarihi :26.04.2024

Anahtar Kelimeler

Tarım
risk
katastrofik riskler
sigortacılık
tarım sigortaları

Catastrophic Risks and Their Examination within the Scope of Agricultural Insurance in Turkey

Abstract

In many countries of the world, the agricultural sector and all stakeholders operating in this sector face many risks. While the majority of these risks can be eliminated by various measures that can be taken, human beings are often helpless in the face of natural disasters such as earthquakes, droughts, floods and storms, known as Catastrophic Risks. Governments can prevent possible damages by taking various measures regarding the agricultural sector. The most important of these measures is Agricultural Insurance. Agricultural insurance is an effective mechanism in reducing the economic losses that farmers may encounter as a result of risks such as floods, drought, natural disasters, accidents and diseases. In this study, catastrophic risks and the damages that these risks may cause are examined in the context of agricultural insurance in Turkey. Qualitative method was used in the study. By making use of the studies in the relevant literature on the subject, documents and document reviews and evaluations were made by using secondary data about agriculture, agricultural sector, risk, catastrophic risks and insurance practices in the agricultural sector. According to the results of the study, agricultural insurance in Turkey is implemented by Tarsim, the necessary guarantees for insurable risks are provided as standard, wider guarantees on the basis of product and region are optionally possible thanks to additional contracts and additional premiums, while catastrophic risks are excluded from the scope. It was concluded.

Research Article

Article History

Received :12.03.2024
Accepted :26.04.2024

Keywords

Agriculture
risk
catastrophic risks
insurance
agricultural insurance

1.Giriş

İklim değişikliğiyle bağlantılı olarak ortaya çıkan katastrofik riskler dünya çapında her geçen gün artmakta ve gelecek yıllarda da bu tür risklerin sayısında artışlar beklenmektedir (Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024). Bu durum dünyada gıda güvenliğini ve % 75'inden fazlası geçimini tarımdan sağlayan yoksulların geçimini dengesiz bir şekilde etkileyecek olması konunun ne denli önemli olduğu ortaya koymaktadır (Cohen ve Fischhendler, 2022; Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024). Son yıllarda yapılan araştırmalara göre (Barnett ve Mahul, 2007; Loayza ve ark., 2012; Chavas ve ark., 2019) doğal afetlerin tetiklediği katastrofik riskler en çok ülke ekonomileri tarıma dayalı olan ülkeleri etkilemektedir (Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024). Mason-Delmotte ve ark. (2018), yakın gelecekte dünyanın birçok yerindeki çiftçiler, kuraklık, düzensiz yağışlar ve çeşitli doğal risklerle birlikte daha sık görülen katastrofik nitelikteki, daha zorlu koşullarla karşılaşmaları muhtemel görünmektedir (Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024).

Tarım, genellikle çiftçilerin kendilerinin kontrolü dışındaki çeşitli doğal faktörlerden kaynaklanan, özellikle katastrofik nitelikteki büyük risklerle karşı karşıya olan bir sektördür (Tangermann, 2011; Leip ve ark., 2024). Dünyanın her bölgesinde tarım sektöründeki riskler doğaldır ve tarımla ilgili her yerde bu riskler mevcuttur (Dinler ve ark., 2005; Choudhary ve ark., 2016; Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024). Bu riskler çeşitleri itibariyle tarım kesimindeki tüm paydaşları ve tüketicileri olumsuz etkileyerek önce onlar için sonra da faaliyette buldukları ülkeler için ciddi sonuçlar doğurmaktadır (Keskinkiliç ve Alemdar, 2013; Leip ve ark., 2024). Tarımla uğraşan çiftçilerin üretim sürecinde karşılaştıkları risklerin yalnızca bir kısmını yönetebilmesi ve onların kontrolü dışındaki doğal koşullarının da önemli bir etkiye sahip olması nedeniyle tarımsal faaliyetler her zaman risklere açıktır (Tangermann, 2011; Leip ve ark., 2024). Örneğin hem bitkisel hem de hayvansal üretim hava koşullarından büyük ölçüde etkilenebilmekte, verimler yıldan yıla

değişmekte ve don, kuraklık, sel ve fırtına gibi aşırı hava olayları tarımsal üretime büyük zararlar verebilmektedir (Leip ve ark., 2024). Tarım sektöründe gerçekleşebilecek riskler bir yandan tedarik zincirlerinin yapısını bozarak büyük mali ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Dinler ve ark., 2005; Çekici, 2009; Tangermann, 2011). Diğer açıdan bakıldığında bu söz konusu riskler aynı zamanda gıda arzı için de tehlikeler oluşturmakta ve gelişmekte olan dünyada milyonlarca hane için bir şok ve toparlanma kısır döngüsünü dayatan bir yoksulluk tuzağı oluşturmaktadır (Choudhary ve ark., 2016; Leip ve ark., 2024). Tarım sektöründe karşılaşılan Katastrofik Riskler ise başta iklim değişikliğinin de etkisiyle risklerin sıklığını ve yoğunluğunu değiştirerek ve belirsizliği artırarak bu döngüyü daha da şiddetli bir hale getirmektedir (Franzke, 2017; Leip ve ark., 2024).

Tarım ve tarım sektöründeki olası risklerin nasıl yönetileceği konusunda yapılan çalışmalarda risklerin olumsuz sonuçlarının azaltılması amaçlanmaktadır (Tangermann, 2011; Franzke, 2017). Tarım sektöründe karşılaşılan birtakım doğal riskler alınabilecek çeşitli tedbirler ile bertaraf edilebilirken, Katastrofik Riskler olarak bilinen ve belirli bir eşik değeri aşan, deprem, kuraklık, sel, fırtına gibi doğal afetler şeklindeki riskler karşısında insanoğlu çoğu zaman çaresiz kalmaktadır (Dinler ve ark., 2005; Tangermann, 2011; Keskinkiliç ve Alemdar, 2013; Franzke, 2017). İnsanların mevcut bilgi ve teknolojik becerileri ile önlenemeyen ve gerçekleştiğinde çok sayıda farklı alanları etkileyerek büyük çaplı hasarlara yol açan katastrofik riskler, tarım sektörünün ayrılmaz bir parçası gibi görünmektedir. Katastrofik risklerin yönetimi ve bunun için bir stratejisinin belirlenmesi, risklerin ortaya çıkmadan önce azaltılmasına yardımcı olabilir (Franzke, 2017). Katastrofik nitelikteki bir risk gerçekleştiğinde tarım kesimindeki paydaşların yardım ihtiyacı hafifletebilir. Özellikle felaket düzeyinde gerçekleşen hasarlar olmak üzere, hükümetin mali dengesi üzerindeki etkiyi azaltabilir ve son olarak iyi planlanmış bir ön risk yönetimi stratejisi (katastrofik riskler gerçekleşmeden

önce alınacak muhtemel tedbirlerin belirlenmesi) sayesinde, kaynakların uygun şekilde harekete geçirilmesini kolaylaştırabilir (Dinler ve ark., 2005; Choudhary ve ark., 2016; Franzke, 2017). Bu özelliklerinden dolayı Dünyanın pek çok ülkesinde hükümetler tarım sektörünün sahip olduğu stratejik özelliğinden dolayı tarım kesimini etkileyebilecek katastrofik risklerin önlenmesi veya etkilerinin azaltılması amacıyla çeşitli tedbirler almaktadır (Keskinliç ve Alemdar, 2013; Franzke, 2017). Bu tedbirlerden en önemlisi de Tarım Sigortalarıdır (Turvey, 2001; MuBhoff ve Hirschauer, 2008).

Bu çalışmanın amacı, Katastrofik riskler ve bu risklerin neden olabileceği hasarların Türkiye'deki tarım sigortaları ile bertaraf edilip edilemeyeceğinin araştırılmasıdır. Çalışmada nitel bir yöntem kullanılmıştır. Konu hakkında ilgili literatürde yer alan çalışmalardan faydalanılarak tarım, tarım sektörü, risk, katastrofik riskler ve tarım sektörünü ilgilendiren sigortacılık uygulamaları hakkında ikincil verilerden yararlanılarak belge ve doküman incelemeleri yapılmıştır. Yapılan inceleme ve değerlendirmelere göre, Türkiye'de katastrofik riskler karşısında tarım sigortaları uygulamalarının güncel durumu açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, Türkiye'de tarım sigortalarının dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi devletin yasal uygulama ve düzenlemelerine tabi olduğu görülmüştür. Türkiye'de tarım sigortaları uygulamalarında sigortalanabilir tarımsal riskler için gerekli teminatların standart ve isteğe bağlı olarak (ürün ve bölge bazında değişiklik göstermesi koşuluyla) ek sözleşmeler ve ek primler sayesinde mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, katastrofik nitelikteki (deprem, savaş, salgın hastalıklar vb. gibi) risklerin kapsam dışında bırakıldığı görülmüştür.

Bu çalışmanın ilgili literatürde görece ihmal edilmiş olan tarım, katastrofik riskler ve tarım sigortaları alanında önemli bir boşluğu doldurması beklenmektedir. Çünkü bu konuda neredeyse yok denecek kadar az çalışma

vardır. İnsanların temel yaşamsal ihtiyaçlarının karşılanmasında en önemli sektörlerden biri olan tarım sektörünün (Leip ve ark., 2024) önemi göz önünde bulundurulduğunda bu alanda daha fazla çalışmanın yapılması tarım ve tarımsal riskler konusunda toplumsal duyarlılığın artırılması bakımından bir zaruret olarak ortaya çıkmaktadır. Konu hakkında araştırma yapacakların dünyanın diğer ülkelerindeki uygulamaları ve sonuçlarını araştırarak Türkiye ile mukayese etmeleri ve konunun bir araştırma programı haline gelmesine katkı sağlamaları tavsiye edilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Risk yönetimi ve sigortacılıkta temel kavramlar

2.1.1. Risk, çeşitleri ve yönetimi

Homo sapiens'in (Homo sapiens -bilge insan- türüne ait olduğu düşünülen alt tür, modern insan) hayatta kalması, insanın içgüdüsel olarak kendini riske karşı korumaya yönelik sürekli bir arzunun gelişimi ile her zaman yakından ilişkili olmuştur (Kloman, 2010). Riskten kaçınmaya yönelik bu genetik eğilim, son zamanlarda gelişen risk yönetimi alanının temelini oluşturmaktadır. Bundan dolayı belirsizlik karşısında karar vermek - insanoğlunun varoluşundan bu yana bu genetik eğilim her zaman onun yanında olmuştur (Przetacznik, 2022). Risk teriminin belirsizliği çağrıştıran olması ve farklı anlamlara sahip olması nedeniyle birçok yazar ve risk yöneticisi, riskin gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkabilecek potansiyel kayıpları tanımlamak için "zarara maruz kalma" terimini kullanmaktadırlar. İlgili literatür incelendiğinde çok sayıda risk tanımının olduğu görülmektedir. Konuyla ilgilenen iktisatçılar, davranış bilimcileri, risk teorisyenleri, istatistikçiler ve aktüerlerin her birinin kendi bakış açılarına göre tanımladıkları bir risk kavramı vardır. Bundan dolayı da riskin tek bir tanımının olmadığı söylenebilir. Ancak risk tarihsel olarak çoğunlukla belirsizlikle tanımlanmıştır. Bu bakış açısına göre "risk, bir kaybın meydana gelmesine ilişkin belirsizlik olarak tanımlanmaktadır" (Rejda, 2005; Ferguson ve

ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012). Sigorta perspektifinden bakıldığında risk üç bileşenden oluşur (Smolka, 2006): tehlike, tehlikeye maruz kalan nesnelere hassasiyeti ve maruz kalan nesnelere değeri.

Bir başka açıdan riskler, çeşitlendirilebilir risk ve çeşitlendirilemeyen risk olarak değerlendirilmektedir. Çeşitlendirilebilir risk, ekonominin tamamını değil, yalnızca bireyleri veya küçük grupları etkileyen bir risk olarak tanımlanmaktadır. Bu riskler çeşitlendirme ile olumsuz etkileri azaltılabilecek veya ortadan kaldırılabilir bir risk çeşididir. Çeşitlendirilemeyen risk ise, bir ülke ekonomisinin tamamını veya bu ekonomi içindeki çok sayıda kişiyi veya kurumları etkileyen bir risk çeşididir. Bu tür riskler, çeşitlendirmeye olumsuz etkileri ortadan kaldıramayacak veya azaltılamayacak kadar büyük ve yıkıcı etkileri olan risklerdir. Bu risklere örnek olarak savaşlar, kasırgalar, sel, tsunami, kuraklık ve depremler örnek olarak gösterilebilir. Çeşitlendirilemeyen risk olarak adlandırılan bu riskler, bir ülke ekonomisinin tamamını veya ülke ekonomisindeki çok sayıda insanı ve kurumu etkilediğinden sistematik risk veya temel risk olarak da adlandırılmaktadır. Bu tür risklerin sigortalanması için devlet yardımı ve desteği gerekli olabilir. Örneğin, katastrofik riskler olarak da bilinen deprem, yanardağ patlaması, sel, kuraklık, savaş, nükleer olaylar gibi risklerinin özel sigorta şirketleri olarak sigortalanması pek mümkün değildir (Rejda, 2005; Ferguson ve ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012). Bu yüzden böyle risklerin gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkacak zararların giderilmesinde devlet desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1.2. Katastrofik riskler

Gerçekleştiğinde birden fazla sigorta branşında çok sayıda birimi etkileyen doğal felaketler gibi büyük çaplı kötü riskler Katastrofik risklerdir. Von Arb. (2016), çalışmasında “Katastrofik” kelimesinin tarihsel geçmişine yönelik bir çalışma yapmıştır. Yazar çalışmasında “Katastrofi” kelimesinin “felaket” kelimesi ile aynı anlama geldiğini ve bu kelimenin eski Yunancadan

gelmekte olduğunu belirtmiştir. Bu kelimenin ilk olarak 1740’lı ve 1750’li yıllarda kullanıldığını ve “altüst etmek, devirmek, mahvetmek, bir yıkım veya büyük bir talihsizlik” şeklinde kullanıldığını ileri sürmektedir. Esasen bu riskler yukarıda açıklanmış olan çeşitlendirilemeyen riskler olarak da bilinmektedir. Bir başka ifade ile Katastrofik riskler, olumsuz etkileri ortadan kaldıramayacak veya azaltılamayacak kadar büyük ve yıkıcı etkileri olan doğal afetler şeklindeki risklerdir (Rejda, 2005; Ferguson ve ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012).

2.1.3. Risklerin yönetimi

Risk yönetiminin gelişimi, yeni risk türlerinin ortaya çıkmasıyla yakından ilişkili olup, dünyadaki teknolojik ve ekonomik gelişmenin bir sonucudur (Przetacznik, 2022). Sigorta yönetimi olarak bilinen risk yönetimi, yüzyıllar boyunca yalnızca kazalardan (saldırı, hırsızlık, hasar, olumsuz hava koşulları vb.) kaynaklanan zararlara karşı sigortanın kullanılmasıyla eş tutulmuştur. Günümüzde ise bir risk yönetim uygulaması olarak sigorta modern toplumun bir ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Dalkılıç ve Kırkağaç, 2024). İnsan ve toplum yaşamında potansiyel tehditlerle başa çıkmanın yeni biçimleri ancak 1950’lerin ortalarına kadar ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan maliyetli veya sigortalanamayan riskler, bazı sigortaları kârsız hale getirerek onları çoğu zaman kullanılamaz duruma getirmiştir (Dionne, 2013). Gelecekteki zarar yükleriyle başa çıkmak, sigorta sektörü için zorlu bir mücadeleyi temsil etmekte ve risk yönetimine bütünsel bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu tür bir yaklaşım, riskin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi, riskin kontrol edilmesi ve riskin finansmanı adımlarından oluşmaktadır (Smolka, 2006). Riskler bir ülke içerisinde bazı istenmeyen doğal, sosyal ve ekonomik etkilere neden olabilmektedir. Genel olarak, risk bir ülkedeki toplum üzerinde üç büyük yük doğurmaktadır (Rejda, 2005; Ferguson ve ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012): Birincisi, acil durum fonu için kaynak ayırma zorunluluğu, ikincisi, risklerin ortaya çıkması halinde mal ve

hizmetlerden mahrum kalma durumu ve üçüncüsü de endişe ve korkudur.

Riski yönetme teknikleri genel olarak *risk kontrolü* veya *risk finansmanı* olarak da sınıflandırılabilir. Risk kontrolü, kayıpların sıklığını veya şiddetini azaltan teknikler olarak açıklanabilir. Risk finansmanı ise, zararların finansmanını sağlayan teknikleri ifade etmektedir (Rejda, 2005; Ferguson ve ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012). Risk yöneticileri genellikle her bir risk için birden fazla tekniğin kombinasyonunu kullanmaktadırlar. Başlıca risk kontrol teknikleri olarak kaçınma, kayıp önleme ve kayıp azaltma şeklinde ifade edilebilir. *Risk Finansmanı* ise kayıpların meydana gelmesinden sonra ödenmesini sağlayan teknikleri ifade etmektedir. Buna örnek olarak elde tutma, sigorta dışı transferler ve sigorta gösterilebilir (Miller ve ark., 2004).

2.1.4. Sigorta

Amerikan Risk ve Sigorta Birliği Sigorta Terminolojisi Komisyonu sigortayı şu şekilde tanımlamıştır (Rejda, 2005): “Sigorta, tesadüfi zararların, bu tür zararlar için sigortalıları tazmin etmeyi, meydana geldiklerinde başka maddi faydalar sağlamayı veya riskle ilgili hizmetleri sağlamayı kabul eden sigorta şirketlerine bu tür risklerin devredilmesi yoluyla bir havuzda toplanmasıdır.”

Türk Ticaret Kanunu da (TTK), sigorta sözleşmesini, “sigortacının bir prim karşılığında, kişinin para ile ölçülebilir bir menfaatini zarara uğratan tehlikenin, rizikonun, meydana gelmesi hâlinde bunu tazmin etmeyi ya da bir veya birkaç kişinin hayat süreleri sebebiyle ya da hayatlarında gerçekleşen bazı olaylar dolayısıyla bir para ödemeyi veya diğer edimlerde bulunmayı yükümlendiği sözleşme” olarak tanımlamaktadır (TTK, 1401).

Sigortanın temel özellikleri ise kayıpların bir havuzda toplanması, tesadüfi kayıpların karşılanması, risk transferi ve tazminat ödemesi şeklinde ifade edilebilir. Zararların havuzda toplanması veya paylaşılması sigortanın en önemli fonksiyonudur. Havuzlama, birkaç kişinin maruz kaldığı

kayıpların tüm gruba yayılması anlamına gelmektedir. Sigortacılar ideal olarak risklerin tüm yıkıcı zararlardan kaçınmak istemelerine rağmen bu çok mümkün görünmemektedir (Rejda, 2005). Çünkü ne zaman gerçekleşeceği önceden bilinmeyen sel, kasırga, kasırga, deprem, orman yangını ve diğer doğal afetler nedeniyle büyük kayıplar meydana gelmektedir. Felaket niteliğindeki kayıp sorununu çözmek için çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. İlk olarak, reasürans anlaşması, sigorta şirketlerinin reasürörler tarafından katastrofik kayıplar için tazmin edildiği bir yöntem olarak kullanılabilir (Gupta, 2011; Outreville, 2012).

2.1.5. Reasürans

Belli bir prim karşılığında üzerine riski almış olan sigortacının, bu sigortayla ilişkili potansiyel zararların bir kısmını veya tamamını başka bir sigortacıya veya reasürans şirketine (reasürör olarak adlandırılır) devrettiği bir düzenlemedir (Franzke, 2017). Burada riski devreden şirket olan sigorta şirketine sedan şirket denilir. Riskin bir kısmını veya tamamını üzerine alan şirkete de reasürör denir. Sedan şirketin riske ilişkin kendi hesabında tuttuğu sigorta tutarına saklama payı veya net saklama (konservasyon) adı verilir. Reasüröre devredilen riskin sigorta tutarına da devir (sesyon) adı verilir. Bu sürecin haricinde riskin olası yıkıcı etkilerinden kendisini korumak isteyen reasürör, üzerindeki riskin bir kısmını veya tamamını bir başka reasüröre devredebilir, bu işleme de retrosesyon denilmektedir. Aslında reasürans mekanizması sigortacılıkta riskin yayılmasını sağlaması bakımından oldukça önemlidir (Franzke, 2017). Örneğin, reasürans, katastrofik riskler nedeniyle meydana gelebilecek ekonomik kayıplarının karşılanmasında çok önemli bir işlevi yerine getirebilmektedir (Rejda, 2005; Ferguson ve ark., 2005; Gupta, 2011; Outreville, 2012). Sigortacılık bağlamında devlet, özel sektörün kapasitesini aşan çok ender, olağanüstü hasarlar ve/veya sigortalanamayan riskler yani katastrofik riskler için son çare reasürör olarak hareket etmek zorundadır (OECD, 2011). Ancak devletin asıl görevi risk yönetimi ve risk

azaltmanın yanında, arazi kullanımı ve düzenlemelerinin tasarlanması ve uygulanması, kritik tesislerin ve altyapının hizmet verilebilirliğinin güvence altına alınması, ilgili yetkililerin sorumluluklarını ve koordinasyonunu tam olarak tanımlayan acil durum planlarının geliştirilmesi ve özel sigorta şirketlerinin afet rezervlerine vergi muafiyeti tanınması şeklinde ifade edilebilir (Smolka, 2006; OECD, 2011; OECD, 2016).

2.2. Tarım ve tarım sigortaları ile ilgili açıklamalar

2.2.1. Tarım

Tarım, dünyanın gelişmekte olan pek çok ülkesinin ekonomisinde baskın bir sektör olmaya devam etmektedir. Ülkelerin gayri safi milli hasılanın büyük bir kısmını oluşturmakta ve hâlâ ülkelerin temel istihdam sahası olarak görülmektedir (Franzke, 2017). Ayrıca tarım ürünleri birçok ülke için çoğu zaman önemli bir ihracat unsurunu oluşturmaktadır (Dinler ve ark., 2005; OECD, 2016). Buna rağmen gelişmekte olan ülkelerde tarımın geliştirilmesi için alınan çeşitli tedbir ve girişimler çoğu zaman tam olarak fayda sağlayamamaktadır (Keskinkiliç ve Alemdar, 2013; OECD, 2016). Dünyanın pek çok ülkesinde düşük gelir seviyeleri, düşük sermaye-emek oranları ve tarımsal üretimin genel istikrarsızlığı bu sektörün karakteristik bir özelliği olarak dikkat çekmektedir (UNCTAD, 1994; OECD, 2016; Franzke, 2017; Tarsim, 2024;).

Tarım ve buna bağlı sektörlerin ya da başka bir ifadeyle kırsal sektörün düzenli bir şekilde büyümesi için kapsamlı bir destek hizmetlerinin uygulamaya konulması oldukça önemlidir (OECD, 2016). Çünkü tarım her

zaman için riskli bir iş alanı (Dinler ve ark., 2005; Keskinkiliç ve Alemdar, 2013; Franzke, 2017) olmakla birlikte, sanayi sektörünün aksine, hava koşullarının değişkenliklerine bağlı olduğundan, doğal çevrenin neden olabileceği değişiklikler nedeniyle meydana gelebilecek zararlar çiftçiler tarafından tam olarak karşılanamamaktadır (OECD, 2011; Franzke, 2017). Tarım, iklim değişkenliğine ve kuraklık, sel, tayfun vb. gibi aşırı hava koşullarına karşı oldukça hassas bir yapıya sahip olduğundan (Franzke, 2017) küresel iklim değişikliği nedeniyle artan sıklıkta ve büyüklükte tarımsal felaketler meydana gelebilmektedir (Çekici, 2009; OECD, 2011; Keskinkiliç ve Alemdar, 2013). Ayrıca iklim değişkenliği ve değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilecek katastrofik riskler tarımsal sürdürülebilir kalkınma stratejisini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Xu ve ark., 2011; OECD, 2011). Dünyanın pek çok ülkesinde devlet, kamu politikaları gereğince doğal afetler gibi katastrofik riskler karşısında tarım sektörüne yardım veya destek sağlamaktadır (OECD, 2011; Keskinkiliç ve Alemdar, 2013; Franzke, 2017). Tarım sigortaları bu çeşit sorunlarla mücadelede daha etkili bir araç ve kurumsallaşmış bir mekanizma olarak günümüzde birçok ülkede devlet destekli olarak uygulanmaktadır (UNCTAD, 1994).

2.2.2. Tarımda risk kaynakları

Miller ve ark., (2004) çalışmalarında tarım kesiminde çiftçilerin karşılaştığı risklerin çok sayıda değişim veya belirsizlik kaynağından meydana geldiğini ileri sürmektedirler. Yazarlar çalışmalarında tarımda risk kaynaklarının farklı şekillerde ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Tablo 1'de tarımda risk kaynakları yer almaktadır.

Tablo 1. Tarımda risk kaynakları

Üretim Riski	Tarım alanlarında ve hayvancılık kesiminde üretim belirsizliği, hava koşullarındaki değişikliklerden, hastalıklardan, böceklerden ve diğer biyolojik zararlılardan kaynaklanmaktadır.
Fiyat Riski	Tarımsal ürünlerdeki fiyat dalgalanmaları ve fiyat belirsizliği riski, hava durumu ve diğer doğal tehlikelerle yakından ilişkilidir. Tarım kesimi mensupları çiftlik girdisi ve ürün fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı özellikle savunmasızdır.
Kayıp Riski	Deprem, yangın, sel, fırtına, hırsızlık vb. nedeniyle oluşan maddi kayıplar tarım kesimi için risk kaynağıdır.
Teknolojik Risk	Tarım sektöründe yeni tekniklerin veya üretim yöntemlerinin sürekli geliştirilmesi ve benimsenmesinden kaynaklanan risklerdir. Teknolojik belirsizlik çoğu zaman üretim riskine katkıda bulunan bir faktör olarak görülür, ancak başlı başına önemli bir belirsizlik kaynağıdır.
Diğer Riskler	Devlet kurumlarının, yasama organlarının ve mahkeme kararları, çiftçilerin iş yaptığı firmalar, kişiler ve kuruluşların izlediği yol ve yöntemler belirsizliğe neden olabilmektedir.
Yasal Belirsizlik Kişisel Riskler	Bu tür riskler dava, idari uyum veya icra takibi gibi olaylar olarak tanımlanır. Çiftçiler, varlıkları oldukça görünür olduğundan, büyük yasal sorumluluk iddialarına karşı özellikle savunmasızdır. Tarım kesimi çalışanlarının, çiftçilerin gelecekte sağlık durumu ile ilgili karşılaşabilecekleri risklerdir. Yani ciddi bir hastalığın ne zaman ortaya çıkabileceğini veya çiftlik işinin işleyişi için önemli olan aile üyelerinin ne zaman ölebileceğini kimsenin bilemeyeceği gibi.
Operasyonel Riskler	Tarım sektöründeki firmalarının işletilmesiyle ilişkili geleneksel riskler, iş riski ve finansal risk olarak sınıflandırılabilir. İş riski genel olarak, bir firmanın finanse edilme şeklinden bağımsız olarak finansal performansındaki doğal belirsizlik olarak tanımlanır. Finansal risk, borç finansmanı ile ilgili finansal yükümlülüklerden kaynaklanan net getirilerdeki ilave değişkenlik olarak tanımlanır.
Stratejik Riskler	Tarım kesiminde stratejik riskin odak noktası, bir tarım firmasının stratejik yönünün ve nihai değerinin iş ortamındaki belirsizliklere karşı duyarlılığıdır. Örneğin, politik, hükümet politikası, makroekonomik, sosyal ve doğal beklenmedik durumlar ve girdi pazarlarını, ürün pazarlarını ve rekabetçi ve teknolojik belirsizlikleri içeren endüstri dinamikleridir. Çoğu stratejik risk, geleneksel vadeli işlemler veya sigorta araçları veya piyasalar aracılığıyla yönetilemez veya aktarılamaz. Stratejik risk çok boyutludur, dolayısıyla yöneticiler riskler ile riskten korunma veya sigorta araçları arasında basit bir eşleştirmeyi üstlenemezler.

Kaynak: Risk management for farmers. Çalışmasından esinlenerek yazar tarafından oluşturulmuştur (Miller ve ark., 2004).

2.2.3. Tarımda risk yönetim teknikleri

Miller ve ark., (2004) çalışmalarında risk yöneticilerinin riski yönetmek için çeşitli mekanizmaları kullandıklarını ve riski

yönetmenin en iyi yolunu bulmanın hiç kuşkusuz söz konusu riskin niteliğine bağlı olduğunu ileri sürmektedirler. Tarımda riski yönetmek için kullanılan teknikler Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Tarımda Risk Yönetim Teknikleri

Kaçınma	Tarımsal faaliyetleri, belirli risk türlerinin mevcut olmayacağı şekilde yapılandırma sürecidir.
Azaltma	Tarımsal faaliyetlerle ilgili ticari girişimlerle ilişkili olabilecek riskleri azaltma sürecidir. Üreticilerin riski azaltmasının bir diğer yaygın yolu da farklı tarımsal faaliyetler arasında çeşitlendirme yapmaktır.
Saklama	Saklama, tarımsal faaliyetlerde riskin kontrolü sürdürmek ve/veya genel karlılığı artırmak olduğunu varsaymak amacıyla riskleri kendi üzerlerinde tutma veya kabul etme sürecidir.
Aktarma	Risk transferleri veya aktarılması, bir tarafın, genellikle ücret karşılığında, riski başka birine devrederek kendi üzerindeki riskini azaltması durumunda ortaya çıkmaktadır. Tarımsal üretimde riskleri bu şekilde değiştirmeye yönelik çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bunlar vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri, tarım sigortaları çeşitleri gibi örneklendirilebilir.

Kaynak: Risk management for farmers. Çalışmasından esinlenerek yazar tarafından oluşturulmuştur (Miller ve ark., 2004).

2.2.4. Katastrofik riskler ve tarım sigortaları

Bireylerin veya kurumların gelecekteki zarar yükleriyle karşılaşma olasılıkları ile başa çıkmak, sigorta sektörü için her zaman zorlu bir mücadeleyi temsil etmektedir. Bunun için risk yönetimini bütünsel bir yaklaşım olarak ele alınması gerekmektedir. Bu tür bir yaklaşım, riskin tanımlanması, riskin

değerlendirilmesi, riskin kontrol edilmesi ve riskin finansmanı adımlarından oluşmaktadır (Smolka, 2006; OECD, 2016). Sigorta açısından bakıldığında ise risk üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar, tehlike, tehlikeye maruz kalan nesnelere hassasiyeti ve maruz kalan nesnelere değeridir. Tehlike, genellikle belirli bir minimum büyüklükteki bir olayın aşılma olasılığı olarak tanımlanır. Bu söz konusu tehlike eğer belli bir büyüklüğün üzerine

çıkarsa burada katastrofik riskler söz konusu olur ki, böyle durumlarda sigorta sisteminin işleminin neredeyse imkânsız olabileceği ileri sürülmektedir (Smolka, 2006; Outreville, 2012).

Katastrofik riskler olarak bilinen; savaş ve savaş türü olaylar, nükleer patlama ve buna bağlı riskler, kuraklık, don, sel, deprem, fırtına, yanardağ faaliyetleri ve aşırı sıcaklar gibi riskler insan gücü ve iradesiyle önlenmesi mümkün olmayan riskler olup, geniş alanlarda büyük hasarlara sebep olabildiğinden, genellikle sigorta primleri yüksek olup, genellikle özel sigorta şirketleri bu riskleri tek başlarına üstlenmek istememekte ve çoğu da bu riskler kapsam dışı olarak bırakmaktadır (Rejda, 2005; Gupta, 2011; OECD, 2011; Outreville, 2012).

Dünyada tarım sigorta uygulamalarının 18. yüzyılda Avrupa'da başladığı, tarımsal faaliyetlerin katastrofik risklerin önüne geçilememesinden dolayı da çok fazla gelişemediği bilinmektedir. Ancak, 19.yüzyıla gelindiğinde gelişen teknolojilerin de sayesinde meteorolojik tahminlerin yapılabirliği sayesinde kısmen de olsa oluşabilecek katastrofik risklerin öngörülebilirliğini artmıştır. Böylelikle güncel hava tahminlerinin yapılarak ilerleyen günlere ait daha ayrıntılı olarak incelenmesi sayesinde uzun süreli tarımsal faaliyetlerin yapılabirliğinin önünü açılmıştır. Böylece, teknik olarak tarım sigortalarının yapılabirliği de işlevsellik kazanmıştır (Özdemir ve Baylan, 2017). Günümüzde kısaca, tarım sigortaları, tarımsal üretimde karşılaşılabilecek risklere karşı poliçe şartları gereğince teminatlar veren bir sigortalardır (Tarsim, 2024).

Günümüz dünyasında sigortacılık bağlamında devlet, özel sektörün kapasitesini ve belli bir hasar eşik değerini aşan katastrofik riskler (çok ender, olağanüstü hasarlar ve/veya sigortalanamayan riskler) için son çare reasürans mekanizmasına uygun olarak hareket etmek zorundadır (OECD, 2011). Devletin asıl görevi risk yönetimi ve risk azaltma alanında yapacağı çalışmalara ağırlık vermesidir. Örneğin, arazi kullanımı ve

tarımsal faaliyetlerin tasarlanması ve uygulanması, kritik tesislerin ve altyapının hizmet verilebilirliğinin güvence altına alınması, ilgililerin sorumluluklarını ve koordinasyonunu tam olarak tanımlayan acil durum planlarının geliştirilmesi ve özel sigorta şirketlerinin afet rezervlerine vergi muafiyeti tanınması tarım sektöründe karşılaşılabilecek katastrofik risklerle başa çıkmayı kolaylaştırabilecektir (Smolka, 2006).

3.Bulgular

Nitel bir yöntemin kullanıldığı bu çalışmada, katastrofik riskler incelenmiş ve Türkiye'deki tarım sigortaları kapsamında değerlendirmeleri yapılmıştır. Bir başka ifade ile katastrofik risklerin neden olabileceği olumsuzluklar Türkiye'deki tarım sigortaları ile bertaraf edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Konu hakkında ilgili literatürde önceden yapılmış çalışmalar incelenerek, risk, sigorta, reasürans, tarım, katastrofik riskler ve tarım sigortaları uygulamaları hakkında ikincil verilerden yararlanılarak kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Belge ve doküman incelemeleri yapılarak Türkiye'de katastrofik riskler karşısında tarım sigortaları uygulamalarının güncel durumu değerlendirilmiştir. Diğer yandan Tarsim tarafından yayınlanmış olan tehlike bölgeleri hakkındaki veriler incelenip analiz edilmiştir. Analiz süreci şu şekilde gerçekleşmiştir:

Tarsimin web sayfasında yer alan *Tehlike Bölgeleri* ile ilgili verilerin yer aldığı Excel dosyaları, (bunlar; *Bitkisel Ürün Sigortası*, *Sera Sigortası*, *Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası*, *Gelir Koruma Sigortası Tehlike Bölgeleri*) üzerinde veri madenciliği yapılarak ilgili branşlarda A, B ve C risk kategorisinde Türkiye'de kaç tehlike bölgesi olduğu ve bunların oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Buradaki en temel amaç, söz konusu tehlike bölgelerinde potansiyel olarak katastrofik hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek tehlike bölgelerini belirlenmesidir. Elde edilen sonuçlar araştırmacı tarafından tablo haline getirilerek sunuma hazır hale getirilmiştir.

Araştırma kapsamında konuyla ilgili bilgiler, belgeler, dokümanlar ve sektör raporları incelenmiş ve bunlar

değerlendirilmiştir. Katastrofik risklerin neden olabileceği olumsuzluklar Türkiye'deki tarım sigortaları ile bertaraf edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. İkincil ampirik verilerin kullanılması günümüzde birçok araştırmada kullanılan bu tür araştırmalar için oldukça uygun olabileceği belirtilmektedir (Blumberg ve ark., 2014). Fischer (2006) de ikincil ampirik verilerin kullanılmasının hem basılı hem de elektronik materyaldeki bilgi, belge ve dokümanların gözden geçirilmesi veya değerlendirilmesi için sistematik bir prosedür olarak tanımlamaktadır. Yazar çalışmasında diğer analitik yöntemler gibi nitel araştırmalarda bu tarz yöntemlerin anlam üretmek, anlayış kazanmak ve ampirik bilgiyi geliştirmek için oldukça yararlı olduğunu ileri sürmektedir. Eisner (1991) da araştırmacıların ikincil veriler üzerinde yaptıkları içerik analizleri ile, araştırma konusu hakkında çıkarımlarda bulunduğunu belirtmektedir.

4. Tartışma

4.1. Türkiye'de tarım sigortaları uygulamaları

Ülke ekonomisi ve insanlar üzerinde önemli etkileri bulunan tarım sektöründeki risklerin yönetilmesi ülkemizde tarım sigortaları hakkında başlarda pek üzerinde durulmamakla birlikte sonraları çeşitli düzenlemeler yapılmış ve bu doğrultuda bir havuz sistemi oluşturulmuş ve devlet desteği sunulmuştur (Pehlivan ve Akpınar, 2022). Dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de günümüzde sigortacılık sektörü, yasal ve düzenleyici kurumların mali açıdan beklentilerini karşılayan ve vatandaşların haklarını ve çıkarlarını koruyan, kendi sistemlerine olan güveni artıran bir etkiye sahip olacak şekilde tasarlanmıştır (Dalkilic ve Kirkbesoglu, 2015). Örneğin, Türkiye'de Tarım sigortalarının nasıl ve şekilde uygulanacağı 14/06/2005 tarihli 5363 Sayılı "Tarım Sigortaları Kanunu" ile açıklanmaktadır. Bu kanuna dayanılarak kurulan Tarsim (Tarım Sigortaları İşletmeleri Müdürlüğü) ülkedeki Tarım sigortalarının A'dan Z'ye uygulamasından, takibinden ve hasar ödemelerinden sorumludur. Tarım Sigortaları Kanununa dayanılarak hazırlanıp

uygulamaya konulan yönetmelikler, yönergeler, talimatlar ve uygulama tebliğleri gibi yasal düzenlemelerle ülkedeki Tarım sigortalarının hangi yasal çerçevede yürütüleceği belirlenmiştir. Dünyanın diğer pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de Tarım Sigortaları isteğe bağlı (zorunlu değil) devlet destekli bir yapıda olup, bu sigortaların uygulaması, takip edilmesi, yasal ve düzenleyici kurumlar tarafından yapılmaktadır (Tarsim, 2024). Daha önce Hazine Müsteşarlığına bağlı Sigortacılık Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan sigortacılık uygulamaları, 18.10.2019 tarihli ve 30922 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "47 sayılı Sigortacılık ve Özel Emeklilik Düzenleme ve Denetleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi" ile SEDDK tarafından yürütülmeye ve denetlenmeye başlamıştır. SEDDK verilerine göre Mart 2024 tarihi itibarıyla ülkemizde aşağıdaki tarım sigortaları branşları uygulanmaktadır (SEDDK, 2024).

- Devlet Destekli Arıcılık Sigortası
- Devlet Destekli Bitkisel Ürün Sigortası
- Devlet Destekli Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası
- Devlet Destekli Gelir Koruma Sigortası
- Devlet Destekli Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası
- Devlet Destekli Küçükbaş Hayvan Hayat Sigortası
- Devlet Destekli Kümes Hayvanları Hayat Sigortası
- Devlet Destekli Sera Sigortası
- Devlet Destekli Su Ürünleri Hayat Sigortası
- Dolu Sigortası
- Sera Sigortası
- Hayvan Hayat Sigortası
- Kümes Hayvanları Hayat Sigortası

4.2. Türkiye'de tarım sigortalarının branş bazında belirlenmiş olan tehlike bölgeleri

Tarsim tarafından 2024 yılı için Türkiye'de tehlike bölgeleri (mahalle, köy, mezra bazında) belirlenmiş ve toplamda 71903 tehlike bölgesi tespit edilmiştir (Tarsim, 2024). Çalışmanın bu kısmında Bitkisel Ürün Sigortası, Sera Sigortası, Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası

ve Gelir Koruma Sigortası Tehlike Bölgelerinin risk dereceleri ve bu risklerin toplam bölge sayısına oranı çerçevesinde değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan bu çalışma ile söz konusu sigortalar bağlamında katastروفik risk oluşturma kapasitesine sahip tehlike bölge sayısı ve oranı belirlenmiştir.

4.2.1. Bitkisel ürün sigortası tehlike bölgeleri

Bitkisel Ürün Sigortası için Tarsim tarafından belirlenmiş olan tehlike bölgeleri çalışması incelendiğinde toplam tehlike bölge sayısı içinde A risk kategorisi için dolu % 5,

don % 0.001, fırtına % 0, sel-su baskını % 0, yağmur % 1, pamuk ürünü için yağmur % 98, B risk kategorisi için dolu % 29, don % 0.06, fırtına % 19, sel-su baskını % 0, yağmur % 2, pamuk ürünü için yağmur % 1, olarak belirlenmiştir. Tablo 3'te Bitkisel Ürün Sigortası Tehlike Bölgeleri ve risk kategorisine göre bölge sayısı ve oranları verilmiştir. Yapılan incelemede katastروفik hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek A risk kategorisi için dolu % 5, yağmur % 1, pamuk ürünü için yağmur % 98 oranında riskler tespit edilmiştir.

Tablo 3. Bitkisel ürün sigortası tehlike bölgeleri (2024 Yılı)

Tehlike Bölge Toplam Sayısı	Risk Kategorisi	Dolu Tehlike Bölgeleri		Don Tehlike Bölgeleri		Fırtına Tehlike Bölgeleri		Sel Su Baskını Tehlike Bölgeleri		Yağmur Tehlike Bölgeleri		Pamuk Ürünü Yağmur Tehlike Bölgeleri	
		Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
71903	A Risk Kategorisi	3602	5	1	0.001	0	0	1	0.001	657	1	70189	98
	B Risk Kategorisi	20575	29	48	0.06	13754	19	2	0.002	1453	2	620	1
	C Risk Kategorisi	4425	6.1	1256	1.75	14970	20	50923	71	707	1	1093	1
	Diğerleri	43.301	59.9	70598	98	43179	61	20.980	29	69.08	96	1	0.001

Kaynak: Tehlike Bölgeleri (2024). Yazar tarafından hazırlanıp oluşturulmuştur.

4.2.2. Sera sigortası tehlike bölgeleri

Sera Sigortası için Tarsim tarafından belirlenmiş olan tehlike bölgeleri çalışması incelendiğinde toplam tehlike bölge sayısı içinde A risk kategorisi için dolu % 3.14, fırtına % 0, sel su baskını % 0, Hortum % 97.7 olarak, B risk kategorisi için ise, dolu % 29,

fırtına % 19, sel su baskını % 0, Hortum % 2.1 olarak belirlenmiştir. Tablo 4'te Sera Sigortası Tehlike Bölgeleri ve risk kategorisine göre bölge sayısı ve oranları verilmiştir. Yapılan incelemede katastروفik hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek A risk kategorisi için dolu % 3.14, Hortum % 97.7 oranında riskler tespit edilmiştir.

Tablo 4. Sera sigortası tehlike bölgeleri (2024 Yılı)

Tehlike bölgeleri Toplam Sayısı	Risk Kategorisi	Dolu Tehlike Bölgeleri		Fırtına Tehlike Bölgeleri		Sel Su Baskını Tehlike Bölgeleri		Hortum Tehlike Bölgeleri	
		Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
71903	A Risk Kategorisi	2259	3.14	0	0	1	0.001	70272	97.7
	B Risk Kategorisi	20853	29	13754	19	2	0.002	1524	2.1
	C Risk Kategorisi	5048	7.02	14970	20	50923	71	70	0.1
	Diğerleri	43.743	60	43179	61	20.980	29	69.08	0.1

Kaynak: Tehlike Bölgeleri (2024). Yazar tarafından hazırlanıp oluşturulmuştur.

4.2.3. Köy bazlı kuraklık verim sigortası tehlike bölgeleri

Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası için Tarsim tarafından belirlenmiş olan tehlike bölgeleri çalışması incelendiğinde toplam

tehlike bölge sayısı içinde A risk kategorisi için buğday % 2.1, arpa % 2.1, çavdar % 1.42, yulaf % 1.42, tritikale % 2.2, nohut % 1.4, kırmızı mercimek % 1.4, yeşil mercimek % 1.4 olarak, B risk kategorisi için ise, buğday % 10.1, arpa % 10.1, çavdar % 11.8, yulaf %

10,9, tritikale % 10,9, nohut % 11, kırmızı mercimek % 11, yeşil mercimek % 11 olarak, belirlenmiştir. Tablo 5'te Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası Tehlike Bölgeleri ve risk kategorisine göre bölge sayısı ve oranları verilmiştir. Yapılan incelemede katastrofik

hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek A risk kategorisi için buğday % 2,1, arpa % 2,1, çavdar % 1,42, yulaf % 1,42, tritikale % 2,2, nohut % 1,4, kırmızı mercimek % 1,4, yeşil mercimek % 1,4 oranında riskler tespit edilmiştir.

Tablo 5. Köy bazlı kuraklık verim sigortası tehlike bölgeleri (2024 Yılı)

Tehlike Bölge Toplam Sayısı	Risk Kategorisi	Buğday Tehlike Bölgeleri		Arpa Tehlike Bölgeleri		Çavdar Tehlike Bölgeleri		Yulaf Tehlike Bölgeleri	
		Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
71903	A Risk Kategorisi	1550	2.1	1535	2.1	1024	1.42	1024	1.42
	B Risk Kategorisi	7244	10.1	7304	10.1	8475	11.8	7867	10.9
	C Risk Kategorisi	7232	10.1	7117	10.1	9734	13.5	7174	10.1
	D Risk Kategorisi	5208	7.24	5532	7.3	6215	8.64	5680	7.4
	Diğerleri	50.669	70.5	50415	69.4	46455	64.64	50158	70.18
Tehlike Bölge Toplam Sayısı	Risk Kategorisi	Tritikale Tehlike Bölgeleri		Nohut Tehlike Bölgeleri		Kırmızı Mercimek Tehlike Bölgeleri		Yeşil Mercimek Tehlike Bölgeleri	
		Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
71903	A Risk Kategorisi	1572	2.2	1024	1.4	1024	1.4	1024	1.4
	B Risk Kategorisi	7859	10.9	7904	11	608	11	608	11
	C Risk Kategorisi	9789	13.6	7538	10.5	7305	10.1	7305	10.1
	D Risk Kategorisi	5365	7.5	5962	8.2	6908	9.6	6908	9.6
	Diğerleri	47.318	65.8	49475	68.8	56058	78	56058	78

Kaynak: Tehlike Bölgeleri (2024). Yazar tarafından hazırlanıp oluşturulmuştur.

4.2.4. Gelir koruma sigortası tehlike bölgeleri

Gelir Koruma Sigortası için Tarsim tarafından belirlenmiş olan tehlike bölgeleri çalışması incelendiğinde toplam tehlike bölge sayısı içinde A risk kategorisinde %0,49, B risk Kategorisinde % 1,1, C risk

kategorisinde % 6,9, D risk kategorisinde ise % 4,8 olarak belirlenmiştir. Tablo 6'da Gelir Koruma Sigortası Tehlike Bölgeleri ve risk kategorisine göre bölge sayısı ve oranları verilmiştir. Yapılan incelemede katastrofik hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek A risk kategorisinde % 0,49, oranında risk tespit edilmiştir.

Tablo 6: Gelir koruma sigortası tehlike bölgeleri (2024 Yılı)

Risk Kategorisi	Gelir Koruma Sigortası Tehlike Bölgeleri	
	Adet	%
A Risk Kategorisi	355	0.49
B Risk Kategorisi	811	1.1
C Risk Kategorisi	4946	6.9
D Risk Kategorisi	3449	4.8
Diğerleri	62.342	86.7

Kaynak: Tehlike Bölgeleri (2024). Yazar tarafından hazırlanıp oluşturulmuştur.

4.3. Türkiye'de tarım sigortaları havuzu tarafından kapsama alınacak riskler, ürünler ile prim desteğine ilişkin yasal düzenlemeler

Tarım Sigortaları ile ilgili yasal düzenlemelerin önemli bir çoğunluğu, örneğin, Tarım Sigortaları Havuzu tarafından kapsama alınacak riskler, ürünler ve bölgeler ile prim desteği oranları ve hasar fazlası desteğine

ilişkin Cumhurbaşkanlığı kararlarından oluşmaktadır. Tarım Sigortaları Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkarılan yönetmeliklerde de belirtildiği üzere, Türkiye'de her yıl Tarım Sigortaları Havuzu (Tarsim) tarafından kapsama alınacak riskler, ürünler ile prim desteğine ilişkin kararlar Cumhurbaşkanlığı kararnamesi ile belirlenmektedir. Ayrıca her yıl için bütün Tarım Sigortaları branşları için 1

Ocak-31 Aralık arasında geçerli olmak üzere, tarife ve talimatlar yayımlanmaktadır. Bu tarife ve talimatlar ile ilgili yıl için söz konusu tarım sigortasına ilişkin yapılacak tüm iş ve işlemler başta olmak üzere, her bir tarımsal ürün ve ilgili sigortanın hangi kapsamda ve oranda sigortalanacağı bu tarife talimatlarda yer almaktadır. Ayrıca katastrofik nitelikteki çeşitli riskler gerçekleştiğinde oluşabilecek hasar fazlası desteğine ilişkin Devletin Tarsim'e sağlayacağı katkılar da bu yasal düzenlemeler içinde yer almaktadır (Tarsim, 2024).

4.3.1. Teminat altına alınacak ürünler ve riskler (2024 yılı için)

Cumhurbaşkanlığı tarafından 28.12.2023 tarihinde yayınlanan 8015 nolu kararnamede 2024 yılı için tarım sigortaları kapsamında hangi risklerin kapsama alınacağı ve bunlara ilişkin prim destekleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Buna göre; ilgili genel şartlar ile tarife ve talimatlar kapsamında; mevcut tesis, işletme ve yetiştiricilik bilgileri dikkate alınarak, Tarım Sigortaları Havuzu tarafından teminat altına alınacak riskler şunlardır:

Bitkisel ürün sigortaları için dolu, fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, sel ve su baskını ve kara, hava, deniz taşıtının çarpma riskleri, yaban domuzu zararı, yağmur zararı, kuş zararı. Belirtilen bu risklere ilave olarak, isteğe bağlı olmak üzere; don riski, dolu ağırlığı, kar ağırlığı, yağmur riski, sıcak hava zararı riski,

Köy bazlı kuraklık verim sigortaları için dolu paketi dışındaki; kuraklık, don, sıcak rüzgar, sıcak hava dalgası, aşırı nem, aşırı yağış riskleri.

Sera sigortaları için dolu, fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, sel ve su baskını ile kara, hava, deniz taşıtının çarpması, kar ağırlığı.

Büyükbaş hayvan sigortaları için ölüm riski ve ek olarak isteğe bağlı olmak üzere hırsızlık, terör, grev, lokavt, kargaşa ve halk hareketleri riskleri.

Küçükbaş hayvan hayat sigortaları için ölüm riski ve ek olarak isteğe bağlı olmak üzere hırsızlık, terör, grev, lokavt, kargaşa ve halk hareketleri riskleri.

Kümes hayvan hayat sigortaları için açık ve yarı açık sistemde yetiştirilen kümes hayvanları için ölüm riski ve ek olarak isteğe bağlı olmak üzere terör, grev, lokavt, kargaşa ve halk hareketleri riskleri.

Su ürünleri sigortaları için hastalık, yetiştiricinin kontrolü dışındaki kirlenme ve zehirlenmeler, fırtına, hortum, deprem, sel ve su baskını, kazalar, predatörler, alg patlaması nedeniyle meydana gelen ölüm riski ile isteğe bağlı olmak üzere; kazalar, predatör saldırısı, fırtına, hortum, deprem, sel ve su baskını, hırsızlık, Terör, grev, lokavt, kargaşa ve halk hareketleri, riskleri

Arıcılık kovan sigortaları için; fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, sel ve su baskını, kara, hava, deniz taşıtının çarpması, nakliye ile vahşi hayvan saldırısı riskleri.

Prim desteği: Bu karar kapsamında belirlenen riskler için 2024 yılında, sigorta priminin %50'si oranında prim desteği Tarım Sigortaları Havuzuna, Tarım ve Orman Bakanlığı bütçesinin ilgili tertibinden aktarılarak karşılanacağı belirtilmiştir.

Tablo 7. Teminat altına alınacak ürünler ve riskler (2024 Yılı için)

RİSKLER	Devlet Destekli Arıcılık Sigortası	Devlet Destekli Bitkisel Ürün Sigortası	Devlet Destekli Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası	Devlet Destekli Köy Bazlı Kuraklık Verim ..	Devlet Destekli Küçükbaş Hayvan Hayat Sigortası	Devlet Destekli Kümes Hayvanları Hayat Sigortası	Devlet Destekli Sera Sigortası	Devlet Destekli Su Ürünleri Hayat Sigortası
Dolu		X		X			X	
Don		X		X				
Kuraklık				X				
Fırtına	X	X					X	X
Yaban Domuzu		X						
Sel ve Su Baskını	X	X					X	X
Yağmur Zararı		X						
Kuş Zararı		X						
Yangın	X	X					X	
Heyelan	X	X					X	
Sıcak Hava		X		X				
Sıcak Rüzgar				X				
Dolu Ağırlığı		X						
Hortum	X	X					X	X
Kar Ağırlığı		X					X	
Deprem	X	X					X	X
Taşıt Çarpması	X	X					X	
Ölüm Riski			X		X	X		X
Nakliye	X							
Vahşi Hayvan Saldırısı	X							
Hırsızlık			X		X			X
Aşırı Nem				X				
Aşırı Nem				X				
Terör, Grev, lokavt, kargaşa ve halk hareketleri			X		X	X		X
Kirlenme ve Zehirlenmeler								X
Hastalık								X
Predatör saldırısı								X

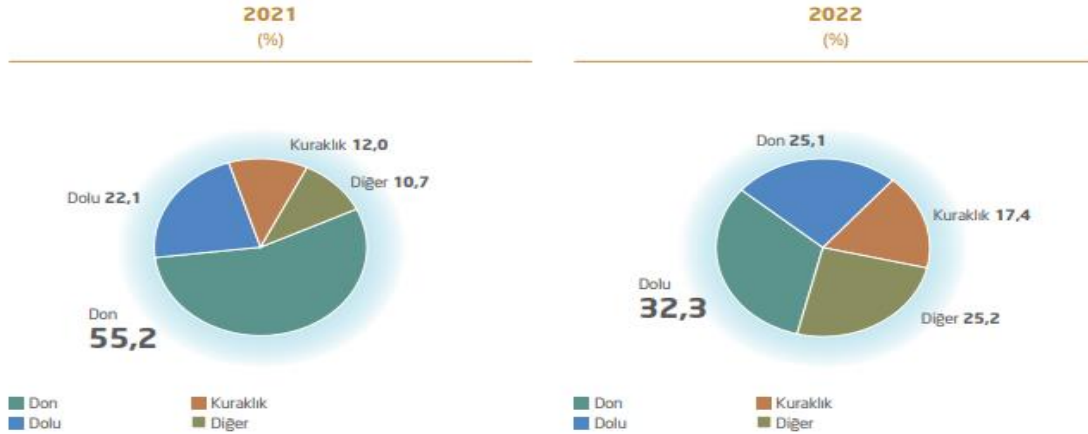
Kaynak: 28.12.2023 tarihinde yayımlanan 8015 nolu Cumhurbaşkanlığı kararıyla baz alınarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

4.3.2. Türkiye'de uygulanmakta olan tarım sigortalarına ilişkin sayısal veriler

4.3.2.1. Devlet destekli tarım sigortalarında ödenen hasarın nedenleri

Türkiye'de uygulanmakta olan Tarım sigortaları kapsamında yapılan hasar

ödemelerini nedenleri Şekil 1'de yer almaktadır. Buna göre, 2021 yılında en fazla hasar ödemesine neden olan sebep % 55,2 ile don riski iken, 2023'te % 32 ile dolu riski olmuştur. 2023'te % 25.1 ile don, % 17.4 ile Kuraklık en etkili riskler olmuştur.



Şekil 1: Devlet destekli tarım sigortalarında ödenen hasarın nedenleri

Kaynak: Türkiye Sigorta Birliği, (TSB, 2024).

Devlet Destekli Tarım Sigortalarında gerçekleşen hasar nedenleri Tablo 8'de incelendiğinde, dolu, don, kuraklık, sel ve su baskınlarının ağırlıkta olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 8. Devlet destekli tarım sigortalarında hasar nedenleri

Hasar Nedeni	2021 (TL)	2021 (%)	2022 (TL)	2022 (%)	Değişim (%)
Dolu	408.061.727	22,1	717.206.224	32,3	75,8
Don	1.020.964.153	55,2	556.699.723	25,1	-45,5
Kuraklık	222.473.773	12,0	385.537.603	17,4	73,3
Fırtına	79.507.567	4,3	317.276.479	14,3	299,1
Yaban Domuzu	41.609.713	2,2	121.577.864	5,5	192,2
Sel ve Su Baskını	59.568.857	3,2	83.871.143	3,8	40,8
Yağmur	3.986.705	0,2	14.908.047	0,7	273,9
Kuş Zararı	3.762.033	0,2	9.902.059	0,4	163,2
Yangın	8.451.222	0,5	7.389.567	0,3	-12,6
Heyelan	531.115	0,0287	2.048.177	0,09	285,6
Sıcak Hava	314.736	0,0170	1.262.436	0,06	301,1
Yağmur (Miktar Kaybı)	218.628	0,0118	413.614	0,02	89,2
Hortum	77.012	0,0042	232.534	0,0105	201,9
Kar Ağırlığı	1.338	0,0001	140.839	0,0063	10426,0
Deprem	1.571	0,0001	25.957	0,0012	1551,9
Taşıt Çarpması	0	0,0000	9.570	0,0004	-
Genel Toplam	1.849.530.151	100,00	2.218.501.835	100,00	19,9

Kaynak: Türkiye Sigorta Birliği, (TSB, 2024).

4.4. Türkiye'de tarım sigortaları genel şartlarına göre katastrofik risklerin değerlendirilmesi

Tarsim tarafından uygulamaya konulmuş olan ve SEDDK'nın da web sayfasında yayınlanmış olan Tarım Sigortaları genel şartları incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1-Tarım Sigortaları Kanunu gereğince her yılın başından geçerli olacak şekilde

yayınlanan Cumhurbaşkanlığı kararı ile Türkiye'de söz konusu riskler ve destek miktarları açıklanmaktadır.

2-Tarsim tarafından yayınlanmış olan tehlike bölgeleri hakkındaki analiz sonuçlarına göre, Türkiye'de 71903 tehlike bölgesi bulunmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, A risk kategorisinde olup da katastrofik risk unsuru taşıyan, Bitkisel Ürün Sigortası için dolu % 5, yağmur % 1, pamuk ürünü için

yağmur % 98, Sera Sigortası için dolu % 3.14, Hortum % 97.7, Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası için buğday % 2.1, arpa % 2.1, çavdar % 1.42, yulaf % 1.42, tritikale % 2.2, nohut % 1.4, kırmızı mercimek % 1.4, yeşil mercimek % 1.4, Gelir Koruma Sigortası için A risk kategorisinde % 0.49, oranında katastrofik hasar oluşturma kapasitesine sahip olabilecek unsurlar tespit edilmiştir.

3-Bütün tarım sigortalarında dar kapsam olarak teminatların verildiği haller genellikle sigortalanabilir nitelikteki riskler olduğu tespit edilmiş, geniş kapsam olarak ifade edilen ve nispeten risk katsayısı yüksek olan riskler ancak yapılacak risk inceleme, değerlendirme sonucuna göre, ek prim ödemek şartıyla ve ek sözleşmeler ile teminat altına alınabileceği tespit edilmiştir.

4-Dolu, don, kuraklık, fırtına, sel ve su baskını, yağmur, yangın, heyelan, sıcak hava, hortum ve deprem riskleri bütün tarım sigortaları sigorta branşlarında isteğe bağlı ve yapılacak risk inceleme, değerlendirme sonucuna göre, ek prim ödemek şartıyla ve ek sözleşmeler ile teminat altına alınabilmektedir.

5-Savaş, her türlü savaş olayları, istila, yabancı düşman hareketleri, savaş ilan edilmiş olsun olmasın çarpışma, iç savaş, ihtilal, isyan, ayaklanma ve bunların gerektirdiği inzibati ve askeri hareketler nedeniyle, meydana gelen bütün zararlar bütün tarım sigortalarında kapsam dışında bırakılmıştır.

6-Herhangi bir nükleer yakıttan veya nükleer yakıtın yanması sonucu, nükleer atıklardan veya bunlara atfedilen sebeplerden kaynaklanan, radyasyon veya radyoaktivite bulaşmalarının ya da bunların gerektirdiği askeri ve inzibati tedbirlerin sebep olduğu hasar ve kayıplar bütün tarım sigortalarında kapsam dışında bırakılmıştır.

7-Bütün tarım sigortalarında katastrofik nitelikteki diğer riskler *Aktüeryal* (Aktüerya:Sigorta matematik bilimi) yani sigortacılık tekniği bakımından hesaplanması çok mümkün olmadığı için kapsam dışı bırakılmıştır.

8-Dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de *Katastrofik riskler* nedeniyle

meydana gelebilecek hasarların devlet desteği ile bertaraf edilebileceği ilgili araştırmalardan tespit edilmiştir.

5. Sonuçlar

Çalışmanın kavramsal çerçevesinde açıklandığı üzere, tarım, dünyanın her bölgesinde riskli bir alandır. Bu söz konusu riskler çeşitleri itibariyle tarım kesimindeki tüm paydaşları ve tüketicileri olumsuz etkilemekte ve başta ülke ekonomisi olmak üzere tüm tarım kesimi paydaşları için ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Tarım sektöründeki birtakım riskler alınacak tedbirler sayesinde ve ortaya çıkarabilecekleri zararları bakımından katlanılabilir boyutlarda olabilmektedir. Ancak Tarım sektöründe *Katastrofik Riskler* olarak tanımlanan ve felaket boyutunda zararlar oluşturma kapasitesine sahip olan risklerin yönetilmesi dünyanın her ülkesinde çok ciddi maliyetlere katlanması anlamına gelmektedir. Öncelikle son yıllarda yaşanmakta olan iklimsel değişikliklerin neden olduğu katastrofik hasarlar, savaş ve savaş türü olaylar sonucunda meydana gelebilecek hasarlar, nükleer risklerin gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkabilecek hasarlar ve çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilecek katastrofik nitelikteki diğer hasarlar sigortacılık tekniği bakımından hesaplanması mümkün olmadığı için sigorta sistemine dahil edilememektedir. Bu nedenlerden dolayı dünyanın pek çok ülkesinde tarım kesimine yönelik bu tür risklerin önlenmesi ve yönetilmesi için hükümetler özel çabalar harcayarak, tarım kesimini kollayacak sübvansiyon gibi çeşitli destek programlarını uygulamaya koymaktadırlar.

Yapılan bu çalışmayla Türkiye’deki tarım sigortalarının genel olarak durumu ve ne zaman ve ne şiddette ortaya çıkacağı belli olmayan *katastrofik risklerin* neden olabileceği olumsuzlukları ortadan kaldırma kapasitesine sahip olup olmadığı değerlendirilmiştir. Nitel bir yöntemin kullanıldığı bu çalışmada ilgili literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalardan ve sektör raporlarından yararlanılarak çeşitli belgeler,

sigorta genel şartları ve dokümanlar incelenmiştir.

Yapılan araştırma, inceleme ve analiz sonuçlarına göre, Türkiye’de tarım sigortalarının Tarsim tarafından etkin bir şekilde uygulandığı, sigortalanabilir riskler için gerekli teminatların standart ve isteğe bağlı olarak ek sözleşmeler ve ek primler sayesinde mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, diğer yandan katastrofik riskler karşısında Türkiye’deki sigortacılık sisteminin böylesine büyük çaplı hasarları karşılayabilecek yapıda olmadığı için bu tür risklerin tarım sigortaları genel şartlarında kapsam dışında bırakıldığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmanın ilgili literatürde kısmen ihmal edilmiş olan tarım, katastrofik riskler ve tarım sigortaları alanında önemli bir boşluğu doldurması hedeflenmektedir. Konu hakkında araştırma yapacak araştırmacıların dünyanın diğer ülkelerindeki uygulamaları ve sonuçlarını araştırarak konuyu sürekli gündemde tutmaları önemle tavsiye edilmektedir.

Açıklama

Bu çalışma 14.Uluslararası Tarım, Hayvan Bilimi ve Kırsal Kalkınma Konferansında sunulan “Tarım Sektörünü Etkileyen Katastrofik Riskler ve Türkiye’deki Tarım Sigortaları Bağlamında Değerlendirilmesi” konulu bildiri çalışması temel alınarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Barnett, B.J., Mahul, O., 2007. Weather index insurance for agriculture and rural areas in lower- income countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 89: 1241-1247.
- Blumberg, B., Cooper, D., Schindler, P., 2014. *EBOOK: Business research methods*. McGraw Hill.
- Chavas, J.P., Di Falco, S., Adinolfi, F., Capitanio, F., 2019. Weather effects and their long-term impact on the distribution of agricultural yields: Evidence from Italy. *European Review of Agricultural Economics*, 46(1): 29-51.

- Choudhary, V., P D’Alessandro, S., Giertz, A., Suit, K.C., Johnson, T.J., Baedeker, T., Caballero, R.J., 2016. Agricultural sector risk assessment: methodological guidance for practitioners. The World Bank.
- Cohen, A.N., Fischhendler, I., 2022. An archetype for insurance thresholds for extreme natural events in the agricultural sector. *Climate Risk Management*, 36: 100-434.
- Çekici, E., 2009. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Türkiye’de tarım sigortalarına etkisi. *Öneri Dergisi*, 8(32): 105-111.
- Dalkılıç, N., Kırkağaç, M., 2024. Sigortacılığın tarihsel gelişimi. *Güncel İşletmecilik Araştırmaları-5*, 45. Eğitim Yayınevi, Kütahya
- Dalkilic, N., Kirkbesoglu, E., 2015. The role of financial literacy on the development of insurance awareness. *International Journal of Economics and Finance*, 7(8): 272-280.
- Dinler, T., Yaltrık, A., Çetin, B., Özkan, B., Gülçubuk, B., Sürmeli, E., Kıymaz, T., 2005. Tarımda risk yönetimi ve tarım sigortaları. *Ziraat Mühendisliği*, 6: 3-7.
- Dionne, G., 2013. Risk management: History, definition and critique. *Risk Management and Insurance Review*, 16(2): 147-166.
- Eisner, E.W., 1991. *The Enlightened Eye: Qualitative Inquiry and the Enhancement of Educational Practice*. Toronto: Collier Macmillan Canada.
- Ferguson, T.D., Dorfman, M.S., Ferguson, W.L., 2005. Risk management and insurance-related journals: A survey of risk and insurance academics. *Risk Management and Insurance Review*, 8(1): 65-101.
- Fischer, C., 2006. *Research Methods for Psychologists: Introduction through Empirical Studies*. USA, Elsevier Inc.
- Franzke, C.L., 2017. Impacts of a changing climate on economic damages and insurance. *Economics of Disasters and Climate Change*, 1(1): 95-110.

- Gupta, R.C., 2011. Insurance And Risk Management. Alfa Publ.
- Keskinkiliç, K., Alemdar, T., 2013. Tarım sigortacılığı: dünya ve Türkiye'deki uygulamaların değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(3): 1-12.
- Kloman, H.F., 2010. A brief history of risk management. In: J. Fraser, B.J. Simkins (Eds.). *Enterprise Risk Management: Today's leading research and best practices for tomorrow's executives* (19-30). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Leip, D., Rovenskaya, E., Wildemeersch, M., 2024. Risk-adjusted decision making can help protect food supply and farmer livelihoods in West Africa. *Communications Earth & Environment*, 5(1): 101.
- Loayza, N.V., Olaberria, E., Rigolini, J., Christiaensen, L., 2012. Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, 40: 1317-1336.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Waterfield, T., 2019. Global warming of 1.5 C. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of*, 1: 93-174.
- Miller, A., Dobbins, C.L., Pritchett, J.G., Boehlje, M., Ehmke, C., 2004. Risk management for farmers.
- Musshoff, O., Hirschauer, N., 2008. Adoption of organic farming in Germany and Austria: an integrative dynamic investment perspective. *Agricultural Economics*, 39(1): 135-145.
- OECD, 2011. Risk management in agriculture: What role for governments? (<https://www.oecd.org/agriculture/agricultural-policies/49003833.pdf>), (Erişim tarihi: 09.02.2024).
- OECD, 2016. Agricultural risk management: A holistic approach. (<https://www.oecd.org/tad/policynotes/agricultural-risk-management-holisticapproach.pdf>), (Erişim tarihi: 07.02.2024).
- Outreville, J.F., 2012. Theory and practice of insurance. Springer Science & Business Media.
- Özdemir, A., Baylan, G., 2017. Türkiye'de tarım sigortacılığının gelişimi ve yarattığı etkiler, *Kesit Akademi Dergisi*, 12: 89-115.
- Pehlivan, E., Akpınar, Ö., 2022. Çok kriterli karar verme teknikleri ile TARSİM özelinde bir uygulama. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2): 132-151.
- Przetacznik, S., 2022. The evolution of risk management. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, 53(1-2): 95-107.
- Rejda, G.E., 2005. Principles of risk management and insurance. Pearson Education India.
- SEDDK, 2024. Sigortacılık ve Özel Emeklilik Düzenleme ve Denetleme Kurumu, (<https://www.seddk.gov.tr/tr/mevzuat/sigortacilik/genel-sartlar>), (Erişim tarihi: 01.02.2024)
- Smolka, A., 2006. Natural disasters and the challenge of extreme events: risk management from an insurance perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845): 2147-2165.
- Tangermann, S., 2011. Risk management in agriculture and the future of the EU's Common Agricultural Policy.
- TARSİM, 2024. TARSİM 2022 Faaliyet Raporu. (https://www.tarsim.gov.tr/d_ergif/ faaliyet-raporlari/2022_1), (Erişim tarihi: 11.02.2024)
- TTK, 2024. Türk Ticaret Kanunu, 6.Kitap Sigorta Hukuku. (https://www.tsb.org.tr/content/Legislations/Turk_Ticaret_Kanunu_6.Kitap.pdf), (Erişim tarihi: 08.02.2024).

- Turvey, C.G., 2001. Weather derivatives for specific event risks in agriculture. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 23(2): 333-351.
- UNCTAD, 1994. Agricultural insurance in developing countries, UNCTAD/SDD/INS/1/Rev.1-8 (https://unctad.org/system/files/official-document/unctadsddins1Rev.1_en.pdf), (Erişim tarihi: 19.02.2024).
- Von Arb, J., 2016. The changing nature of catastrophe: A history of semantic shift.
- Xu, L., Zhang, Q., Zhang, X., 2011. Evaluating agricultural catastrophic risk. *China Agricultural Economic Review*, 3(4): 451-461.

Atıf şekli

Cesur, E., 2024. Katastrofik Riskler ve Türkiye'deki Tarım Sigortaları Kapsamında İncelenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 526-543.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11481186>.

To Cite

Cesur, E., 2024. Catastrophic Risks and Their Examination within the Scope of Agricultural Insurance in Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 526-543.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11481186>.

Şırnak İli Meyve Bahçelerindeki Coccoidea (Hemiptera) Türleri ve Yayılış Alanları

Tarkan AYZAN^{1*}

¹ Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şırnak

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): tarkanayaz@gmail.com

Özet

Şırnak ili, meyve yetiştiriciliği için uygun koşullara sahip bir bölge olmasından dolayı meyve yetiştiriciliğinin değeri her yıl giderek artmaktadır. Meyveciliğin artmasıyla birlikte bitki koruma sorunları da ortaya çıkmakta buna karşın yoğun bir kimyasal ilaçlama yapılmamaktadır. Bu çalışma bütün bu nedenlerden dolayı ele alınmış olup 2021-2022 yılları arasında Şırnak ili ve ilçelerinde meyve üretim alanlarındaki Coccoidea (Hemiptera) türlerini ve yayılış alanlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma meyve yetiştiriciliği yapılan 7 ilçede toplam 60 bahçede sürvey yapılarak ve laboratuvar çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. Çalışma sonunda Coccoidea familyasına ait 3 tür ve Diaspididae familyasına ait 2 tür olmak üzere toplam 5 tür belirlenmiştir. Bunlar *Eulecanium sp.* (Linnaeus), *Parthenolecanium sp.* (Bouche), *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya), *Parlatoria oleae* (Colv.) ve *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus) türleridir. Sürvey yapılan tüm bahçelerde Coccoidea üst familyasına ait türlerden bulunduğu en yaygın türün ise *Didesmococcus unifasciatus* olduğu görülmüştür. Meyve ağaçlarından badem ve incirin en fazla bulaşık ağaçlar olduğu saptanmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :14.03.2024
Kabul Tarihi :28.04.2024

Anahtar Kelimeler

Şırnak
coccoidea
incir
badem
yayılış alanı

Coccoidea (Hemiptera) in Fruit Orchards of Şırnak Province Species and Distribution Areas

Abstract

Due to the fact that the province of Şırnak is a region with favorable conditions for fruit growing, the value of fruit cultivation is increasing steadily every day. With the increase in fruiting, plant protection problems also arise, but there is no intensive chemical spraying. This study was considered for all these reasons and fruit production in Şırnak province and districts between 2021-2022 years species and distribution areas in the areas of Coccoidea (Hemiptera). The study was carried out in a total of 60 orchards in 7 districts in fruit growing areas and laboratory studies. At the end of the work, total of 5 species were identified, including 3 species belonging to the Coccoidea family and 2 species belonging to the Diaspididae family. These are the species *Eulecanium sp.* (Linnaeus), *Parthenolecanium sp.* (Bouche), *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya), *Parlatoria oleae* (Colv.) and *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus). *Didesmococcus unifasciatus* has come to the fore as the most common species of species belonging to the Coccoidea parent family in all areas that are surveyed in view of the propagation areas. When we look at the basis of fruits, it was seen that the most widespread species with pests are almond and fig.

Research Article

Article History

Received :14.03.2024
Accepted :28.04.2024

Keywords

Şırnak
coccoidea
fig
almond
distribution areas

1. Giriş

Türkiye dünya meyve üretiminde önemli bir yere sahiptir. Özellikle iklim şartlarının uygunluğu bakımından sert çekirdekli, sert kabuklu, yumuşak çekirdekli ve daha birçok çeşitli meyve türleri yetiştirilebilmektedir. Dünyada üzerinde tarımı gerçekleştirilen yaklaşık 140 meyve türünden 80'inden daha fazlası Türkiye'de bulunmaktadır. Bu meyveler içerisinde yumuşak çekirdekli meyveler, meyve üretimimizin % 23' ünü, turunçgiller % 19'unu ve sert çekirdekli meyveler ise % 19'unu oluşturmaktadır (Anonim, 2022).

Meyve ağaçlarında zararlı pek çok böcek türü vardır. Hemiptera takımı Coccoidea üst familyasında bulunan kabuklu bitler, koşniller ve unlubitler önemli tarım zararlısı türleri içerirler. Dünya üzerinde 7.355 türün bulunduğu Coccoidea üstfamilyasına bağlı 28 familya bilinmektedir. Bu familyalardan ise 12 tanesinin Türkiye'de bulunduğu ve 187 cinsine ait 267 tür olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan en kalabalık olanı 96 tür içeren 40 cinsin bulunduğu Diaspididae familyasıdır. Ardından 73 tür içeren 26 cinsin bağlı olduğu Pseudococcidae familyası ve 48 türün yer aldığı 25 cinsi kapsayan Coccidae familyası gelmektedir. En düşük sayıda tür tespiti yapılan familyalar ise Asterolecaniidae (2 cins, 6 tür), Cerococcidae (1 cins, 1 tür), Eriococcidae (3 cins, 20 tür), Kermesidae (2 cins, 8 tür) Leconodiaspididae (2 cins, 2 tür) ve Margarodidae (7 cins, 11 tür) gelmektedir. Yine sadece bir cins ve bir tür kaydedilen familyalar da bulunmaktadır. Bunlar Dactylopidae, Micrococcidae ve Orthezeiidae familyalarıdır (Kaydan ve ark., 2010).

Coccoidea üst familyasına ait türlerin bulunduğu alanlarda gerekli tedbirler alınmadığında, zararlı türler hızla çoğalarak popülasyonunu artırabilmekte ve meyvelerin üst kısımlarının kirlenmesine, yeteri kadar büyümemesine, erken yaprak dökümüne, yoğun bulaşmalardan ise dalların hatta

ağaçların tamamen kurumasına yol açabilmektedir. Meyve bahçelerindeki koşniler ve kabuklubitlere karşı gerekli mücadelenin yapılabilmesi için alanda bu zararlılardan olup olmadığının, varsa ne düzeyde bulunduğu ve mücadele şekli ile mücadele zamanının buna göre tespit edilmesi doğru sonuca götürecektir. Coccoidea üst familyasına ait türler ile ilgili bu çalışmanın yapıldığı bölgelerde hava şartlarının uygunluğu ile dönem dönem mücadelesi zor ve ekonomik anlamda kayıplar oluşturan zararlar olabilmektedir. Bu önemli meyve zararlılarının türlerinin net olarak ortaya koyulması mücadele yönteminin ortaya çıkması açısından son derece önemlidir.

Şırnak ilinde meyveciliğin giderek yaygınlaşması ve önemli konuma gelmesi ile meyve ağaçlarında önemli zarara ve verim kayıplarına yol açan Coccoidea familyasına ait türlerin neler olduğu ve bu türlerden hangilerinin daha yaygın olarak bulunduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Şırnak ili ve ilçeleri meyve bahçelerinde zararlı Coccoidea üst familyasına dahil türlerin ve bu türlerin buldukları bölgeleri belirleyebilmek için mart-haziran aylarında haftada bir kez ve temmuz-mart ayları arasında ise ayda bir kez olarak arazi çıkışları yapılmıştır. Bu çalışmanın materyalini Şırnak ili ve ilçelerinde (Beytüşşebap, Cizre, Güçlükönak, İdil, Silopi ve Uludere) bulunan meyve ağaçları (elma, erik, kiraz, kayısı, incir, badem ve zeytin) ve Coccoidea üst familyasına ait türlerin farklı biyolojik dönemleri, ayrıca örnekleme ve laboratuvar malzemeleri çalışmanın diğer materyallerini oluşturmuştur.

2.1. Coccoidea türlerin saptanması ve yayılış alanlarının belirlenmesi

Sürvey çalışmaları 2021-2022 yıllarında Tablo 1'de belirtilen ilçe ve köylerde toplam 60 bahçede yapılmıştır.

Tablo 1. Sürvey çalışmasının yürütüldüğü alanlar

İlçe	Köy	Kontrol edilen bahçe sayısı
Merkez	Balveren, İkizce, Kasrik, Kumçatı, Yeniaslanbaşar	10
Cizre	Aşağıçeşme, Düzova, Kurtuluş, Çığır, Yeşilyurt	10
Silopi	Başverimli, Özgen, Çalışkan, Doruklu, Görümlü	10
İdil	Dirsekli, Ulak, Ögündük, Haberli, Kayı	10
Uludere	Gülyazı, Hilal, Şenoba, Uzungeçit, Yemişli	10
Beytüşebap	Ayvalık, Ilıcak, Merkez	5
Güçlükonak	Damlarca, Yağmurkuyusu, Ormaniçi	5

Sürveylerde bahçede incelenen ağaç sayısı Lazarov ve Grigorov (1961) ve Erkam (1981) esas olarak gerçekleştirilmiştir. Sürvey çalışmaları, iklimsel olarak daha sıcak ilçelerden başlayarak 2021 yılı Mart-Haziran

aylarında haftada bir yapılmıştır. Sürvey çalışmaları sırasında incelenen bahçelerde ağaçları tüm organları göz ile kontrol edilmiştir.

Toplam Ağaç Sayısı	İncelenen Ağaç Sayısı
1-20	Ağaç bulunan bahçelerde Tamamı
21-70	Ağaç bulunan bahçelerde 20-30 Ağaç
71-150	Ağaç bulunan bahçelerde 31-40 Ağaç
151-500	Ağaç bulunan bahçelerde 41-80 Ağaç
500-1000	Ağaç bulunan bahçelerde %15 Ağaç
1000	Ağaçtan fazla bahçelerde %5 (en az 50) ağaç incelenmiştir.

Ağaçların farklı organları (meyve, dal, yaprak, sürgün ve gövde) üzerinde bulunan Coccoidea üstfamilyasına ait türlerden örnekler alınmıştır. Temmuz 2021 ve Mart 2022 tarihleri arasında ise bu zararlı türlerin yayılış alanlarını belirleyebilmek için iklim koşullarına bağlı olarak ayda bir kez sürveyler yapılmıştır. Sürveyler Şırnak'ın Merkez ve diğer ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Coccoidea üst familyası türlerinin bulunduğu ağacın bütün organlarından (meyve, sürgün, yaprak ve dal) budama makası yardımıyla kesilen materyaller koruyucu polietilen torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda dal, sürgün ve meyve üzerinde bulunan örnekler daha önceden % 70'lik etil alkol ile doldurulmuş ependorf tüplerin içerisine alınmış ve bu şekilde muhafaza edilmiştir.

Çalışmalarda elde edilen Coccoidea üstfamilyasına ait örneklerin saklanması iki yöntem kullanılmıştır.

1-Kuru Saklama: Bu yöntem sürgün ve yapraklar üzerinde elde edilen örneklerin üzerinde bulunduğu bitki parçası ile birlikte

laboratuvarda bulunan kurutma kağıtları arasına alınması ve düzgünce yerleştirilerek preslenip kurutulmaktadır. Kurutulmuş materyaller üzerine örnek ile ilgili toplandığı tarih, elde edildiği bitki ve toplandığı yer a yazılarak muhafaza edilmiştir.

2-Sıvıda Saklama: Araziden elde edilen materyallerden bir bölümü üzerinde küçük parçalara ayrılarak üzerinde ki zararlılar ile birlikte içinde % 70'lik etil alkol bulunan tüplere alınarak saklanmıştır.

Araziden elde edilerek laboratuvara alınan numunelerin preparatları Kosztarab ve Kozar (1988)'e göre hazırlanmıştır. Örnekler % 10'luk KOH eriğinde 10 dakika ısıtıldıktan sonra 10'ar dakika sırasıyla % 70 ve % 96'lık alkol içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra alkolden çıkarılan numuneler boyayı alana kadar asit fuksinde bekletilmiş daha sonra en az 10 dakika da % 70'lik alkolde bekletilmiştir. Son olarak bu numuneler karanfil yağında en az 10 dakika bekletildikten sonra lam-lamel arasına 'kanada balzamu' içine alınarak preparasyon işlemi tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler etiket bilgileri de

yazılarak teşhise hazır hale getirilerek konu uzmanına gönderilmiştir. Teşhis çalışmaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Selma ÜLGENTÜRK tarafından yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Coccoidea türlerin saptanması ve yayılış alanlarının belirlenmesi

Şırnak ili ve ilçelerinde kurulu meyve bahçelerinde Coccoidea üst familyasında

bulunan türleri ve bunların yayıldığı alanları tespit edebilmek için 01.04.2021 tarihinden başlayarak arazi çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan çalışmalarda kontrol edilen bahçelerden 43'ünde Coccoidea üst familyasına ait türler tespit edilmiştir. 2021-2022 yıllarında Şırnak ili ve ilçelerinde yapılan sürveylerde Coccidae familyasından 3 tür ve Diaspididae familyasından 2 tür olmak üzere Coccoidea üst familyasına ait toplam 5 tür belirlenmiştir (Tablo2).

Tablo 2. Şırnak İlinde belirlenen Coccoidea üst familyasına ait türler ve konukçuları

Familiya	Tür	Konukçuları
Coccidae	<i>Didesmococcus unifasciatus</i> (Archangelskaya)	Badem, İncir
	<i>Eulecanium sp.</i> (Linnaeus)	Erik, Kayısı
	<i>Parthenolecanium sp.</i> (Bouche)	Erik, Kiraz
Diaspididae	<i>Parlatoria oleae</i> (Colvée)	Zeytin
	<i>Lepidosaphes ulmi</i> (Linnaeus)	Elma

Çalışma sonucunda elde edilen Coccoidea türlerinin yayılış alanları Tablo 3 'de sunulmuştur. Yayılış alanlarına bakıldığında, en yaygın türün *D. unifasciatus* olduğu görülmektedir. *D. unifasciatus*'un çalışılmanın yürütüldüğü tüm alanlarda incir ve bademlerde bulunduğu tespit edilmiştir. *Eulecanium sp.* ise Cizre, İdil ve Silopi ilçelerinde erik ve kayısı

ağaçlarında saptanmıştır. *Parthenolecanium sp.* türü Merkez, Cizre, İdil ve Silopi ilçelerinde erik ve kayısı ağaçlarında tespit edilmiştir. *P. oleae* ise Cizre ve İdil ilçelerinde zeytin ağaçlarında bulunurken, *L. ulmi* ise Merkez, Beytüşşebap, Güçlükonak ve Uludere ilçelerinde Elma ağaçlarında kaydedilmiştir.

Tablo 3. Coccoidea üstfamilyası türlerinin bulunduğu ilçeler

Türler	Merkez	Beytüşşebap	Cizre	Güçlükonak	İdil	Silopi	Uludere
<i>D.unifasciatus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eulecanium sp.</i>	-	-	X	-	X	X	-
<i>Parthenolecanium sp.</i>	X	-	X	-	X	X	-
<i>P. oleae</i>	-	-	X	-	X	-	-
<i>L. ulmi</i>	X	X	-	X	-	-	X

Ülkemiz meyve alanlarında daha önce yürütülmüş çalışmaları incelediğimizde hemen her alanda bu familyaya ait zararlıların bulunabildiğini görmekteyiz. Altay ve ark. (1972) Marmara Bölgesin'de yürütmüş oldukları çalışmada meyve alanlarında ekonomik anlamda zararlı olan Coccoidea türleri içerisinde *Parthenolecanium corni*, *Sphaerolecanium prunastri* ve *Ceroplastes sinensis*'i bildirmişlerdir. İren (1977) Orta Anadolu Bölgesi meyve alanlarında bulunan zararlıları belirlemek için yürüttüğü çalışmada *Palaeolecanium bituberculatum*, *P. corni*, *Nilotaspis halli* (Green) (Şeftali koşnili), *Lepidosaphes ulmi* (Virgül kabuklubiti),

Quadrastpidiotus perniciosus Comst *Parlatoria oleae* Colvée (Zeytin kabuklubiti) ve *P. pentagona* türlerinin tespit edildiğini, bu türlerden *Q. perniciosus*'un Türkiye'ye ulaşmasının Amerikan'dan Avrupa'ya ithal edilen fidanlarla Türkiye'ye ulaştığı belirtilmiştir. Yine Düzgüneş ve Çobanoğlu (1985), Ankara ili meyve bahçelerinde bulunan ve zararlı olan kabuklu bitleri tespit etmek amacıyla yürüttükleri araştırmada; Diaspididae familyasından *Lepidosaphes ulmi* (L.), *Epidiaspis leperii* (Sign), *Nilotaspis halli* (Green), *Pseudaulacaspis pentagona* (Tang. Tozz), *Melanaspis inopinata* (Leon), *Quadrastpidiotus anatolica*, *Quadrastpidiotus*

pyri (Licht.) ve *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) belirlenmiştir. Yaygın türler bakımından değerlendirildiğinde *E. leperii* armutlarda, *N. halli* ise bademlerde en yaygın tür olarak bildirilmiştir. Kozar ve ark. (1979), Türkiye’ de meyve ağaçlarında en yaygın coccid türünün *Parthenolecanium corni* olduğunu kaydetmektedirler. Türkiye’nin Coccoidea (Hemiptera) içerisinde bulunan türleri, türlerinin listesini (Kaydan ve ark, 2008) yeniden değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya göre Türkiye’de 267 türün yer aldığı 187 cinsi içeren Coccoidea üst familyasında 12 familya bulunduğu bildirilmektedir. En kalabalık familya olarak 96 türün yer aldığı 40 cinsi kapsayan Diaspididae familyasıdır. Ardından 73 türün yer aldığı 26 cinsi kapsayan Pseudococcidae familyası ve 48 türü içeren 25 cinsi kapsayan Coccidae familyası gelmektedir. Eriococcidae (3cins, 20 tür), Asterolecaniidae ;(2 cins, 6 tür), Cerococcidae (1cins, 1 tür), Leconodiaspididae(2 cins, 2 tür), Kermesidae (2 cins, 8 tür), Margarodidae (7 cins, 11 tür) tür sayısı çok az olarak bilinen familyalar olarak karşımıza çıkmaktadır. En az bir bireykaydedilen familyalar olarak ise Dactylopididae, Micrococcidae ve Orthezeiidae familyaları bildirilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi illerinden Bitlis, Ağrı, Hakkari, Van ve Iğdır illerinde Diaspididae ve Odonaspidinae alt familyalarına ait türleri belirlemek için Kaydan ve ark. (2008) tarafından 2005- 2008 yıllarında yürütülen araştırmada 16 türün tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu türlerden iki tanesinin Türkiye için yeni kayıt olduğunu belirtmişlerdir. Bu türler *Epidiaspis sallicis* Bodenheimer ve *Chionaspis lepinye* Balachowsky’dır. Yine aynı bölgede tarım dışı ve tarım alanlarında Coccidae familyasında yer alan türleri tespit etmek için Kaydan ve Kozár (2010) tarafından yürütülen araştırmada ile 17 cinse ait 31 tür tespit etmişlerdir. Belirlenen türlerden *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya), *Eulecanium caraganae* Borchsenius, *E. ficiphilum* Borchsenius, *Lecanopsis subterranea* (Gomez-Menor Ortega), *L. taurica* Borchsenius, *Pulvinaria tremulae* Signoret, *Rhizopulvinaria armeniaca* Borchsenius, *R. dianthi* (Bodenheimer) , *R. grandicula* Borchsenius, *R. hissarica*

Borchsenius, R. megriensis Borchsenius, *R. turkmenica* Borchsenius, *R. variabilis* Borchsenius, *Rhodococcus turanicus* (Archangelskaya) ve *Vittacoccus longicornis* (Green) “in Türkiyenin Coccidae faunasına ilk kayıt olduğunu bildirmişlerdir. Ayaz ve ark (2015), 2012 yılında Coccoidea üstfamilyasına yönelik yürütmüş oldukları çalışmada Diyarbakır ve Elazığ illerinde Diaspididae familyasından 5, Coccidae familyasından ise 3 tür belirlemişlerdir. Basheer ve ark. (2016), Coccoidea üst familyasına bağlı türleri belirlemek amacıyla 2009-2011 yılları arasında Suriye’de bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda *Ceroplastes rusci* (L.), *Coccus hesperidum* L., *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuwana), *Parthenolecanium corni* (Bouche) ve *Saissetia oleae* (Olivier) türlerini, ayrıca Diaspididae (8), Pseudococcidae (1), Margoridae (1), Phoenicococcidae (1) olmak üzere 5 familyadan toplam 16 tür saptamışlardır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Şırnak ili meyve alanlarında Coccoidea üst familyası türleri, bu türlerin yayılış alanları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; Coccidae familyasına ait 3 tür ve Diaspididae familyasına ait 2 tür olmak üzere toplam 5 tür belirlenmiştir. Bunlar *Eulecanium sp.* (Linnaeus), *Parthenolecanium sp.* (Bouche), *Didesmococcus unifasciatus* (Archangelskaya), *Parlatoria oleae* (Colv.) ve *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus) türleridir.

Yayılış alanlarına bakıldığından survey yapılan tüm alanlarda Coccoidea üst familyasına ait türlerden bulunduğu en yaygın tür olarak ise *D.unifasciatus*’un ön plana çıktığı görülmüştür. Meyveler bazında baktığımızda ise zararlılarla en bulaşık türlerin badem ve incir olduğu görülmüştür.

Şırnak ili meyve alanlarındaki Coccoidea üst familyasına ait zararlı faunanın tam olarak bilinmesi gerektiği düşünüldüğünden bu çalışma ele alınmıştır. Çalışma ile belirlenmiş türlerin ayrı ayrı ele alınarak ayrıntılı bir biçimde çalışılmasının değerli olacağı kanaatindeyiz. Özellikle badem ve incirde zarar yapan *Didesmococcus unifasciatus*’un biyolojik, ekolojik ve aynı zamanda mücadele

yöntemlerini de kapsayacak çalışmalar yapılması üreticilerin büyük sorun yaşadığı bu zararlıya karşı mücadele olanağını artıracaktır.

Yürütülen bu çalışma süresince meyvecilikle uğraşan çiftçilerle yapılan görüşmelerde bitki koruma sorunları ve yetiştirme teknikleri açısından bilgi düzeylerinin yeterli seviyede olmadığı görülmüştür. Bölgede meyve üreticilerinin bu zararlılara karşı herhangi bir mücadele yapmadığı ya da yanlış zamanda yanlış kimyasallarla müdahale etmeye çalıştığı görülmüştür. Coccoidea üst familyası türlerine ait mücadele zamanları bilinmeden ve rastgele ilaçlamalar yapıldığından zararlı baskı altına alınamamakta aksine yararlı böcekler yok edilmektedir. Yapılan bu yanlışların zaman geçtikçe daha büyük sorunlara yol açacağı bilinmelidir. Üreticilerin eğitim gereksinimi olduğu ve buna uygun olarak gerekli çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Coccoidea türleri ile kimyasal mücadele, zararlının özellikle ilk nimf dönemini hedef alınarak yapılmalıdır. İlimiz meyve alanlarında yoğun olarak bulunan *D. Unifasciatus*'un ekonomik öneme sahip bir koşnil türü olduğu belirlenmiştir. Bu zararlının yüksek popülasyon yoğunluğu gösterdiği bahçelerde, ağaçlarda ölüme varan kurumalara neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu zararlının mücadelesine esas oluşturacak biyoekolojik çalışmaların yapılmasının önemli olacağı kanısına varılmıştır.

Finansman

Bu çalışma, Şırnak Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından "2019.FNAP.13.02.03" nolu proje ile desteklenmiştir.

Açıklama

Çalışmada elde edilen türlerin teşhisini yapan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Selma ÜLGENTÜRK'e teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Altay, M., Gürses, A., Uyar, K., 1972. Marmara bölgesinde kabuklu bitler (Coccoidea) üzerine araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllıkları*, 6: 29.
- Anonim, 2022. TÜİK verileri. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 10.02.2024)
- Ayaz, T., Ülgentürk, S., Özgen, İ., 2015. Elazığ ve Diyarbakır illeri meyve bahçelerindeki Coccoidea (Hemiptera) üstfamilyası türleri ve yayılış alanları. *GAP VII. Tarım Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 28 Nisan-1 Mayıs, Şanlıurfa, s: 354-357.
- Basheer, A.M., Asslan, L., Saleh, A., Diab, N., Mohamed, E., 2016. Scale insect species (Hemiptera: Coccoidea) in Syria. *EPPO Bulletin*, 46(2): 305–307.
- Düzgüneş, Z., Çobanoğlu, S., 1985. Ankara ilinde önemli meyve ağaçlarında tespit edilen kabuklubitler (Homoptera: Diaspididae), *Bitki Koruma Bülteni*, 26: 3-4.
- Erkam B., 1981. Marmara Bölgesi'nde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zarar yapan *Parlatoria oleae* Colv. (Homoptera: Diaspididae)'nin tanınması, biyolojisi, yayılışı, konukçuları, zararı ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. *Tar. ve Orm. Bak. Zirai Müc. ve Zirai Kar. Gn. Müd. İst. Bölge Zirai Müc. Araş. Enst. Müd. Araştırma Eserleri Serisi* No: 17: 945.
- İren, Z., 1977. Önemli meyve zararlıları, tanınmaları, zararları, yaşayışları ve mücadele metotları, *Ankara Bölge Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları Mesleki Eserler Serisi*, 36: 167.
- Kaydan, M.B., Kondo, T., 2008. Türkiye faunası için yeni koşnil türü *Ceroplastes japonicus* Green (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(2): 121-124.

- Kaydan, M.B., Kozár, F., Atlihan, R., 2008. Ağrı, Bitlis, Hakkari, Iğdır ve Van illerinde tespit edilen Aspidiotinae ve Leucaspidae (Hemiptera: Diaspididae) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(1): 41-62.
- Kaydan, M.B., Kozár, F., 2010. Soft scale insect (Hemiptera: Coccoidea) species of Eastern Anatolia of Turkey. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 45(1): 195-221.
- Kosztarab, M., Kozár, F., 1988. Scale Insects of Central Europe. *Akademiai Kiado*, Budapest. 456.
- Kozar, F., Konstantinova, G., Akman, M., Altay, K., Kıroğlu, H., 1979. Distribution and density of scale insects (Hom.: Coccoidea) on fruit plants in Turkey in 1976. Survey of scale insect (Hom.: Coccoidea) infestations in European orchards. *II. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 14(3-4): 535-542.
- Kozár, F., Jasnosh, V.A., Konstantinova, M., 1982. Comparative evaluation of the distribution of scale-insects (Hom.; Coccoidea) and their parasites in Georgia USSR and in Turkey. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 93: 333-338.

Atıf Şekli

Ayaz, T., 2024. Şırnak İli Meyve Bahçelerindeki Coccoidea (Hemiptera) Türleri ve Yayılış Alanları. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 544-550.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11516270>.

To Cite

Ayaz, T., 2024. Coccoidea (Hemiptera) in Fruit Orchards of Şırnak Province Species and Distribution Areas. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 544-550.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11516270>.