



# jotaf

**Journal of Tekirdag  
Agricultural Faculty**

**Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**

**ISSN: 1302-7050  
e-ISSN: 2146-5894**

**Issue: 3  
Volume: 19  
2022**



# jotaf

Journal of Tekirdag  
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894

Cilt / Volume 19

Sayı / Issue 3

Eylül / September 2022

<b>Owner (On Behalf of Faculty)</b>	<b>Sezen ARAT</b> Tekirdag Namik Kemal University
<b>Editor-in-Chief</b>	<b>Fulya TAN</b> Tekirdag Namik Kemal University
<b>Editorial Management</b>	Ersen OKUR, Tekirdag Namik Kemal University Eray ÖNLER, Tekirdag Namik Kemal University
<b>Section Editors</b>	Fatih KONUKÇU, Tekirdag Namik Kemal University Aydın ADILOĞLU, Tekirdag Namik Kemal University H. Ersin ŞAMLI, Tekirdag Namik Kemal University Gülen ÖZDEMİR, Tekirdag Namik Kemal University Süreyya ALTINTAŞ, Tekirdag Namik Kemal University İlker NİZAM, Tekirdag Namik Kemal University H. Murat VELİOĞLU, Tekirdag Namik Kemal University A. Şükrü DEMİRCİ, Tekirdag Namik Kemal University Nihal KILIÇ, Tekirdag Namik Kemal University M. Recai DURGUT, Tekirdag Namik Kemal University
<b>Editorial Adviser Board</b>	Ayşe GÜL, Ege University Jim HANCOCK, Michigan State University Nasser MAHNA, University of Tabriz Bryan M. JENKIS, California University Peter KISS, Szent Istvan University Ali İhsan ACAR, Ankara University Hristo I. BELOEV, Ruse University Necdet DAĞDELEN, Adnan Menderes University Ünal KIZIL, Çanakkale Onsekiz Mart University Manzoor QADIR, United Nations University Mohammad T. SATTARI, University of Tabriz Erol BAYHAN, Dicle University Mammadova TURANE, Azerbaijan State Agrarian University Mammadova AYTEKİN, Azerbaijan State Agricultural University Gamze SANER, Ege University Mariana IVANOVA, Agribusiness and Rural Development University Alberto POMPO, El Colegio de la Frontera Norte Eugenia BEZIRTZOGLU, Thrace University Muhammet ARICI, Yıldız Teknik University Songül ÇAKMAKÇI, Atatürk University Nermina SPAHO, Sarajevo University Tuğrul GİRAY, Puerto Rico University Mehdi RAHİMİ, Graduate University of Advanced Technology M.Rüştü KARAMAN, Afyon Kocatepe University Josef GORRES, Vermont University Christina YANCHEVA, Agriculture University Cafer Sırrı SEVİMAY, Ankara University Abdurrahim Tanju GÖKSÖY, Bursa Uludağ University Nurettin TAHSİN, Agriculture University János PAUK, Szent István University Ramazan DOĞAN, Bursa Uludağ University Gürsel DELLAL, Ankara University Horia GROSU, Agr. Sciences and Veterinary Medicine University Türker SAVAŞ, Çanakkale Onsekiz Mart University Ignacy MISZTAL, Breeding and Genetics University Zlatko JANJEČIĆ, Zagreb University
<b>Language Editor</b>	Merve AYDOĞDU ÇELİK, Tekirdag Namik Kemal University
<b>Statistics Editor</b>	Yahya Tuncay TUNA, Tekirdag Namik Kemal University

jotaf



# jotaf

Journal of Tekirdağ  
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894



Yayın Tarihi / Publication Date

Eylül / September 2022

Yayıncı/Publisher

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture

Yayın Türü/Type of Publication

Uluslararası Süreli Yayın/International Periodical

Yayın Dili/Type of Language

Türkçe ve İngilizce /Turkish and English

Yayın Periyodu/Publishing Period

Dört ayda bir Ocak, Mayıs ve Eylül aylarında yayımlanır  
Triannual (January, May & September)

Tarandığı İndeksler/Indexed by

ESCI  
TR DİZİN  
ULAKBİM-Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi)  
SCOPUS  
AGRIS/CARIS (FAO-AGRIS veri tabanı)  
CABI  
EBSCO  
ProQuest

İletişim/Correspondence

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Telefon

+90 282 250 20 00/22 70

Web

<http://jotaf.nku.edu.tr>  
([jotaf-en.nku.edu.tr](http://jotaf-en.nku.edu.tr))  
[dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf](http://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf)  
([dergipark.org.tr/en/pub/jotaf](http://dergipark.org.tr/en/pub/jotaf))

Elektronik posta/E-mail

[ziraatdergi@nku.edu.tr](mailto:ziraatdergi@nku.edu.tr)  
[ftan@nku.edu.tr](mailto:ftan@nku.edu.tr)

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' nin ulusal, uluslararası ve hakemli dergisidir.  
Yayımlanan makalelerin sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

Journal of Tekirdag Agricultural Faculty is the official peer-reviewed, international journal of Tekirdağ Namık Kemal University Agricultural Faculty. Authors bear responsibility for the content of their published articles.

jotaf

Address: Journal of Tekirdag Agricultural Faculty/ Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Tekirdağ Namık Kemal University, Agricultural Faculty  
59030, Değirmenaltı – Tekirdag / TURKEY



# jotaf

Journal of Tekirdağ  
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894



Cilt / Volume 19

Sayı / Issue 3

Eylül / September 2022

## İçindekiler / Contents

### Araştırma Makaleleri / Research Articles

- The Study of Post-Harvest Cereal Practices and Socio-Economic Impacts of Chemicals Used For Grain Storage In Morocco.....465-472  
Hanane LOUGRAİMZİ, Abdelaaziz BOUAİCHİ, Rajaa KHOLSSİ, Fatima EBİCH, Driss RAOUGUİ,  
Mohamed FADLİ
- Challenges Of Precision Agriculture Application In Pistachio Orchards: Factor Analysis From Iranian Agricultural Experts' Perspective .....473-482  
Mehrnaz YAGHOUBİ, Mehrdad NİKNAMİ
- Harmful and Beneficial Insects Species Determined in Sugar Beet Areas in Çayırılı District of Erzincan Province and Short Biology of Spodoptera exigua (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae).....483-495  
Ekin TEYMUROĞLU, Saliha ÇORUH
- Do the Sociodemographic Factors and Body Mass Index Have an Impact on Food Safety Knowledge, Attitudes and Practices? .....496-507  
Semra NAVRUZ VARLI, Saniye BİLİCİ
- Production of Hull-less Mutant of Pumpkin Seed Under Different Abiotic Conditions .....508-514  
Soma GÁSPÁR, Oqba BASAL, Attila SIMKÓ, László KISS, Dóra FROMMER, Szilvia VERES
- Analyzing The Effects of Livestock Policies on Farm-level Efficiency in Turkey; Thrace Region Case .....515-528  
Gökçe KOÇ, Ayşe UZMAY
- The Effect of Salinity (NaCl) Stress and Different Magnetic Applications on The Germination of Cucumber Seeds (Cucumis sativus L.) .....529-540  
Muhammed ALSUVAİD, Yusuf DEMİR
- Carob Flour Addition to Sourdough: Effect of Sourdough Fermentation, Dough Rheology and Bread Quality .....541-553  
Senem KARLIDAĞ, Muhammet ARICI, Görkem ÖZÜLKÜ
- Erzurum İlinde Karağaçlarda (Ulmus glabra Hudson) Zararlı Tinocallis (Sappocallis) saltans (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae)'in Popülasyon Değişimi ve Predatörleri.....554-570  
Edanur ZEYBEK, Göksel TOZLU
- 'Candidatus Phytoplasma solani' (Subgroup 16SrXII-A) Associated with Nicotiana tabacum Leaf Abnormality in Turkey .....571-581  
Filiz Randa ZELYÜT, Adyatma Irawan SANTOSA, Ali KARANFİL
- Arazi Toplulaştırmanın Tarıma ve Tarımsal Mekanizasyona Katkısı; Çanakkale-Biga-Dereköy Örneği.....582-599  
Pınar GÜRGENÇ IRMAKLI, Arda AYDIN
- The Prediction of Brody, Logistik and Von Bertalanffy Models By Using The Bayesian Approach for Modeling The Growth Curves in Holstein Calves.....600-609  
Özge KOZAKLI, Mubeen UI HASAN, Ayhan CEYHAN
- Effect of Green Tea Extract Concentrations on Sourdough Bread with Lactiplantibacillus plantarum.....610-619  
Zühal ALKAY, Elif ERŞAHİN, Muhammed Zeki DURAK, Osman SAĞDIÇ
- Profitability of Melon Processing Among Women In Enugu State, Nigeria .....620-631  
Ridwan MUKAİLA, Angela Ebere OBETTA, Maurice Chizoba OGBU
- Isparta Elma Bahçelerinde Zararlı Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Spiromesifen+Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi .....632-643  
Kevser ULUKAYA, Recep AY

jotaf



# jotaf

Journal of Tekirdağ  
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050 e-ISSN:2146-5894

Cilt / Volume 19

Sayı / Issue 3

Eylül / September 2022

## İçindekiler / Contents

### Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Kireçli Topraklarda Farklı Kükürt Formları ile Biyokömür Uygulamalarının Turp Bitkisinin (*Raphanus sativus*) Gelişimine Etkisi.....644-655  
Ayşen AKAY
- RetScreen Programı Kullanılarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraatbiyotek Binasına Uygulanabilecek Fotovoltaik Tasarımın Fizibilite Analizi.....656-667  
Bahar DİKEN, Birol KAYIŞOĞLU
- Comparison of Hatching Results, Growth Traits, and Slaughter-Carcass Characteristics of Japanese Quails Classified by Hatching Egg Weight.....668-677  
Gülşah ÖZÇALIŞAN, Fatih ŞAHİN, Hasan KARAKELLE, Doğan NARİNÇ
- Yetiştirici Koşullarındaki Kilis Keçilerinin Laktasyon Süt Verimi ve Süt Kalite Özellikleri Üzerine Bir Çalışma .....678-687  
İrfan DAŞKIRAN, Ayhan YILMAZ, Veysel Serkan GÜNBEY
- Yüksek Nemli Dane Mısıra Bakteriyel İnokulant İlavasının Silolama Süresi ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri ....688-696  
Cemal POLAT, Sinan GÜRSOY, Berrin OKUYUCU
- Tekirdağ İli Park ve Süs Bitkilerinde Akar (Acari) Türleri ve Konukçularının Belirlenmesi.....697-711  
Pınar GENÇER GÖKÇE, Nihal KILIÇ, Sultan ÇOBANOĞLU

jotaf


## The Study of Post-Harvest Cereal Practices and Socio-Economic Impacts of Chemicals Used For Grain Storage In Morocco


Hanane LOUGRAİMZİ <sup>1\*</sup>, Abdelaaziz BOUAİCHİ <sup>2</sup>, Rajaa KHOLSSİ <sup>3</sup>, Fatima EBİCH <sup>4</sup>, Driss RAOUGUİ <sup>1</sup>, Mohamed FADLİ <sup>1</sup>


### Abstract


This study was conducted to characterize farmers' post-harvest conservation practices and identify the different storage structures, the main pests of cereals in stock, as well as the mode of application of insecticides to protect seeds against pests infestations. To identify these practices, we have prepared a questionnaire answering the main characteristics of the population of the three provinces. The grain storage structures in our region vary depending on the locality and the quantity of seeds stored. These structures play an essential role in grain conservation in reducing post-harvest losses. There are several traditional techniques for storing cereals, such as traditional granaries, which represent most used structure by respondents (59.46%). Unfortunately, 40% of farmers surveyed say they sell their crops because of the financial pressure is the fear of damage during storage. The main pests responsible for losses are seed weevils (*Sitophilus granarius*), tribolium (*Tribolium castaneum* (Herbst) or *Tribolium confusum*), and cereal alucites (*Sitotroga cerealella*) with a percentage of 72%, 22%, and 6% respectively. However, the use of synthetic insecticides continues to be the major solution used for seed protection. However, our results revealed that the use, the doses, and the precautions of use of these insecticides are not respected, only 20% of the people surveyed know that there is a possibility a risk of intoxication by insecticides. The study shows that respondents are mishandling and overusing insecticides to protect cereals from pest infestations. This information is essential to recognize the origin of food poisoning among consumers and the worrying health risks humans.


**Keywords:** Conservation, Cereal, Post-harvest, Insecticides, Health risks


<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Hanane Lougraimzi, Laboratory of Nutrition, Health and Environment, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco E-mail: [hanane.lougraimzi@nit.ac.ma](mailto:hanane.lougraimzi@nit.ac.ma)  ORCID: 0000-0003-1897-4340

<sup>2</sup> Abdelaaziz Bouaichi, Laboratory of Botany, Biotechnology and Plant Protection, Faculty of Sciences, Ibn Tofail, University, Kenitra, Morocco. E-mail: [bouaichi.inra@gmail.com](mailto:bouaichi.inra@gmail.com)  ORCID: 0000-0001-5283-8575

<sup>3</sup> Rajaa Kholssi, Laboratory of Edaphology, Faculty of Sciences, Department of chemistry, Faculty of Sciences, University of Burgos, 09001 Burgos, Spain. E-mail: [rajae.kholssi@gmail.com](mailto:rajae.kholssi@gmail.com)  ORCID: 0000-0002-6014-1468

<sup>4</sup> Ebich Fatima, Laboratory of Agroresources and Process Engineering, Faculty of Sciences, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco. E-mail: [fatimaebich@gmail.com](mailto:fatimaebich@gmail.com)  ORCID: 0000-0003-2191-1658

<sup>5</sup> Driss Raougui, Laboratory of Nutrition, Health and Environment, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco E-mail: [rauguidri@gmail.com](mailto:rauguidri@gmail.com)  ORCID: 0000-0001-5854-3479

<sup>6</sup> Mohamed Fadli, Laboratory of Nutrition, Health and Environment, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco. E-mail: [fadlimohamed616@gmail.com](mailto:fadlimohamed616@gmail.com)  ORCID: 0000-0003-3331-4252

**Atf/Citation:** Lougraimzi, H., Bouaichi, A., Rajaa Kholssi, Ebich Fatima, Driss Raougui, Mohamed Fadli. The study of post-harvest cereal practices and socio-economic impacts of chemicals used for grain storage in Morocco. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 465-472.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## 1. Introduction

Grains are essential components of human food. They are especially interesting for their energy supply, like proteins, calories, vitamins, and dietary fiber. They are also a source of food for poultry and cattle.

The cultivation of cereals is done once a year, while its consumption is intended throughout the year. Due to the Mediterranean climate, this crop is subjected to climatic constraints and hazards such as irregular rainfall and drought. To ensure food security and self-sufficiency, especially with the country's population growth, the storage of this food is necessary. Nevertheless, during storage, these foodstuffs can be damaged by several aggressors and annual losses have been recorded. In developing countries, post-harvest cereal losses are more severe than those in developed countries; in Africa post-harvest losses from harvest to market are around 10 to 20% (Boateng, 2016). Other researchers have reported losses of over 50% in cereals and up to 100% in legumes (Obeng-Ofori, 2011). Because of the stagnation of cereal consumption during the year, the storage of the latter has many problems, the most important of which are insects that are perceived at the level of the producer as losses meaning that they subsequently reduce the weight of the commodity in case of heavy infestation (Gueye et al., 2012). Yet, beetles are the largest group within the insect pests of stocks (Adjalian et al., 2014). In the fight against these parasites, the farmers in Morocco systematically use synthetic chemicals to preserve the quality of their stored products. However, many insecticides have been banned in recent years because of their persistence in the environment. There are several issues, namely are insect resistance, food contamination by pesticides, environmental pollution issues, disruption of natural balance, toxicity to non-target organisms, the largest negative impact on human health (Grdiša and Gršić, 2013). Nevertheless, cereals treated with insecticides can contaminate the circuits, so cross-contamination of grain by handling and storage equipment can lead to marketing and compliance issues (Dauguet et al., 2006).

The objective of this study is to determine, using a questionnaire, the cultural practices for the conservation of cereals, in particular wheat and barley, and to describe the mode of application of synthetic insecticides against the main pests of cereals and identify the constraints of the people surveyed to preserve the quality of stored seeds.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Area and population studied

Our study area is located in the northwestern part of Morocco. This area occupies a special place at the national level as a producer of cereals. It is composed of three provinces: Kenitra, Sidi Kacem, and Sidi Slimane. The overall sample was randomized. It consists of 300 people divided into subgroups of 100 people per province, meeting the main characteristics of the population to have a better representation.

### 2.2. Data Collection

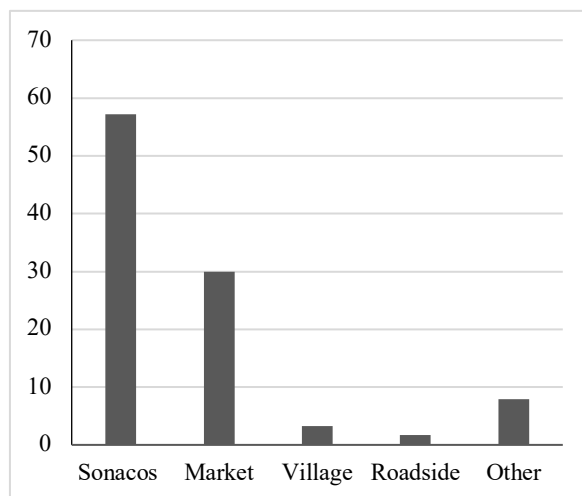
In our study, cereals farming occupies a large agricultural region. We are interested in the resorts that harvest fall cereals. We have reinstated a survey that has been translated to the local language of the villagers and the questions are orally presented. It is a set of questions linked in a structured way to obtain the maximum amount of information. We obtained the final development of this questionnaire after modification and improvement as it was used during preliminary surveys. It covered general information (date, location, occupation, etc.)-specific issues such as storage characteristics, infrastructure, and the different pests of stored seeds, then direct observations on some sites to witness how diverse structures and storage methods looked in real life.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Different places of purchase of seeds

The analysis of sales by species shows that soft wheat ranks first at 60.43%, followed by durum wheat at 36.05%, and barley at 3.52%. The use of certified seed of SONACOS (National seed marketing company, Morocco) by most farmers (57.2%) is the most effective way of ensuring high qualitative and quantitative value, which contributes significantly to the increased productivity (*Figure 1*). For this reason, the areas, production, and marketing of certified seeds are evaluated. However, small farmers prefer to buy their seeds from the local market

(29.96%) or other places of purchase when it comes to small areas. In Thrace, the most important criteria for farmers for wheat seeds selection are experience and advice, high quality and price, suitability for climatic conditions, support purchases, and low production costs, respectively (Keleş, 2019).

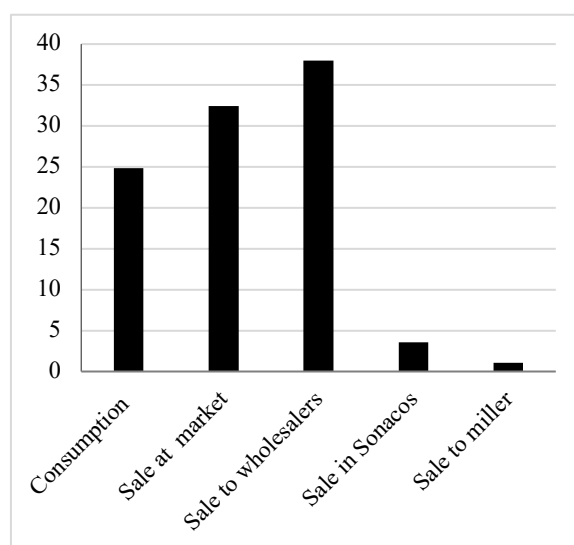


*Figure 1. Type of places of purchase of seeds*

### 3.2. Destination of seeds harvested

Once the seeds have been treated with chemicals, they are planned either for storage or for direct sale. Farmers market their post-harvest cereal crops to traders who buy them and store them for transport to the market for sale at a higher price. The three crops with the highest harvests were recorded during the survey, namely, common wheat, maize, and durum wheat. However, the obligation of early sale shortly after harvest misses the opportunity to increase the income of crops harvested by farmers. The results of the survey showed that 40% of farmers surveyed sell their crops because of financial pressure. According to Tefera et al. (2011), the potential impact on poverty reduction and greater livelihood security will not be realized, however, if farmers are unable to store grains and sell surplus production at attractive prices.

The majority of farmers use cereal production, including barley and durum for self-consumption, and soft wheat is essentially a sales crop. Barley is only marketed in a year of abundant production. Farmers deliver their harvest to wholesalers (38%) or to the market (32.4%) when it comes to certain bags (Figure 2).



*Figure 2. Destination of seeds harvested by farmers*



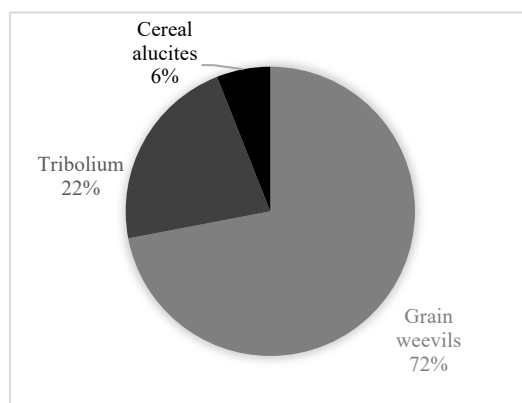
### 3.3. Types of storage encountered in the area

In rural areas, traditional conservation methods are often quite simple, sometimes offering very effective results. There are several types of peasant storage structures depending on the different stations in the region. These structures play a very important role in the conservation of the grains and once they are improved, they could play a very important role, which would allow to considerably reducing the losses due to bad storage. According to Fleurat-Lessard (2015) for long-term conservation, it states that it was necessary to comply with a number of rules regarding grain temperature and storage room.

In addition, there are several traditional village storage techniques, such as underground warehouses to store several tons of grain for a long time. The baskets which are made of shards of petioles and rachis palms, are used for small grains like wheat and barley, but this only allows to store small amounts of grain. In other cases, more structures are the traditional granaries for small quantities and stores when it comes to a stock of several tons with a percentage of 59.46% and 30.23% respectively. This study has allowed us to better understand the storage conditions in rural areas. The storage of cereals in this study area varies from 3 months to one year. The frequency of use of each storage structure varies according to the localities and the quantity of seeds stored.

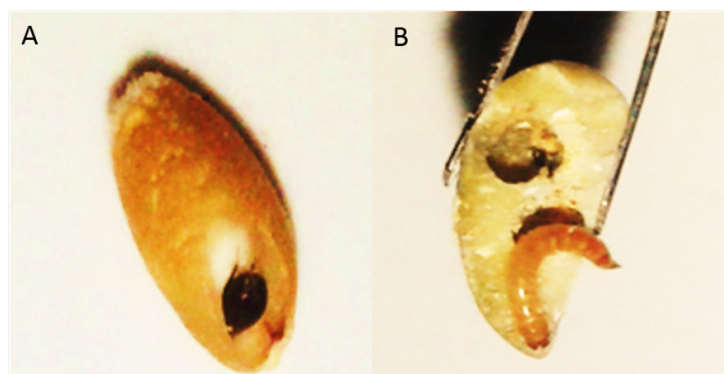
### 3.4. Major pests identified in the storage areas

The results obtained in this study reveal that losses caused by insects can reach all stored seeds. However, insects are those that currently hold farmers' attention and consider them as a criterion for judging the quality of their seeds. The main pests responsible for losses are seed weevils (*Sitophilus granarius*), tribolium (*Tribolium castaneum* (Herbst) or *Tribolium confusum*), cereal alucites (*Sitotroga cerealella*) which are capable of causing dramatic losses in the absence of control (Figure 3).



**Figure 3. Pests of grain storage**

The results of our investigation revealed that crops were damaged in storage structures by pests. Farmers estimated that 72% of the weevils that can reach all stored seeds (Figure 4). A similar study carried out in Edirne province, Turkey, showed that *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* were the most common and dense insect pest species in warehouses and mills (Toğantimur and Özder, 2019).



**Figure 4. Adult of *Tribolium castaneum* inside the seed and (A) Larva of *Tribolium castaneum* (B)**

According to Abass et al. (2014) farmers estimated that weevils accounted for 36% of the total corn loss, while large grain borers accounted for more than half of the losses recorded for corn. In Ethiopia, the stored wheat seed has recorded average percentage damage of 3.6-13.6% which is caused by the major insect pests *Sitophilus granarius*, *Sitophilus* spp., *Sitotroga cerealella*, *Tribolium* spp., *Plodia interpunctella* and *Liposcelis* spp. (Kalsa et al., 2019). Another study conducted in Punjab (India) to evaluate the losses of the main stored wheat insect pests (*Triticum aestivum* Linn.) showed a high incidence of small ruminant (*Rhizopertha dominica*), followed by rust beetle (*Tribolium castaneum*), rice weevil (*Sitophilus oryzae*) and rice moth (*Corcyra cephalonica*) (Singh, 2016). In addition, monitoring data in granaries and mills in Alexandria (Egypt) identified *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae* as the most abundant species infesting wheat (Attia et al., 2020).

### 3.5. Lack of knowledge about insecticide application

The results obtained in this study revealed that the majority of respondents favor the use of synthetic insecticides (91%), either controlled insecticides or other illegal products that affect public health, food safety, and the economy of the country. According to Ahouangninou et al., (2011), populations will probably not wait to notice the presence of insects in their stocks before starting insecticide treatments. These insecticides are purchased in several forms, either insecticide tablets recommended for external use between bags, or insecticidal powders that mix with the seeds before bagging (Table 1), to control insect pests in stocks of cereals with an average shelf life of 6 months.

One of the types of insecticides most used by about 62% of respondents is Aluminum phosphide (PAI), it is a fumigant pesticide used in the storage and protection of stored grain. Nevertheless, currently its marketing and public use are prohibited in Morocco because of the dangers of handling Phostoxin®. However, 38% of farmers use insecticidal powders above the recommended dose.

**Table 1. Different insecticides application and doses reported by the respondents**

Active ingredient	Formulation	Doses and applications reported by actors	Doses and recommended applications
Aluminum phosphide	Fumigant	2 to 3 fumigants inside the bags	2 to 3 fumigants / m <sup>3</sup> between the bags
Malathion	Powder	without dosing	50g/ 100Kg mixed with seeds
Deltamethrine	Powder	Bag of 50g/100Kg to 300Kg of seeds or without dosing	50g/100Kg mixed with seeds or directly sprayed on seeds

The results obtained in this study reveal that some of them applied very high doses and misused insecticides, for example, placing two to three Aluminum phosphide tablets inside the bags in direct contact with the seeds. This is justified by the fact that the product used is no longer effective as before and does not allow the total eradication of insects. These fumigants such as methyl bromide and phosphine are still the most effective for protection against insect infestation of stored food, feed, and other agricultural products (Kim et al., 2003). Nevertheless, after a long application, many insects have become resistant to organic insecticides. This has led to an increase in applied doses of pesticides, so the effectiveness of this application is optimal (Ramade, 1995; Regnault-Roger et al., 2005). The actors use Phostoxin® sometimes mixed with other insecticides to obtain a more effective product especially when storage lasts several months. Although effective, their repeated use for several decades has disrupted the biological control system by natural enemies and led to insect pest outbreaks, widespread resistance development, and adverse effects on non-target organisms and environmental and human concerns (Champ and Dyte, 1977).

### 3.6. Insecticide user profile and the existence of risks

Insecticides are poisons that kill insects and can be very dangerous to humans and pets, especially when these insecticides are used improperly and without applying the necessary precautions. Our results showed that not all precautions were respected, and no farmer adopted full-body coverage when applying insecticides. Except a few who use gloves or shawls to replace masks. Also noted that only 20% of those questioned know that there is a possibility of risks of poisoning by insecticides when the dose and use of the insecticide are not respected. Lack

of protective equipment when applying chemicals is a violation under Article 2 of the Code of Conduct of the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). It should also be noted that among those who use the chemicals, no peasants know the active ingredient of the substance they use because of the low level of education of these people. According to Zongo et al. (2015) the use of insecticides sometimes at very toxic doses, their poor instructions for use and the non-respect of the duration of persistence of the insecticide (varies between 1 to 3 months) are factors food poisoning and the low level of education of producers and traders mean that they do not know how to use insecticides, which increases the risk of poisoning. In addition, there are sometimes more serious health consequences such as problems of infertility or cancer development, immunodeficiency, neurodevelopment and behavioral disorders, metabolic disorders, and diabetes (Idrissi et al., 2010).

This situation has shown the risk to which consumers are exposed and the real danger that can cause these types of applications for human health. According to Multigner (2005), the delayed effects of pesticides on human health may be the consequence of past exposure, usually intense or of low intensity but repeated over time, potentially of the population, exposed professionally or by the environment (air, water, food).

Prior to the development of synthetic insecticides, materials of plant origin provided a means of crop protection. These botanical insecticides have certain advantages; they do not persist in the environment, they pose a relatively low risk to non-target organisms (predators and beneficial parasites) and they are relatively non-toxic to mammals (Scott et al., 2003; Weinzierl, 2000). Biological control is currently the recommended method for controlling insects in the stock. However, these technologies must be simplified and popularized among Moroccan farmers to avoid the various problems associated with the use of synthetic insecticides.

#### **4. Conclusion**

The study presents an unconscious image of the use of synthetic insecticides by people surveyed in our study area, resulting in a selection of resistance in pests. The consequences of misapplication are numerous and are not limited to treatment effectiveness issues alone, but can also have negative impacts on human and animal health. On the one hand, these results are alarming and suggest that these management practices for cereal stocks would be controlled for the population concerned and that the various actors should be made aware of the increased risks of the misuse of these insecticides. On the other hand, the search for other alternatives such as biological insecticides are essential. Studies have been planned to evaluate the use of natural products in protecting stored grains and legumes.

## References

- Abass, A. B., Ndunguru, G., Mamiro, P., Alenkhe, B., Mlingi, N., Bekunda, M. (2014). Post-harvest food losses in a maize-based farming system of semi-arid savannah area of Tanzania. *Journal of stored products research*, 57, 49-57.
- Adjalian, E., Noudogbessi, J., Kossou, D., Sohounhloue, D. (2014). Status and perspectives of the fight against *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), pest of cereals in Benin: bibliographical summary. *Journal of Applied Biosciences*, 79 (1), 6955-6967.
- Ahouangninou, C., Fayomi, B.E. Martin, T. (2011). Assessment of the sanitary and environmental risks of the phytosanitary practices of market gardeners in the rural municipality of Tori-Bossito (South-Benin). *Cahiers Agricultures*, 20 (3): 216-222.
- Attia, M. A., Wahba, T. F., Shaarawy, N., Moustafa, F. I., Guedes, R. N. C., Dewar, Y. (2020). Stored grain pest prevalence and insecticide resistance in Egyptian populations of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) and the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 87, 101611.
- Boateng, A. B. (2016). Determinants of postharvest loss in maize—a case study of Ejura–Sekyedumasi Municipality of Ashanti Region of Ghana (Doctoral dissertation).
- Champ, B. R. and Dyte, C. E. (1977). FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. *FAO Plant Protection Bulletin*, 25(2), 49-67.
- Dauguet, S., Lacoste, F., Ticot, B., Loison, J. P., Evrard, J., Bouchtane, B., Soulet, B. (2006). The oilseed sector is mobilizing around the issue of insecticide residues. *Oilseeds, Fats, Lipids*, 13 (6), 373-377.
- Fleurat-Lessard, F. (2015). Pesticide residues in food grains: origin, fate and rational management. *Quae*.
- FAO, (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Idrissi, M., Aït, D.N., Ouammi, L., Rhalem, N., Soulaymani, A. Soulaymani, R.B. (2010). Acute poisoning by pesticides: Data from the Anti-Poison Center of Morocco (1989-2007). *Toxicology Morocco*, 4 (1): 5-7.
- Idrissi, M. H., Oualili, L., Abidi, K., Abouqal, R., Kerkeb, O., Zeggwagh, A. A. (2006). Severity factors for acute aluminum phosphide poisoning (Phostoxin®). In *French annals of anesthesia and reanimation*, 25, (4), 382-385. Elsevier Masson.
- Gueye, M. T., Seck, D., Wathelet, J. P., Lognay, G. (2012). Typology of storage and conservation systems for maize in eastern and southern Senegal. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16 (1), 49-58.
- Grdiša, M. and Gršić, K. (2013). Botanical insecticides in plant protection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78(2), 85-93.
- Kalsa, K. K., Subramanyam, B., Demissie, G., Worku, A. F., Habtu, N. G. (2019). Major insect pests and their associated losses in quantity and quality of farm-stored wheat seed. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 71-82.
- Keleş, G. (2019). The analysis of factors affecting the seed choices of wheat producers in the Trakya region. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 16(3), 423-431.
- Kim, S. I., Roh, J. Y., Kim, D. H., Lee, H. S., Ahn, Y. J. (2003). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored products research*, 39(3), 293-303.
- Multigner, L. (2005). Delayed effects of pesticides on human health. *Environment, Risks & Health*, 4 (3), 187-194.
- Obeng-Ofori, D. (2011). Protecting grain from insect pest infestations in Africa: producer perceptions and practices. *Stewart Post-harvest Rev.* 7 (3), 1e15.
- Ramade, F. (1995). Elements of applied ecology. 5th edition. International science. p. 193-230.
- Regnault-Roger, C., Fabre, G., Philogène, J.R., (2005). Phytosanitary issues for agriculture and the environment. Paris: Lavoisier, 53 p. 1013 p. ISBN 2-7430-0785-0.
- Scott, I. M., Jensen, H., Scott, J. G., Isman, M. B., Arnason, J. T., Philogène, B. J. R. (2003). Botanical Insecticides for Controlling Agricultural Pests: Piperamides and the Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 54, 212–225.
- Singh, S. (2016). Loss assessment and management of major stored grain insect pests of wheat (*Triticum aestivum* Linn.) in Punjab (Doctoral dissertation, Punjab Agricultural University, Ludhiana).
- Tefera, T., Kanampiu, F., De Groote, H., Hellin, J., Mugo, S., Kimenju, S., Banziger, M. (2011). The metal silo: An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers' food security in developing countries. *Crop protection*, 30(3), 240-245.
- Toğantimur, O., Özder, N. (2019). Investigation on insect pest species in grain warehouse and flour mills in Edirne province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 16(2), 192-201.
- Weinzierl R. A. (2000). Botanical insecticides, Soaps and Oils. In: *Biological and Biotechnological Control of Insect Pests* (JE Rechcigl, NA Rechcigl, eds), Lewis publishers, Boca Raton, New York, USA, 110-130.
- World Health Organization. (2004). Children are facing high risks from pesticide poisoning. In *Children are facing high risks from pesticide*

poisoning (pp. 2-2).

Zongo, S., Ilboudo, Z., Waongo, A., Gnankiné, O., Doumma, A., Sembène, M., Sanon, A. (2015). Risks associated with the use of insecticides during storage of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) In the central region of Burkina Faso. *Revue. CAMES*, 3 (1).

## Challenges Of Precision Agriculture Application In Pistachio Orchards: Factor Analysis From Iranian Agricultural Experts' Perspective


Mehrnaz Yaghoubi<sup>1</sup>, Mehrdad Niknami<sup>\*2</sup>

### Abstract

Iran's agriculture is globally well-known for its pistachio product. However, traditional management approaches and poor application of proper new technologies have brought reduced productivity and environmental hazards. In the information age, in order to transition from traditional to modern horticultural model, the application of precision agriculture model is appropriate. Therefore the purpose of the present study is to determine the challenges of precision agriculture application in pistachio orchards in Semnan province. The research method was survey. The statistical population were 187 horticultural experts of Semnan and counties' agricultural research center. By of Cochran formulae, 124 people were selected as sample. It was used a stratified random sampling method. In field study step, it was used the questionnaire as the main research tool. It was confirmed the face and content validity and reliability of research tool. The results of prioritizing the challenges of application of PA in pistachio orchards showed that the respondents' point view, the lack of economic justification for PA from the point of view of gardeners in the area, fragmentation of lands and lack of integrated land management, lack of the technical infrastructure required for PA in orchards had the highest priority. Also, shortage of PA researches and the gap between research and extension, poor management of gardeners in the use of precision agricultural technologies, lack of providing consulting services to gardeners were identified as the least priority. Exploratory factor analysis results have demonstrated the exploitation of four factors, including investment and supportive, structural, human resource development and supply, finally organizational and program challenges.

**Keywords:** Precision Agriculture, Sustainable agriculture, Pistachio, Exploratory Factor Analysis, Iran

<sup>2\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehrdad Niknami, Department of Agricultural Extension and Education, College of Agriculture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran. E-mail: [M.niknami@iau-garmsar.ac.ir](mailto:M.niknami@iau-garmsar.ac.ir)  OrcID: 0000-0002-8658-1429

<sup>11</sup> Mehrnaz Yaghoubi, M.S.C Student in Agricultural Extension and Education, College of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: [me.yaghoubi@yahoo.com](mailto:me.yaghoubi@yahoo.com)  OrcID: 0000-0003-4720-9517.

**Atıf/Citation:** Yaghoubi M., Niknami M. Challenges of Precision Agriculture Application In Pistachio Orchards: Factor Analysis From Iranian Agricultural Experts' Perspective. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 473-482.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## 1. Introduction

Pistachio production plays a vital role in Iran's non-petroleum exports. Up to 2010, Iran has produced about 55% of global pistachio production and supplied more than 70% of global pistachio exports. Iran was the greatest pistachio producer in the whole world. Since 2011, the United States of America is placed in the first rank of the pistachio production, while Iran occupies the second rank. Compared to other products, the economic value and foreign exchanges of this product are higher, so that in 2018, the pistachio exports were about 51000 tons with a value of 460 billion dollars and a 61% loss compared to the previous year (TPOI, 2019). The pistachio production is considered as one of the main advantages of Iran's agriculture in the both national and international markets. In 2018, the pistachio orchards in Iran occupied a total area of 498693 ha with 172614 tons of products, and an average of 1440 kg/ha. Meanwhile, the mean dry pistachio production in California was 3500 kg/ha, and the cost of producing 1kg pistachio in Iran was 60% higher than in the USA (IPA, 2011). One of the main issues for the pistachio production in Iran is its management. Orchards with traditional methods and weak application of new proper technologies led to performance loss, increased production costs, uneconomical and unsustainable production so that a great number of Iran's pistachio orchards have been exited from the economic production cycle, resulting in a decrease in the compatibility of this product in global markets (Zare Mehrjerdi et al., 2016).

To solve these problems as well as to achieve green productivity in Iran's pistachio orchards, a proper current paradigm must be used. Therefore, in the information age in order to transit from traditional to modern agricultural and horticultural models, it is necessary to develop the application of a Precision Agriculture (PA) model. In the PA model, using the Smart Farming Technologies (SFT), precise consumption, and management of external inputs such as various kinds of chemical poisons and fertilizers, sowing seeds and seedlings, as well as irrigation has been based on correct data, local characteristics of gardens, and finally seedling or tree development stages and needs. On this basis, it is possible to achieve proper and sustainable performance, improved product quality, ecological balance, and environmental protection (Barnes et al., 2019b; Kountios et al., 2018).

In the 1980s, this technology was initially introduced in the USA. This technology was created to achieve product sustainability as well as to solve environmental problems. As a result, the farmer gain the capability to mechanize his farm or garden (Mishra et al., 2003). The PA is an information and communication technology-based management system that determines, analyzes, and manages changes in profitability, sustainability, and resource and garden protection. Accordingly, the PA model is an approach that requires a high level of orchard men's knowledge and skills. In the PA, divisions and actions are made for whole farm or orchard with regard to its every spot. In this method, every square meter ( $m^2$ ) is considered as a farm, indicating that using precision technologies, inputs are applied precisely in the proper place. Therefore, the PA is a *precision* on agriculture which was first introduced in the United States in the 1980s. This technology was created in order to achieve sustainability of production and solve environmental problems so that the farmer has the ability to mechanize his farm or garden (Mishra et al., 2003). The PA is a management system based on information and communication technologies that determines, analyzes, and manages changes for profitability, sustainability, and protection of resources and gardens. Accordingly, precision farming is an approach or agriculture method that requires a high level gardeners' knowledge and skills. In precision farming, decisions and actions are made to fit any part of the garden or farm instead of the entire farm or garden. In this method, each square meter of the garden is considered as a farm. That is, inputs are used using technologies exactly as needed and in the right place and required. Therefore, precision farming is a reductionist rather than a holistic approach. The PA is a way to achieve sustainable agriculture, which has been accepted and extended in some countries due to its benefits (Barnes et al., 2019a; Izadi et al., 2015). At the first glance, it seems that the PA is not applicable in developing countries due to the presence of poor farmers, subsistence farming systems, small farmlands, lack of technical and software knowledge among farmers, and the high cost of application of its technologies. Whereas, this approach has great potential for developing countries to improve agricultural production. Iran, as a developing country, has great potential for the use of the PA in its farms and gardens (Shirkhani and Pezeshki Rad, 2017). Also, the PA is considered as a science and art of applying advanced technologies in order to increase crop production, while minimizing potential environmental pollution (Karcik and Tasan, 2018). The PA, as a systemic approach to regenerate the overall agricultural system, was conceptualized to create sustainable low-input and high-performance agriculture (Mandal and Maity, 2013; Schaefer and Thinh, 2019). Due to the importance and benefits

of the PA, so far research have been done on the feasibility of the application of the PA in different countries and challenges incoming for the application of these technologies. For example, Mishra et al., (2003) argued that the limited adoption of the PA in India is due to the low risk-taking of farmers, poor economic and social conditions, and small sizes of farms. Griffin et al. (2004) in the study on the reasons for the delay in the adoption of the PA mentioned that it was due to the lack of harvesting machines, the high cost of soil network sampling, the lack of understanding of the benefits of sensors, and the small number of consulting companies. Fountas et al., (2005) stated that among the challenges of the PA development, we could refer to lack of technical skills, high time consumption, and hardware incompatibility. Mondal and Basu (2009) described the high level of technology used as one of the challenges of using the precision technology. Adrian et al., (2005) reported that being confident about the application of the PA technology, the perceived value, the farm size, and the farmer's education have affected various farmers' adoption of the PA. Pandit (2012) examined the adoption of the PA technology by cotton growers in the United States. The results of this study showed that farm size and formal education have influenced the adoption of the PA technology.

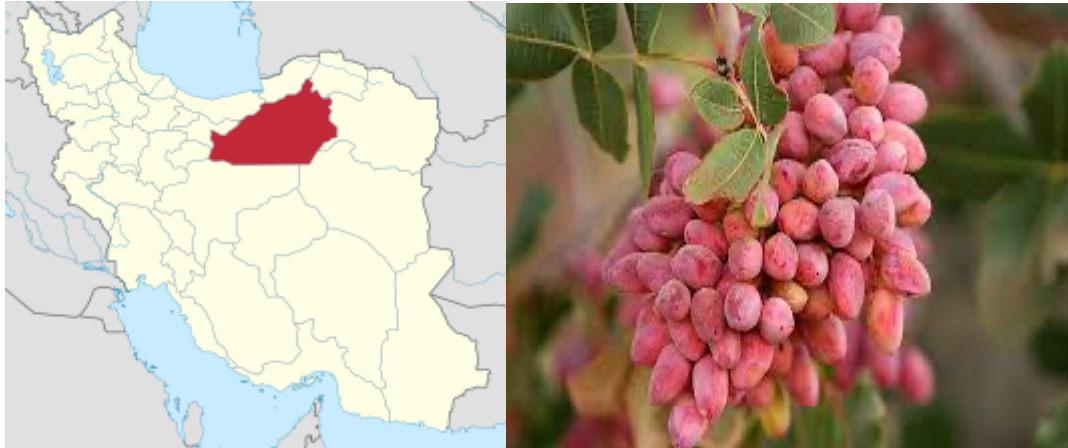
In Iran, although the PA technologies have not been used in a large-scale, respective studies have been done among which Zare Mehrjerdi et al. (2016) clarified that economic, educational, and technical factors play major roles in the possibility of using the PA technologies in pistachio production in Rafsanjan. Yazdanifar et al. (2016) stated that the lack of economic, technical, and cognitive requirements, weak socialization, poor support services, and incompatibility with environmental and social conditions are the most important barriers to the use of the PA by agricultural companies in Dezful. Bagheri and Bordbar (2013) argued that challenges in the application of precision farming in Iran include infrastructural, educational, contextual, managerial, human resources, extension, and planning issues. Izadi and Hayati (2013) found that the average knowledge about the PA effects among professionals of agriculture consulting services in Shiraz was moderate, and in the other aspects, it was below average. Shirkhani et al. (2017) also stated that the level of experts' awareness of the PA in Tehran province was low to moderate. The results of Eskandarzadeh and Rashidpour's (2016) study in West Azerbaijan province showed that seven skills of accounting, farming, recognizing variability, finding information, goals setting, and decision making, and technical and economic skills for the proper use of agricultural machinery are needed for the application of agricultural precision. The application of the PA plays the main role in the process of sustainable agricultural development. In Iran, the results of Tohidyan Far and Rezaei-Moghaddam's (2018) research showed that the protection of surface and groundwater resources, development of rural areas, increasing productivity, and increasing income had the most important effects on the PA technologies. Also, Experts' attitudes indicated that they had a positive vision about these effects. Allahyari et al., (2016) showed that technical, economic, and accessibility factors have influenced agricultural experts' attitude towards the PA. Izadi et al., (2015) in their research in Shiraz found that the capabilities required by the experts of consulting services companies for the PA extension and development were mainly practical, cognitive, and exploratory. Also, the results obtained by Tohidyan Far and Rezaei-Moghaddam (2017) showed that agricultural experts and consultants in Fars province intended to use the PA technologies. Attitude was the most important determinant of experts' intention to use the PA technology. Accordingly, if the PA technologies are to be used in the gardens located in Semnan province, the research problem is what challenges we face when applying precision technologies in pistachio orchards. Considering the fact that no research has been done in this area in the study area and this issue was not clear, the present study was conducted to fill this gap. Therefore, the main aim of this study was to determine the challenges of the PA use in pistachio orchards in Semnan province. The novelty of the present study can be considered from two aspects: first, the challenges of the PA application in pistachio orchards are analyzed, which had not been done so far; second, no study has been done so far on the use of the PA in the pistachio orchards in Semnan province.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1. Study area**

The study area was Semnan province in Iran (*Figure 1*). Semnan province, especially Damghan county, has 700 years of background in pistachio production. Due to the climatic and geographic conditions of this county, its products have high quality. In 2018, the area of pistachio orchards in Semnan province was 20853 hectares, the amount of production was 15288 tons and the average yield was 1176 kg per hectare (Center of Information and Communication Technology, 2018).





**Figure1. Area of study (Semnan Province of Iran)**

## **2.2. Data collection**

The present research is applied in terms of purpose, non-experimental in terms of how to control variables, survey in terms of research method, a field study in terms of data collection, and cross-sectional in terms of data collection time. The population of the study consisted of 187 horticulture experts in the Agricultural Organization of the Semnan province and the subordinate counties and the Research Center of Pistachio in Damghan. The sample was determined using Cochran's formula for 356 people. The participants were selected through a stratified random sampling method. The data were gathered in two stages: the library study through search in the database and then conducting a field research. In the field stage, a questionnaire was used as the main research tool. The data collection was conducted through face-to-face interviews. The questionnaire consisted of two parts: the respondents' personal and occupational characteristics are asked in the first part; and in the second part, the challenges of application of the PA in pistachio orchards are examined in the Likert scale (very low = 1, low = 2, medium = 3, high = 4, very high = 5). To develop the questionnaire by reviewing the library and searching in the database as well as conducting interviews with a number of experts, the initial list of the pistachio challenges was extracted and developed. Then a questionnaire was distributed among the members of the board of researchers and experts. Accordingly, the content validity of the questionnaire was confirmed. In the next step, the pre-test study was conducted outside the study population by completing 30 questionnaires. The results of the Cronbach's alpha test related to the challenges of application of the PA technologies in precision orchards ( $\alpha = 0.78$ ) confirmed the reliability. Finally, the data were analyzed by the use of the SPSS21 software. In the descriptive section, the central and dispersion statistics were used, and the inferential statistics were used in the exploratory factor analysis.

## **3. Results and Discussion**

### **3.1. Gardeners' characteristic**

The results showed that 74.2% of the respondents were male, and 25.8% were female. The mean age of the respondents was 42.71 years old, the highest score of responses was 43.5%, being in the 37-45 age group. The respondents' average work experience was 19.71 year, the highest score of work experience was 43.1%, being in the 12-21 age group. Among the participants, 62, 9.9, 25, and 12.1% had bachelor, graduate, postgraduate and doctoral degrees, respectively.

### **3.2. Prioritizing the Challenges of the PA Application in Pistachio orchards in Semnan Province**

The results of the prioritization are presented in *Table 1*. According to the table, from the respondents' point of view, the lack of economic justification for the PA, and from the gardeners' point of view in the area, the fragmentation of lands and the lack of integrated land management, the lack of the technical infrastructure required for the PA in the orchards had the highest priorities. Also, the limited PA researches and the gap between research and extension, the gardeners' poor management in the use of the PA technologies, the lack of consulting services provided for gardeners were identified as having the least priorities. These results were consistent with the findings obtained by Barenza *et al.* (2019a), Mishra *et al.* (2003), and Kanter *et al.* (2019).

**Table1. Prioritization of challenges of PA application in pistachio orchards**

Items	Mean	Standard deviation	Coefficient of deviation	Priority
The lack of economic justification for the PA from the gardeners' point of view on the area	4.7177	0.5493	0.1164	1
The fragmentation of lands and the lack of integrated land management	4.2903	0.5950	0.1316	2
The lack of technical infrastructure required for the PA in the orchards	4.2823	0.6056	0.1414	3
The traditional gardening that was common in the study area	4.3871	0.6338	0.1414	4
The lack of economic support for gardeners in the implementation of the PA	4.3468	0.6631	0.1525	5
The low degree of mechanization of gardens	4.3472	0.6635	0.1526	6
Gardeners' lack of knowledge and technical skills in the use of the PA technologies	4.1935	0.7062	0.1684	7
The high cost of application of the PA technologies	4.3145	0.7365	0.1707	8
The responsible organizations' insufficient attention to the PA in the development programs of the country's gardens	3.8145	0.7475	0.1959	9
Insufficient government support to improve the PA	0.2032	0.8344	0.2281	10
Low adaptability of the PA technologies with regard to small gardeners' conditions	3.8710	0.8831	0.2281	11
Limited number of specialized manpower and the experts' low technical knowledge on the use of the PA technologies	3.5968	0.8640	0.2402	12
Poor communication, coordination, and cooperation among organizations responsible for the development of application of the PA in the pistachio orchards	4.0323	0.9705	0.2406	13
Time consuming application of the PA technology due to the need to provide technical, economic, and educational requirements.	3.9355	1.0339	0.2627	14
Gardeners' insufficient knowledge about the PA benefits and application	3.6613	0.9950	0.2717	15
Gardeners' low risk-taking for the application of the PA technologies	3.5161	1.0318	0.2934	16
Restrictions about the provision of satellite facilities and equipment	3.7097	1.1026	0.2972	17
The lack of research related to the PA and the gap between research and extension	3.6210	1.1159	0.3081	18
Gardeners' poor management in the utilization of the PA technologies	3.6210	1.2203	0.3370	19
The lack of delivering consulting services to gardeners	3.2016	1.0590	0.3377	20

### 3.3. Factor Analysis of the Challenges of the PA Application in Pistachio Orchards in Semnan Province

Given that 20 variables were presented as challenges of the PA application in pistachio orchards in the study area, the exploratory factor analysis (EFA) was used to reduce the number of variables. First, the KMO and Bartlett tests were used to ensure the appropriateness of the data. The results showed internal consistency and appropriateness of the data (KMO = 0.70 and Bartlett = 730.936; Sig = 0.000) for the factor analysis. The eigenvalue method was used to determine the number of extractable factors. Based on this, the factor with an eigenvalue greater than one was selected. Based on the results of the factor analysis, four factor that can explain the variance of all the variables were extracted and after factor rotation by use of the Varimax method, these four factors were found to lead to 60.013% of the variance changes in the challenges of the PA application in the pistachio orchards in Semnan province (Table 2).

**Table 2. Factors extracted from factor analysis**

Factors	Eigenvalue	Percentage of variance explained	Cumulative variance percentage
The first factor	4.383	21.915	21.915
The second factor	3.703	18.517	40.432
The third factor	2.722	13.609	54.041
The fourth factor	1.194	5.972	60.013

The results presented in *Table 2* show that the first factor with an eigenvalue of 4.383 explains the variance of 21.915% as the most important factor. The variables representing the first factor include: Insufficient government support to improve the PA, the high cost of application of the PA technologies, the lack of economic justification for the PA from the gardeners' point of view on the area, the lack of economic support for gardeners in the implementation of the PA. The variables related to the first factor showed that these variables can be categorized as the investment and support challenges in the PA implementation. Li et al., (2020) and Barnes et al. (2019b) also confirmed this finding. The second factor with a variance of 18.517% and accordingly the constituent variables were categorized as structural challenges. This factor includes the following variables: Low adaptability of the PA technologies with regard to small gardeners' conditions, the fragmentation of lands and the lack of integrated land management, the traditional gardening that was common in the study area, the low degree of mechanization of gardens, the lack of technical infrastructure required for the PA in the orchards, restrictions about the provision of satellite facilities and equipment, and time consuming application of the PA technology due to the need to provide technical, economic, and educational requirements. These cases were consistent with the results of Griffin's et al. (2004), Mishra's et al. (2003), and Ozpinzr and Cay's (2018) studies. The third factor with a variance 13.609% and accordingly the variables in it are the challenges of providing and developing human resources needs in the PA implementation. The variables contained in the third factor include: Limited number of specialized manpower and the experts' low technical knowledge on the use of the PA technologies, gardeners' low risk-taking for the application of the PA technologies, gardeners' poor management in the utilization of the PA technologies, gardeners' insufficient knowledge about the PA benefits and application, and gardeners' lack of knowledge and technical skills in the use of the PA technologies. The results obtained by Tohidyan Far and Rezaei-Moghaddam (2017), Izadi and Hayati (2013), Yost et al. (2019), and Kountios et al. (2018) also confirmed these results. The fourth factor with a variance of 5.972% and accordingly its respective variables were categorized as the organizational and program challenges. The variables representing the first factor include: The lack of research related to the PA and the gap between research and extension, the lack of delivering consulting services to gardeners, the responsible organizations' insufficient attention to the PA in the development programs of the country's gardens, and poor communication, coordination, and cooperation among organizations responsible for the development of application of the PA in the pistachio orchards. These results are consistent with those obtained by Bagheri and Bordbar (2013) (*Table 3*).

**Table 3. Results of rotation of factor by Varimax method**

Factor	Variables	Factor loading
Investment and support challenge	Insufficient government support to improve the PA	0.817
	the high cost of application of the PA technologies	0.746
	the lack of economic justification for the PA from the gardeners' point of view on the area	0.724
	the lack of economic support for gardeners in the implementation of the PA	0.608
Structural challenge	Low adaptability of the PA technologies with regard to small gardeners' conditions	0.866
	the fragmentation of lands and the lack of integrated land management	0.834
	the traditional gardening that was common in the study area	0.791

	the low degree of mechanization of gardens	0.737
	the lack of technical infrastructure required for the PA in the orchards	0.615
	restrictions about the provision of satellite facilities and equipment	0.538
	time consuming application of the PA technology due to the need to provide technical, economic, and educational requirements	0.442
Providing and developing human resources challenge	Limited number of specialized manpower and the experts' low technical knowledge on the use of the PA technologies	0.682
	gardeners' low risk-taking for the application of the PA technologies	0.639
	gardeners' poor management in the utilization of the PA technologies	0.588
	gardeners' insufficient knowledge about the PA benefits and application	0.560
	gardeners' lack of knowledge and technical skills in the use of the PA technologies	0.446
Organizational and program challenge	The lack of research related to the PA and the gap between research and extension	0.660
	the lack of delivering consulting services to gardeners	0.601
	the responsible organizations' insufficient attention to the PA in the development programs of the country's gardens	0.486
	poor communication, coordination, and cooperation among organizations responsible for the development of application of the PA in the pistachio orchards	0.453

#### 4. Conclusions

The results of prioritizing the challenges of the PA application in the pistachio orchards showed that from the respondents' point of view, investment and support challenge was the first priority for gardeners, indicating that the results of investing in the PA technologies in orchards and the efficiency and profitability of their use for gardeners are not clear. Therefore, among the necessary measures to expand the application of the PA technologies are to analyze the costs and benefits as well as to inform gardeners in order to make proper decisions. Also, the small size of the lands and the lack of integrated land management were determined as the second priority. Fragmentation, small size, and incoherence in integrated land management, while reducing product efficiency, will cause more waste of resources and increase production costs, and the continued use of new technologies will not be justified in pistachio orchards economically. Also, the lack of technical infrastructure required for the PA application in the pistachio orchards was stated as the third priority in the challenges of application of the PA technology in the pistachio orchards from the respondent's viewpoint. In order to encourage gardeners to invest and utilize the PA technologies, the infrastructure, and hardware, software, and network facilities required for the establishment and application of these technologies that are appropriate to the climatic and geographic conditions and type of product should be made feasible, studied, and made accessible.

The results of the factor analysis indicated that the challenges of the PA application in the pistachio orchards in Semnan province were categorized as the fourth group. The first factor was the investment and support challenge. In order to meet this challenge, while studying the cost-benefits and ensuring economic justification and investment return in these technologies, gardeners should be justified and encouraged to utilize these technologies. Also, directing researches towards the necessary equipment was made in-house to reduce the initial investment costs as much as possible. In addition, the government provided the gardeners with the necessary support using appropriate policies to spread the PA applications in the pistachio orchards in order to achieve sustainable agriculture and green productivity, by providing incentive packages. In this case, the gardeners' intention to accept the PA will be strengthened. The next factor was the structural challenge. Among the important structural and historical issues of Iranian agriculture are the fragmentation of lands and the lack of integrated land management. Agricultural land distribution issues are one of the reasons for decreasing productivity and instability of production in Iranian agriculture. In addition, the traditional system and the low degree of mechanization of orchards have reduced yields and increased production costs. Also, the traditional nature of the garden system does not allow application of the PA technologies. Therefore, in parallel with the efforts to integrate lands and their coherent management, the pistachio orchard system should be reconstructed, mechanized, and modernized by introducing the PA technologies to increase yield, improve quality, and reduce costs as well as to increase profitability. Also, necessary research should be conducted in order to appropriately utilize the PA technologies in the conditions for small gardeners and to provide the necessary infrastructure, facilities, and equipment with suitable prices and

payment conditions for the application of the PA technologies in pistachio orchards. The third factor was the challenge of providing and developing the required human resources. To overcome this challenge, capacity building should be done among agricultural experts and pistachio gardeners. Designing educational programs and opportunities such as workshops and training visits and apprenticeships for agricultural experts can increase their knowledge and skills, resulting in an improvement in their attitude towards precision agricultural technologies. If agricultural experts are empowered, they can transfer the PA information and knowledge to gardeners as well as train them. The application of the PA technologies requires a high level of knowledge, skills, and the desired attitude. Therefore, technical knowledge and skills have been one of the necessary requirements for the application of the PA technologies. The fourth factor was the organizational and programming challenge. Another weakness is related to the lack of attention to the organizational structure of the public sector in order to develop the PA technologies and the lack of a well-codified and approved program in this field. The lack of applied research and adoption caused the weak performance of the agricultural extension sector. Also, the executive and support departments were deprived of any strategic and operational plan for the PA with little attention in practice. In fact, the lack of a program, the lack of cooperation, and the inconsistency between the respective organizations and departments have caused the PA and its technologies in pistachio orchards do not be developed and expanded. If these challenges have not been overcome, Iranian pistachio orchards will face with more problems, such as decreased productivity and profitability, instability, and environmental and climatic hazards. It should be noted that one of the limitations of the present study included the use of questionnaire as a research tool in which there was the possibility that the respondents make mistakes when answering the questions, cross-sectional research, inability to fully control all unwanted variables, and non-generalizability of the results of the study to other areas.

## References

- Adrian, A. M., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004>
- Allahyari, M. S., Mohammadzadeh, M., & Nastis, S. A. (2016). Agricultural experts' attitude towards precision agriculture: Evidence from Guilan Agricultural Organization, Northern Iran. *Information Processing in Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.07.001>
- Bagheri, N; Bordbar, M. (2013). Identify the Challenges Facing the Development of Precision Agriculture in Iran. *Agricultural Extension and Education Research*, 6(2), 97-107 (in Persian).
- Barnes, A., De Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., & Gómez-Barbero, M. (2019). Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environmental Science and Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.014>
- Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., & Gómez-Barbero, M. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>
- Center of Information and Communication Technology. (2018). *Agricultural Statistics*. Ministry of Agriculture- Jahad of Iran (In Persian).
- Eskandarzadeh, M. Rashidpour, L Salehi, M A. (2016). Skills Management of Applying Precision Farming in Process of Sustainable Agricultural Development in West Azerbaijan Province. *Agricultural Extension and Education Research*, 8(31), 59-74 (in Persian).
- Fountas, S., Pedersen, S. M., & Blackmore, S. (2005). ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology. *Sciences-New York*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1586.5606>
- Griffin TJ, Lowenberg DM, Lambert J, Peone T, & D. S. (2004). *Adopting, profitability, and making better use of precision farming data*. Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- IPA. (2011). *Annual Report of Iranian Pistachios*.
- Izadi N, Hayati, D. Ataei, P. (2015). Assessing Extension Advisory Services Experts' Capabilities toward Education and Development of Precision Agriculture. *Agricultural Extension and Education Research*, 7(28), 15-26 (in Persian).
- Izadi N, Hayati, D. (2013). Factors Affecting Precision Agricultural Knowledge: The Case of Consulting Extension Advisory Service Members in Shiraz County. *Iran Agric Exten Edu J*, 8(2), 35-48 (in Persian).
- Kanter DR, Bell AR, M. S. (2019). Precision Agriculture for Smallholder Nitrogen Management. *One Earth Commentary*, 1(22). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.015>
- Karcik, H., & Tasan, M. (2018). Determination of Heavy Metal Contents in Some Organic Certified Dried Nuts. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15(02), 101–111.
- Kountios, G., Ragkos, A., Bournaris, T., Papadavid, G., & Michailidis, A. (2018). Educational needs and perceptions of the sustainability of precision agriculture: survey evidence from Greece. *Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9537-2>
- Li, W., Clark, B., Taylor, J. A., Kendall, H., Jones, G., Li, Z., Jin, S., Zhao, C., Yang, G., Shuai, C., Cheng, X., Chen, J., Yang, H., & Frewer, L. J. (2020). A hybrid modelling approach to understanding adoption of precision agriculture technologies in Chinese cropping systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105305>
- Mandal S.K., Maity A. (2013). Precision Farming for Small Agricultural Farm: Indian Scenario. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(1), 200–217.
- Mishra A, Sundaramoorthi K, Chambara R, B. M. (2003). Operationalization of precision agriculture requirements; Bayesian confirmatory factor analysis. *Agricultural Technology*, 7(3), 575–597.
- Mishra A, Sundaramoorthi K, Chdambara R, & B. D. (2003). Operationalization of precision farming in India. *Map India Conference*. <http://www.gisdevelopment.net/application/agriculture/overview/pdf/127.pdf>
- Mondal, P., & Basu, M. (2009). Adoption of precision agriculture technologies in India and in some developing countries: Scope, present status and strategies. In *Progress in Natural Science*. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2008.07.020>
- Ozpinzr, S., & Cay, A. (2018). The Role of Agricultural Mechanization in Farming System in a Continental Climate. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15(02), 58–72.
- Pandit, M. (2012). Adoption and non-adoption of precision farming technologies by cotton farmers. In *Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's; AAEA Annual Meeting*.
- Schaefer, M., Thinh, N. X. (2019). Evaluation of Land Cover Change and Agricultural Protection Sites: A GIS and Remote Sensing Approach for Ho Chi Minh City, Vietnam. *Helijon*, 5, E01773. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2019.e01773>
- Shirkhani M, Pezeshki Rad GR, S. H. (2017). Evaluation of Agricultural Experts' knowledge toward Precision Agriculture in the Province of

- Tohidyan Far, S., Rezaei-Moghaddam, K. (2017). Determinants of Iranian agricultural consultants' intentions toward precision agriculture: Integrating innovativeness to the technology acceptance model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.09.003>
- Tohidyan Far, S., Rezaei-Moghaddam, K. (2018). Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts' perception & their determinants. *Information Processing in Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.09.001>
- TPOI. (2019). *The Report of Pistachio*.
- Yazdanifar A, Noorullah Nouri Vand A, O. A. R. (2016). Obstacles Hampering the Use of Precision Agriculture in Farming Cooperatives in Dezful Township. *Cooperation and Agriculture*, 4(16), 57-73 (in Persian).
- Yost, M. A., Sudduth, K. A., Walthall, C. L., & Kitchen, N. R. (2019). Public-private collaboration toward research, education and innovation opportunities in precision agriculture. *Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9583-4>
- Zare Mehrjerdi, MR. Khodaei, M. Zia Abadi, M. Fathi, F. (2016). Feasibility of precision agriculture technologies application in Rafsanjan Pistachio production from the Agricultural Experts perspective. *Agricultural Extension and Education Research*, 8(31), 1-10 (in Persian).

## Harmful and Beneficial Insects Species Determined in Sugar Beet Areas in Çayırılı District of Erzincan Province and Short Biology of *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)

Erzincan İli Çayırılı İlçesi'nde Şeker Pancarı Alanlarında Tespit Edilen Zararlı ve Faydalı Böcek Türleri ve *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Kısa Biyolojisi


Ekin TEYMUROĞLU<sup>1</sup>, Saliha ÇORUH<sup>2\*</sup>

### Abstract

This study was conducted between 2019-2020 in Erzincan Province Çayırılı District to reveal beneficial and harmful species and the biology of *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae), which is an important pest in sugar beet cultivation area. The study area designated as "Erzincan Çayırılı Beet Production Area" (EÇPÜA) has many beet cultivation areas. The beet production obtained from these beet fields changes according to the years, but is also noteworthy for both the region and our country. This area, sugar beet does not only bind the farmers to their field and their villages, provide work and employment opportunities to all family members, but it also is an important plant with its by-products all of which are processable. At the end of the study, five different harmful insect species belonging to the orders Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera and 22 species [*Coccinella septempunctata* Linnaeus, *Hippodamia variegata* (Goeze), *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus), *Syrphus* sp., *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus), *Sphaerophoria turkmenica* Bankowska, *Eristalinus aeneus* (Scopoli), *Tipula* sp., *Cotesia glomerata* (Linnaeus), *Exeristes roborator* (Fabricius), *Endromopoda phragmitidis* (Perkins), *Enicospilus merdarius* (Gravenhorst), *Exetastes laevigator* (Villers), *Itopectis viduata* (Gravenhorst), *Exetastes laevigator* (Villers), *Itopectis viduata* (Gravenhorst), *Lissonota (Loxonota) histrio* (Fabricius), *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* Lucas, *Ophion pteridis* Kriechbaumer, *Pimpla spuria* (Gravenhorst), *Scambus nigricans* (Thomson), *Scambus brevicornis* (Gravenhorst), *Sinophorus nitidus* (Brischke) and *Chrysoperla carnea* (Stephens)] belonging to the orders Neuroptera, Coleoptera, Diptera and Hymenoptera were determined on the sugar beet plant. Among the pest species, the biology of the *Spodoptera exigua* (Hbn.), known as "caradrina" has been observed and the biological stages of the *Agrotis segetum* (Schiff.) which is in the secondary pest status have been followed. Damage patterns and densities of other pests (*Cassida nebulosa* Linnaeus, *Aphis fabae* (Scopoli), and *Gryllotalpa gryllotalpa* Linnaeus) were also tried to be revealed. *Sinophorus nitidus* (Brischke) collected in the study area which belonging to the family Ichneumonidae is determined as our new record for East Anatolia.

**Keywords:** Sugar beet, *Spodoptera exigua* (Hbn.), Biology, Erzincan, Çayırılı

<sup>1</sup> Ekin TEYMUROĞLU, Erzurum Sukkar Sugar Factory, Erzurum, TURKEY. E-mail: [ekin4310@gmail.com](mailto:ekin4310@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-0360-0218.

<sup>2\*</sup> Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Saliha ÇORUH, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, TURKEY. E-mail: [spekel@atauni.edu.tr](mailto:spekel@atauni.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-6822-6677.

**Atıf/Citation:** Teymuroğlu, E., Çoruh S. Harmful and Beneficial Insects Species Determined in Sugar Beet Areas in Çayırılı District of Erzincan Province and Short Biology of *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera:Noctuidae). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 483-495.

\*This study is some part of Master Science ythesis of first author, accepted at 04.02.2021in Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences ©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022



## Öz

Bu çalışma 2019-2020 yılları arasında Erzincan İli Çayırılı İlçesi şeker pancarı ekim alanlarında faydalı ve zararlı böcek türleri ile önemli bir zararlı olan *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın kısa biyolojisini ortaya koymak için yapılmıştır. “Erzincan Çayırılı Pancar Üretim Alanı” (EÇPÜA), olarak belirlenen çalışma bölgesi pek çok pancar ekim alanına sahiptir. Bu pancar alanlarından yıllara göre değişmekle birlikte elde edilen pancar üretimi de hem bölge hem de ülkemiz için kayda değer durumdadır. Bu bölgede şeker pancarı, çiftçileri tarlalarına ve köylerine bağlamakla kalmayıp, tüm aile bireylerine iş ve istihdam olanağı sağlayan, aynı zamanda tamamı işlenebilir yan ürünleriyle de değerli bir bitki durumundadır. Çalışma sonucunda, pancar bitkisinde Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera ve Lepidoptera takımlarına ait beş zararlı, Neuroptera, Coleoptera, Diptera ve Hymenoptera takımlarına ait 22 yararlı tür [*Coccinella septempunctata* Linnaeus, *Hippodamia variegata* (Goeze), *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus), *Srypus* sp., *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus), *Sphaerophoria turkmenica* Bankowska, *Eristalinus aeneus* (Scopoli), *Tipula* sp., *Cotesia glomerata* (Linnaeus), *Exeristes roborator* (Fabricius), *Endromopoda phragmitidis* (Perkins), *Enicospilus merdarius* (Gravenhorst), *Exetastes laevigator* (Villers), *Itopectis viduata* (Gravenhorst), *Exetastes laevigator* (Villers), *Itopectis viduata* (Gravenhorst), *Lissonota (Loxonota) histrio* (Fabricius), *Lissonota (Loxonota) flavovariegata* Lucas, *Ophion pteridis* Kriechbaumer, *Pimpla spuria* (Gravenhorst), *Scambus nigricans* (Thomson), *Scambus brevicornis* (Gravenhorst), *Sinophorus nitidus* (Brischke) and *Chrysoperla carnea* (Stephens)] tespit edilmiştir. Zararlı türlerin arasında halk arasında “karadrina” olarak bilinen *Spodoptera exigua* (Hbn.)'nın bölgedeki biyoloji ile ilgili gözlemler yapılmış, sekonder zararlı durumunda olan *Agrotis segetum* (Schiff.)'un biyolojik dönemleri takip edilmiştir. Tespit edilen diğer zararlıların (*Cassida nebulosa* Linnaeus, *Aphis fabae* (Scopoli) ve *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus) da zarar şekilleri ve yoğunlukları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanından atrapla toplanan yararlı türlerden Ichneumonidae familyasına ait *Sinophorus nitidus* (Brischke) türü çalışma bölgesi için yeni kayıttır.

**Anahtar kelimeler:** Şekerpancarı, *Spodoptera exigua* (Hbn.), Biyoloji, Erzincan, Çayırılı

## 1. Introduction

“Sugar beet” from which sugar is extracted has a strategic importance throughout the world within the scope of agriculture. In addition to being an essential nutrient, sugar has also become a preserved product due to its contribution to agricultural production and employment as well as its by-products (Akbay, 2003; Erdinç, 2017; Eştürk, 2018; Konyalı, 2019).

Approximately 28% of sugar production in the world is derived from sugar beets and 72% is extracted from sugarcanes. There are differences between the sugar extracted from sugar beet and sugarcane in terms of quality. However, the sugarcane that can only be grown in the tropical and sub-tropical regions can be produced at a low cost when compared with sugar beets, and they also have a low processing cost. Due to such reasons, sugar extracted from sugar canes has a low cost production (Kaya, 2015).

It is assumed that Turkey, Syria, Palestine and Egypt are the centres of origin of this plant, and then it has spread on to other countries. Its tuberous root is very delicious and extremely good for health, and it’s a root vegetable that grows under soil (Anonymous, 2020).

Sugar beet is a biennial crop that comes from the Amaranthaceae family and sugar is extracted from its fleshy root. The first year is the vegetative growth and the second year is the generative growth of its organs. Its seeds are found in compound form. Its top flowers grow together in bunches and they are green. A small part of their roots are visible from outside. It starts in the form of a cylindrical body with yellowish-white colour on the outside and white inside, and then it takes a conical form (Anonymous, 2008a,b).

There are important economic pests of sugar beet plants. Among them *Spodoptera exigua* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae), is a very common species due to damage and host partnership in the world (Hassanein et al., 1972; Aarvik, 1981; Stewart et al., 1996). It is known as “sugar beet leaf worm”, “beet armyworm”. In the study area it is names is “caradrina”. Especially sugar beet, sunflower potato, cotton, beans, clover, melon, watermelon, is among the preferences of the pest (Kıray, 1964; İyriboz, 1971; Yıldırım et al., 1998; Atlıhan and Özgökçe, 2003; Atlıhan et al., 2003).

Unfortunately is that, the fight against the pests in the sugar beet fields is mainly carried out by using chemicals. The irreparable problems brought about due to use of such methods are affecting the diversity in the eco-system and they result in the disturbance of natural balance.

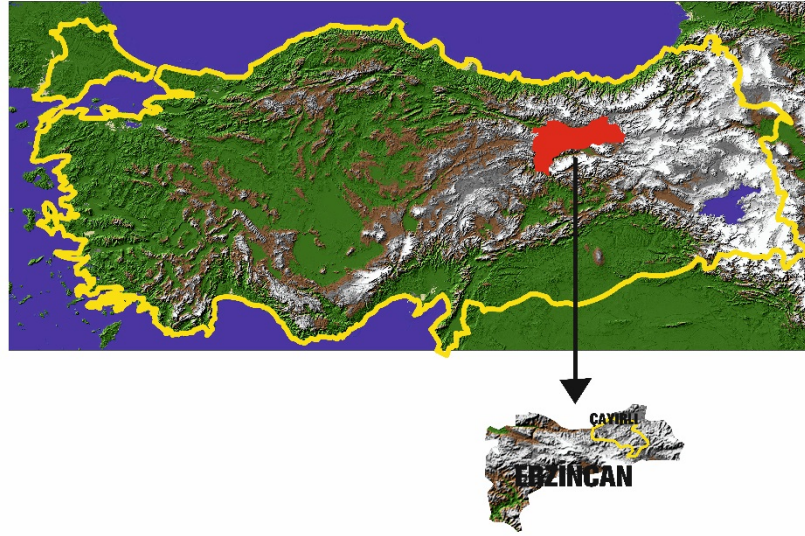
Based on such importance, “Erzincan Çayırılı Sugar Beet Production Areas”, plots of land never been studied upon before, have been chosen as the study area of this research and It has been tried to put forth new findings in this study.

Some observations have been carried out in the region in relation to the biology of *Spodoptera exigua* (Hbn.), a major insect pest that threatens the beet crops and the biological phases of *Agrotis segetum* (Schiff.) which is a secondary harmful insect. In the meantime, it has also been tried to determine some beneficial species that visit the beet crops.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Material

This study has been carried out in the province of Erzincan (*Figure 1*), district of Çayırılı and is based on the sugar beet production areas located within the mentioned district. The harmful and beneficial insect species that have been determined constitute the materials of this study.



*Figure 1. Map showing the location of Erzincan province*

## **2.2. Method**

### **2.2.1. Field study**

This study continued between 2019-2020, and the materials of this study are the samples that have been collected from the different fields (420) in the region known as “Erzincan Çayırılı Beet Production Area” (EÇPÜA) between April and September (*Figure 2*).



*Figure 2. Some views from the study areas*

The province of Erzincan, located in the Yukarı Fırat Part of the Eastern Anatolia Region, is surrounded by the province of Erzurum in the east, Bingöl in the south-east, Bayburt and Gümüşhane in the north, Giresun in the northwest, Sivas in the west, Tunceli in the south and Elazığ and Malatya districts in the southwest. It measures 11903 m<sup>2</sup>.

The landforms of Erzincan province consists of the mountain ranges lined up in the north and south, and Karasu valley and Tercan and Erzincan plains lie along this valley. The heights of the mountainside partly exceed 3000

m, and the mountains occupy 60% of the territories of the province. In the north are the Otlukbeli, Esence and Çimen mountains, the extensions of the Kop Mountains are lined up from east to west. The summits of the Otlukbeli Mountains also form the waterline which separates Yeşilirmak and Fırat basins from each other. The highest point of such mountainous area reaches 3549 in Keşiş Mountain. The Munzur chain extended in the southern part of the province forms the boundaries of Tunceli and Erzincan. The Ergani Mountain (3256 m), Akbaba mount (3463 m), Bakıl mountain (2826) and Hel mountain (3196 m) are some of the important elevations (Karadeniz, 2016).

Çayırılı is located in the northeast of Erzincan province (Figure 2). It measures 1480 km<sup>2</sup> with an altitude of 1520 meter. Tercan and Aşkale districts are located in the east, and the central district of Erzincan is located in the west. It neighbours Bayburt province, Otlukbeli district in the north, and central district of Erzincan and Tercan districts in the south. Its landform is fragmental, rough and bare. It is surrounded by Keşiş, (Esence), Spikkor and Coşan mountains. Balıklı Dorum and Mans streams flow into Karasu River that lines the boundaries of the district. Irrigated farming is practised in the district, though not much. There are plains, huge meadows and plateaus. Winters are very cold and long, summer seasons are short in the district (Anonymous, 2019).

The harmful species that give harm to beet fields have been determined and of such species, the biology of *Spodoptera exigua* in public has been observed in the region. *Agrotis segetum* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Noctuidae), has also been scrutinized as a secondary pest in the region. Time of the day between 11<sup>00</sup> and 16<sup>00</sup> has been preferred for collecting the beneficial species and sweep netting has been used for collecting such species. The samples were preserved in alcohol in boxes and brought to the laboratories. Ekin Teymuroglu collected all the samples and took their photographs.

Biological observations have been carried out in 20 fields varying from 5 dacare minimum and 50 dacare maximum in size within the study area. For the purpose of designation of the rate of spread in the fields, 10 fields, each approximately measuring 5 dacare, have been picked randomly, and by avoiding the edges of the fields that are not used in cultivation, from 200 sugar beets lined up diagonally in every 50 metres, 20 control beets have been spotted as control plants. Encountering 5-10 harmful eggs or larvae in each of these 20 plants has been considered “high density”, the spread in half of those 20 plants has been considered “average density” and observation of such pests in 4 of those 20 plants has been considered “low density”.

### 2.2.2. Laboratory studies

Of the samples taken from the harmful species (*Spodoptera exigua* (Hbn.), *Agrotis segetum* (Schiff.), *Cassida nebulosa* L., *Aphis fabae* (Scopoli) and *Gryllotalpa gryllotalpa* (L.) and all parasitoids and predator species in the laboratories, the harmful ones have been cultivated, and the beneficial samples have been assessed according to their distinctive taxonomic characters and they were segregated under sub-families and then stored.

Various sources and experts were used in the identification of the samples.

## 3. Results and Discussion

In this study, we here report five different insect pests belonging to Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera and Orthoptera orders, and 22 different beneficial species belonging to Hymenoptera, Diptera, Neuroptera and Coleoptera orders were found in the beet crops.

One of the beneficial insect species, *Sinophorus nitidus* (Brischke, 1880) from Ichneumonidae family, collected in the study area by sweep netting, has been noted as a new record for the Erzincan. Harmful species are shown in Table 1.

### *Spodoptera exigua* (Hübner) (Beet Armyworm (Caradrina))

In the summer of 2019, caradrina caused epidemic in the study field and its harm exceeded 100%. In the same year, the biology of the pest has been observed and some data has been obtained.






#### **Morphology of Caradrina:**

##### **Egg:**

Female moths have left their eggs in the form of packages. Eggs are 0.3-0.4 mm in diameter. When looked from above, they are circular or compressed, slightly pointed towards the edges. Their colour is whitish or greenish.

Its top is covered with a blurry or waxy material (*Figure 3a*).

**Table 1. Harmful insect species identified in Çayırılı District of Erzincan Province**

	Species	Spread
	<i>Spodoptera exigua</i> (Hbn.) Sugar beet Leafminer (Caradrina)	<b>High Density</b>
	<i>Agrotis segetum</i> (Schiff.) (Turnip Moth)	<b>High Density</b>
	<i>Cassida nebulosa</i> L. Tortoise Beetle	<b>Average Density</b>
	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli) Black Bean Aphid	<b>Low Density</b>
	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> L. Mole Cricket	<b>Low Density</b>

#### **Larvae:**

The newly hatched larvae look naked and transparent, and they are light green with a slightly big head that is rather dark green. A very light strip in its body colour starts forming in the larvae that grow with the third stage. As the larvae grow, this strip gets darker and becomes distinct. Larvae are naked and when touched, they coil up with a sudden reflex and sometimes they throw themselves. While the height of newly hatched larvae is (over 10 samples) close to 1 mm, they reach approximately 2.2 in the second stage; 8, 3 in the third stage (*Figure 3b-e*); 13 mm in the fourth stage and up to 22 mm in the final stage (*Figure 3b-e*).

As the larvae grow bigger, they have lost their mobility, but on the contrary their feeding capability has increased. Devouring caradrinas continued their feeding from one plant to another.

#### **Pupae:**

Larva transforms into pupa under soil. Pupae have a mummy-like form, they are dark brown, 18-20 mm long and have two sharp barbs on the edge (*Figure 3f,g*).

#### **Adult:**

They are grey-brown or darker. They have spots and zig-zag strips on their front wings. Again, they have a kidney-shaped spot and a circular spot on the front wing which spots are darker than the wing itself. Their wingspan is 25-30 mm; they're 20-25 mm in length. Rear wings are light grey or light brown with dark coloured line formed on their edges.

#### **Biology of Caradrina:**

*Spodoptera exigua* have spent the winter in soil in pupation in the study field, and the adults have appeared as the weather got warmer and they have mated and laid their eggs. The first appearance of took place on 3rd May 2019. The larvae acted and fed themselves collectively until the third stage, and after the third stage, they continued feeding separately. It has been noted that during the fourth and the fifth stages whereby they fed separately, they have become most harmful.

By the end of the fifth larvae stage, we have noted that their feeding activities have stopped and larvae went 10 cm down in the soil and started pupation in a chamber they made. Starting from 3rd May, the larvae stage was completed by 18th May, lasting 15 days. As of 18th May, pupation stage started and continued until 8th June, taking 21 days (*Table 2*).



**Figure 3. *Spodoptera exigua* (Hbn.): a) eggs, b-e) larvae, f,g) pupae, h,i) adults**

The adult stage observed on 8th June continued until 1st July. The reason the life cycle of an insect lasts a short time is the suitable climate for the pest and the freshness of the host plant on which the *S. exigua* feeds itself. In other words, the pest keeps its life cycle short, striving to breed more.

In conclusion, it has completed two generations in the study area.

**Table 2. Life cycle of *Spodoptera exigua* (Hbn.) in Çayırlı District**

Stage	Between
Larvae Stage	03.05.2019 18.05.2019
Pupae Stage	18.05.2019 08.06.2019
Adult Stage	08.06.2019 09.06.2019
Egg Stage	10.06.2019 01.07.2019

Humidity and temperature ratings of the *S. exigua* within their life time have also been given (Figure 4).

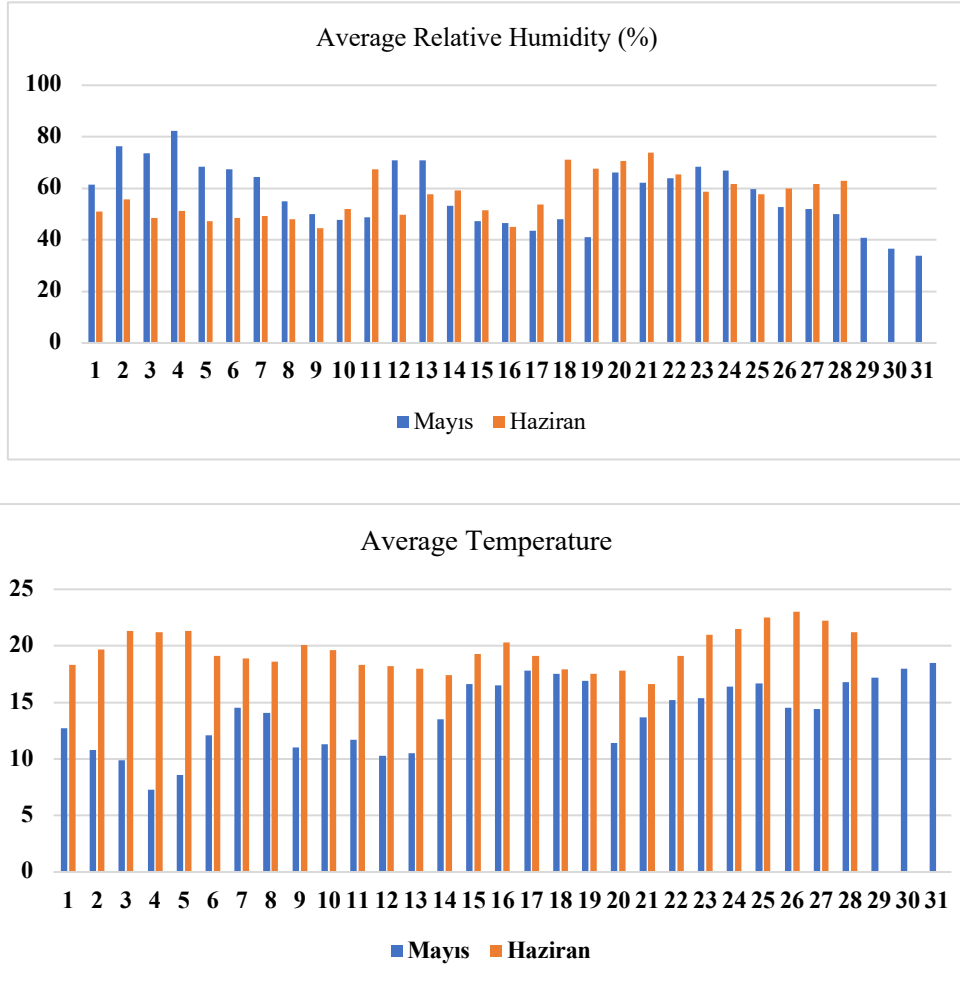


Figure 4. Average temperature and humidity rates in Erzincan Çayırılı

**Harms of *Caradrina*:**

The *S. exigua* intensely fed itself during the five stages it has gone through. As the larvae grew bigger, their feeding rate has increased (Figure 5).



Figure 5. *Spodoptera exigua* (Hbn.) disinfection

***Agrotis segetum* (Schiff.) (Turnip Moth)**

*A. segetum* observed almost everywhere in our study area, started giving harm to the beet crops biting their root crown when the beet had 2-4 leaves. By cutting it from the bottom of its leafstalk and pulling it inside the soil, the pest leaves the crop naked (*Figure 6*). They have also eaten the leaves of other crops either entirely or leaving the median vein only. By also giving harm to the parts of the plants under soil, they have caused impaired the productivity and quality.



**Figure 6. Larvae of *Agrotis segetum* (Schiff.)**

It is among our determinations that the pest is only active during the night time. A very high damage has been observed in the study area. Some short observations have also been conducted in relation to *A. segetum* biology (*Table 3*).

**Table 3. *Agrotis segetum* (Schiff.) life time**

Stage	Between
Larvae Stage	04.05.2019 21.05.2019
Pupa Stage	21.05.2019 12.06.2019
Adult Stage	12.06.2019 25.06.2019
Egg Stage	26.06.2019 15.07.2019

***Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 (Tortoise Beetle)**

It has been observed that the adults opened up holes in the seedlings and on the leaves of young beet crops, eating the lower epidermis and epithelium of the leaf, leaving it full of holes like lace. The “average” rate of spread has been observed in the study area.

***Aphis fabae* (Scopoli, 1763) (Black Bean Aphid)**

Black bean aphid was observed while feeding on the beet leaves, however it has been observed that its rate of spread was “under the average” (*Figure 7*).



**Figure 7. *Aphis fabae* (Scopoli)**



### ***Grylotalpa grylotalpa* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Grylotalpidae)**

It has been observed that pests opened up passages under soil, and gave harm to sugar beet by cutting its roots. A “low-density” spread rate has been noticed in the study area.

#### ***Beneficial Species Detected on Beet Crops in Erzincan Çayırılı:***

Such identification has been carried out in the beet fields that form the study area, between April and September in 2019 and 2020 by using sweep net sampling (*Table 4, Figure 8*).

Of the identified species, *Sinophorus nitidus* (Brischke, 1880) is a new record for the Ichneumonidae family in East Anatolia. With this new record, the number of Ichneumonidae species in Turkey has reached 1439 (Doğru, 2022).

**Table 4. Beneficial insect species identified in sugar beet fields in Çayırılı district**

Species	Family	Order
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	Coccinellidae	<b>COLEOPTERA</b>
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	Coccinellidae	Coleoptera
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Coccinellidae	Coleoptera
<i>Srypus</i> sp.	Syrphidae	<b>DIPTERA</b>
<i>Sphaerophoria scripta</i> (L., 1758)	Syrphidae	Diptera
<i>Sphaerophoria turkmenica</i> Bankowska, 1964	Syrphidae	Diptera
<i>Eristalinus aeneus</i> (Scopoli, 1763)	Syrphidae.	Diptera
<i>Tipula</i> sp.	Tipulidae	Diptera
<i>Cotesia glomerata</i> (Linnaeus, 1758)	Braconidae	<b>HYMENOPTERA</b>
<i>Exeristes roborator</i> (Fabricius, 1793)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Endromopoda phragmitidis</i> (Perkins, 1957)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Enicospilus merdarius</i> (Gravenhorst, 1829)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Exetastes laevigator</i> (Villers, 1789)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Itopectis viduata</i> (Gravenhorst, 1829)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Lissonota (Loxonota) histrio</i> (Fabricius, 1798)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Lissonota (Loxonota) flavovariegata</i> Lucas, 1849	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Ophion pteridis</i> Kriechbaumer, 1879	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Pimpla spuria</i> (Gravenhorst, 1829)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Scambus nigricans</i> (Thomson, 1877)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<i>Scambus brevicornis</i> (Gravenhorst, 1829)	Ichneumonidae	Hymenoptera
<b>*<i>Sinophorus nitidus</i> (Brischke, 1880)</b>	<b>Ichneumonidae</b>	<b>Hymenoptera</b>
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	Chrysopidae	<b>NEUROPTERA</b>

\* New record for the Turkish fauna

#### **4. Conclusions**

“Sugar” is an important nutrient in Europe and is extracted from sugarcane (72%) and sugar beet (28%) (Özgür, 2015). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) from which sugar is extracted is a biennial industrial plant, the origin of which is Central Europe (Sunulu et al., 2020).

While 301 million tons of sugar beet is produced on a 4.8 million hectare of land worldwide, the production in our country is 20,8 million tons on a land of 338.826 hectare (Anonymous 2020). Both in the world and in our country, biotic and abiotic factors, climate change play role in the occurrence of various pests in the production of sugar beet and thus in loss of products (Çetin et al., 2020; Sunulu et al., 2020).

By the end of this study, sugar beet pests, particularly *Spodoptera exigua* (Hbn.) which we know as “caradrina”, and other pests, namely *Agrotis segetum* (Schiff.), *Cassida nebulosa* L., *Aphis fabae* (Scopoli) ve *Grylotalpa grylotalpa* L. have been observed in Erzincan Çayırılı Beet Production Areas which have been chosen as the field of study, during 2019-2020. Also, 22 beneficial species from Neuroptera, Coleoptera, Diptera and Hymenoptera orders which are shown in *Table 4* have been identified.

Biological observations have been carried out on *Spodoptera exigua* and *Agrotis segetum* which were recorded as harmful pests. Their rate of spread has been determined and it has been concluded that caradrina caused harm on an epidemic level within 2019.

Besides, the spread rate of *Cassida nebulosa* encountered in the field of study has been considered medium, and this rate in *Aphis fabae* and *Gryllotalpa gryllotalpa* has been considered low in density.

Many studies have been and are still being carried out on sugar beet pests both in our country and in the world. There are many pests that are considered sugar beet pests and listed as pests that have economic importance.

Özgür (2015) have listed such pests as beet cyst nemotade, leaf worms, soil worms, beet bugs, wireworms, curculio, tortoise beetle, alder blight, and red spider mite and beet moth.

Among these pests, the most significant one that sometimes causes economic losses is *Spodoptera exigua* which is also known as “Caradrina”. It’s a tropical crop pest originating from South Eastern Asia (Capinera 2008). Caradrina is a polyphagous pest that has effect on more than 170 plant species from 135 families including cotton, corn, sugar beet and sunflower (Zheng et al., 2011).



**Figure 8. Hymenoptera species identified in this study**

This pest has reached epidemic proportions in Central Anatolia Region in 2014, and fight against this pest had to be undertaken on land of 757.906 hectare (Anonymous, 2014).

Atlıhan et al. (2003), established in their studies that the pests caused epidemic in 1998, and reached their highest population within the season by the end of June in Erciş district and in the beginning of July in Muradiye district, and their population rate in 1999 was quite low. The year of epidemic and the stagnancy in the following year have parallels in that study.

When compared with the studies held both in our country and the in the world, It has also been noted in our study that caradrina that threatens sugar beet, is a major pest, and it caused pandemic in 2019.

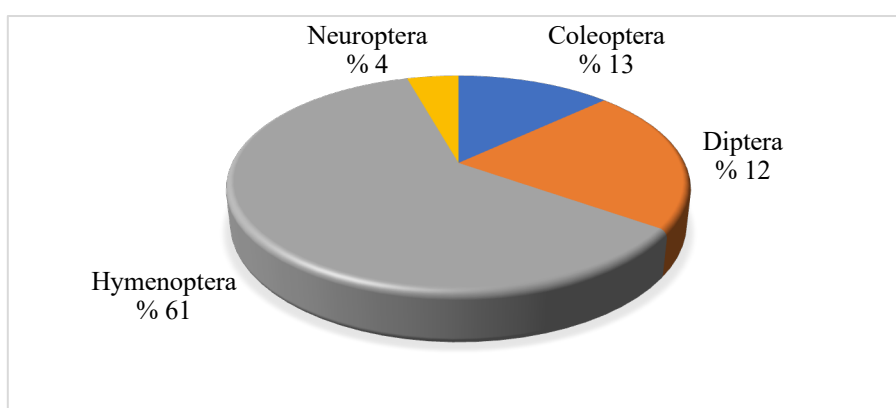
It has been observed that Caradrina that has more than 170 species of hosts in a total of 152 countries located in Africa, Asia, Euro, North America and in the Oceans has produced two generations in one year in our region. However, it has been notified that the number of generations has gone up to 5 in warmer areas (Capinera, 2008). Under the circumstances of Central Anatolia such as in Konya, 3 generations of pests have been observed (Kaya, 2019).

It has been noticed that in 2020 during which the pest has not caused epidemic, there was no need for the use of chemical pesticides, and this fact has also been backed up by other studies (Sunulu et al., 2020). While the pest completed its life time in 21 days, in this study it has been found that it has completed one stage in 57 days.

In addition to all these, it has been tried to identify the types of insects collected in beet fields for two years by means of sweep net sampling, and beneficial species that have been identified, have also been included in this study.

Such beneficial species fall under four different insect orders. *Chrysoperla carnea*; Coleoptera order, *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Psyllobora vigintiduopunctata* are noted under Neuroptera order ; *Srypus* sp., *Sphaerophoria scripta*, *S. turkmenica*, *Eristalinus aeneus* ve *Tipula* sp are noted under Diptera order; *Cotesia glomerata*, *Exeristes roborator*, *Endromopoda phragmitidis*, *Enicospilus merdarius*, *Exetastes laevigator*, *Itopectis viduata*, *Ophion pteridis*, *Pimpla spuria*, *Scambus nigricans*, *S. brevicornis* and *Sinophorus nitidus* are noted under Hymenoptera order.

Among such species, Hymenoptera ranks the first in terms of density by 61%, and it is followed by Diptera species by 22%, Coleoptera by 13 % and Neuroptera by 4%. Within Hymenoptera, Ichneumonidae family is one identified with the highest number of species (Figure 9). *Chrysoperla carnea*, *Coccinella septempunctata*, *Cotesia glomerata*, *Exeristes roborator* ve *Pimpla spuria* are the most encountered species.



**Figure 9. Rates of beneficial insects identified in this study**

Of the Ichneumonidae species, while *Endromopoda phragmitidis*, *Enicospilus merdarius*, *Exetastes laevigator*, *Itopectis viduata*, *Lissonota (Loxonota) histrio* and *Scambus brevicornis* and *Sinophorus nitidus* (Brischke, 1880) have been new records for the province of Erzincan.

Studies on the determination of harms of caradrina on sugar beet in our country are quite limited. There has been no such extensive study held in this region before.

This study will shed light on and provide fundamental data for the studies that will be undertaken in relation to sugar beet and integrated pest management.

## References

- Aarvik, L. (1981). The migrant moth *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera, Noctuidae) recorded in Norway. *Fauna Norvegica* 28: 90–92.
- Akbay, Ö.A. (2003). Türkiye’de Şeker Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Karlılığının Değerlendirilmesi. *TAEA Proje Raporu* Yayın No: 104, Ankara.
- Anonymous, (2008a.) Zirai Mücadele Teknik Talimatları, <https://www.tarimorman.gov.tr> (Accessed date: 11.12.2020).
- Anonymous, (2008b.) Teknik talimatlar, bitki hastalıkları ve yabancı ot zirai mücadele teknik talimatları, <https://bku.tarim.gov.tr> (Accessed date: 11.08.2021)
- Anonymous, (2014). 2014 Yılı Faaliyet raporu, [https://www.turkseker.gov.tr/data/dosyalar/Faaliyet\\_Raporlari](https://www.turkseker.gov.tr/data/dosyalar/Faaliyet_Raporlari) (Accessed date: 03.03.2020).
- Anonymous, (2019). Çayırılı, <http://www.erzincan.gov.tr/cayirli> (Accessed date: 11.12.2020).
- Anonymous, (2020). Sugar Beet, <http://acikders.ankara.edu.tr> (Accessed date: 09.10.2020).
- Atlıhan, R., Özgökçe, M.S. (2003). Determination of the pests and beneficial species on sugar beet in Van Province. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (1): 9–14.
- Atlıhan, R., Yardım, N., Özgökçe, S., Kaydan, B. (2003). Population dynamic and natural enemies of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Noctuidae: Lepidoptera) in potato fields in Van Province. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (1): 39–43.
- Capinera, J.L. (2008). Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Encyclopedia of Entomology* 434–437.
- Çetin, M., Saygın, S., Demir, H. (2020). The Impact of Agricultural Sector on Environmental Pollution: A Cointegration and Causality Analysis for Turkish Economy. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 17 (3): 329–345.
- Doğru, T. (2002). *Ichneumonidae (Hymenoptera) species in Turkey with their determined hosts. (Master’s thesis). Trakya University Institute of Natural and Applied Sciences Biology Department, Edirne, Turkey.*
- Erdinç, Z. (2017). The Development of Sugar Industry in Turkey and the Politics of Sugar Industry. *Anadolu University Journal of Social Sciences* 3 (17): 9–25.
- Eştürk, Ö. (2018). An assessment on importance and future of the sugar Industry in Turkey. *Anatolian Journal of Economics and Business* 2 (1): 67–81.
- Hassanein, M.H., Khalil, F.M., El-Naby, A.A. (1972). Abundance and population density of three lepidopterous insects in the Upper-Egypt (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* 55: 793–83.
- İyriboz, N.Ş. (1971). Pamuk Zararlıları ve Hastalıkları. Ticaret Matbaacılık T.A.Ş., İzmir, Turkey.
- Karadeniz, V. (2016). Geographical distribution of sugar beet agriculture in Erzincan province and its major problems. *The Journal of International Social* 9 (46): 327–338.
- Kaya, F. (2015). The effects of the Global and Regional Policies to Sugar in Turkey an example Ağrı Sugar Factory. *İstanbul University, Journal of Geography* 31: 41–46.
- Kaya, E. (2019). *Determination of population development and infestation rate of the beet armyworm [Spodoptera exigua (Lepidoptera: noctuidae)] in sugar beet fields in ilgin (Konya) district. (Master’s thesis). Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Konya, Turkey.*
- Kıray, Y. 1964. Çizgili Pamuk Yaprak Kurdu (Karadrina) (*Laphygma exigua* Hbn.) yaşayışı ve mücadelesi. *Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınları*. 20: 27 s.
- Konyalı, S. (2019). The Sugar Consumption Tendencies of University Students: The Case of Tekirdağ Namık Kemal University. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 16 (2): 163–172.
- Özgür, O.E. (2015). The Sugar Beet Crop. Ankara, 228 s.
- Stewart, S.D., Jr. Layton, M.B., Williams, M.R. (1996). Occurrence and control of beet armyworm outbreaks in the cotton belt. Proceedings, Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council of America, Memphis, TN. 846-848.
- Sunulu, S., Dumlupınar, Z., Yıldırım, M., Karabulut, O. 2020. A seasonal threat for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) production, beet Armyworm [*Spodoptera exigua* (Hübner)] (Lepidoptera: Noctuidae). *Black Sea Journal of Agriculture* 3 (4): 317–323.
- Yıldırım, E., Aslan, İ., Özbek, H. (1998). Important insect pest species in sugarbeet showing areas of Oltu sugar beet region chief office and their control. Geçmişten Geleceğe Oltu ve Çevresi Sempozyumu, 1-3 July, P 576-585, Erzurum, Turkey.
- Zheng, X.L., Cong, X.P., Wang, X., P., Lei, C.L. (2011). Pupation behaviour, depth, and site of *Spodoptera exigua*. *Bulletin of Insectology* 64 (2): 209–214.

## Do the Sociodemographic Factors and Body Mass Index Have an Impact on Food Safety Knowledge, Attitudes and Practices?

Sosyodemografik Faktörler ve Beden Kütle İndeksinin Gıda Güvenliği Bilgisi, Tutum ve Davranışları Üzerine Etkisi Var Mıdır?


Semra NAVRUZ VARLI<sup>1\*</sup>, Saniye BİLİCİ<sup>2</sup>

### Abstract

It was aimed to evaluate the relation between food safety knowledge, attitude, and behavior, with some socio-demographic factors and body mass index (BMI). The study was conducted on 1647 volunteer university students (1243 females and 404 males) attending at various universities in Ankara, Turkey. The data was collected via a questionnaire applied face to face interview which consisted of totally 95 items on demographic information (15 items), food safety knowledge (40 items), food safety attitude (15 items), and food safety behavior (25 items). Weight and height of the students were measured by the researches, and BMI was calculated and evaluated using World Health Organization classification. Food safety knowledge scores (FSKS) ( $27.3 \pm 5.54$  versus  $25.1 \pm 5.64$ ,  $p < 0.001$ ), food safety attitude scores (FSAS) ( $14.5 \pm 4.02$  versus  $12.6 \pm 4.36$ ,  $p < 0.001$ ) and food safety behavior scores (FSBS) ( $14.5 \pm 4.02$  versus  $12.6 \pm 4.36$ ,  $p < 0.001$ ) were found to be statistically higher in women than males. Total FSKS, FSAS, and FSBS were significantly higher in the students educated in the field of health compared to others. FSKS, FSAS, and FSBS of the obese group were significantly lower than normal weight and underweight groups. As BMI increased, FSKS, FSAS, and FSBS were significantly decreased ( $r = -0.106$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = -0.130$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = -0.095$ ,  $p < 0.001$ , respectively). The results of this study reveal the gender and BMI differences on food safety knowledge, food safety attitudes, and food safety practices, and also has shown positive impact of health education status. In order to increase food safety knowledge and to reflect this knowledge on attitudes and behaviors, it is thought that it will be beneficial to give priority to male students, students in the obese group, and students studying in the field of social and science in the trainings to be planned on the subject.

**Keywords:** Food safety, Knowledge, Attitude, Behavior, University students

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Semra NAVRUZ VARLI, Gazi University Faculty of Health Sciences Department of Nutrition and Dietetics, Ankara, Turkey. E-mail: [semranavruz@gazi.edu.tr](mailto:semranavruz@gazi.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-0698-6021

<sup>2</sup>Saniye BİLİCİ, Gazi University Faculty of Health Sciences Department of Nutrition and Dietetics, Ankara, Turkey. E-mail: [sgbilici@gazi.edu.tr](mailto:sgbilici@gazi.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-1235-0329

**Atıf/Citation:** Navruz Varlı S, Bilici S. Do The Sociodemographic Factors and Body Mass Index have An Impact on Food Safety Knowledge, Attitudes and Practices? *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 496-507.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin gıda güvenliği bilgi düzeyi, tutum ve davranışları ile bazı sosyodemografik faktörler ve beden kütle indeksi (BKİ) arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma Ankara'daki çeşitli üniversitelerde eğitim almakta olan 1243 kız ve 404 erkek olmak üzere toplam 1647 gönüllü öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma verileri yüzyüze görüşme yöntemi ile demografik bilgiler (15 madde), gıda güvenliği bilgileri (40 madde), gıda güvenliği tutumu (15 madde) ve gıda güvenliği davranışları (25 madde) ile ilgili bilgileri içeren toplam 95 maddeden oluşan bir anket aracılığıyla toplanmıştır. Öğrencilerin vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümleri araştırmacılar tarafından alınarak BKİ hesaplanmış ve Dünya Sağlık Örgütü sınıflaması kullanılarak değerlendirilmiştir. Kadınlarda gıda güvenliği bilgi puanı (GGBP) ( $27.3 \pm 5.54$  karşın  $25.1 \pm 5.64$ ,  $p < 0.001$ ), gıda güvenliği tutum puanı (GGTP) ( $14.5 \pm 4.02$  karşın  $12.6 \pm 4.36$ ,  $p < 0.001$ ) ve gıda güvenliği davranış puanı (GGDP) ( $14.5 \pm 4.02$  karşın  $12.6 \pm 4.36$ ,  $p < 0.001$ ) erkeklerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Toplam GGBP, GGTP ve GGDP'nin sağlık alanında eğitim alan öğrencilerde diğer alanlara kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Zayıf ve normal vücut ağırlığında olanlarla karşılaştırıldığında, obez grupta yer alan öğrencilerin gıda güvenliği bilgi, tutum ve davranışlarının her üçünden de aldıkları puan ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu belirlenmiştir. Beden kütle indeksi arttıkça gıda güvenliği bilgi, tutum ve davranış puanlarının tümünün istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir (sırasıyla,  $r = -0.106$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = -0.130$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = -0.095$ ,  $p < 0.001$ ). Çalışmanın sonuçları gıda güvenliği bilgi, tutum ve davranışları üzerine cinsiyet ve BKİ farklılıklarını ortaya koyduğu gibi sağlık eğitiminin pozitif etkisini de göstermiştir. Gıda güvenliği bilgisinin artırılması ve bu bilginin tutum ve davranışlara yansıtılması için konuyla ilgili planlanacak eğitimlerde özellikle erkekler, obez grupta olan öğrenciler ve sosyal/fen alanında eğitim alan öğrencilere öncelik verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda güvenliği, Bilgi, Tutum, Davranış, Üniversite öğrencileri

## 1. Introduction

Foodborne diseases are a public health concern and The World Health Organization (WHO) reports that approximately 600 million people, 1 in 10 people in the world, fall ill after eating contaminated food and 420 000 die every year (WHO, 2020). Centers for Disease Control and Prevention (CDC) estimates that 1 in 6 Americans suffer from contaminated foods or beverages, and 3000 people die from foodborne diseases each year. The US Department of Agriculture (USDA) estimates that foodborne diseases have a burden of \$15.6 billion each year to the economy (CDC, 2021). In addition, foodborne diseases constitute one of the most important causes of morbidity and mortality worldwide (Havelaar et al., 2015).

Food safety knowledge is important to prevent foodborne illness. Prevention of foodborne illnesses is one of the primary responsibilities of not only food retailers also for each consumer (Courtney et al., 2016; Schwartz, 1975). In some of the studies investigating the relationship between food safety knowledge, attitudes and behaviors, it has been reported that the behavior or practice of the individual depends on the knowledge of the individual, and there is a change in attitudes and behaviors by just providing knowledge (Rennie, 1995; Lim et al., 2016). On the contrary, some of the studies reported that knowledge, attitudes and behaviors are not positively related (Huang, 1995; Lima et al., 2016; Wilcock et al., 2004; Clayton et al., 2002). Recognizing that knowledge is essential to safe food handling, many studies have focused on improving the food safety education of consumers (Garayoa et al., 2005; Lin et al., 2005).

Although public awareness and concern about food related risks and diseases is increasing (Kaynarca ve Gümüş, 2020), the domestic food handlers still have not adequate food safety knowledge leading to inappropriate food handling practices (Farahat et al., 2015; McCarthy et al., 2007). Food safety knowledge and behaviors are being investigated as a priority among university youth whom are domestic food handlers and also parents of future (Lazou et al., 2012; Hassan and Dimassi, 2014; Sharif and Al-Malki, 2010; Ferk et al., 2016; Yarrow et al., 2009; Stein et al., 2010; Osaili et al., 2011; Sanlier and Konaklioglu, 2012; Garayoa et al., 2005; Al-Shabib et al., 2017; Byrd-Bredbenner et al., 2007). In a study conducted with 867 female students (mean age  $20.07 \pm 1.81$ ), it was shown that there was a positive relationship between food safety knowledge scores and class (Osaili et al., 2011). In a study conducted on totally 1340 students (18-24 years of age) in Turkey, it was determined that there was a positive correlation between attitudes and practices (Sanlier and Konaklioglu, 2012). In a study conducted in Spain with 562 university students (mainly in health sciences), it was found that students with high level of knowledge about food hygiene made better practices, but even these students were reported to show some high-risk behaviors related to food safety (Garayoa et al., 2005). In a study conducted on a total of 808 university students (average age  $21.1 \pm 2.9$ ) in Saudi Arabia, it was found that both male and female students exhibited comparable food safety knowledge and practices (Al-Shabib et al., 2017). In another study, researchers at Rutgers University reported that when they go to the homes where university students live, they evaluate the food safety and that the kitchens of these houses support the development and transport of foodborne pathogens (Byrd-Bredbenner et al., 2007).

In university student's dietary habits usually depend on lecture schedules attended by students and availability of food inside or in the vicinity of the university campus (Bernardo et al., 2021). As a result of the expansion in the fast-food market and lack of appropriate food courts, students usually skip meals, have inadequate variety of foods, and unhealthy snacking that causes obesity (Vila-Martí et al., 2021; Bernardo et al., 2021; Beaudry et al., 2019; Martínez-González et al., 2014). The beginning of the university matches with more freedom and independence and is often the first time that young people assume the responsibility to choose and prepare foods (Vila-Martí et al., 2021; Bernardo et al., 2021; Obande and Young, 2020; Yahia et al., 2008)

The Turkish society is a young society. University students represent the youthful age population of a community, and are prone to unhealthy eating habits and foods which might affect their wellbeing (Konyalı, 2019). It is reported that university students are more likely to perform risky food processing practices (Smigic et al., 2021) due to their future role as home makers, cooks and food handlers (Al-Shabib et al., 2017). In addition, considering the prevalence of obesity epidemics, which are common in university students, in this study it is aimed to investigate the relationship between food safety knowledge, attitude and behavior and some sociodemographic characteristics and BMI.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1. Study design**

This cross-sectional study was conducted on 1647 university students, including 404 males and 1243 female attending at various universities in Ankara, capital of Turkey. In this study, a probabilistic sampling method was used to represent the population. The participation of students in this study was conducted on a voluntary basis. The data was collected via a questionnaire applied face to face interview which consisted of totally 95 items on demographic information (15 items), food safety knowledge (40 items), food safety attitude (15 items), and food safety behavior (25 items). The data was collected between March and June 2018. Questionnaire was constructed and divided into four parts. Part I, was used to collect data on participants' general characteristics (gender, age, income, frequency of eating out of home, and foodborne illnesses). Part II, the food safety knowledge, Part III and IV were designed for evaluating the food safety attitudes and behaviors of the participants accordingly.

This study was performed in line with the principles of the Declaration of Helsinki. Informed consent was obtained from all individual participants included in the study. Approval was obtained from Gazi University Ethics Committee for the study (Date: 06/02/2018 Decision No: 2018-05).

### **2.2. Food safety knowledge questionnaire**

Food safety knowledge questionnaire included 40 questions to test the participants' knowledge of personal hygiene (6 items), kitchenware hygiene (7 items), food hygiene (13), cross contamination (6 items) and critical temperature for food storage (8 items). The respondents were required to choose either "true" or "false" and "have no idea" for each item and the score was given for each correct answer. Total food safety knowledge score (FSKS) was converted to percentiles. Values below the 25th percentile were considered low knowledge level. Values between the 25th and 75th percentiles were considered as moderate. Values above 75th percentile were considered as high level. The confidentiality coefficient (Cronbach alpha) was found as 0.808.

### **2.3. Food safety attitude questionnaire**

Food safety attitude questionnaire was designed for evaluating the food safety attitudes of the participants. Food safety attitudes consisted of 15 questions rated with 3-point Likert scale ranging from 1 (agree) to 3 (disagree). Total food safety attitude score (FSAS) was converted to percentiles. Values below the 50th percentile were considered bad attitude and values above the 50th percentile were considered good attitude. The confidentiality coefficient (Cronbach alpha) was found as 0.549.

### **2.4. Food safety behavior questionnaire**

Food safety behavior questionnaire was designed for evaluating the food safety behaviors of the participants. Food safety behaviors included 25 questions that tested the participants' behaviors of personal hygiene (4 items), kitchenware hygiene (5 items), food hygiene (10), cross contamination (2 items) and critical temperature for food storage (4 items). Food safety behaviors rated with 3-point Likert scale ranging from 1 (practice every day) to 3 (never practice). Food safety behavior score (FSBS) was converted to percentiles. Values below the 50th percentile were considered bad behavior and values above the 50th percentile were considered good behavior. The confidentiality coefficient (Cronbach alpha) was found as 0.730.

The measurement tools related to food safety, attitudes and behaviors in the questionnaire applied to individuals were created by the researchers after a detailed literature review on the subject (Lee et al., 2017; Sanlier and Konaklioglu, 2012; Lim et al., 2016). A self-administered questionnaire was given to participants; whereas the students were assisted by a trained researches in answering the questionnaire. A pilot study was performed on 30 university students, who were not included in the actual experiment. The questionnaire was pilot tested and modified to be compatible with the community. Turkish language was used and the questionnaire took about 15 min to complete.

### **2.5. Statistical analysis**

Data analysis was conducted using the SPSS 22.0 statistics package program. The  $p < 0.05$  value was accepted as the determinant of significance. The mean ( $\bar{x}$ ), standard deviation (SD), and percentage (%) values were calculated. Student's t-test was employed to compare the two groups. One-way ANOVAs with Tamhanes T2 post-



hoc comparisons (with no assumption of equal group size or homogeneity of variance) were conducted to compare the three groups. One-way ANOVAs with Scheffe post-hoc comparisons (with assumption of equal group size or homogeneity of variance) were conducted to compare the three groups. The relationships between the BMI score and other variables were determined using the simple linear regression analysis test.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Demographic characteristics of students

A total of 1647 university students, 404 males and 1243 female, participated in the study. Approximately half of the individuals (46.1%) are educated in health sciences, 36.5% in science and 17.4% in social areas. The average age of the subjects was 21.3±1.83. The mean BMI was found to be 22.0±3.11. The frequency of eating out of the home was 3.5±2.17 times per week.

More than half of students (56.3%) had moderate levels of food safety knowledge and 21% high level and 22.6% low level. Most of students (62.3%) had good attitude. More than half of students (57.2%) had good behavior.

#### 3.2. Food safety knowledge, attitude, and behavior scores of the students according to gender

Table 1 shows the mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD) values of the knowledge, attitude and behavior scores of the individuals about food safety according to gender. The mean food safety knowledge scores of women were higher than men ( $p<0.001$ ). In addition, women's personal hygiene, equipment hygiene, food hygiene, cross-contamination prevention knowledge scores were significantly higher than males ( $p<0.001$ ). When the food safety behavior scores of the individuals were evaluated, it was determined that women's personal hygiene, equipment hygiene, food hygiene, keeping at a safe temperature and total behavior scores were significantly higher than males. The mean food safety attitude score was 8.5±2.31 in women and 7.1±2.48 in men ( $t=-10.006$ ,  $p<0.001$ ).

**Table 1. Mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD) values of the food safety knowledge, attitude and behavior scores of the individuals according to gender**

	Male (n:404)	Female (n:1243)	t	p
	$\bar{x}\pm SD$	$\bar{x}\pm SD$		
<b>Food safety knowledge score</b>				
Personal hygiene score	4.8±1.14	5.2±0.95	-6.508	0.000*
Equipment hygiene score	4.0±1.67	4.8±1.55	-8.755	0.000*
Food hygiene score	7.3±2.07	7.7±2.01	-2.723	0.007**
Cross contamination score	4.2±1.46	4.8±1.33	-7.592	0.000*
Safe temperature score	4.5±1.78	4.6±1.85	-1.133	0.257
Total score	25.1±5.64	27.3±5.54	-6.892	0.000*
<b>Food safety attitude score</b>				
Personal hygiene score	2.4±1.31	2.6±1.19	-2.615	0.009**
Equipment hygiene score	2.6±1.28	3.1±1.19	-7.561	0.000*
Food hygiene score	5.0±2.06	5.8±1.95	-7.491	0.000*
Cross contamination score	0.5±0.53	0.5±0.51	1.021	0.307
Safe temperature score	1.9±1.22	2.3±1.16	-6.030	0.000*
Total score	12.6±4.36	14.5±4.02	-8.228	0.000*
<b>Food safety behavior score</b>				
	7.1±2.48	8.5±2.31	-10.006	0.000*

\* $p<0.001$ , \*\* $p<0.01$

#### 3.3. Relationship between age, BMI, food safety knowledge, attitude, and behavior scores of students

The relationships between age, BMI, knowledge, attitude and behavior scores of the students is shown in Table 2. BMI values of individuals are correlated with FSKS, FSAS and FSBS inversely. FSKS, FSAS and FSBS were significantly decreased as BMI increased ( $r=-0.106$ ,  $p<0.001$ ;  $r=-0.130$ ,  $p<0.001$ ;  $r=-0.095$ ,  $p<0.001$ , respectively). As FSKS increases, FSAS and FSBS increase significantly ( $r=0.513$ ,  $p<0.001$  and  $r=0.433$ ,  $p<0.001$ ). As FSAS increases, FSBS increases significantly ( $r=0.465$ ,  $p<0.001$ ).

**Table 2. The relationships between age, BMI, knowledge, attitude and behavior scores of the students (r)**

	BMI	FSKS <sup>a</sup>	FSAS <sup>b</sup>	FSBS <sup>c</sup>
Age	0.131*	0.016	-0.022	-0.003
BMI		-0.106*	-0.130*	-0.095*
FSKS			0.513*	0.433*
FSAS				0.465*

\*p<0.001, <sup>a</sup>FSKS: Food safety knowledge score, <sup>b</sup>FSAS: Food safety attitude score, <sup>c</sup>FSBS: Food safety behavior scores

**3.4. Food safety knowledge, attitude, and behavior scores according to students' body mass index groups**

FSKS, FSAS and FSBS were significantly lower in obese individuals according to normal body weight and underweight individuals, Food safety knowledge test subgroups scores were found to be significantly lower in obese subjects than in other groups (except when keeping food at safe temperature) (p<0.01). It was found that equipment and food hygiene scores of food safety behavior test subgroups were significantly lower in obese individuals compared to other groups (Table 3).

**Table 3. Mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD) values of the food safety knowledge, attitude and behavior scores of the individuals according to BMI groups**

	Underweight (n:180)	Normal (n:1192)	Overweight (n:275)	Anova		Post-Hoc Test	
	$\bar{x}\pm SD$	$\bar{x}\pm SD$	$\bar{x}\pm SD$	F	p	Differences (Scheffe, Tamhane T2)	p
<b>Food safety knowledge score</b>							
Personal hygiene score	5.3±0.92 <sup>a</sup>	5.1±1.00 <sup>b</sup>	4.9±1.09 <sup>c</sup>	7.060	0.001**	a-c b-c	0.002 0.014
Equipment hygiene score	4.8±1.52 <sup>a</sup>	4.6±1.61 <sup>b</sup>	4.4±1.69 <sup>c</sup>	3.996	0.019***	a-c b-c	0.048 0.041
Food hygiene score	7.8±1.92 <sup>a</sup>	7.6±2.04 <sup>b</sup>	7.3±2.02 <sup>c</sup>	3.935	0.020***	a-c	0.026
Cross contamination score	4.8±1.33 <sup>a</sup>	4.7±1.36 <sup>b</sup>	4.4±1.51 <sup>c</sup>	5.494	0.004**	a-c b-c	0.015 0.016
Safe temperature score	4.7±1.89	4.6±1.83	4.6±1.82	0.224	0.799		
<i>Total score</i>	27.5±5.32 <sup>a</sup>	26.8±5.61 <sup>b</sup>	25.8±5.90 <sup>c</sup>	5.428	0.004**	a-c b-c	0.008 0.030
<b>Food safety attitude score</b>							
Personal hygiene score	2.7±1.18	2.6±1.23	2.4±1.22	1.804	0.165		
Equipment hygiene score	3.2±1.19 <sup>a</sup>	3.0±1.23 <sup>b</sup>	2.8±1.23 <sup>c</sup>	6.654	0.001**	a-c b-c	0.002 0.015
Food hygiene score	5.9±1.96 <sup>a</sup>	5.6±1.97 <sup>b</sup>	5.3±2.21 <sup>c</sup>	5.348	0.005**	a-c	0.007
Cross contamination score	0.55±0.50	0.53±0.51	0.61±0.53	2.271	0.104		
Safe temperature score	2.3±1.11	2.2±1.19	2.1±1.22	1.505	0.222		
<i>Total score</i>	14.8±3.77 <sup>a</sup>	14.1±4.18 <sup>b</sup>	13.4±4.39 <sup>c</sup>	6.081	0.002**	a-c b-c	0.003 0.039
<b>Food safety behavior score</b>	8.5±2.27 <sup>a</sup>	8.3±2.37 <sup>b</sup>	7.5±2.65 <sup>c</sup>	12.214	0.000*	a-c b-c	0.000 0.000

\*p<0.001, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.05. Tamhane T2 were conducted cross-contamination and safe temperature subgroups for Food safety knowledge score and food hygiene subgroups for Food safety behavior scores and Food safety attitude score. Scheffe were conducted all other groups.

### 3.5. Food safety knowledge, attitude, and behavior scores according to the field of education of students

FSKS, FSAS and FSBS were significantly higher in individuals who were educated in the field of health sciences according to science and social areas. All food safety knowledge test subgroup scores were found to be significantly higher in the individuals who received education in the field of health than the other groups ( $p < 0.001$ ). It was found that equipment and food hygiene scores of the subgroups of food safety behavior test were statistically significantly higher in the health educated individuals compared to the other groups. Those who received education in the field of science were found to be higher than those in the social field ( $p = 0.031$ ) (Table 4).

**Table 4. Mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD) values of the food safety knowledge, attitude and behavior scores of the individuals according to the field of education**

	Health (n:759)	Social (n:286)	Science (n:602)	Anova		Post-Hoc Test	
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	F	P	Differences (Scheffe, Tamhane T2)	P
<b>Food safety knowledge score</b>							
Personal hygiene score	5.3±0.85 <sup>a</sup>	4.9±1.11 <sup>b</sup>	4.9±1.09 <sup>c</sup>	31.786	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000
Equipment hygiene score	4.9±1.55 <sup>a</sup>	4.3±1.58 <sup>b</sup>	4.3±1.64 <sup>c</sup>	31.336	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000
Food hygiene score	8.2±2.16 <sup>a</sup>	6.9±1.65 <sup>b</sup>	7.2±1.81 <sup>c</sup>	64.769	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000
Cross contamination score	4.9±1.29 <sup>a</sup>	4.4±1.46 <sup>b</sup>	4.4±1.40 <sup>c</sup>	29.346	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000
Safe temperature score	5.1±1.84 <sup>a</sup>	3.8±1.64 <sup>b</sup>	4.3±1.71 <sup>c</sup>	72.377	0.000*	a-b a-c b-c	0.000 0.000 0.000
<i>Total score</i>	28.7±5.67 <sup>a</sup>	24.5±4.64 <sup>b</sup>	25.3±5.23 <sup>c</sup>	95.354	0.000*	a-b a-c b-c	0.000 0.000 0.031
<b>Food safety attitude score</b>							
Personal hygiene score	2.6±1.19	2.5±1.21	2.6±1.26	2.118	0.121		
Equipment hygiene score	3.1±1.19 <sup>a</sup>	2.9±1.25 <sup>b</sup>	2.9±1.26 <sup>c</sup>	5.924	0.003**	a-b a-c	0.047 0.008
Food hygiene score	5.9±2.00 <sup>a</sup>	5.4±1.95 <sup>b</sup>	5.3±1.99 <sup>c</sup>	21.166	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000
Cross contamination score	0.52±0.51	0.55±0.51	0.58±0.53	2.747	0.064		
Safe temperature score	2.3±1.18	2.1±1.22	2.2±1.18	1.605	0.201		
<i>Total score</i>	14.6±4.05 <sup>a</sup>	13.5±4.15 <sup>b</sup>	13.6±4.30 <sup>c</sup>	11.654	0.000*	a-b a-c	0.001 0.000
<b>Food safety behavior score</b>							
	8.7±2.42 <sup>a</sup>	7.7±2.30 <sup>b</sup>	7.8±2.35 <sup>c</sup>	33.566	0.000*	a-b a-c	0.000 0.000

\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$ . Tamhane T2 were conducted for *Food safety knowledge score* and all subgroups. Scheffé were conducted *Food safety behavior scores*, all subgroups and *Food safety attitude score*.

### 3.6. Regression model of food safety knowledge, attitude, and behavior scores according to BMI

The regression model of food safety knowledge, attitude and behavior scores of the individuals according to BMI is given in Table 5. One point increase in FSKS, FSAS and FSBS decreased the BMI by 0.059, 0.167 and 0.071 points, respectively ( $p < 0.001$ ).

In this study, some information about food safety knowledge, attitude and behavior of a group of university students is presented. Previous studies have found that young adults deprived of important food safety information (Endres et al., 2001; Unklesbay et al., 1998). As stated in a new study on the food safety perceptions of university students (Vainio et al., 2020), it is understood that today consumers still need to be informed about the types of food safety risks. In a recent study, university students who estimated their food safety knowledge to be good also had more scores of correct answers. Experience of food safety education statistically correlated positively with a higher number of correct answers to the knowledge questions (Marklinder et al., 2020). Although young adults report food safety attitudes and practices relatively more positively, this could not correspond to real safe food processing practices (Byrd-Bredbenner et al., 2007). The generally accepted idea is that young adults often enter unsafe food behaviors (Chuang et al., 2021; Burke et al., 2016; Osaili et al., 2011; Morrone and Rathburn, 2003). Considering that incorrect food processing behaviors are the most important cause of foodborne diseases (Wang et al., 2021), the important point here is that: it is not enough to have food safety knowledge, it is important that this information could change attitudes and be reflected in behaviors.

**Table 5. The regression model of food safety knowledge, attitude and behavior scores of the individuals according to BMI**

	$\beta$	SE	t	p
FSKS <sup>a</sup>	-0.059	0.014	-4.338	0.000*
FSAS <sup>b</sup>	-0.167	0.031	-5.316	0.000*
FSBS <sup>c</sup>	-0.071	0.018	-3.873	0.000*

\*p<0.001, <sup>a</sup>FSKS: Food safety knowledge score, <sup>b</sup>FSAS: Food safety attitude score, <sup>c</sup>FSBS: Food safety behavior scores

In order to develop effective strategies to reduce foodborne diseases, it is important to understand in detail the main reasons affecting consumer behavior (Wang et al., 2021) related to all food handling processes such as food cleaning, disinfecting, thawing, cooking, cooling and reheating. There are opinions that food safety knowledge can have a direct positive effect on behaviors or indirectly affect behaviors by changing attitudes (Kwol et al., 2020). In a study conducted with university students living in residence halls, a positive relationship was found between food safety knowledge and attitude, but no significant relationship was found with behavioral scores (Obande and Young, 2020). It has been reported that some education programs can significantly increase food safety knowledge and positively affect food safety behaviors (Marklinder et al., 2020). However, it is widely defended that the direct relationship between food safety knowledge and food safety behavior is weak and that the increase in food safety knowledge and behavior change are not always parallel (Kwol et al., 2020; Rossi et al., 2017). In a study in which the relationship between food safety knowledge, attitude and practices was investigated by structural modeling, a statistically significant relationship was found between knowledge and attitude. In addition, food safety knowledge and attitudes were found to significantly affect safe food preparation practices (Mihalache et al., 2021). Similarly, in this study, as food safety knowledge increases, attitudes and behaviors increase significantly (respectively,  $r=0.513$ ,  $r=0.433$ ,  $p<0.001$ ). As food safety attitudes increases, behaviors increases significantly ( $r=0.465$ ,  $p<0.001$ ).

Food safety behaviors may differ according to gender, years of education and food safety knowledge level (Azanaw et al., 2021). In a study, women have high knowledge of food safety (7.66 versus 7.44 correct answers of 12 questions), but differences between men and women were not statistically significant (Marklinder et al., 2020). Although there are some studies stating that food safety knowledge and behaviors do not differ by gender (Marklinder et al., 2020; Unusan 2007), it is generally reported in the literature that women's food safety knowledge, attitudes and behaviors are better (Chuang et al., 2021; Moreb et al., 2017; Bearth et al., 2014; Mullan et al., 2015; Byrd-Bredbenner et al., 2007). Similar to previous findings in the literature, in this study, total food safety knowledge, attitude, and behavior scores were found to be statistically higher female than male students. The role of young women in the prevention of foodborne diseases is very important because of their future role as food preparers for household members (Byrd-Bredbenner et al., 2007; Subba Rao et al., 2009). Also, women have a great share in their children's learning of food safety information. In a recent study investigating the source of food safety information, 80% of students who chose "family and friends" as the primary food safety knowledge source stated that they learned food safety information from their mothers (Marklinder et al., 2020). Male students have been shown to be at significantly greater risk when handling potentially risky foods, reheating meals, and cleaning food contact surfaces. So much so that 65% of men stated that they thought that tasting raw ground beef

before cooking would not pose a risk (Lange et al., 2016). Similarly, in a study conducted with the students of the faculty of agriculture, it was shown that male students are at higher risk in food processing (Radulovic et al., 2021). Nevertheless, it is stated that training programs aimed at young men can be used to improve the food safety knowledge of men in order to eliminate this inequality between men and women.

In a study, significant correlation was shown between food safety knowledge score and education (Azanaw et al., 2021). Students' knowledge of food safety may increase over time as they have more learning opportunities. In a study found that university students aged 26 and older had a statistically significant higher knowledge of food safety compared to younger students (aged 18 to 25) (Chuang et al., 2021). In a study, it was determined that university students in 3rd and 4th grades had better attitudes about food safety compared to 1st and 2nd grade university students. It has been stated that the education given at the university is effective in raising awareness about food safety and changing behavior among young people (Radulovic et al., 2021). In another study, no statistically significant difference was found between the food safety knowledge level of university students in the 18-30 age group and adults in the 31-64 age group (Marklinder et al., 2020). Perhaps, the food safety education that young individuals will receive at the university "under the roof of a school" before they start working life will be more permanent in their memories as a wealth of knowledge that will be used throughout their lives.

It was found that total food safety knowledge, attitude and behavior scores were significantly higher in the students who were educated in the field of health (food science, nutrition and dietetics, doctors, nurses) according to others in the study. This result is not surprising since students studying in health-related departments of the universities have received information on food safety, supporting findings were also obtained in a recent study (Smigic et al., 2021). Experienced in food safety education and practice has been associated with a higher food safety knowledge score (Chuang et al, 2021; Smigic et al., 2021; Marklinder et al., 2020), which highlights the importance of educational initiatives among young adults in terms of food safety. In a systematic review of research conducted in developed countries, it was found that various food safety education interventions were effective in improving consumer knowledge, attitudes and behaviors in different contexts (Young et al., 2015). One of the examples of effective food safety education interventions targeting young adult populations is a multi-faceted social marketing campaign on university campuses (Abbot et al., 2012), and the other is a visual and instructive message on salmonellosis prevention (Trifiletti et al., 2012).

To our knowledge, there is no detailed study on the relationship between body mass index and food safety knowledge, attitude, and behaviors. In this study, all food safety scores of students in the obese group were significantly lower than other BMI groups. Based on this result, it may be say that the awareness of food safety of obese students is much less than those of normal weight and underweight students.

#### **4. Conclusions**

The basic information and practices of food safety of the society should be evaluated in order to prevent both health risks and economic losses caused by foodborne diseases. It is important to develop recommendations for the solution of the current problems. The data obtained from this study showed that food safety education is still needed in the target group, especially male students, obese students, and students studying science, social and engineering. The school and university environment will be the best places for an effective food safety training program giving information about personal hygiene, equipment hygiene, food hygiene, prevention of cross contamination, safe temperature applications to food as well as foodborne diseases and other factors contributing to prevention strategies. It will not only be sufficient to give education, but also to make efforts to internalize this information and to reflect it on behaviors.

#### **Acknowledgment**

The authors thank to all university students who agreed to participate in the present study.

## References

- Abbot, J. M., Policastro, P., Bruhn, C., Schaffner, D.W., Byrd-Bredbenner, C. (2012). Development and evaluation of a university campus-based food safety media campaign for young adults. *Journal of Food Protection* 75(6):1117-1124.
- Al-Shabib, N. A., Husain, F. M., Khan, J. M. (2017). Study on food safety concerns, knowledge and practices among university students in Saudi Arabia. *Food Control* 73:202-208.
- Azanaw, J., Dagne, H., Andualem, Z., Adane, T. (2021). Food Safety Knowledge, Attitude, and Practice of College Students, Ethiopia, 2019: A Cross-Sectional Study. *BioMed Research International*.
- Bearth, A., Cousin, M. E., Siegrist, M. (2014). Poultry consumers' behaviour, risk perception and knowledge related to campylobacteriosis and domestic food safety. *Food Control* 44:166-176.
- Beaudry, K.M., Ludwa, I.A., Thomas, A.M., Ward, W.E., Falk, B., Josse, A.R. (2019). First-year university is associated with greater body weight, body composition and adverse dietary changes in males than females. *PLoS ONE* 14:e0218554.
- Bernardo, G.L., Rodrigues, V.M., Bastos, B.S., Uggioni, P.L., Hauschild, D.B., Fernandes, A.C., et al. (2021). Association of personal characteristics and cooking skills with vegetable consumption frequency among university students. *Appetite* 166:105432
- Burke, T., Young, I., Papadopoulos, A. (2016). Assessing food safety knowledge and preferred information sources among 19-29 year olds. *Food Control* 69:83-89.
- Byrd-Bredbenner, C., Maurer, J., Wheatley, V., Cottone, E., Clancy, M. (2007). Food safety hazards lurk in the kitchens of young adults. *Journal of Food Protection* 70(4) 991-996.
- Byrd-Bredbenner, C., Maurer, J., Wheatley, V., Schaffner, D., Bruhn, C., Blalock, L. (2007). Food safety self-reported behaviors and cognitions of young adults: results of a national study. *Journal of Food Protection* 70(8):1917-1926.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2021). CDC and Food Safety, <https://www.cdc.gov/foodsafety/cdc-and-food-safety.html>, (accessed date: 23.02.2022).
- Clayton, D. A., Griffith, C. J., Price, P., Peter, A. C. (2002). Food handler's beliefs and self-reported practices. *International Journal of Environment Health Research* 12:25-39.
- Chuang, H., Thomas, M., Feng, Y. (2021). Young adult food safety knowledge gaps and perceptions of roommates' food handling practices: A survey of university students in Indiana. *Food Control* 126:108055.
- Courtney, S. M., Majowicz, S. E., Dubin, J. A. (2016). Food safety knowledge of undergraduate students at a Canadian university: results of an online survey. *BMC Public Health* 16:1147.
- Endres, J., Welch, T., Perseli, T. (2001). Use of a computerized kiosk in an assessment of food safety knowledge of high school students and science teachers. *Journal of Nutrition Education* 33(1):37-42.
- Farahat, M. F., El-Shafie, M. M., Waly, M. I. (2015). Food safety knowledge and practices among Saudi women. *Food Control* 47:427-435.
- Ferk, C. C., Calder, B. L., Camire, M. E. (2016). Assessing the food safety knowledge of university of Maine students. *Journal of Food Science Education* 15(1):14-22.
- Garayoa, R., Cordoba, M., García-Jalon, I., Sanchez-Villegas, A., and Vitas, A. I. (2005). Relationship between consumer food safety knowledge and reported behavior among students from health sciences in one region of Spain. *Journal of Food Protection* 68(12):2631-2636.
- Hassan, H. F., Dimassi, H. (2014). Food safety and handling knowledge and practices of Lebanese university students. *Food Control* 40:127-133.
- Havelaar, A. H., Kirk, M. D., Togerson, P. R., Gibb, H. J., Hald, T., Lake, R. J., Praet, N., Bellinger, D. C., de Silva, N. R., Gargouri, N., et al. (2015). World health organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010. *PLoS Medicine* 12(12):e1001923.
- Huang, S. Y. (1995). A study of F and B employees food sanitation knowledge, attitude and behaviour in Taiwan, Fu Jen. *Journal of Human Ecology* 1(1):53-71.
- Kaynarca, G. B., Gümüş, T. (2020). Fermente Sucukların Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Gamma Işınlamanın Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 304-317.
- Konyalı, S. (2019). The sugar consumption tendencies of university students: The case of Tekirdağ Namık Kemal University. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 163-172.
- Kwol, V.S., Eluwole, K.K., Avci, T., Lasisi, T.T. (2020). Another look into the Knowledge Attitude Practice (KAP) model for food control: An investigation of the mediating role of food handlers' attitudes. *Food Control* 110:107025.
- Lange, M., Göransson, H., Marklinder, M. (2016). Self-reported food safety knowledge and behaviour among Home and Consumer Studies students. *Food Control* 67:265-272.
- Lazou, T., Georgiadis, M., Pentieva, K., McKeivitt, A., Iossifidou, E. (2012). Food safety knowledge and food-handling practices of Greek university students: a questionnaire-based survey. *Food Control* 28(2):400-411.

- Lee, H. K., Halim, H. A., Thong, K., Chai, L. C. (2017). Assessment of Food Safety Knowledge, Attitude, Self-Reported Practices, and Microbiological Hand Hygiene of Food Handlers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(1):55.
- Lim, T. P., Chyea, F. Y., Sulaimana, M. R., Sukib, N. M., Lee, J. S. (2016). A structural modeling on food safety knowledge, attitude, and behaviour among Bum Bum Island community of Semporna, Sabah. *Food Control* 60:241-246.
- Lin, C.-T.J., Jensen, K. L., Yen, S. T. (2005). Awareness of foodborne pathogens among US consumers. *Food Quality and Preference* 16:401-412.
- Moreb, N. A., Priyadarshini, A., Aiswal, A. K. (2017). Knowledge of food safety and food handling practices amongst food handlers in the republic of Ireland. *Food Control* 80:341-349.
- Marklinder, I., Ahlgren, R., Blücher, A., Ehn Börjesson, S. M., Hellkvista, F., Moazzamie, M., et al. (2020). Food safety knowledge, sources thereof and self-reported behaviour among university students in Sweden. *Food Control* 113:107130.
- Martínez-González, L., Fernández, T., Molina de la Torre, A.J., Ayán, C., Bueno, A., Capelo, R., et al. (2014). Prevalence of eating disorders in Spanish university students and associated factors: Unihcos project. *Nutrición Hospitalaria*. 30:927-934.
- McCarthy, M., Brennan, M., Kelly, A., Ritson, C., De Boer, M., Thompson, N. (2007). Who is at risk and what do they know? Segmenting a population on their food safety knowledge. *Food Quality and Preference* 18:205-217.
- Mihalache, O.A., Dumitracu, L., Nicolau, A.I., Borda, D. (2021). Food safety knowledge, food shopping attitude and safety kitchen practices among Romanian consumers: A structural modelling approach. *Food Control* 120:107545.
- Morrone, M., Rathburn, A. (2003). Health education and food safety behavior in the university setting. *Journal of Environmental Health* 65(7):9-15, 28.
- Mullan, B., Wong, C., Todd, J., Davis, E., Kothe, E. J. (2015). Food hygiene knowledge in adolescents and young adults. *British Food Journal* 117(1):50-61.
- Obande, D., Young, I. (2020). Safe food refrigeration knowledge, attitudes, and practices of university students. *British Food Journal* 122(4):1085-1098
- Osaili, T. M., Obeidat, B. A., Abu Jamous, D. O. A., Bawadi, H. A. (2011). Food safety knowledge and practices among college female students in north of Jordan. *Food Control* 22:269-276.
- Radulovic, A., Marklinder, I., Mirkovic, M., Miocinovic, J., Soja, S.J. (2021). Food safety at home: Serbian students. *British Food Journal* 123(11):3689-3703.
- Rennie, D. M. (1995). Health education model and food hygiene education. *Journal of Royal Social Health* 115:75-79.
- Rossi, M.D S. C., Stedefeldt, E., da Cunha, D. T., de Rosso, V.V. (2017). Food safety knowledge, optimistic bias and risk perception among food handlers in institutional food services. *Food Control* 73: 681-688.
- Sanlier, N., Konaklioglu E. (2012). Food safety knowledge, attitude and food handling practices of students. *British Food Journal* 114(4):469-480.
- Schwartz, N. E. (1975). Nutrition knowledge, attitude and practices of high school graduates. *Journal of American Dietary Association* 66:28-31.
- Sharif, L., Al-Malki, T. (2010). Knowledge, attitude and practice of Taif University students on food poisoning. *Food Control* 21(1):55-60.
- Smigic, N., Lazarov, T., Djekic, I. (2021). Does the university curriculum impact the level of students' food safety knowledge? *British Food Journal* 123(2):563-576.
- Stein, S. E., Dirks, B. P., Quinlan, J. J. (2010). Assessing and addressing safe food handling knowledge, attitudes, and behaviours of college undergraduates. *Journal of Food Science Education* 9(2):47-52.
- Subba Rao, G. M., Sudershan, R. V., Rao, P., Vishnu Vardhana Rao, M., Polasa, K. (2009). Focus group studies on food safety knowledge, perceptions, and practices of school-going adolescent girls in south India. *Journal of Nutrition Education and Behavior* 41:340-346.
- Trifiletti, E., Crovato, S., Capozza, D., Visintin, E. P., Ravarotto, L. (2012). Evaluating the effects of a message on attitude and intention to eat raw meat: salmonellosis prevention. *Journal of Food Protection* 75(2):394-399.
- Unklesbay, N., Sneed, J., Toma, R. (1998). College students' attitudes, practices, and knowledge of food safety. *Journal of Food Protection* 61(9):1175-1180.
- Unusan, N. (2007). Consumer food safety knowledge and practices in the home in Turkey. *Food Control* 18(1):45-51.
- Vainio, A., Kaskela, J., Finell, E., Ollila, S., Lunden, J. (2020). Consumer perceptions raised by the food safety inspection report: Does the smiley communicate a food safety risk? *Food Control* 110:106976.
- Vila-Martí, A., Elio, I., Sumalla-Cano, S. (2021). Eating Behavior during First-Year College Students, including Eating Disorders—RUVIC-RUNEAT-TCA Project. Protocol of an Observational Multicentric Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18:9457.

- Wang, M., Huang, L., Liang, X., Bai, L. (2021). Consumer knowledge, risk perception and food-handling behaviors-A national survey in China. *Food Control* 122:107789.
- Wilcock, A., Pun, M., Khanona, J., Aung, M. (2004). Consumer attitudes, knowledge and behaviour: a review of food safety issues. *Trends in Food Science and Technology* 15:56-66.
- World Health Organization (WHO). (2020). Food Safety; Geneva, Switzerland, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/en/>, (accessed date: 23.02.2022)
- Yahia, N., Achkar, A., Abdallah, A., Rizk, S. (2008). Eating habits and obesity among Lebanese university students. *Nutrition Journal* 7:32.
- Yarrow, L., Remig, V. M., Higgins, M. M. (2009). Food safety educational intervention positively influences college students' food safety attitudes, beliefs, knowledge, and self-reported practices. *Journal of Environmental Health* 71(6):30-35.
- Young, I., Waddell, L., Harding, S., Greig, J., Mascarenhas, M., Sivaramalingam, B., Pham, M. T., Papadopoulos, A. (2015). A systematic review and meta analysis of the effectiveness of food safety education interventions for consumers in developed countries. *BMC Public Health* 15(1):822.




## Production of Hull-less Mutant of Pumpkin Seed Under Different Abiotic Conditions


Soma GÁSPÁR<sup>1</sup>, Oqba BASAL<sup>1\*</sup>, Attila SIMKÓ<sup>1</sup>, László KISS<sup>1</sup>, Dóra FROMMER<sup>1</sup>, Szilvia VERES<sup>1</sup>


### Abstract


Pumpkin seeds are crucial for both human and animal nutrition. Furthermore, the importance of pumpkin seed oil, the snack seed trade and even the medicinal uses of pumpkin seed products have been taken into account for the attempts to improve oil pumpkin seed yield, seed quality and other parameters. The climatic conditions may have a considerable effect on both the vegetative and the reproductive growth as well, and can influence the quality and quantity of the yield. Large-scale field experiment was set up to investigate the climatic sensitivity of hull-less pumpkins. Three groups of fields in different regions of Eastern-Hungary; Southern, Northern and Middle regions were involved in this study. Monthly average temperature and precipitation and soil chemical characteristics were analyzed. Based on the results, the lowest yield was achieved in the Northern region, potentially because of the higher amount of precipitation during the vegetation period. The higher precipitation can possibly increase the sensitivity of pumpkin plants to diseases. The highest amount of the seeds was achieved in the Middle region, where the distribution of the rainfall was moderate. From the investigated soil parameters, the pH had a measurable effect on the final seed yield. It could be concluded that higher precipitation and lower pH can lower pumpkin seed yield. Maximum yield might rely on continuously monitoring the soil moisture status and on the irrigation scheduling management, in addition to the nutrient availability in the soil. Further studies, however, are necessary to prove these hypotheses and to provide more useful data.


**Keywords:** *Cucurbita pepo*, Precipitation, Soil pH, Temperature, Yield


<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Oqba Basal, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [oqbabasal@gmail.com](mailto:oqbabasal@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-2396-6591

<sup>1</sup> Soma GÁSPÁR, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [soma.g.soma2021@gmail.com](mailto:soma.g.soma2021@gmail.com)  OrcID: 0000-0001-8000-8018.

<sup>1</sup> Attila SIMKÓ, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [simko.attila@agr.unideb.hu](mailto:simko.attila@agr.unideb.hu)  OrcID: 0000-0002-8591-8085.

<sup>1</sup> László KISS, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [kiss.laszlo20212022@gmail.com](mailto:kiss.laszlo20212022@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-9700-8919.

<sup>1</sup> Dóra FROMMER, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [dr.oqba.basal@gmail.com](mailto:dr.oqba.basal@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-5797-9729.

<sup>1</sup> Szilvia VERES, University of Debrecen, faculty of agricultural and food sciences and environmental management, Debrecen, Hungary. E-mail: [szveres@agr.unideb.hu](mailto:szveres@agr.unideb.hu)  OrcID: 0000-0003-4509-789X.

**Atıf/Citation:** Gaspar, S., Basal, O., Simko, A., Kiss, L., Frommer, D., Veres, S. Production of Hull-less Mutant of Pumpkin Seed Under Different Abiotic Conditions. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 508-514.

## 1. Introduction

Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) is a really crucial plant species for human and animal nutrition, with more value being in the seed rather than the flesh of the pumpkins. Hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L. convar. pepo var. styriaca Greb.) (Naked or Styrian Pumpkin) varieties were developed from natural mutants, integuments (seed coats) of which were very thin in contrast to the thick, hard, and close-fitting integuments (hulls) of regular pumpkin seed. The term “hull-less” is used to describe the unique seed trait; however, this is not a botanical description as the seed coat layers in hull-less cultivars still exist. The mutant hull-less seed pumpkin, originated in the Styria region of Central Europe, exposes a complete lack of lignification of the seed test. As a result, it is more desirable as a snack compared to other seed kinds. In the snack seed trade, hull-less pumpkin seeds are treated with heat and pressure in order for the oil to be extracted, and thus hull removal is not needed relative to the normal hulled-seeds (Andres, 2000; Loy, 2004).

Robinson (1981) concluded that this type of pumpkin has a potential value for people who want to set up a lifestyle based on natural and healthy food and self-sufficient food production. Hull-less pumpkin is also a potential oilseed and high-protein seed crop. Because of significant amounts of tocotrienols and other active agents, Styrian Pumpkin is also known as a medicinal crop among other cucurbits. Natural vegetable oils from various species and subspecies of pumpkins are of great interest for pharmacological and medicinal industries (Howitt and Pogson 2006, Vorobyova et al. 2014).

The snack seed trading, the importance of pumpkin seed oil and the medicinal products from the seeds of pumpkins have increased the efforts of oil pumpkin seed yield and quality enhancements (Teppner 2004). Pumpkins are especially sensitive to low temperatures (Top and Ashcroft, 2000) and drought (Seymen et al., 2020; Farzamisepehr et al., 2021).

This study focuses on measuring the yield of hull-less pumpkin seed (Gleisdorfi Classic) in different growing regions in Hungary; namely Northern, Middle and Southern regions under different climatological conditions to know more about the climate sensitivity of this crop.

## 2. Materials and Methods

Field experiments were set up in 2016 in the eastern part of Hungary. Three groups of fields were involved in the investigation in three different regions; Northern region, Middle region (160 km from the Northern region) and Southern region (280 km from the Northern region) of the eastern side of Hungary (Table 1).

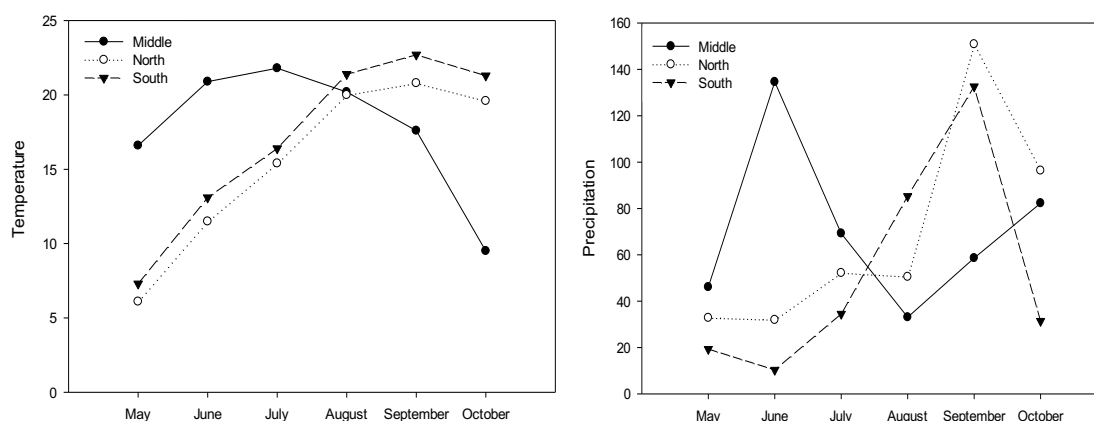
**Table 1. Group of the examination areas with the details: name of the plots, lot number and the size of plots**

Lot number of plot	Name of plot	size of plot (ha)
<b>Northern Region (Szászfa/Pamlény)</b>		
Szászfa 045/5	Szászfa temető mögött	21.08
Szászfa 050/3	Szászfa háromszög	7.46
Pamlény 013/4	Pamlény013	7.79
<b>Southern Region (Fábiánsebestyén/Nagyszénás)</b>		
Fábiánsebestyén 0135/1	100ha-os	103.57
Nagyszénás 061/26	Laci földje	15.18
Nagyszénás 084/34	Nagyszénás kicsi	11.32
<b>Middle Region (Hortobágy/Nagyhegyes)</b>		
Nagyhegyes 0276/1-4	Kecskés	26.63
Hortobágy 01418	Fasor6	4.53
Hortobágy 01416/2	Fasor5	3.41
Hortobágy 01414/2	Fasor4	3.82
Nagyhegyes 0273/3-4	Kertész	10.23

The overall size of each group was at least 35 ha. All of the applied agrotechnological treatments were the same in all fields; i.e. a total fertilization rate of 110, 35 and 250 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, respectively were applied in all fields in 2 occasions (prior to seeding and 45 days after). Weed management was applied when necessary. There were 3 plots (fields) in the northern region, 3 plots in the southern region and 5 plots in the middle region (Table 1). The row and planting distance was 100 \* 50 cm, the number of plants is 12000-13000 plants ha-

1. The cultivar was Gleisdorfi Classic. This cultivar is an early maturity cultivar, tolerant to viruses, to leaf necrosis and to fruit rot with a relatively big seed size ([www.saatzuchtgleisdorf.at](http://www.saatzuchtgleisdorf.at)). Sowing time was early May (8<sup>th</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> of May in the northern, southern and middle regions, respectively), whereas the harvest was in the middle of October (15<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> of October in the northern, southern and middle regions, respectively).

Average monthly temperature and precipitation were collected (Országos Meteorológia Szolgálat) (*Figure 1*) in order to calculate the Gaussen-Bagnouls-xerothermic index (I). The equation is  $I=N/2T$  (Gaussen and Bagnouls, 1952), the ratio of average monthly precipitation (N) and the doubled monthly average temperature (T). If the value of this index is below 1, it means ecologically dry month (*Table 2*). In addition, the average temperature, precipitation and daylight hours of the past 30 years are presented in *Table 3*.



**Figure 1. Monthly temperature (°C) and precipitation (mm) in three regions of hull-less oil pumpkin production during the vegetative period of 2016, Hungary**

Soil chemical analyses were performed before sowing in each of the three regions in order to find out the determinant factors that have a main role in affecting hull-less pumpkin yield (Baxter et al. 2012) (*Table 4*).

**Table 2. The value of Gaussen-Bagnouls-xerothermic index (Northern, Middle, Southern) during the vegetation period. The bold numbers representing the ecologically dry months.**

Region	May	June	July	August	September	October
Northern	2.689	1.387	1.695	1.2625	3.627	2.459
Middle	1.389	3.220	1.587	<b>0.819</b>	1.665	4.332
Southern	1.322	<b>0.393</b>	1.052	1.993	2.921	<b>0.737</b>

**Table 3. The 30-year average temperature (T), precipitation (P) and day light hours (DL) in the Middle, Northern and Southern regions.**

Month	Middle Region			Northern Region			Southern Region		
	T (°C)	P (mm)	DL (hour)	T (°C)	P (mm)	DL (hour)	T (°C)	P (mm)	DL (hour)
January	-1.3	26	59	-1.9	25	63	-0.7	28	61
February	0.3	30	91	-0.2	30	91	0.9	26	97
March	5.4	30	154	5.1	30	142	6.0	28	144
April	11.4	52	198	11.0	48	190	11.5	39	188
May	16.7	64	251	16.0	64	241	16.9	52	244
June	19.5	66	263	19.1	78	245	19.8	73	258
July	21.6	66	286	21.0	76	267	21.8	58	290
August	20.9	49	277	20.4	69	261	21.4	50	275
September	16.2	48	194	15.7	54	183	16.7	46	197
October	10.6	37	152	10.2	39	142	11.4	34	157
November	4.7	40	81	4.1	41	72	5.2	40	86
December	-0.1	40	48	-0.9	39	49	0.6	42	52

• Source: Hungarian Meteorological Service ([www.met.hu](http://www.met.hu))

The experiment was layed out in Complete Block Randomized Design with 3 replicates (plots) in both the Northern and the Southern regions (blocks) and 5 replicates in the Middle region. Microsoft Excel 2019 (Microsoft,

USA) was used for arranging the data in proper tables, and then SigmaPlot for Windows (V.12.0) was used for statistical analysis (one-way ANOVA) at 95% probability level, followed by LSD post-hoc test to indicate the significant differences among the 3 regions.

**Table 4. Main soil parameters of the investigated sites. n=3-5,  $\pm$ s.e.**

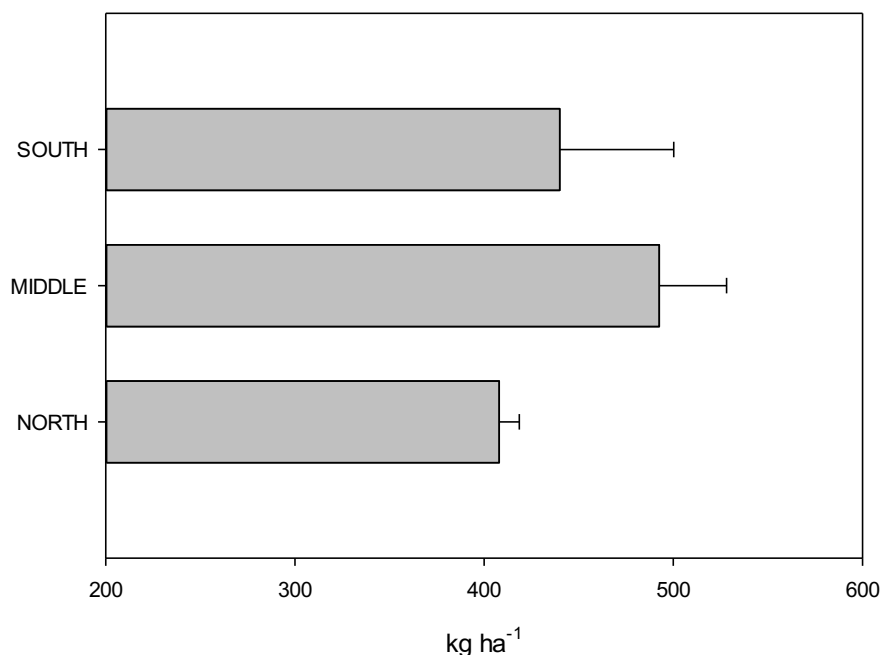
Region	pH	OM m/m%	Nitrite/ Nitrate- N mg kg <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	Mg mg kg <sup>-1</sup>	Na mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>
Northern	5 $\pm$ 0.3	1.63 $\pm$ 0.03	7 $\pm$ 0.29	40 $\pm$ 7.5	147 $\pm$ 16	202 $\pm$ 21	42 $\pm$ 11	1.5 $\pm$ 0.1	315 $\pm$ 2.8
Middle	6.5 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 0.2	55 $\pm$ 30	344 $\pm$ 93	338 $\pm$ 40	323 $\pm$ 60	144 $\pm$ 30	2.9 $\pm$ 0.5	159 $\pm$ 59
Southern	5.4 $\pm$ 0.1	2.9 $\pm$ 0.3	3.2 $\pm$ 1.6	160 $\pm$ 33	603 $\pm$ 32	333 $\pm$ 41	76 $\pm$ 9	1.6 $\pm$ 0.3	289 $\pm$ 1

### 3. Results and Discussion

Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in the yield were recorded among the three regions of study. The highest yield (493 kg ha<sup>-1</sup>  $\pm$ 0.03) was achieved in the Middle region whereas the lowest yield (408 kg ha<sup>-1</sup>  $\pm$ 0.1) was achieved in the Northern region (Figure 2). In the Southern region the yield amount was 440 kg ha<sup>-1</sup>  $\pm$ 0.1.

According to Bavec et al. (2002), seed yield of oil pumpkin cultivars grown in the traditional ‘oil pumpkin’ production areas of Central Europe ranges between 500 and 800 kg ha<sup>-1</sup> seeds. In our experiment, however, neither irrigation, nor any other agricultural practice was applied, which might explain the relatively-low yields achieved in our experiment.

The Northern region had the highest precipitation amount; 382 mm in 5 months. In the Middle and Southern regions, this amount was less by approximately 100 mm during the same period. However, the distribution was more moderate in the Middle region as high amount was recorded in Southern and Northern regions in August. Water is a crucial abiotic factor during germination through fruit set (Basal and Szabó, 2020; Seymen et al., 2019). Süheri et al. (2020) concluded that the final yield of snap bean had a linear correlation with the seasonal water use. However, too much irrigation, mainly in the fruit ripening period can cause rotting (Maširević et al., 2011), which will probably cause serious yield loss.



**Figure 2. Yield (kg ha<sup>-1</sup>) of hull-less pumpkin seeds in three different regions (Southern, Middle, Northern) in Hungary, 2016. Bars with different letters (a, b, ab) indicate significant differences at  $p \leq 0.05$  level, n=3-5 $\pm$ s.e.**

Both middle and southern regions had considerably-higher soil organic matter (OM) (by about 78%) compared to the northern region (*table 3*), and that possibly had a positive influence on the yield. OM can enhance plant development with its role on soil sustainability (Marinari et al., 2000; Das et al., 2016), elevated photosynthesis (Amaya-Carpio et al., 2009; Antolín et al., 2010) and, consequently, biomass and seed yield. High organic matter levels are also routinely cited as a key determinant for high yielding pumpkin production (Dimsey, 1994). This conclusion is supported by the results of Tartoura and Youssef (2011) that the biomass of *C. pepo* was significantly better under enhanced OM content, concluding that the plant growth was OM-dependent. The pH seemed to be one of the main factors which influenced the amount of yield. This is in agreement with the findings of Ahmad et al. (2021) and with Napier (2009) statement that soil pH between 6.0–6.5 is preferred by pumpkin, the Middle part with pH = 6.5 ± 0.3 had the highest yield. When the pH was lower with 1.5 units, it caused 1 q less yield. Berenji (2000) indicated that soil boron levels can impact seed set and seed fill in ‘oil pumpkin’ cultivars, thus we also measured elements, like potential effectively active factor for improving yield. The phosphorus, sodium, zinc and sulphur elements influenced the yield positively.

The productivity of pumpkin is highly responsive to N (Moradi et al., 2014; Ünlükara et al., 2021), phosphorus (Hamzei and Najjari, 2014) and zinc (Yousefi and Zandi, 2012).

#### **4. Conclusions**

Hull-less pumpkin seeds are gaining national and international popularity, mainly because large-scale consumption possibilities and offering a healthier life. In this experiment, the highest seed yield was recorded in the Middle region of Eastern Hungary, where the soil pH was optimum for the plants and the precipitation was moderate and well distributed over the vegetation period of the plants compared to the other two regions. Thus, it could be concluded that higher precipitation and lower pH might be the reasons of lower yields, along with the lower organic matter, mainly in the Northern region. Maximum yield seems to be dependent on continuous monitoring of the soil moisture status and the management of irrigation scheduling, in addition to the soil’s components. However, further investigations will be necessary to prove these hypotheses.

#### **Acknowledgment**

This work was supported by a grant from "Establishing a scale-independent complex precision consultancy system" (GINOP-2.2.1-15-2016-00001) project and by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund. The authors would like to thank 'Országos Meteorológia Szolgálat' for providing the meteorological data for this work.

---

**References**

- Ahmad, G., Khan, A.A. Mohamed, H.I. (2021). Changes in Growth, Yield, Photosynthetic Pigments, Biochemical Substances, Oxidative Damage, and Antioxidant Activities Induced by Treatment with Different pH of Artificial acid rain in Pumpkin (*Cucurbita Moschata*). *Gesunde Pflanzen*, 73: 623-637. <https://doi.org/10.1007/s10343-021-00583-1>
- Amaya-Carpio, L., Davies Jr., F.T., Fox, T., He, C. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic fertilizer influence photosynthesis, root phosphatase activity, nutrition, and growth of (*Ipomoea carnea* ssp. *Fistulosa*). *Photosynthetica*, 47: 1–10.
- Andres, T.C. (2000). An Overview of the Oil Pumpkin. *Proceedings of the First International Pumpkin Conference Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 23: 87–88.
- Antolín, M.C., Muro, I., Sánchez-Díaz, M. (2010). Application of sewage sludge improves growth, photosynthesis and antioxidant activities of nodulated alfalfa plants under drought conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 75–82.
- Basal, O., Szabó, A. (2020). Yield and Quality of Two Soybean Cultivars in Response to Drought and N Fertilization. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 203-210.
- Bavec, F., Gril, L., Grobelnik-Mlakar, S., Bavec, M. (2002). Production of pumpkin for oil. *Trends in new crops and new uses*, 187-190.
- Baxter, G.G., Murphy, K., Paech, A. (2012). The Potential to Produce Pumpkin Seed for Processing in North East Victoria. RIRDC Project No. PRJ-005518, publication No. 11/145. p. 56.
- Berenji, J. (2000). Breeding, Production, and Utilisation of Oil Pumpkin in Yugoslavia. *Proceedings of the First International Pumpkin Conference Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 23: 105-107.
- Das, B., Pandit, M.K., Ray, K., Bhattacharyya, K., Pari, A., Sidhya, P. (2016). Impact of irrigation and organic matter amendments on arsenic accumulation in selected vegetables. *Plant Soil Environ.*, 62: 266-273.
- Dimsey, R. (1994). *Agriculture Notes: Growing Pumpkins*. State of Victoria, Department of Natural Resources and Environment (Now Department of Primary Industries) AGO283. p. 21.
- Farzamisepehr, M., Ghorbanli, M., Tadj, Z. (2021). Effect of drought stress on some growth parameters and several biochemical aspects in two pumpkin species. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(3): 3731-3740.
- Gaussen, H., Bagnouls, F. (1952). L'indice xérothermique. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 29(222): 10-16.
- Hamzei, J., Najjari, S. (2014). Effect of integrated application of phosphorus and phosphate solubilizing microorganisms on root colonization, productivity and seed quality of *Cucurbita pepo* L. *Journal of Applied Horticulture*, 16(1).
- Howitt, C.A., Pogson, B.J. (2006). Carotenoid accumulation and function in seeds and non-green tissues. *Plant, Cell and Environment*, 29: 435-445.
- <https://www.saatzuchtgleisdorf.at/dateien/datei-6-1467897756.pdf>
- Loy, J.B. (2004). Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(4): 337–363.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9–17.
- Maširević, S., Iličić, R., Balaž, J., Berenji, J. (2011). Appearance of black rot (*Dydymella bryoniae* Auersw.) on naked seeded oil pumpkin fruit. *Biljni Lekar (Plant Doctor)*, 39(5): 505-511.
- Moradi, M.E., Banayan, A.M., Rezvani, M.P., Shabahangh, j. (2014). Effects of different amounts of nitrogen and plant density on yield, yield components and seed oil percentage of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Agroecology Journal*, 6(1): 21-30.
- Napier, T. (2009). *Pumpkin Production. Primefacts for Profitable, Adaptive and Sustainable Primary Industries: New South Wales Industry and Investment Primefact 964*.
- Robinson, R.G. (1981). Production of naked-seed pumpkin: a food-crop for the family farm. *Miscellaneous Report. University of Minesota*. 156: 1-6.
- Seymen, M., Dursun, A., Yavuz, D., Kurtar, E., Özbahçe, A., Türkmen, Önder. (2020). Evaluation of Seed Yield, Oil and Mineral Contents Inbred Pumpkin Lines (*Cucurbita pepo* L.) under Water Stress. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(3): 89-99. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.3.8>
- Seymen, M., Yavuz, D., Dursun, A., Kurtar, E.S., Türkmen, Ö. (2019). Identification of drought-tolerant pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes associated with certain fruit characteristics, seed yield, and quality. *Agricultural Water Management*, 221: 150-159.
- Süheri, S., Hussein, N.M.H., Kurtar, E.S., Yavuz, N., Yeşim, D.A.L. (2020). Determination of Yield and Quality of Different Snap Bean Varieties Under Deficit Irrigation. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 252-263.
- Tartoura, K.A., Youssef, S.A. (2011). Stimulation of ROS-scavenging systems in squash (*Cucurbita pepo* L.) plants by compost supplementation under normal and low temperature conditions. *Scientia horticulturae*, 130(4): 862-868.
-

- Teppner, H. (2004). Notes on Lagenaria and Cucurbita (Cucurbitaceae) – review and new contributions. *Phyton* (Horn, Austria), 44(2): 245–308.
- Top, M., Ashcroft, B. (2000). Japanese Pumpkin – Kabocha. A Production Manual for Victoria. Asian Vegetable Series: Department of Natural Resources and Environment (Now Department of Primary Industries) 2nd ed. p. 21.
- Ünlükara, A., Varol, I.S., Güneş, A. (2021). Effects of Various Fertilizers and Different Nitrogen Doses on Pumpkin Seed and Plant Water Consumption. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-12.
- Vorobyova, O.A., Bolshakova, A.E., Pegova, R.A., Kolchik, O.V., Klabukova, I.N., Krasilnikova, E.V., Melnikova, N.B. (2014). Analysis of the components of pumpkin seed oil in suppositories and the possibility of its use in pharmaceuticals. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(5): 1106-1116.
- Yousefi, M., Zandi, P. (2012). Effect of foliar application of zinc and manganese on yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under two irrigation patterns. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Agronomy*, 15(4): 1-9.

## Analyzing The Effects of Livestock Policies on Farm-level Efficiency in Turkey; Thrace Region Case

Türkiye'de Hayvancılık Politikalarının İşletmelerin Etkinlik Düzeyine Etkilerinin İncelenmesi; Trakya Bölgesi Örneği


Gökçe KOÇ<sup>1\*</sup>, Ayşe UZMAY<sup>2</sup>

### Abstract

The effect of agricultural subsidies on the efficiency of farms is one of the main issues discussed today. Dairy farming benefits from various types of subsidies and take a lion share from the agricultural support budget. In this context, this study has four important aims. Firstly, to analyze the technical efficiency of dairy farms, secondly, to investigate the effects of policy tools on efficiency, thirdly to determine factors affecting efficiencies and finally to bring proposals. This study was carried out in Thrace Region of Turkey and interviewed with 140 dairy farmers. The three-stage method was applied in this study. The technical efficiency and policies effects on efficiency were determined by using Data Envelopment Analysis. Tobit Analysis was used to investigate the relationship between efficiency and farmer or farms-oriented characteristics. The results of Data Envelopment Analysis show that average efficiency scores are 0.700 under constant return to scale, 0.795 under variable return to scale and 0.886 for scale efficiency. The technical efficiency increases by 1.13%-2.43% thanks to subsidies and the scale efficiency is 1.35% higher. It is noteworthy that subsidies affect efficiency positively but provide a small improvement, also the effects vary across the farm-scale groups. According to Tobit Analysis, the education level of farmers, the share of livestock in total income, family size and whether tend to give up farming are significantly affecting efficiency. It is recommended for governments should provide subsidies to increase the scale of small farms that work with increasing return to scale and to improve the technology of larger farms that work with decreasing return to scale.

**Keywords:** livestock subsidies, Agricultural policy, Technical efficiency, Data envelopment analysis, Tobit model

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Gökçe Koç, Ege University, Izmir, Turkey. E-mail: [gkc\\_add@hotmail.com](mailto:gkc_add@hotmail.com)  ORCID: 0000-0002-3719-3390

<sup>2</sup>Ayşe Uzman, Ege University, Izmir, Turkey. E-mail: [ayse.uzmay@ege.edu.tr](mailto:ayse.uzmay@ege.edu.tr)  ORCID: 0000-0003-1662-2544

**Atıf/Citation:** Koç G, Uzman A. Analyzing the effects of livestock policies on farm-level efficiency in Turkey; Thrace Region case. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 515-528.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022



## Öz

Tarımsal desteklerin işletmelerin etkinlikleri üzerindeki etkileri son dönemlerde tartışılan önemli konulardan biridir. Süt sığırcılığı, hem birçok farklı destekleme çeşidinden yararlanmakta, hem de tarımsal destekleme bütçesinden önemli bir pay almaktadır. Bu kapsamda, araştırmanın dört temel amacı bulunmaktadır; bunlardan ilki süt sığırcılığı işletmelerinde teknik etkinliğin belirlenmesi, ikincisi; destekleme politika araçlarının etkinlik üzerindeki etkisinin ortaya koyulması, üçüncüsü; etkinliğin belirleyicisi olan üretici ve işletmeye ait ayırt edici faktörlerin analiz edilmesi ve son olarak da tarım politikalarına yönelik öneriler getirilmesidir. Araştırma kapsamında Trakya Bölgesi'nin üç ilinde 140 üretici ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırmada üç aşamalı metodoloji kullanılmıştır; Veri Zarflama Analizi yardımı ile süt sığırcılığı işletmelerinin teknik etkinliği ve desteklemelerin teknik etkinlik üzerindeki etkisi hesaplanmış, Tobit analizi yardımıyla ise etkinlik ile işletmeye ve üreticiye ait özellikler arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Veri Zarflama Analizi sonuçlarına göre, işletmelerin ölçeğe sabit getiri skorları ortalama 0.700, ölçeğe değişken getiri skorları ortalama 0.795, ölçek etkinliği skorları ise ortalama 0.886 olarak hesaplanmıştır. Desteklemeler ile işletmelerin ölçeğe sabit getiri skorları %2.43, değişken getiri skorları %1.13, ölçek etkinlikleri ise %1.35 artmıştır. Tarımsal desteklerin süt sığırcılığı işletmelerinde etkinliği pozitif etkilediği ancak küçük oranda bir iyileşme sağladığı, ayrıca ölçek büyüklüğüne göre desteklerin pozitif etkisinin farklı olduğu dikkati çekmektedir. Tobit analizi sonuçlarına göre ise etkinliğin belirleyicileri; üreticilerin eğitim düzeyi, geliri, aile büyüklüğü, işletmelerin ölçek ve arazi büyüklüğü, üreticilerin üretime devam etme düşüncesi ve işletmenin ortalama süt verimidir. Araştırma sonucunda, hayvancılık desteklerinin ölçeğe artan getiri ile çalışan küçük ölçekli işletmelerde ölçeğin büyütülmesine, ölçeğe azalan getiri ile çalışan büyük ölçekli işletmelerde ise teknolojinin geliştirilmesine yönelik verilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hayvancılık destekleri, Tarım politikası, Teknik etkinlik, Veri zarflama analizi, Tobit model

## **1. Introduction**

Turkey is one of the leading countries for dairy production in the World; 9<sup>th</sup> largest producer of world milk production and ranked 24<sup>th</sup> for the number of cattle. Nevertheless, there are remaining some structural and economic problems. The annual milk yield per cattle is 3.2 tons and ranked 56<sup>th</sup> in the World. The annual milk yield for other countries is; 5.7 t for Poland, 5.6 t for Ireland, 8.2 t for Netherlands, 9.5 t for Denmark, 7.0 t for European Union (EU), 4.15 t for New Zealand, 13.2 t for Israel (DairyNz, 2018; EU, 2018a; FAO, 2019; Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), 2021).

Beef and dairy farming in Turkey contribute 27.13% of total agricultural production value and 88.39% of animal production value (Turkish Statistical Institute (TurkStat), 2020). There are 18.43 million head cattle and 6.58 million of them are dairy cows. The production quantity of beef and milk is 1.08 and 20.78 million tons, respectively (MAF, 2021). The number of dairy farms is 1.11 million. Generally, most of them are small-scale farms; 71.5% of them have 9 cows and below, 28% have 10-99 cows and only 0.5% have 100 cows and above (National Dairy Council, 2019).

Turkish government's agricultural subsidy budget is a total of 22 billion TL and 6.3 billion is allotted for livestock subsidies. The main policy tools to solve structural and economic problems of dairy farms and increase their efficiencies are subsidies for forage crops, for calves, for insurance, for disease-free farms, for agricultural credits, for investments, and also milk premium. Yet, it is still a controversial topic that which policy tools should be used in Turkey (Karakuş, 2011; Erdal et al., 2016; Uzmay and Çınar, 2016; Uzmay, 2017). One of the main problems is creating new policies without analyzing the effectiveness of used instruments (Uzmay and Ozden, 2016). So, it has the utmost importance to analyze the efficiency of farms and develop policy recommendations based on these results.

Farm subsidies affect the price of inputs and outputs, income, production methods, investment decisions, farm-scale, and therefore technical and economic performance. If the farmers use subsidies in a targeted manner and turn them into investments, it has a positive impact on efficiency, while they may have a negative effect if the farmers thought they are tools to raise income (Kumbhakar and Lien, 2010). Thus, it is important to analyze the relationship between the efficiency of dairy farms and policy instruments. It is noteworthy that, there are limited studies in the literature for investigating technical efficiency of dairy farms and the effects of policies; Chang and Mishra (2011) for America, Zhu et al. (2012) for Germany, Netherland and Sweeden, Silva and Marote (2013) for Portugal, Latruffe and Desjeux (2016) for France, Bajrami et al. (2017) for Kosovo. In Turkey, there are several studies from different regions on the technical efficiency of dairy farming, but none of them associated with policies (Uzmay et al., 2009; Gül et al., 2018).

In this context, this study is the first for Turkey and has four important aims. Firstly, to analyze the technical efficiency of dairy farms in the region, secondly, to investigate the effects of policy tools on efficiency, thirdly to determine factors affecting efficiencies, and finally to bring proposals.

## **2. Material and Method**

### **2.1 The study area**

Thrace Region is in the northwest of Turkey, on the Continent of Europe, and has three provinces: Kırklareli, Edirne and Tekirdağ. In the Thrace Region, the share of animal and plant production in the total agricultural production value is 83.1% and 16.9%, respectively (TurkStat, 2020). The leading crops are sunflower, wheat and paddy and crop yields are higher than the country's average (TDA, 2013).

Annual milk production is 675 tons from 178 thousand head dairy cows. The milk yield is higher than the average of the country (3.16 t); 3.83 t for Tekirdağ (2nd), 3.75 t for Kırklareli (5th), and 3.7 t for Edirne (8th) (TurkStat, 2019). Thrace is the most critical region for Turkey due to the high share of culture and crossbred cattle and is the only vaccinated free zone from foot-and-mouth (EU, 2018b). This study was conducted in the Thrace Region of Turkey where leads to milk production and industry and affects others in terms of milk prices.

## 2.2. Material

The material of this research is based on data collected from dairy farmers in the region. The sample size was determined as 140 by using the proportional sampling method (0.9 confidence interval and 0.07 margin of error) (Newbold, 1995). The sample size is  $n$ , population size is  $N$  (35214), and the rate of prediction is  $p$  in the equation 1;

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)} \quad (\text{Eq. 1})$$

For determining the distribution of interviews, the share of milk production in provinces was used; 37.85% from Edirne (53), 32.14% from Kırklareli (45), and 30.01% from Tekirdağ (42). Data were only collected from farms that have at least 5 dairy cows and registered in the herd book. The farms were split into 5 scale groups; 5-14, 15-29, 30-49, 50-99, 100 and above. The two-part questionnaire was conducted in August 2017 with a total of 96 questions. The first part includes 13 questions for collecting sociodemographic characteristics of farmers. The second part, 83 open-ended questions, was about some data related to farms such as land and herd size, used feeds, variable costs, and livestock products.

## 2.3. Method

The three-stage method was applied in this study. Firstly, to calculate the technical efficiency of farms, secondly to investigate the effects of policies on efficiency, and finally to analyze the determinants of efficiency related to characteristics of farms and farmers.

The objective of the study is to analyze the relative efficiency of homogeneous decision-making units under the same climatic conditions. Since policy impact analysis is usually based on reference prices and quantities that do not belong to the region, efficiency analysis was preferred to policy impact analysis in this study. According to the results of the efficiency analysis, it is thought that faster action can be taken by evaluating the current situation of both policymakers and enforcement agencies and farmers.

### 2.3.1 Technical efficiency

The importance of efficiency and productivity measurements in production units was brought up by Farrell (1957). Efficiency can be measured by parametric or non-parametric methods. Non-parametric methods are based on mathematical programming, while parametric methods are ground on econometrics (Coelli et al., 2005). The most widely used methods are non-parametric Data Envelopment Analysis (DEA) (Uzmay et al., 2009; Özden, 2016; Silva et al., 2018; Gül et al., 2018) and parametric Stochastic Production Frontier approach (Cabrera et al., 2010; Curtis et al., 2016; Hazneci and Ceyhan, 2015). In this study, DEA was used to measure the efficiency of dairy farms. The efficiency of decision-making units (DMUs) with multiple inputs and outputs can be calculated by DEA. Charnes et al. (1978) (CCC model) was developed a constant return to scale (CRS) and Banker et al. (1984) (BCC model) was improved variable return to scale (VRS).

There are input or output-oriented approaches. Input-oriented reflects how much inputs could be reduced without a decrease in output, while output-oriented reveals how much can output be increased without changing the inputs. Thus, DEA steers decision-makers by determines how inefficient DMUs should reduce their inputs or increase their outputs.

In this study, both CRS and VRS approaches of input-oriented DEA was used. Furthermore, output-oriented efficiency scores were also calculated. The notation for input-oriented CRS assumption is given below (Eq.2) (Coelli et al., 2005);

$$\begin{aligned} \text{st} \quad & \min \Phi_\lambda \theta, \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq. 2})$$

where  $\theta$  is a scalar, and  $\lambda$  is a  $N \times 1$  vector of constants. When the convex constraint,  $\mathbf{1}'\lambda=1$  is added to this linear programming problem, an input-oriented DEA model which is according to VRS is obtained. In this model, the problem is solved as follows Eq.3;

$$\begin{aligned}
 & \min \Phi_{\lambda}\theta, \\
 \text{st} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & N1'\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{Eq. 3}$$

Where N1 is a N x 1 vector of ones. The value of  $\theta$  obtained will be the efficiency score of  $i_{th}$  DMU. Furthermore, scale efficiency (SE) was calculated with the following formula to investigate whether the farms work at optimal scale (Coelli et al., 2005);  $TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$ .

Studies on measuring technical efficiency of dairy farms usually used the production quantity of milk and dairy products or monetary value derived by sales of these products, as an output (Uzmay et al., 2009; Chang and Mishra, 2011; Gelan and Muriithi, 2012; Mareth et al., 2017). In this study, two models were set to investigate the effects of livestock subsidies on technical efficiency. On the first model (Model 1), income from the sale of milk, live animals, and carcass meat were taken as output. On the second model (Model 2), livestock subsidies were added to output and efficiency scores were remeasured. A total of six types of subsidies are added to Model 2: 1) for forage crops, 2) for calves and feeder cattle, 3) for livestock insurance, 4) for disease-free or 5) EU-certified farms, and 6) milk premium. All farmers benefit from at least three types of subsidies. The milk premium (32.8%) and support for calves and feeder cattle (28.5%) have the largest share in total subsidies, and almost all farmers benefit from these two important subsidies. In this study, the total amount of support was considered in determining the effect of the subsidies on farm-level efficiency. This method that adding subsidy payments to output was also used by Ferjani (2008) for Sweden, Gaspar et al. (2009) for Spain, Galanopoulos et al. (2011) for Greece and Silva and Marote (2013) for Portugal. The selected eight input variables were also used commonly in other studies (Table 1) (Gonçalves et al., 2008; Pfeiffer et al., 2009; Cabrera et al., 2010; Gelan and Muriithi, 2012; Madau et al., 2017; Galluzzo, 2018a);

1. The livestock unit (LSU): 0.20 for calves, 0.70 for heifers, 0.60 for steers, 1.00 for dairy cows (Aras, 1988).
2. Land area
3. Annual homegrown feed cost: costs for producing feed crops (seed, fertilizer, oil, harvest, water, etc.)
4. Annual purchased feed cost
5. Annual veterinary, medicine, and artificial insemination cost
6. Annual water and electricity cost
7. Annual additional costs: cleaning, vehicle renting, pasture renting, insurance, transportation
8. Annual labor costs: family labor, payments for permanent and temporary workers

**Table 1. Summary statistics of the inputs used in the efficiency analysis (TL)**

Outputs	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.
Model 1. (without subsidies)	37800.0	13834400.0	1552402.5	2792332.1
Model 2. (with subsidies)	39145.0	15499400.0	1689755.6	3054894.1
<b>Inputs</b>				
LSUs	5.8	1307.7	170.9	278.6
Land (ha)	0.0	600.00	44.3	68.1
Homegrown feed cost	0.0	3845000.0	90464.9	347209.4
Purchased feed cost	20300.0	8145000.0	941642.0	1785286.5
Veterinary, medicine and artificial insemination cost	2000.0	670000.0	61130.7	111533.8
Water and electricity cost	360.0	496000.0	35326.2	72390.4
Additional costs	150.0	965000.0	58726.1	156581.1
Labor cost	5657.5	2280960.0	188146.6	378714.6

### 2.3.2 Tobit Regression

At the third stage of the study, due to efficiency scores change between 0 and 1, a Censored Regression Analysis known as Tobit Regression was used. This method was chosen to analyze the relationship between

technical efficiency and characteristics of farmers or farms. The relationship (Eq.4) is described as (McDonald, 2009);

$$y_i^* = x_i \beta + \varepsilon_i \tag{Eq. 4}$$

where the  $x_i/\varepsilon_i$  are normally, identically and independently distributed with mean, zero, and variance,  $\sigma^2$ ,  $x_i$  is a  $1 \times k$  vector of observations on the constant and  $k - 1$  efficiency factor explanatory variables and  $\beta$  a  $k \times 1$  vector of unknown coefficients,  $y_i^*$  is latent variable (Eq.5);

$$\begin{aligned} \text{If } y_i^* \leq 0, & \text{ the efficiency score for the } i_{th} \text{ production unit, } y_i = 0, \\ \text{If } y_i^* \geq 1, & y_i = 1, \\ \text{If } 0 < y_i^* < 1, & y_i = y_i^* \end{aligned} \tag{Eq. 5}$$

$y_i$ , are the censored values of  $y_i^*$ , with censoring below zero and above one.

After the Tobit model (Eq.6), the changes in the unconditional expected value of the observed dependent variable, which means marginal effects, were calculated by using McDonald and Moffitt (1980) decomposition;

$$\partial E(y_i^*) / \partial x_i \tag{Eq. 6}$$

According to McDonald (2009), if the probability that  $y_i$  takes a limit value is small, marginal effects will be similar to coefficients ( $\beta$  values). In this study, because zero is the lower censored limit and one is the upper censored limit, the coefficients and marginal effects are closer. Descriptive statistics of a dependent and nine independent variables are shown in Table 2. In this study, DEAP was used for DEA, and STATA was used for the Tobit model.

**Table 2. Descriptive statistics**

Dependent Variable	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.
Technical efficiency scores	0.287	1	0.804	0.198
Independent Variable	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.
Age (AGE)	24.0	78.0	44.71	10.68
Experience (EXP)	01.0	53.0	19.33	12.56
Family size (FSIZE)	01.0	06.0	02.30	1.24
Share of livestock in agricultural income (SHARE)	20.0	100.0	76.02	22.60
	Type of Variable	Description	Frequency	Percent (%)
Cooperative membership (COOP)	Dichotomous	0: No	48	34.3
		1: Yes	92	65.7
Whether have a non-agricultural income (NAINC)	Dichotomous	0: No	68	48.6
		1: Yes	72	51.4
Education (EDU)	Ordinal Categorical	1: primary school	58	41.4
		2: high school	49	35.0
		3: university	33	23.6
Whether tend to give up farming (GIVE)	Dichotomous	0: No	73	52.1
		1: Yes	67	47.9
Whether have a credit debt (CRE)	Ordinal Categorical	0: No	68	48.6
		1: Yes	72	51.4

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Characteristics of farmers and farms

Average age and farming experience are  $45 \pm 11$  and  $19 \pm 13$  years, respectively. Income from livestock products constitutes a large share (76%) of total farm income. The ratio of primary school, high school, and university graduates are 41.4%, 35%, and 23.6%, respectively. Most of them are member of cooperatives (65.7%) (Table 2).

The number of dairy cows is a minimum of 5 and a maximum of 1050. The LSUs are at least 5.8 and at most 1307.7. The quantity of milk production varies between 30 t and 9840 t. The average daily milk yield is  $23.4 \pm 5.8$  kg. Most of the farms (82.9%) produce both plant and livestock products. The agricultural land is totally 6.2

thousand ha and averagely 44.3 ha. The area used for feed crops is 4.2 thousand ha. Farmers mostly cultivate wheat (44.2%), silage corn (21.3%), barley (15.6%) and vetch (11.0%).

The feed used in the farms split into two groups; home-grown and purchased. Purchased feed constitutes almost all (94%) the feed costs. The most important feeds in terms of costs are factory produced feed (62%), corn silage (14%), alfalfa (8%), and wheat straw (5%).

### 3.2. Results of DEA

The distribution of technical efficiency (TE) values by DEA are shown in *Table 3*. In Model 1, the average input-oriented efficiency scores are 0.700 under CRS, 0.795 under VRS, and 0.886 for SE. It is noteworthy that farms could produce the same output level with a reduction of 30.0% on inputs and they could be fully efficient. Moreover, 11.4% of the efficiency could be increased by adjusting the farms to their optimal scale. Output-oriented scores were 0.700 under CRS, 0.774 under VRS, and 0.912 for SE.

**Table 3. The distribution of the technical efficiency scores**

Scores	Model 1			Model 2		
	CRS	VRS	SE	CRS	VRS	SE
<b>1</b>	26	50	30	28	51	32
<b>0.99-0.91</b>	11	13	57	12	11	62
<b>0.90-0.81</b>	13	11	25	11	13	21
<b>0.80-0.71</b>	10	16	9	13	18	9
<b>0.70-0.61</b>	28	25	7	32	24	6
<b>0.60-0.51</b>	26	10	6	22	9	6
<b>0.50-0.41</b>	14	10	2	12	10	-
<b>&lt;0.41</b>	12	5	4	10	4	4
<b>Min.</b>	0.242	0.261	0.303	0.230	0.287	0.303
<b>Max.</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Mean.</b>	0.700	0.795	0.886	0.717	0.804	0.898

A case study on Thrace Region's cattle farms conducted by Kumbar (2015) show that TE and SE scores are 0.49 and 0.80. These scores are 0.661 and 0.759 in Kırklareli (Terin et al., 2017). Both the efficiency scores in our research are higher than in earlier studies. The average TE in studies conducted on dairy farms in different regions of Turkey, respectively with CRS and VRS; 0.69 and 0.78 in East Mediterranean Region (Gül et al., 2018), 0.64 and 0.69 in Hatay province (Parlakay et al., 2015), 0.90 and 0.92 in İzmir, Ege Region (Uzmay et al., 2009). In this context, it is noteworthy that the efficiency in the Thrace Region is similar to other regions of Turkey, excluding the Aegean Region.

The average TE scores of dairy farms in other countries, respectively with CRS and VRS; 0.904 and 0.991 in Ireland (Galluzzo, 2018b), 0.966 and 0.988 across Europe (Madau et al., 2017), 0.931 and 0.962 in Bulgaria (Galluzzo, 2018a), 0.499 in South of Brazil (Mareth et al., 2019), 0.70 and 0.86 in Spain (Gaspar et al., 2009), 0.549 and 0.576 in Greece (Siafakas et al., 2019), 0.577 and 0.583 in the USA (Chang and Mishra, 2011).

In this study, all farmers benefit from at least one type of supports. The ratio of them who gets milk premium, calf and feed subsidies is 96.4%, 98.6% and 62.9%, respectively. Besides, about 20% of them gets insurance and disease-free farm subsidies. These subsidies are provided farm income rise by 8.13%. According to Semerci and Celik (2017) in Hatay province, absolute milk profit increases 0.09 \$ with subsidies. In this study, it is noteworthy that TE scores increase by 2.43% under CRS and 1.13% under VRS by means of subsidies. The scale efficiency is also 1.35% higher. The milk premium and calf subsidies are important policy tools that affect farm-level efficiency. Almost all producers receive these subsidies, and they take an important place in total subsidies.

In Extremadura, Spain, Gaspar et al. (2009) calculated that subsidies raised technical and scale efficiencies by 13.09% and 12.75%, respectively. In the USA, farmers' efficiency, who are getting Milk Income Loss Contract payments, are 2.53% higher under CRS and 2.36% higher under VRS (Chang and Mishra, 2011). In Portugal, subsidies were increased the Azorean dairy farmers' efficiency by 0.73% under VRS and 1.53% under CRS (Silva and Marote, 2013). Some studies conducted with livestock farms in England, Wales, Germany, and Spain show

that direct payments have a positive effect and tend to increase efficiency (Hadley, 2006; Kleinhanß et al., 2007; Chidmi et al., 2010; Guesmi and Serra, 2015). Bajrami et al. (2017) stated that there is no difference in the efficiency of farms with and without quality premium and feed support, in Kosovo. On the contrary, Zhu et al. (2012) showed that an increase of one per cent in the share of total subsidies in total dairy farm income leads to a 1.12%, 0.87% and 0.89% decrease in efficiency in Germany, the Netherlands and Sweden, respectively. Direct payments for France beef farms and Swiss farms, decoupled payments for German dairy farms, operational and investment subsidies for Czech dairy farms were negatively affected and declined efficiency scores (Ferjani, 2008; Latruffe et al., 2008; Latruffe et al., 2009; Skevas et al., 2018). Özüdoğru (2010) found that livestock supports negatively affect the probability of being full efficient, in the Black Sea Region, Amasya.

The farms with the highest TE scores are in the 1st, 2nd, and 5th scale groups. In terms of SE, the efficiency of medium-sized farms (2nd and 3rd group) is higher (Table 4). There was also a statistically significant difference between the farm scale groups (Kruskal Wallis,  $p < 0.05$ ). Earlier studies have shown that large-scale farms have higher scores (Uzmay et al., 2009; Zhu et al. 2012; Kumbar, 2015; Gül et al., 2018). According to the potential improvement rates of the input-oriented model, small and medium farms must reduce their feed costs to produce the same output, while the largest farms must reduce their labor and additional costs. Moreover, output-oriented model results show that to achieve full efficiency without any increase in inputs, subsidies should be increased 20.1%-28.8% on the first four scale groups, while 18.9% for the largest one (over 100 dairy cow).

Farms with the highest increase in efficiency scores with supports are medium-sized (3rd and 4th groups) (Table 4). It is noteworthy that these groups have the lowest TE scores. In Wisconsin, the USA, Chidmi et al. (2010) and Curtis et al. (2016) found that farms that have lower efficiency were benefited more from government payments. According to Curtis et al. (2016), the effect of the payments is about eightfold higher for lower TE farms. Besides, the other farms that the subsidies increase the efficiency have largest scale (5th group). An important reason for this is that large-scale farms benefit from EU-approved and disease-free farm subsidies, while small-scale ones cannot. Also, large scale farms use these payments for on-farm investments and implement some cost reduction strategies. Chang and Mishra (2011) reported that supports had significant effects only on large-scale farms. Milk yield is also an important determinant of production value and efficiency. The daily yield is 24.7 kg for full efficient farms, while 22.8 for others. The results of studies such as Gonçalves et al. (2008) in Minas Gerais Brazil, Allendorf and Wettemann (2015) in North Rhine-Westphalia, Germany also reported the same results. In a study conducted by Špička and Smutka (2014) among EU Regions, it was found that the milk yield was higher where dairy farming was more efficient.

**Table 4. Technical efficiency scores by farm scale**

		Group-1 5-14	Group-2 15-29	Group-3 30-49	Group-4 50-99	Group-5 100 +	p
<b>Model 1</b>	<b>CRS</b>	0.651	0.791	0.608	0.590	0.824	.000*
	<b>VRS</b>	0.862	0.855	0.643	0.681	0.895	.000*
	<b>SE</b>	0.756	0.923	0.944	0.889	0.920	.002*
<b>Model 2</b>	<b>CRS</b>	0.659	0.801	0.629	0.616	0.849	.000*
	<b>VRS</b>	0.862	0.859	0.659	0.700	0.905	.000*
	<b>SE</b>	0.768	0.929	0.956	0.899	0.937	.001*
<b>Difference between models (%)</b>	<b>CRS</b>	1.24	1.20	3.47	4.42	2.99	
	<b>VRS</b>	0.00	0.47	2.49	2.79	1.12	
	<b>SE</b>	1.59	0.65	1.27	1.12	1.85	

\* Kruskal Wallis, significant at  $p < 0.05$ .

The ratio of fully efficient farms is %18.6 (26 farms) under CRS and %35.7 (50 farms) under VRS. The ratio is %52 with CRS and %62 with VRS in İzmir, %14 with CRS and %23 with VRS in the Eastern Mediterranean Region (Uzmay et al., 2009; Gül et al., 2018). It was found that 11.5% of farms in Greece and 7.4% in Portugal are fully efficient (Silva et al., 2013; Siafakas et al., 2019). Out of 29 in 50 (58%) fully efficient farms are on the first two scale groups, while 14 of them (28%) are on the largest group.

According to results of DEA, 48.6% of farms exhibit increasing return to scale (irs), 28.6% decreasing return to scale and 22.8% constant return to scale (crs). An earlier study in Thrace found that 82.3% of farms have irs and 8.6% drs (Kumbar, 2015). The ratio of farms exhibit irs is 75.7% in the Eastern Mediterranean Region and 61.6% in Hatay (Parlakay et al., 2015; Gül et al., 2018). It is noteworthy that the farms in the two largest groups mostly work with drs, while small and medium-sized farms operate with irs. The Chi-square test results were also significant (Table 5). Accordingly, a 1% change in inputs leads to smaller changes in output in most large-scale farms. Ceyhan and Hazneci (2010) stated that small and medium-sized farms have irs and Špička and Smutka (2014) reported that large farms have drs. In Brazil, the ratio of small and medium-sized farms works with irs are 74.11% and 60.70%, while this ratio is 48.2% for larger farms (Gonçalves et al., 2008).

**Table 5. Returns to scale**

		Group-1	Group-2	Group-3	Group-4	Group-5	Total	Pearson
		5-14	15-29	30-49	50-99	100 +		Chi-Square
<b>Model 1</b>	<b>crs</b>	5	12	4	2	9	32	$\chi^2 = 74.131$ p= 0.000*
	<b>drs</b>	0	2	5	12	21	40	
	<b>irs</b>	25	16	21	6	0	68	
<b>Model 2</b>	<b>crs</b>	6	10	4	3	11	34	$\chi^2 = 60.381$ p= 0.000*
	<b>drs</b>	0	4	7	12	19	42	
	<b>irs</b>	24	16	19	5	0	64	

\* Significant at p<0.001

### 3.3. Results of Tobit analysis

The results of Tobit analysis are shown in Table 6. The education level of farmers, the share of livestock in total income, family size and whether tend to give up farming are significantly affecting TE. Factors that did not have significant effects are age, experience, cooperative membership, non-agricultural income, and credit debt.

**Table 6. Results of Tobit analysis**

	Coef.	Std. Error	t	p	Marginal Effects
<b>AGE</b>	-0.0001532	0.002821	-0.05	0.957	-0.0001612
<b>EXP</b>	-0.0016683	0.002610	-0.64	0.524	-0.0017556
<b>EDU</b>	0.0668275	0.035538	1.88	0.062**	0.0703272
<b>SHARE</b>	0.0036793	0.001236	2.98	0.003*	0.0038719
<b>FSIZE</b>	0.0437597	0.020783	2.11	0.037*	0.0460513
<b>COOP</b>	0.0069908	0.055564	0.13	0.900	0.0069884
<b>NAINC</b>	0.0401845	0.049230	0.82	0.416	0.0401709
<b>GIVE</b>	-0.1195647	0.047672	-2.51	0.013*	-0.1195186
<b>CRE</b>	-0.0099415	0.050897	-0.2	0.845	-0.0099382
<b>CONSTANT</b>	0.4426313	0.173314	2.55	0.012	-

\*\*Significant at p<0.1, \* Significant at p<0.05.

The relationship between age and experience and TE is negative, but not statistically significant. Earlier studies conducted both Turkey and other countries were also reported that age and experience had no effects on efficiency (Chang and Mishra, 2011; Gelan and Muriithi, 2012; Guesmi and Serra, 2015; Gül et al., 2018).

Education level has a positive and significant effect. Categorical increase in education raises the efficiency score by 7.0%. The average TE scores of primary and high school graduates are 0.767 and 0.797, while 0.877 for farmers having a university degree. The educational background has utmost importance to efficient use of resources and to adopt new technologies, innovations, and modern methods (Ferjani, 2008; Gül et al., 2018; Mareth et al., 2019).

A 1% rise in the share of livestock in total income increases efficiency by 0.39%. Jiang and Sharp (2015) in South Island, New Zealand, Dagistan et al. (2009) in East Mediterrean, Hazneci and Ceyhan (2015) in Black Sea Region also stated that efficiency could be adversely affected due to reduction of specialization and intensity,



increasing crop production and land size and farmers can neglect dairy farming. According to Álvarez et al. (2008) in Spain, extra practices such as fertilization, harvest, pasture silage etc. for plant products lead to reduce the efficiency of extensive dairy farms.

Results of Tobit show that family size has a positive effect on efficiency and a person difference increases the efficiency by 4.6%. This result is consistent with other studies conducted in both different countries like Wisconsin, USA (Cabrera et al, 2010), Catalonia, Spain (Guesmi and Serra, 2015) and Turkey (Uzmay et al., 2009; Ceyhan and Hazneci, 2010).

The relationship between non-agricultural income and the efficiency is positive, but not significant. TE score of farmers that have non-agricultural income is 0.806, while 0.783 for others. In Mexico, Pfeiffer et al. (2009) stated that farmers with higher off-farm income use more additional inputs. Moreover, whether the farmer have a credit debt has negative sign and statistically insignificant. The average TE scores of farmers without credit debt (0.822) are 4.6% higher than those have debt (0.786). Farmers with better financial conditions can easily purchase necessary additional inputs and invest new technologies for increasing milk production, and they can be more attentive to animal health and welfare, veterinary services and feeding practices (Chang and Mishra, 2010; Mareth et al., 2017). The tendency of given up dairy farming leads to a decrease in efficiency by 11.95%. It is noteworthy that the mean TE scores are 0.832 for farmers intend to sustain farming, while 0.773 for those intend to give up.

#### **4. Conclusion**

In Turkey, the effects of agricultural policies and subsidies on efficiency are one of the most important issues being discussed today, however, research on the issue is limited and previous studies on dairy farming have not considered the impacts of policies.

Results of DEA show that policy tools have a positive effect on farms efficiency for all the farm scales, except the smallest scale. CRS, VRS and SE scores of farms raised by 2.43%, 1.13% and 1.35%, respectively. It is worth noting that subsidies provide a small improvement. It is recommended to develop a mechanism to control and regulate the use of payments by farmers such as improvements in the use of inputs or farm size, and investments. It is of great importance to increase both the amount of subsidies and the number of farmers who receive these subsidies. Moreover, the results of the study show that the increase is more crucial for farms under 100 cows rather than for larger farms.

It is also noteworthy that the efficiency scores of small and large farms are higher, while lower for medium farms. While small-scale farms try to use their limited resources effectively, large-scale farms have an advantage due to their scale and professional management. The positive effect of subsidies on efficiency is more evident for farms with lower scores. In this context, it is crucial to differentiate subsidies according to farm-scale and to create different supports to maximize the efficiency of all farms. It is recommended that provide subsidies to increase the size of especially small farms that operate at increasing returns to scale. Subsidies such as the donation of livestock or feed, financial aid, and interest rebates on agricultural loans for the purchase of livestock are beneficial policy tools for farmers to increase farm-scale. For larger farms operating with decreasing returns to scale, subsidies to improve mechanization conditions and technology is crucial. In this case, knowledge transfer for the efficient use of technology and digitalization, financial aid, and project-based supports for the modernization of large farms are essential.

According to the results of the Tobit analysis, education, family size, the share of livestock in agricultural income and the tendency to give up dairy farming have a significant effect on efficiency. However, age and experience, membership in a cooperative, non-farm income and loan debt have no significant effect. A higher level of education and better financial status is determinants for the use of modern production techniques, the purchase of various suitable inputs, following developments on the market, and putting emphasis on feeding methods, animal health and welfare. Within this framework, extension activities should be organized to raise both formal and agricultural education levels. These training activities should relay information on the effective usage of inputs and subsidies, financial management and marketing. Cooperative membership has an insignificant impact on-farm efficiency. Therefore, the share of farmers' organizations in the market should be increased, and these organizations should also be encouraged to the establishment of their own milk processing plants. According to the marginal effects of the analysis, the farmer's tendency to abandon dairy farming has the greatest negative impact on technical

efficiency. The sustainability of dairy farming in the region requires not only agricultural subsidies for farms, but also social policies such as rural development. Solving structural problems of dairy farming and improving social capabilities in rural areas would support the continuity of dairy production in the region.

As a result, it was concluded that agricultural subsidies in the Thrace Region positively affect the efficiency of dairy farms. The findings of this research are guiding in terms of establishing livestock policies, improving dairy farming in the region, and increasing the efficiency and competitiveness of the farms. Other similar studies should be carried out in different regions to make comparisons. Besides, it is crucial to put into practice the farm accountancy data network and improve the statistical infrastructure for doing policy impact assessments.

#### **Acknowledgements**

This study supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: 2016-ZRF-054), Turkey.

## References

- Allendorf, J. J., Wettemann, P. J. C. (2015). Does animal welfare influence dairy farm efficiency? A two-stage approach. *Journal of Dairy Science*, 98: 7730-7740.
- Álvarez, A., del Corral, J., Solís, D., Pérez, J. A. (2008). Does intensification improve the economic efficiency of dairy farms?. *Journal of Dairy Science*, 91 (9): 3693-3698.
- Aras, A. (1988). Tarım Muhasebesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:486, Bornova, İzmir.
- Bajrami, E., J Wailes, E., L Dixon, B., Musliu, A., & Durand-Morat, A. (2017). Factors affecting the technical efficiency of dairy farms in Kosovo. *Journal of Central European Agriculture*, 18 (4): 823-840.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9): 1078-1092.
- Cabrera, V.E., Solís, D., del Corral, J. (2010). Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, 93(1): 387-393.
- Ceyhan, V., Hazneci, K. (2010). Economic efficiency of cattle-fattening farms in Amasya province, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 60-69.
- Chang, H. H., Mishra, A. K. (2011). Does the Milk Income Loss Contract program improve the technical efficiency of US dairy farms?. *Journal of Dairy Science*, 94 (6): 2945-2951.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6): 429-444.
- Chidmi, B., Solís, D., Funtanilla, M., Cabrera, V. E. (2010). Analyzing the determinants of technical efficiency among traditional dairy farms in Wisconsin: a quantile regression approach, *Agricultural and Applied Economics Association 2010 Annual Meeting*, July 25-27, Denver, USA.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer, New York, the USA, p.331.
- Curtis, J., Jackson S., Kennedy, V. D. (2016). An evaluation of technical efficiency among heterogeneous dairy farms. *African Journal of Dairy Farming and Milk Production*, 3 (2): 135-140.
- Dagistan, E., Koc, B., Gul, M., Parlakay, O., Akpınar, M. G. (2009). Identifying technical efficiency of dairy cattle management in rural areas through a non-parametric method: a case study for the East Mediterranean in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (5): 863-867.
- DairyNZ. (2018). New Zealand Dairy Statistics (2017), Hamilton, New Zealand, p.52.
- Erdal, G., Erdal, H., Yavuz, H., Çallı, A. (2016). The present and future statues of animal presence in Turkey; the declination of TR83 area. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4 (8): 668-675.
- European Union (EU). (2018a). EU Dairy Farms Report. Brussels, Belgium, p.185.
- European Union (EU). (2018b). Turkey Report (2018). Strasbourg, p.111.
- FAO. (2019). Food and agriculture data, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Accessed date: 12.04.2019).
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120: 253-290.
- Ferjani, A. (2008). The relationship between direct payments and efficiency on Swiss farms. *Agricultural Economics Review*, 9(1): 93-102.
- Galanopoulos, K., Abas, Z., Laga, V., Hatziminaoglou, I., Boyazoglu, J. (2011). The technical efficiency of transhumance sheep and goat farms and the effect of EU subsidies: Do small farms benefit more than large farms?. *Small Ruminant Research*, 100(1): 1-7.
- Galluzzo, N. (2018a). A non-parametric analysis of technical efficiency in Bulgarian farms using the FADN dataset. *European Countryside*, 10 (1): 58-73.
- Galluzzo, N. (2018b). Analysis of economic efficiency in some Irish farms using the DEA approach. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6 (2): 156-162.
- Gaspar, P., Mesías, F. J., Escribano, M., Pulido, F. (2009). Assessing the technical efficiency of extensive livestock farming systems in Extremadura, Spain. *Livestock Science*, 121 (1): 7-14.
- Gelan, A., Muriithi, B. W. (2012). Measuring and explaining technical efficiency of dairy farms: a case study of smallholder farms in Africa. *Agrekon*, 51 (2): 53-74.
- Gonçalves, R. M. L., Vieira, W. D. C., Lima, J. E. D., Gomes, S. T. (2008). Analysis of technical efficiency of milk-producing farms in Minas Gerais. *Economia Aplicada*, 12 (2): 321-335.
- Guesmi, B., Serra, T. (2015). Can we improve farm performance? The determinants of farm technical and environmental efficiency. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 37 (4): 692-717.

- Gül, M., Yilmaz, H., Parlakay, O., Akkoyun, S., Bilgili, M. E., Vurarak, Y., Hizli, H., Kilicalp, N. (2018). Technical efficiency of dairy cattle farms in East Mediterranean Region of Turkey. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18 (2): 213-226.
- Hadley, D. (2006). Patterns in technical efficiency and technical change at the farm-level in England and Wales, 1982–2002. *Journal of Agricultural Economics*, 57 (1): 81-100.
- Hazneci, E., Ceyhan, V. (2015). Measuring the productive efficiency and identifying the inefficiency determinants of dairy farms in Amasya Province, Turkey. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 4 (1): 100-107.
- Jiang, N., Sharp, B. (2015). Technical efficiency and technological gap of New Zealand dairy farms: a stochastic meta-frontier model. *Journal of Productivity Analysis*, 44 (1): 39-49.
- Karakuş, K. (2011). An overview to live animal and red meat imports of Turkey. *Iğdir University Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(1): 75-79.
- Kleinhanß, W., Murillo, C., San Juan, C., Sperlich, S. (2007). Efficiency, subsidies, and environmental adaptation animal farming under CAP. *Agricultural Economics*, 36(1): 49-65.
- Kumbar, N. (2015). An Efficiency Analysis of Breeding Farm Enterprises in Trakya Region. (PhD Thesis) Namık Kemal University, Department of Agricultural Economics, Tekirdag, 96p.
- Kumbhakar, S. C., Lien, G. (2010). Impact of subsidies on farm productivity and efficiency. In: *The Economic Impact of Public Support to Agriculture*. Springer, New York, pp 109-124.
- Latruffe, L., Bakucs, L. Z., Bojnec, S., Ferto, I., ... Toma, C. (2008). Impact of public subsidies on farms' technical efficiency in New Member States before and after EU accession. *European Association of Agricultural Economists 2008 International Congress*, August 26-29, Ghent, Belgium, 5p.
- Latruffe, L., Desjeux, Y. (2016). Common Agricultural Policy support, technical efficiency and productivity change in French agriculture. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 97 (1): 15-28.
- Latruffe, L., Guyomard, H., & Le Mouél, C. (2009). The role of public subsidies on farms' managerial efficiency: an application of a five-stage approach to France. *Working Papers Smart-Lereco*, No: 09-05, Rennes, France, 25p.
- Madau, F. A., Furesi, R., Pulina, P. (2017). Technical efficiency and total factor productivity changes in European dairy farm sectors. *Agricultural and Food Economics*, 5 (17): 14p.
- Mareth, T., Scavarda, L. F., Thomé, A. M. T., Cyrino Oliveira, F. L., Alves, T. W. (2019). Analysing the determinants of technical efficiency of dairy farms in Brazil. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68 (2): 464-481.
- Mareth, T., Thomé, A. M. T., Scavarda, L. F., Cyrino Oliveira, F. L. (2017). Technical efficiency in dairy farms: research framework, literature classification and research agenda. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66 (3): 380-404.
- McDonald, J. (2009). Using least squares and Tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197: 792-798.
- McDonald, J. F., Moffitt, R. A. (1980). The uses of Tobit analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 62 (2): 318-321.
- Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). (2021). Animal Production Statistics.
- National Dairy Council. (2019). Milk Sector Statistics in the World and Turkey, p.49.
- Newbold, P. (1995). *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall International, New Jersey, p.867.
- Özden A. (2016). Analysis of countries agricultural production efficiency by income groups: meta frontier approach, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13 (3): 121-128.
- Özüdoğru, T. (2010). Analysis of economic impacts of Amasya cattle breeders association on the local farmers. (PhD Thesis) Ankara University, Department of Agricultural Economics, Ankara, 250p.
- Parlakay, O., Semerci, A., Çelik, A. D. (2015). Estimating technical efficiency of dairy farms in Turkey: a case study of Hatay Province. *Custos e Agronegócio Online*, 11(3): 106-115.
- Pfeiffer, L., López-Feldman, A., Taylor, J. E. (2009). Is off-farm income reforming the farm? Evidence from Mexico. *Agricultural Economics*, 40 (2): 125-138.
- Semerci, A., Celik, A. D. (2017). Reflections of animal husbandry subsidies on dairy cattle enterprises: A case study of Hatay Province-Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14 (2): 92-100.
- Siafakas, S., Tsiplakou, E., Kotsarinis, M., Tsiboukas, K., Zervas, G. (2019). Identification of efficient dairy farms in Greece based on home grown feedstuffs, using the Data Envelopment Analysis method. *Livestock Science*, 222: 14-20.
- Silva, E., Almeida, B., Marta-Costa, A. A. (2018). Efficiency of the dairy farms: A study from Azores (Portugal). *European Countryside*, 10 (4): 725-734.

- Silva, E., Arzubi, A., Berbel, J. (2013). An application of data envelopment analysis (DEA) in Azores dairy farms. In: Efficiency measures in the agricultural sector, Springer, pp 73-81.
- Silva, E., Marote, E. (2013). The importance of subsidies in Azorean dairy farms' efficiency. Efficiency measures in the agricultural sector, Springer, pp 157-166.
- Skevas, I., Emvalomatis, G., Brümmer, B. (2018). Heterogeneity of long-run technical efficiency German dairy farms: A Bayesian Approach. *Journal Agricultural Economics*, 69 (1): 58-75.
- Špička, J., Smutka, L. (2014). The technical efficiency of specialised milk farms: a regional view. *The Scientific World Journal*, Article ID: 985149, p.13.
- Terin, M., Kulekci, M., Yildirim, I. (2017). Measuring technical, allocative and economic efficiencies of dairy farms in western Turkey. *Indian Journal Animal Research*, 51: 165-169.
- Thrace Development Agency (TDA). (2013). Trakya Bölgesi Mevcut Durum Analizi, Tekirdag, 433p.
- Turkish Statistical Institute (TurkStat). (2019). Data Request.
- Turkish Statistical Institute (TurkStat) (2020). Regional Statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/> (Accessed date: 10.05.2021).
- Uzmay, A. (2017). Determination of farmers opinions about the affects of livestock policies on dairy cattle farms: sample of Izmir province. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 54 (2): 167-175.
- Uzmay, A., Çınar, G. (2016). The hierarchy of preferences of dairy cattle breeders to supporting policies in Izmir: Fuzzy Pairwise Comparison. *Turkish Journal Agricultural Economics*, 22 (2): 59-67.
- Uzmay, A., Koyubenbe, N., Armagan, G. (2009). Measurement of efficiency using Data Envelopment Analysis (DEA) and social factors affecting the technical efficiency in dairy cattle farms within the province of Izmir, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (6): 1110-1115.
- Uzmay, A., Ozden, F. (2016). A study on the factors affecting the dairy policy opinions of the (2013) Turkey National Dairy Summit Participants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18 (5): 1163-1172.
- Zhu, X., Milán Demeter, R., Lansink A.O. (2012). Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: the role of CAP subsidies. *Agricultural Economics Review*, 1 (1): 66-92.

## The Effect of Salinity (NaCl) Stress and Different Magnetic Applications on The Germination of Cucumber Seeds (*Cucumis sativus* L.)


Tuzluluk (NaCl) Stresi ve Farklı Manyetik Uygulamaların Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkisi


Muhammed ALSUVAİD <sup>\*1</sup>, Yusuf DEMİR <sup>2</sup>

### Abstract

Salinity stress is one of the main factors that limit seed germination and plant growth. Therefore, magnetic water was used because it had a positive effect on seed germination. This study was conducted to investigate the effect of magnetic (MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5) treatment of water passing through magnets 1, 2, 3, 5, and 8 times respectively, and non-magnetic (NMT) treatment on the germination of cucumber seeds (*Cucumis sativus* L.) under salinity stress (NaCl) (S1 = 0.38 dSm<sup>-1</sup>, S2 = 4.0 dSm<sup>-1</sup>, S3 = 8.0 dSm<sup>-1</sup>). The experiment was conducted by the design of a one-way ANOVA with three replications. The results showed that water salinity stress a significantly decrease in the final germination percentage (FGP), germination index (GI), coefficient of the velocity of germination (CVG), germination percentage 4th day (GP), and germination rate index (GRI), while the mean germination time (MGT) increased significantly. In addition, the FGP, GP, GI, CVG, and GRI were significantly increased and the MGT was significantly decreased when using magnetic water compared to non-magnetic water. The highest values of FGP, GP, GI, CVG, and GRI were at S1 while they decreased by 7.8%, 10.0%, 15.8%, 2.4% and 16.2%, respectively in S3 (8.0 dSm<sup>-1</sup>), compared to S1 (0.38 dSm<sup>-1</sup>). The highest FGP values of 92.20% at MT4 were obtained with S1 salinity (0.38 dSm<sup>-1</sup>) and the lowest FGP value of 72.20% at NMT with water salinity S3 (8.0 dSm<sup>-1</sup>). The results of the research showed that magnetic water treatment has a positive effect on the germination of cucumber seeds and that salinity stress reduced the germination of seeds. Finally, it can be recommended to apply MT4 (water passed through the magnetic 5 times) to achieve the best germination of cucumber seeds.

**Keywords:** Magnetic water treatment, Germination index, Salinity stress, Cucumber, Germination of seeds

<sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:</sup> Muhammed ALSUVAİD, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Agricultural Structures and Irrigation Department, Samsun, Turkey. E-mail: [mnsweed861@gmail.com](mailto:mnsweed861@gmail.com).  OrcID: 0000-0003-0146-781X

<sup>2</sup>Yusuf DEMİR, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Agricultural Structures and Irrigation Department, Samsun, Turkey.. E-mail: [yusufdd@omu.edu.tr](mailto:yusufdd@omu.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-5760-6551.

**Atif/Citation:** Alsuvaid, M., Demir, Y. The Effect of Salinity (NaCl) Stress and Different Magnetic Applications on The Germination of Cucumber Seeds (*Cucumis sativus* L.). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 529-540.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Tuzluluk stresi, tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini sınırlayan ana faktörlerden biridir. Bu nedenle tohum çimlenmesine olumlu etkisi olduğu için manyetik su kullanılmıştır. Bu çalışmada, tuzluluk (NaCl) Stresi ve farklı manyetik uygulamaların hıyar (*Cucumis sativus* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüştür. Bu çalışma, beş farklı manyetik uygulama (MT1, MT2, MT3, MT4 ve MT5) manyetik ortamdan sırasıyla 1, 2, 3, 5 ve 8 defa geçirilmiş su ve manyetik olmayan (NMT) uygulamasının hıyar tohumlarının (*Cucumis sativus* L.) tuzluluk stresi ( $S_1 = 0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $S_2 = 4.0 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $S_3 = 8.0 \text{ dSm}^{-1}$ ) altında çimlenmesine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonunda, su tuzluluğu stresindeki artış son çimlenme yüzdesi (FGP), çimlenme yüzdesi 4. gün (GP), çimlenme indeksi (GI), çimlenme hızı katsayısı (CVG) ve çimlenme oranı indeksinde (GRI) azalmaya neden olduğu göstermiştir. Bununla beraber ortalama çimlenme süresinde (MGT) artış görülmüştür. FGP, GP, GI, CVG ve GRI'nin en yüksek değerleri  $S_1$ 'de iken,  $S_3$ 'te ( $8.0 \text{ dSm}^{-1}$ )  $S_1$ 'e ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ) göre sırasıyla %7.8, %10.0, %15.8, %2.4 ve %16.2 azalmıştır. Manyetik olan sulama suyu kullanıldığında FGP, GP, GI, CVG ve GRI'inde bir artışa neden olmuş ve manyetik olmayan sulama suyunun NMT olması durumunda ise azalmalar olduğu görülmüştür. En yüksek FGP değerleri %92.20  $S_1$  tuzluluk ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ) ile MT4 konusunda, en düşük FGP değeri %72.20 su tuzluluğu  $S_3$  ( $8.0 \text{ dSm}^{-1}$ ) ile NMT konusunda belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, manyetik su uygulamasının hıyar tohumlarının çimlenmesini olumlu etkilediğini ve tuzluluk stresinin tohumların çimlenmesini azalttığını göstermiştir. Çalışma sonucuna göre, hıyar tohumlarının en iyi çimlenmesini sağlamak için MT4 (manyetikten 5 defa geçirilmiş su) uygulanması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik su arıtma, Çimlenme indeksi, Tuzluluk stresi, Hıyar, Tohumların çimlenmesi

## 1. Introduction

Salinity is one of the main problems of both soil and irrigation water and a serious threat to agriculture (Munns and Tester, 2008; Alsuvaïd et al., 2022). One of the causes of salinity problems in agricultural lands in arid and semi-arid areas is irrigation with low-quality water (Hossain, 2019). Soil salinity affects 10% of the total area on the earth's surface and there is a continuous increase in the area of saline lands (Marcum, 2006; Carrow and Duncan 1998). While 1.5 million hectares of land in Turkey suffer from salinity problems (Ekmekçi et al., 2005; Asci, 2011; Demirkol et al., 2019). Although there are many different salts in nature, the most common is sodium chloride (Kusvuran and Biology, 2012). Sodium chloride negatively affects plant life by creating osmotic stress and/or toxic effects (Çulha and Çakırlar, 2011; Houle et al., 2001). Salt stress inhibits the growth and development of plants by causing osmotic and ion stress (Parida et al., 2005; Alsuvaïd et al., 2022). Salt stress affects cell division and elongation, causing a decrease in the number of cells in the root and stem, mitotic activity, and cell division rate in plants (Bursens et al., 2000). Salt stress, a major environmental problem in arid, semi-arid, and coastal regions, shows its first negative impact during the germination stage of plants (Passam and Kakouriotis, 1994). Salt damage during the germination period causes a decrease in water intake, structural effects of protein organization, and changes in the transport of stored nutrients (Foolad and Lin, 1997). The speed of seed germination and early seedling growth are the main factors limiting the growth and development of plants under saline conditions and are considered the most important stage in plant life under harsh conditions (Tsegay and Gebreslassie, 2014; Kitajima and Fenner, 2000). Salt stress may cause a significant decrease in the rate and final germination percentage of seeds, which in turn leads to a decrease in yield (Tsegay and Gebreslassie, 2014).

Seed germination is improved by different seed treatments by magnetic fields, electric fields, microwave radiation, and laser radiation (Hozayn et al., 2015; Pietruszewski and Kania, 2010). Recently, many researchers found that the magnetic field was influential on seed germination and seedling growth (Namba et al., 1994; Hozayn et al., 2015; Hozayn et al., 2014; Ul Haq et al., 2016). There are two types to study the effect of magnetic treatment, the effect of magnetic treatment of seeds and the effect of magnetically treated water on seeds. Magnetic treatment of the seeds increased plant growth and protein biosynthesis (Kordas, 2002). (Hozayn et al., 2015; Racuciu et al., 2008) reported that when the seeds were exposed to a magnetic field, the activities of some enzymes were increased. The use of magnetic technology is a new environmentally friendly technology (Ul Haq et al., 2016; Nimmi and Modhu 2009). When using magnetic water compared to non-magnetic water, the percentage of seed germination was increased. Magnetically treated water greatly affects the change of the chemical properties of water, and the change of hydrogen bonds between water molecules, which leads to a change in the size of large salt crystals into small salt crystals. This leads to a change in osmotic pressure (Amiri et al. 2006; Alsuvaïd et al., 2022). Magnetic water compared to non-magnetic water can enhance germination and enzymatic activities of seeds (Ul Haq et al. 2016). Magnetically treated water activates hormones and enzymes involved in the seed germination process (Ahamed et al., 2013; Ismail et al., 2020). The use of magnetic water significantly improves seed germination and emergence compared to non-magnetic water (Podlesny et al., 2004; Pietruszewski and Kania, 2010; Samarah et al. 2021). The magnetic field has led to an increase in the germination rate of some plants such as soybeans, tomato, pepper, sunflowers, snap bean and wheat (Martinez et al., 2017; Atak et al., 2000; Oldacay, 2002; Yalçin, 2018; De Souza et al., 2006; Dalia et al., 2009; Grewal and Maheshwari, 2011; Fatahallah et al., 2014). However, there are still few studies on the interaction effects of magnetically treated water irrigation and saline water irrigation on seed germination. Therefore, the objective of this work was to study the effect of salinity (NaCl) stress and different magnetic applications on seed germination.

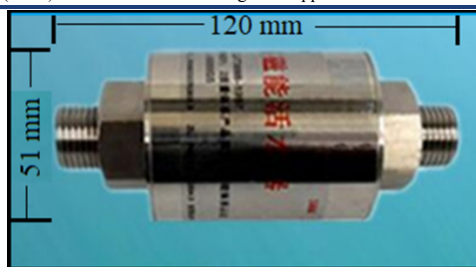
## 2. Materials and Methods

### 2.1. Experimental conditions

This study was conducted to determine the responses of cucumber seeds (*Cucumis sativus* L.) to different salinity (NaCl) stresses and different magnetic applications during the germination period. It was conducted in the laboratories of Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Agricultural Structures and Irrigation Department in Samsun, Turkey, in 2021.

The magnetic device VR-WS-D-001 (total length 120 mm, connector port 1/2-inch, diameter 51mm) used for water treatment was purchased from Vigorain Technology Co., Ltd., China. Water is magnetically treated by passing it through the device (*Figure 1*).





**Figure 1. Magnetic treatment device**

### 2.2. Experimental design and water treatments

The experiment was conducted by the design of a one-way ANOVA with three replications. Magnetized water is obtained by passing water through a magnet device. Magnetic treatment was applied on six different levels, NMT (non-magnetic water treatment), MT1 (water passed through the magnetic once), MT2 (water passed through the magnetic 2 times), MT3 (water passed through the magnetic 3 times), MT4 (water passed through the magnetic 5 times) and MT5 (water passed through the magnetic 8 times). Three different types of salinity (NaCl) were used for water ( $S_2 = 4 \text{ dSm}^{-1}$  and  $S_3 = 8 \text{ dSm}^{-1}$ ) and tap water ( $S_1 = 0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ). To obtain the appropriate salinity, salt (NaCl) was added to tap water for the corresponding treatment.

Seeds were sterilized in 5% sodium hypochlorite solution for 10 min to ensure surface sterilization and rinsed with distilled water. Sterilized seeds were placed in 9 cm diameter Petri dishes on two layers of filter paper (Whatman's No: 1) and each Petri dish contained 30 seeds. 15 mL of lab-prepared and magnetically treated saline was added to each Petri dish. Petri dishes were placed in an incubator left to germinate for 7 days at 12,000 lux light, temperature  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  and 70% humidity. During the experiment, germinated seeds were counted every day, and seeds with a root length of 2 mm were accepted as germinated according to the rules of the International Seed Testing Association.

### 2.3. Calculation of germination parameters

Final germination percentage (FGP, %) and germination percentage 4th day (GP, %) were calculated from Eq. 1 and Eq. 2, respectively. It is clear that the higher the final germination percentage value, the higher the seed germination (Scott et al. 1984; Mzibra et al. 2021).

$$\text{FGP} = \frac{\text{Final Number of seeds germinated}}{\text{Total number of seeds}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

$$\text{GP} = \frac{\text{Number of seeds germinated in the 4th day}}{\text{Total number of seeds}} \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

Mean Germination Time (MGT, day) was calculated as shown in Eq. 3, and the lower the mean germination time, the faster the seed germination (Orchard and technology, 1977; Mzibra et al., 2021). Where F is the number of seeds germinated on day x.

$$\text{MGT} = \frac{\sum F \cdot x}{\sum F} \quad (\text{Eq.3})$$

Germination index (GI, %/day) was calculated as shown in Eq. 4, The GI value emphasizes both the percentage of germination and its speed. The higher the GI value, the higher the percentage and germination rate. Where  $n_1, n_2, \dots, n_7$  are the number of seeds germinated on days 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, ..., 7<sup>th</sup> (Benech Arnold et al., 1991).

$$\text{GI} = (7 \times n_1) + (6 \times n_2) + \dots + (1 \times n_7) \quad (\text{Eq.4})$$

The coefficient of Velocity of Germination (CVG) was calculated as shown in Eq. 5, as the number of germinated seeds increases, CVG increases and gives an indication of germination speed. Where N is the number of seeds germinated every day, T is the number of days from seeding corresponding to N (Jones and Sanders, 1987).

$$\text{CVG} = 100 \times (N_1 + N_2 + \dots + N_i / N_1 T_1 + \dots + N_i T_i) \quad (\text{Eq.5})$$

Germination Rate Index (GRI) was calculated as shown in Eq. 6, the higher the GRI values, the higher the rate and speed of germination. Where G1, G2, .....G7 are the germination percentage on days 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, ...7<sup>th</sup> (Esechie and Science, 1994).

$$GRI = G1/1 + G2/2 + \dots + G7/7 \tag{Eq.6}$$

### 2.4. Statistical analysis

The relationships between different water salinity and seed germination in different magnetic water conditions were evaluated using JMP version 13.2 software for statistical analysis. The data were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) at the level of significance (HSD, P<0.05).

## 3. Results

### 3.1. The number of germinated seeds

Figure 2 shows the effect of different magnetic treatments on the number of germinated seeds of cucumber seeds. Magnetic water led to an increase in the number of germinated seeds for all magnetic treatments as compared to NMT water. The number of germinated seeds in the second day increased by 5.56%, 19.44%, 38.89%, 69.44%, and 22.22% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatment. While the number of germinated seeds in the seventh day increased by 1.49%, 5.45%, 9.90%, 14.36%, and 4.46% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatment. The highest number of germinated seeds was observed with the MT4 treatment, while the lowest rate was observed with the NMT treatment. In addition, we observed that as water salinity levels increased, the number of germinated seeds decreased. As shown in Figure 3, the highest number of germinated seeds (24.78 seeds) was found in treatment S1, while the lowest value (22.83 seeds) was found in treatment S3 on the seventh day.

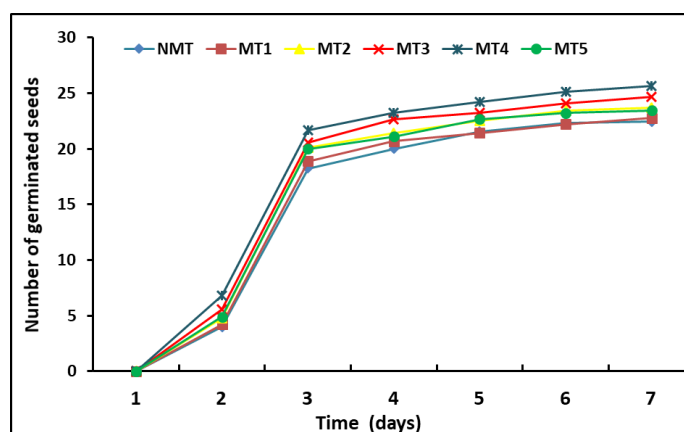


Figure 2. Effect of different magnetic treatments on the number of germinated seeds of cucumber seeds. NMT: non-magnetic water treatment; MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 represent water passed through the magnetic 1, 2, 3, 5, and 8 times respectively

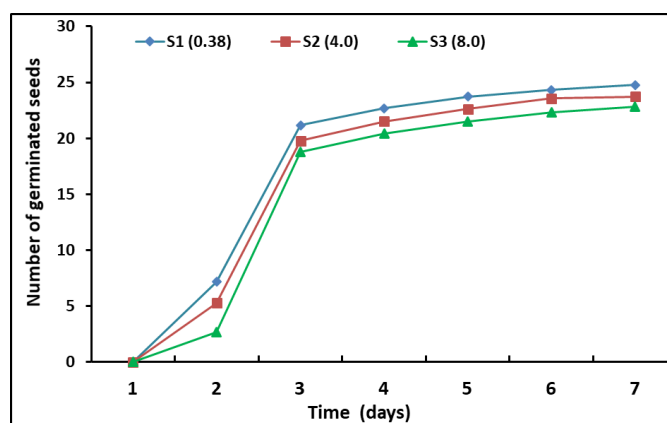
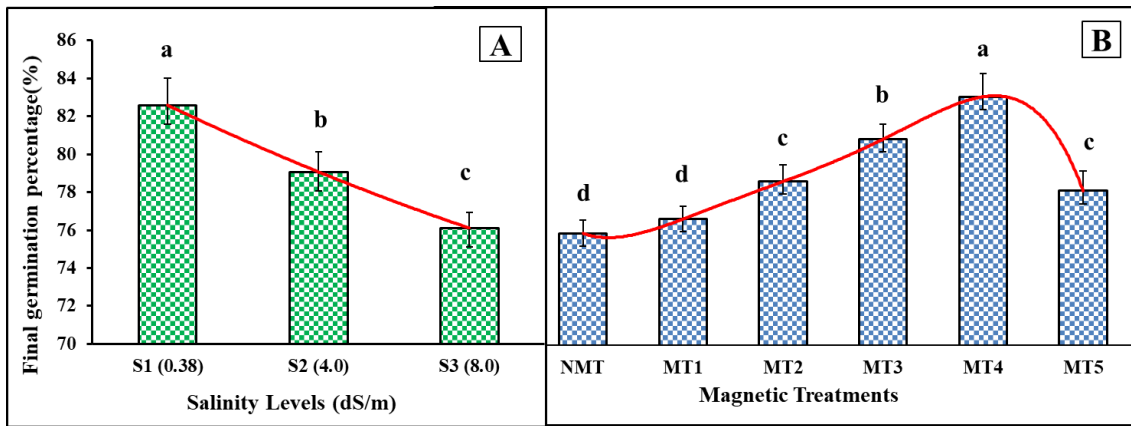


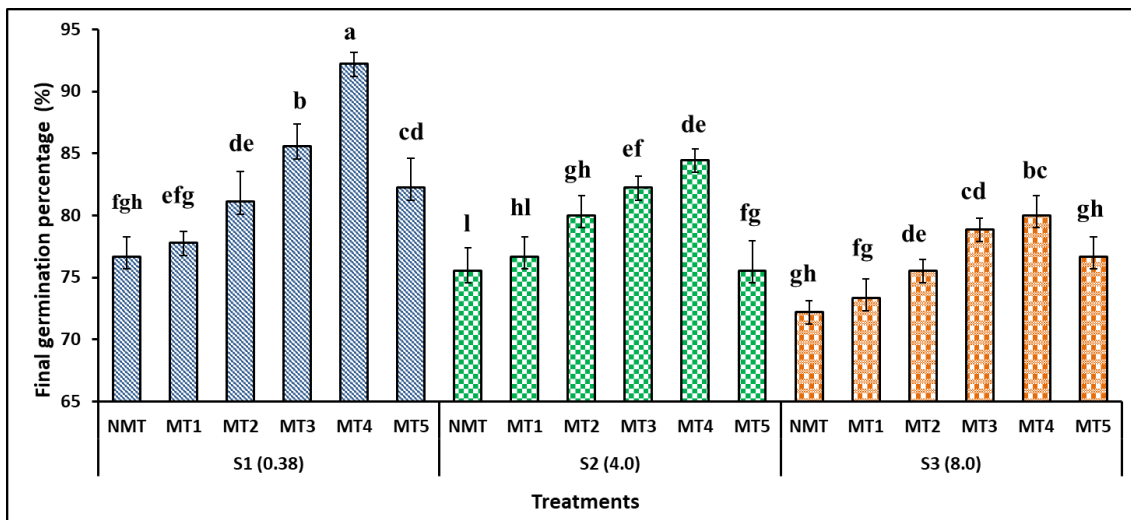
Figure 3. Effect of salinity (NaCl) stress on the number of germinated seeds of cucumber seeds

### 3.2. Final germination percentage (FGP) (%)

The effect of salinity stress and magnetic treatments on the final germination percentage of cucumber seeds was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ), as shown in *Table 1*. The values of the FGP decreased significantly with increasing water salinity levels (*Figure 4A*). The highest FGP 82.59% was found in treatment S1, while the lowest value 76.11% was found in treatment S3 (*Figure 4A*). However, the FGP was significantly increased by the magnetic treatment (MT) compared to NMT (*Figure 4B*). According to the HSD test, the magnetic treatments, NMT and MT1, were in one group, MT2 and MT5 in another group. There was no significant difference between the FGP values of these groups. The FGP values were 74.81%, 75.93%, 78.89%, 82.22%, 78.15% and 79.26% for the NMT, MT1, MT2, MT3, MT4 and MT5 treatments, respectively. The interaction effects between salinity stress and magnetic treatments on the FGP of cucumber seeds were statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) *Table 1*. The highest values of FGP were obtained in MT4 with a salinity of S1 ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ) and the lowest FGP in NMT with the salinity of irrigation water S3 ( $8.0 \text{ dSm}^{-1}$ ) (*Figure 5*). FGP was positively correlated to GP ( $r = 0.90$ ), GI ( $r = 0.92$ ), CVG ( $r = 0.71$ ), and GRI ( $r = 0.93$ ) and negatively correlated with MGT ( $r = -0.70$ ) that was significant at the 1% level (*Figure 6*).



**Figure 4.** Effect of salinity (NaCl) stress (A) and different magnetic treatments (B) on the final germination percentage of cucumber seeds. NMT: non-magnetic water treatment; MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 represent water passed through the magnetic 1, 2, 3, 5, and 8 times respectively. Mean values in the same columns followed by the same letters are not significantly different according to the HSD test ( $P < 0.05$ )



**Figure 5.** Effect of magnetic treatments x salinity levels interaction on the final germination percentage of cucumber seeds. NMT: non-magnetic water treatment; MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 represent water passed through the magnetic 1, 2, 3, 5, and 8 times respectively. Mean values in the same columns followed by the same letters are not significantly different according to the HSD test ( $P < 0.05$ )

### 3.3. Germination percentage 4<sup>th</sup> day (GP, %)

GP values decreased with increasing water salinity levels and increased with MT use. Both salinity stress and magnetic treatments have significantly affected the GP (Table 1). The increase in salinity negatively affected the GP values, for instance, S1 and S3 had a decrease of 6.9 and 10.0%, respectively (Table 2). While the GP values increased by 3.4, 9.4, 15.6, 18.5, and 7.7% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatments (Table 2). The interaction between salinity stress and magnetic treatments significantly affected the GP of cucumber seeds (Table 1). The highest GP values were obtained at the MT4S1 treatment (Table 2). GP was positively correlated to GI ( $r = 0.92$ ), CVG ( $r = 0.71$ ), and GRI ( $r = 0.93$ ) and negatively correlated with MGT ( $r = -0.70$ ) that was significant at the  $p \leq 0.0001$  levels (Figure 6).

**Table 1. Summary of analysis of variance (ANOVA) for the effects of salinity levels (SL) and different magnetic treatments (MT) on the FGP, final germination percentage, GP, germination percentage 4th day, MGT, mean germination time, GI, germination index, COV, coefficient of the velocity of germination, and GRI, germination rate index of cucumber seeds**

Source of variation	dF	FGP		GP		GRI	
		Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>	Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>	Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>
<b>C. Total</b>	53						
<b>MT</b>	5	145.68***	2.62	190.97***	3.33	31.29***	1.02
<b>SL</b>	2	189.47***	1.51	271.80***	1.91	107.09***	0.58
<b>MT*SL</b>	10	11.03*	5.67	17.98*	7.19	2.19**	2.20
<b>Error</b>	34	3.40		5.47		0.51	
<b>CV (%)</b>	-		2.33		3.28		2.59
Source of variation	dF	MGT		GI		CVG	
		Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>	Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>	Mean Square	HSD <sub>0.05</sub>
<b>C. Total</b>	53						
<b>MT</b>	5	0.0051***	0.028	4866.12***	16.53	0.0812***	0.103
<b>SL</b>	2	0.0667***	0.016	16604.39***	9.49	1.0525***	0.059
<b>MT*SL</b>	10	0.0003 <sup>NS</sup>	0.610	441.28*	35.72	0.0060 <sup>NS</sup>	0.222
<b>Error</b>	34	0.0004		134.93		0.0052	
<b>CV (%)</b>	-		0.40		3.28		0.36

<sup>NS</sup>: Not significant, \* Significant at  $p \leq 0.05$ , \*\* Significant at  $p \leq 0.001$ , \*\*\* Significant at  $p \leq 0.0001$ . CV%: coefficient of variation, dF: degrees of freedom

### 3.4. Mean Germination Time (MGT, day)

The effect of water salinity stress on the MGT of cucumber seeds was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ) (Table 1). MGT values increased with increasing water salinity levels. The MGT values were 4.90, 4.95, and 5.02 (day) for the S1, S2, and S3 treatments, respectively (Table 2). The effect of magnetic treatments on the MGT of cucumber seeds was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ) (Table 1). In addition, MGT was significantly reduced using MT compared with NMT (Table 2). CVG values were 4.99, 4.97, 4.96, 4.95, 4.92, and 4.95 (day) for the NMT, MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 processors, respectively. The interaction effects between salinity stress and magnetic treatments on the MGT of cucumber seeds were not statistically significant (Table 1). MGT was negatively correlated to GI ( $r = -0.87$ ), and CVG ( $r = -0.99$ ) which was significant at the  $p \leq 0.0001$  levels (Figure 6).

### 3.5. Germination Index (GI, %/day)

It was determined that the GI by different water salinity levels was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ) (Table 1). With the increase of water salinity levels from S1 to S3, GI values decreased by 7.5 and 15.8% respectively in the S2 and S3 treatments (Table 2). The effect of magnetic treatments on the GI of cucumber seeds was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ) (Table 1). GI was significantly increased using MT compared with NMT. While GI values increased by 2.2, 8.1, 13.0, 19.4, and 7.6% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatments (Table 2). The interaction effects between salinity stress and magnetic treatments on the GI of cucumber seeds were statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) (Table 1). The highest GI values of 437.00 (%/day) at MT4 were obtained with S1 salinity ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ) and the lowest GI value of 301.33 (%/day) at NMT

with water salinity S3 (8.0 dSm<sup>-1</sup>) (Table 2). GI was positively correlated with CVG (r = 0.87) that was significant at p≤0.0001 levels (Figure 6).

**Table 2. The effect of salinity (NaCl) stress and different magnetic treatments on the GP, germination percentage 4th day, MGT, mean germination time, GI, germination index, COV, coefficient of the velocity of germination, and GRI, germination rate index of cucumber seeds**

Magnetic Treatments effect ±SEM	GP	GRI	MGT	GI	COV	
NMT	65.3 ± 0.9d	25.5 ±0.6d	4.99 ±0.02a	326.9 ±6.8d	20.0 ±0.06c	
MT1	67.5 ± 0.5cd	26.0 ±0.5d	4.97 ±0.02ab	334.0 ±6.4d	20.1 ±0.07bc	
MT2	71.5 ± 1.5b	27.5 ±0.7c	4.96 ±0.02bc	353.2 ±8.6bc	20.2 ±0.07b	
MT3	75.6 ± 1.6a	28.8 ±0.8b	4.95 ±0.02cd	369.3 ±10.7b	20.2 ±0.08ab	
MT4	77.4 ± 2.0a	30.6 ±1.0a	4.92 ±0.02d	390.4 ±12.5a	20.3 ±0.08a	
MT5	70.4 ± 1.1bc	27.3 ±0.8c	4.95 ±0.02bc	351.8 ±9.6c	20.2 ±0.08bc	
<b>Salinity Levels effect ±SEM</b>						
S <sub>1</sub> (0.38 dSm <sup>-1</sup> )	75.6 ±1.6a	30.0 ±0.6a	4.90 ±0.01c	384.2 ±8.1a	20.4 ±0.03a	
S <sub>2</sub> (4.0 dSm <sup>-1</sup> )	70.3 ±0.9b	27.7 ±0.4b	4.95 ±0.01b	355.2 ±4.5b	20.2 ±0.02b	
S <sub>3</sub> (8.0 dSm <sup>-1</sup> )	67.9 ±0.8c	25.1 ±0.3c	5.02 ±0.01a	323.4 ±4.3c	19.9 ±0.03c	
<b>Magnetic Treatments x Salinity Levels interaction ±SEM</b>						
S <sub>1</sub> (0.38 dSm <sup>-1</sup> )	NMT	66.7 ±1.6fg	26.9 ±0.4efg	4.95 ±0.01	341.7 ±4.4efg	20.20 ±0.06
	MT1	68.9 ±0.9defg	27.4 ±0.3def	4.92 ±0.01	347.7 ±5.0def	20.31 ±0.05
	MT2	76.7 ±0.8bc	29.5 ±0.4bcd	4.90 ±0.01	382.3 ±4.8bcd	20.41 ±0.05
	MT3	81.1 ±0.9ab	31.6 ±0.6b	4.88 ±0.01	408.0 ±7.0ab	20.50 ±0.03
	MT4	85.6 ±0.9a	34.3 ±0.2a	4.86 ±0.01	437.0 ±3.3a	20.56 ±0.03
S <sub>2</sub> (4.0 dSm <sup>-1</sup> )	MT5	74.4 ±1.2bcde	30.3 ±0.3bc	4.89 ±0.01	388.3 ±5.9bc	20.45 ±0.05
	NMT	66.0 ±0.6fg	26.1 ±0.4fgh	4.97 ±0.01	337.7 ±5.0efg	20.10 ±0.02
	MT1	67.0 ±0.6fg	26.7 ±0.2efg	4.96 ±0.01	345.0 ±5.9efg	20.18 ±0.02
	MT2	70.0 ±0.5cdefg	27.8 ±0.5def	4.96 ±0.01	353.7 ±6.6cde	20.16 ±0.05
	MT3	75.6 ±1.3bcd	28.6 ±0.2cde	4.95 ±0.01	365.0 ±4.1cde	20.20 ±0.03
S <sub>3</sub> (8.0 dSm <sup>-1</sup> )	MT4	74.4 ±0.9bcde	30.4 ±0.2bc	4.91 ±0.01	387.0 ±3.3bc	20.36 ±0.06
	MT5	68.9 ±0.7edfg	26.5 ±0.5efg	4.95 ±0.01	343.0 ±6.9efg	20.22 ±0.03
	NMT	63.3 ±1.6g	23.4 ±0.4l	5.05 ±0.01	301.3 ±6.1h	19.82 ±0.05
	MT1	66.7 ±0.5fg	23.9 ±0.1hl	5.04 ±0.01	309.3 ±2.7gh	19.88 ±0.06
	MT2	67.8 ±2.4efg	25.1 ±0.4ghl	5.02 ±0.01	323.7 ±5.0fgh	19.94 ±0.03
	MT3	70.0 ±0.5cdefg	26.3 ±0.4fg	5.01 ±0.01	335.0 ±8.0efg	19.96 ±0.03
	MT4	72.2 ±0.9cdef	27.0 ±0.4efc	4.99 ±0.02	347.3 ±6.1def	20.05 ±0.06
	MT5	67.8 ±0.9efg	25.1 ±0.2ghl	5.03 ±0.01	324.0 ±4.1fgh	19.90 ±0.02

**Note:** NMT: non-magnetic water treatment; MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 represent water passed through the magnetic 1, 2, 3, 5, and 8 times respectively. Mean values in the same columns followed by the same letters are not significantly different according to the HSD test (P <0.05). SEM: Standard error of the mean.

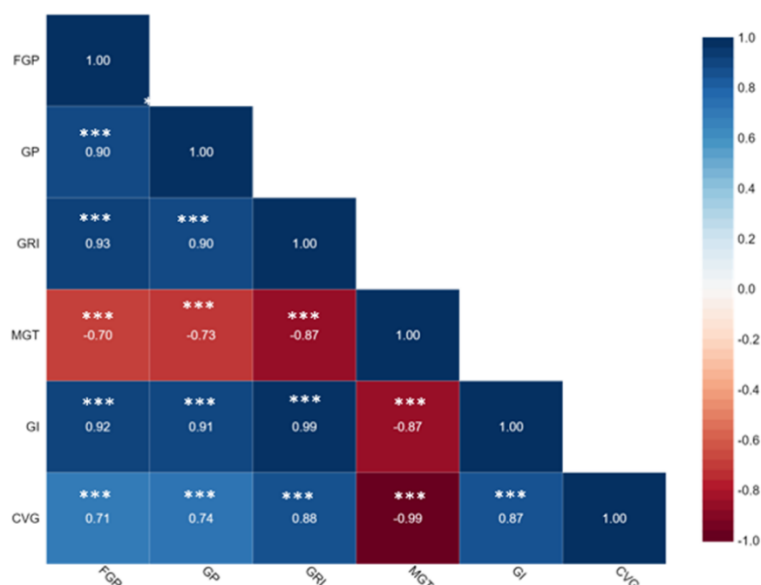
### 3.6. Coefficient of Velocity of Germination (CVG)

The effect of salinity stress and magnetic treatments on the CVG of cucumber seeds was statistically significant (p≤0.0001) (Table 1). CVG values decreased with increasing water salinity levels. The GRI values were 20.41, 20.20, and 19.92 for the S1, S2, and S3 treatments, respectively (Table 2). In addition, GRI was significantly increased using MT compared with NMT (Table 2). CVG values were 20.04, 20.12, 20.17, 20.22, 20.32, and 20.19 for the NMT, MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively. The interaction effects between salinity stress and magnetic parameters on the CVG of cucumber seeds were not statistically significant (Table 1).

### 3.7. Germination Rate Index (GRI)

GRI values decreased with increasing water salinity levels and increased with MT use as salinity stress and magnetic treatments significantly affected GRI (Table 1). As the water salinity levels increased from S1 to S3, the GRI values decreased by 7.7 and 16.2%, respectively, in the S2 and S3 treatments (Table 2). GRI was significantly

increased using MT compared with NMT. While the GRI values increased by 2.2, 7.8, 13.2, 20.0, and 7.2% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatments (Table 2). The interaction between salinity stress and magnetic treatments significantly affected the GRI of cucumber seeds (Table 1). The highest GRI values were obtained in the MT4S1 treatment (Table 2). GRI was positively correlated to GI ( $r = 0.99$ ), and CVG ( $r = 0.88$ ) negatively correlated with MGT ( $r = -0.87$ ) that was significant at the  $p \leq 0.0001$  levels (Fig. 6).



**Figure 6.** Correlation coefficients between cucumber germination parameters resulting from magnetic treatments and salinity levels using the mean values of the studied traits. (FGP, final germination percentage, GP, germination percentage 4th day, MGT, mean germination time, GI, germination index, COV, coefficient of the velocity of germination, and GRI, germination rate index). <sup>NS</sup>: Not significant, \* Significant at  $p \leq 0.05$ , \*\* Significant at  $p \leq 0.001$ , \*\*\* Significant at  $p \leq 0.0001$

#### 4. Discussion

The results of the study showed that the final germination percentage, germination percentage 4th day, germination index, coefficient of the velocity of germination, and germination rate index decreased significantly with the increase of water salinity levels, while the mean germination time increased significantly. The highest values of FGP, GP, GI, CVG, and GRI were at S1 while they decreased by 7.8, 10.0, 15.8, 2.4 and 16.2%, respectively in S3, compared to S1 (Table 2). When studying the effect of salt stress on maize (*Zea mays* L.) (Carpócy et al. 2009), *Vicia sativa* L. seeds (Akhtar and Hussain, 2009), (Benlioğlu and Özkan, 2020) Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) and (Kadioğlu, 2021) Sage (*Salvia* ssp.), they found that due to the increase in salt concentration, germination rates were decreased. The germination rate was significantly reduced or delayed due to increased salinity levels (Pessarakli et al., 1991; Van Hoorn, 1991). Increased salinity levels decrease germination; the cause can be due to the toxicity of certain ions or increased osmotic pressure (Haileselesie, 2012). The decrease in germination rate is due to increased salinity levels and increased osmotic pressure which results in preventing the entry of water required for germination to the seeds (Gheidary et al., 2017). The high levels of salinity led to a decrease in the rate of germination, and the inhibition of enzymes required during germination (Mansour 1994; Sadeghian et al. 2004). The detrimental effect of NaCl on germination was due to the osmotic effect, salt stress, and toxicity of some elements (Castroluna et al., 2014). The increased salinity level delayed the germination of seeds and reduced the germination rate (Hajer et al., 2006). Salinity and osmotic stress affect the delay in the speed of germination and the decrease in germination percentage, which impedes the water uptake of the seeds (Romero-Aranda et al., 2001; Samarah et al., 2021).

In addition, the FGP, GP, GI, CVG, and GRI were significantly increased and the MGT was significantly decreased when using magnetic water compared to non-magnetic water. The effect of magnetic treatments on the FGP, GP, GI, CVG, MGT, and GRI of cucumber seeds was statistically significant ( $p \leq 0.0001$ ) Table 1. While the

FGP values increased by 1.5, 5.4, 9.9, 14.4, and 4.5% for the MT1, MT2, MT3, MT4, and MT5 treatments, respectively, compared to the NMT treatments (Fig. 3B). The values of FGP, GP, GI, CVG, and GRI were increased with the use of magnetic water and the highest values were obtained at MT4. The increase started from MNT to MT4 and then started to decrease from MT4 to MT5.

The reason for this is that magnetic water greatly affects the chemical composition of water, which affects the solubility of minerals in the water. In magnetic water, the hydrogen bonds between the water molecules change, which breaks the large salt crystals into small salt crystals. When magnetic water is used, it causes a change in the chemical properties of water, and a change in the hydrogen bond angle, which leads to a change in the osmotic pressure (Grewal and Maheshwari, 2011; Alsuvaid et al., 2022). The magnetic effect of water is due to changes in the chemical and physical properties of water, which leads to an improvement in its solubility properties (Chang and Weng, 2008; Amiri et al., 2006). The use of magnetic water significantly improves the germination and emergence of seeds (Samarah et al., 2021; Aladjadjiyan 2002; Podlesny et al., 2004; Pietruszewski and Kania, 2010; Qados et al., 2010). The magnetic water interacts with the ions in the cell membrane of the seed embryo, which leads to a decrease in the osmotic pressure (Yaycili et al., 2005) or an increase in the seed's absorption of water (Reina et al., 2001). Magnetic water may be responsible for the activation of hormones and enzymes involved in the germination process (Ismail et al., 2020). The increase in the rate of germination when using magnetic water compared with non-magnetic water. It may be due to the effect of magnetic water on the amount of water absorption in the seed cell membrane, and to the changes that occur in the osmotic pressure and the ionic concentration of water that regulates the entry of water into the seeds (Mahmood and Usman, 2014). Magnetic water activates the formation of proteins and accelerates seed germination (Ahamed et al., 2013). Magnetic water can enhance the germination and enzymatic activities of seeds, the activities of amylase and protease are higher in seed germination. Enzymes have an important role in providing nutrition for seed germination. (Ul Haq et al., 2016).

## 5. Conclusions

The results of the present study showed the significant effects of salinity stress and magnetic and non-magnetic water on the germination of cucumber seeds. Salinity stress reduced the final germination percentage, germination percentage 4th day, germination index, coefficient of the velocity of germination, and germination rate index, while the average germination time decreased significantly. The highest values for FGP, GP, GI, CVG, and GRI were found at S1 and the lowest values were at S3.

The results showed that magnetic water treatment improved FGP, GP, GI, CVG, and GRI, especially under salinity stresses 4 and 8 dS.m<sup>-1</sup>. Magnetic water treatment was an effective method for promoting the germination of cucumber seeds. Magnetic water is recommended due to its positive effect on the germination of cucumber seeds and reducing the negative effect of salinity stress.

## References

- Ahamed M, Elzaawely A, Bayoumi YJAJCS (2013) Effect of magnetic field on seed germination, growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). 5 (3):286-294
- Akhtar P, Hussain FJPJB (2009) Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. 41 (6):3075-3080
- Aladjadjiyan AJJoCEA (2002) Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mais*. 3 (2):89-94
- Alsuvaid, M., Demir, Y., Kiremit, M. S., & Arslan, H. (2022). Interaction Effect of Water Magnetization and Water Salinity on Yield, Water Productivity and Morpho-Physiological of Balkız Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Gesunde Pflanzen*, 1-16.
- Amiri M, Dadkhah AAJC, Physicochemical SA, Aspects E (2006) On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. 278 (1-3):252-255
- Asci OOJAJoB (2011) Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. 10 (44):8774-8781
- Atak Ç, Yurttaş B, Alikamanoğlu S, Topçul F, Rzakoulieva A, Danilov V (2000) Effect of magnetic field on Paulownia seeds.
- Benech Arnold R, Fenner M, Edwards PJNP (1991) Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. 118 (2):339-347
- Benlioğlu B, Özkan U (2020) Germination and Early Growth Performances of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Genotypes Under Salinity Stress. 17 (3):318-328. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 318-328.
- Bursens S, Himanen K, Van de Cotte B, Beeckman T, Van Montagu M, Inzé D, Verbruggen NJP (2000) Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in *Arabidopsis thaliana*. 211 (5):632-640
- Carpýcý E, Celýk N, Bayram GJAJoB (2009) Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. 8 (19)
- Carrow RN, Duncan RR (1998) Salt-affected turfgrass sites: Assessment and management. John Wiley & Sons,
- Castroluna A, Ruiz O, Quiroga A, Pedranzani HJAeIA (2014) Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. 18 (1):39-50
- Chang K-T, Weng C-IJCMS (2008) An investigation into the structure of aqueous NaCl electrolyte solutions under magnetic fields. 43 (4):1048-1055
- Çulha Ş, ÇAKIRLAR HJAKÜFvMBD (2011) Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. 11 (2):11-34
- Dalia AS, Gendy A, Maria A, Mousa E Response of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) to magnetic technologies. In: Proceedings of the First Nile Delta Conference on Export Crops (Improvement and Protection of the Egyptian Export Crops) Pp, 2009. pp 89-104
- De Souza A, Garcí D, Sueiro L, Gilart F, Porras E, Licea LJBjotBS, The Society for Physical Regulation in Biology, Medicine TEBA (2006) Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. 27 (4):247-257
- Demirkol G, Yılmaz N, Özlem ÖJKSİÜTvDD (2019) Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. arvense L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. 22 (3):354-359
- Ekmekçi E, Mehmet A, Tekin KJATBD (2005) Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. 20 (3):118-125
- Esechie HJJoA, Science C (1994) Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. 172 (3):194-199
- Fatahallah M, Ali F, Gawish R, Hassan DJMJAR (2014) Effect of water regimes and irrigation with magnetic and non-magnetic water on soil salinity and growth of bean plants. 39 (5):1643-1654
- Foolad M, Lin GJH (1997) Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. 32 (2):296-300
- Gheidary S, Akhzari D, Pessaraki MJJoPN (2017) Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus sativus* L. 40 (10):1507-1514
- Grewal HS, Maheshwari BLJB (2011) Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. 32 (1):58-65
- Haileselesie THJAJoAS (2012) The effect of salinity (NaCl) on germination of selected grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces of Tigray. 4 (2):96-101
- Hajer A, Malibari AA, Al-Zahrani HS, Almaghrabi OAJAJoB (2006) Responses of three tomato cultivars to sea water salinity 1. Effect of salinity on the seedling growth. 5 (10)
- Hossain MSJIRJBS (2019) Present scenario of global salt affected soils, its management and importance of salinity research. 1:1-3
- Houle G, Morel L, Reynolds CE, Siégel JAJoB (2001) The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). 88 (1):62-67
- Hozayn M, EL-Mahdy AA, Abdel-Rahman HJAJoAR (2015) Effect of magnetic field on germination, seedling growth and cytogenetic of onion (*Allium cepa* L.). 10 (8):849-857
- Hozayn M, El-Monem A, Elwia T, El-Shatar MJSP-SA, Agronomy (2014) Future of magnetic agriculture in arid and semi arid regions (case study). 57:197-204
- Ismail WH, Mutwali EM, Salih EA, Elmoula ETJSIJoA, –Volume ES (2020) Effect of Magnetized Water on Seed Germination, Growth and yield of Rocket Plant (*Eruca sativa* Mill). 7
- Jones KW, Sanders DJJoST (1987) The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures.97-102



Kadioğlu BJTZFD (2021) Determination of Germination Biology of Some Sage (*Salvia* spp.) Species Under Salinity Stress. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2):359-367

Kitajima K, Fenner MJSteoripc (2000) Ecology of seedling regeneration. 2:331-359

Kordas LJPJoES (2002) The effect of magnetic field on growth, development and the yield of spring wheat. 11 (5):527-530

Kusvuran SJJJoA, Biology (2012) Ion regulation in different organs of melon (*Cucumis melo*) genotypes under salt stress. 14 (1)

Mahmood S, Usman M (2014) Consequences of magnetized water application on maize seed emergence in sand culture.

Mansour MJBP (1994) Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. 36 (3):429-434

Marcum KBJAWM (2006) Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. 80 (1-3):132-146

Martinez E, Florez M, Carbonell MJJoE, Agriculture, Biotechnology (2017) Stimulatory effect of the magnetic treatment on the germination of cereal seeds. 2 (1):375-381

Munns R, Tester MJARPB (2008) Mechanisms of salinity tolerance. 59:651-681

Mzibra A, Aasfar A, Benhima R, Khoulood M, Boulif R, Douira A, Bamouh A, Kadmiri IMJJoPGR (2021) Biostimulants derived from moroccan seaweeds: seed germination metabolomics and growth promotion of tomato plant. 40 (1):353-370

Namba K, Sasao A, Shibusawa SJGEC, 399 A (1994) Effect of magnetic field on germination and plant growth.143-148

Nimmi V, Modhu GJIA (2009) Effect of pre-sowing treatment with permanent magnetic field on germination and growth of chilli [*Capsicum annum* L.]. 23 (2):195-198

Oldacay S (2002) Effects of magnetic field on gamma irradiated sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties. Ph. D. Thesis, Istanbul University, Institute of Science and Engineering,

Orchard TJSS, technology (1977) Estimating the parameters of plant seedling emergence.

Parida AK, Das ABJE, safety e (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. 60 (3):324-349

Passam H, Kakouriotis DJSH (1994) The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. 57 (3):233-240

Pessarakli M, Tucker T, Nakabayashi KJJoPN (1991) Growth response of barley and wheat to salt stress. 14 (4):331-340

Pietruszewski S, Kania KJIA (2010) Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. 24 (3):297-302

Podlesny J, Pietruszewski S, Podlesna AJIA (2004) Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. 18 (1)

Qados A, Hozayn MJA-EJoA, Science E (2010) Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituents of lentil (*Lens esculenta*) under greenhouse condition. 7 (4):457-462

Racuciu M, Creanga D, Galugaru CJRJP (2008) The influence of extremely low frequency magnetic field on tree seedlings. 35:337-342

Reina FG, Pascual LAJBJotBS, The Society for Physical Regulation in Biology, Medicine TEBA (2001) Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: Theoretical considerations. 22 (8):589-595

Romero-Aranda R, Soria T, Cuartero JJP (2001) Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. 160 (2):265-272

Sadeghian S, Yavari NJJoA, Science C (2004) Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. 190 (2):138-144

Samarah NH, Hani B, Makhadmeh IMJH (2021) Effect of Magnetic Treatment of Water or Seeds on Germination and Productivity of Tomato Plants under Salinity Stress. 7 (8):220

Scott S, Jones R, Williams WJCs (1984) Review of data analysis methods for seed germination 1. 24 (6):1192-1199

Tsegay BA, Gebresslassie BJAJoPS (2014) The effect of salinity (NaCl) on germination and early seedling growth of *Lathyrus sativus* and *Pisum sativum* var. *abyssinicum*. 8 (5):225-231

Ul Haq Z, Iqbal M, Jamil Y, Anwar H, Younis A, Arif M, Fareed MZ, Hussain FJIpia (2016) Magnetically treated water irrigation effect on turnip seed germination, seedling growth and enzymatic activities. 3 (2):99-106

Van Hoorn JAWM (1991) Development of soil salinity during germination and early seedling growth and its effect on several crops. 20 (1):17-28

Yalçın SJDFBD (2018) The Effect of Magnetic Field on Three Different Varieties of Soybean Seed. 1 (1):1-8

Yaycili O, Alikamanoglu SJPC, Tissue, Culture O (2005) The effect of magnetic field on Paulownia tissue cultures. 83 (1):109-114

## Carob Flour Addition to Sourdough: Effect of Sourdough Fermentation, Dough Rheology and Bread Quality


Ekşi Hamura Keçiboynuzu Unu İlavesi: Ekşi Hamur Fermentasyonuna, Hamur Reolojisine ve Ekmeklik Kalitesine Etkisi


Senem KARLIDAĞ<sup>1</sup>, Muhammet ARICI<sup>2</sup>, Görkem ÖZÜLKÜ<sup>2\*</sup>


### Abstract

Carob flour (CF) has been widely used in bakery formulations since containing various bioactive compounds, high percentage of fibre, protein, vitamins and minerals. Sourdough fermentation is considered as a promising tool to improve sensorial, textural and nutritional features of baked goods. The aim of this study is to investigate the potential usage of Type I sourdough incorporated with carob flour in bread making. Empirical rheological measurements were also performed in the flour blended with carob flour (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 12%). Water absorption capacity and dough development time increased significantly with the increase of carob flour ( $P \leq 0.05$ ). Energy and extensibility value of the samples decreased according to control sample ( $P \leq 0.05$ ). Yeast number of sourdough decreased with the increase of carob flour addition to sourdough ( $P \leq 0.05$ ). The stimulation of Lactic acid bacteria growth were determined by the addition of carob flour when compared to the control ( $P > 0.05$ ) but no significant differences were observed among sourdoughs with the increasing level of carob flour. Usage of carob flour via sourdough fermentation increased the quality properties of bread with sourdough as compared to the commercial baker's yeast bread including same level of carob flour. Highest concentration of the CF (8% and 12%) in formulation caused the raise of hardness ( $P \leq 0.05$ ), which in turn was associated with the decrease in the specific volume of the bread. CF addition of yeasted bread samples (CFYB) decreased the lightness ( $L^*$ ) of the bread crust ( $P \leq 0.05$ ). Sourdough fermentation was also improved the sensory acceptance of carob flour incorporated breads. Low level of carob flour usage (from 2% to 6%) in sourdough making was not detrimental to any of the sensory parameters in this study.

**Keywords:** Carob flour, Sourdough, Type I, Rheology, Bread quality

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Görkem Özülkü, Yıldız Technical University, Food Engineering Department, Istanbul/ Turkey.:E-mail: [ozulkug@yildiz.edu.tr](mailto:ozulkug@yildiz.edu.tr)  ORCID: 0000-0003-0495-5667

<sup>1</sup> Senem Karlıdağ: IBB ISMEK Bakery and Confectionery School, Istanbul, Turkey. E-mail: [karlidagsenem@gmail.com](mailto:karlidagsenem@gmail.com)  ORCID: 0000-0003-2980-4494.

<sup>2</sup> Muhammet Arıcı, Yıldız Technical University, Food Engineering Department, Istanbul/ Turkey. E-mail: [muarici@yildiz.edu.tr](mailto:muarici@yildiz.edu.tr)  ORCID: 0000-0003-4126-200X.

**Atıf/Citation:** Karlıdağ S, Özülkü G, Arıcı M. Carob Flour Addition to Sourdough: Effect of Sourdough Fermentation, Dough Rheology and Bread Quality. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 541-553.

\*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Keçiboynuzu unu, çeşitli biyoaktif bileşikler, yüksek oranda lif, protein, vitamin ve mineral içerdiğinden fırıncılık ürünleri formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekşi hamur fermentasyonu, fırıncılık ürünlerinin duyuşal, tekstürel ve besinsel özelliklerini geliştirmede iyi bir araç olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, keçiboynuzu unu ilave edilmiş Tip I ekşi hamurunun, ekmeğ yapımında kullanım potansiyelinin araştırılmasıdır. Keçiboynuzu unu ile karıştırılmış unlarda (%0, %2, %4, %6, %8 ve %12) ampirik reolojik ölçümler de yapılmıştır. Keçiboynuzu ununun artmasıyla su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresi önemli ölçüde artmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Numunelerin enerji ve uzayabilirlik değeri kontrol numunesine göre azalmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Ekşi hamura keçiboynuzu unu ilavesinin artmasıyla ekşi hamurun maya sayısı azalmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Keçiboynuzu unu ilavesi ile ekşi hamurda, kontrole (%0 keçiboynuzu) göre Laktik asit bakterilerinin gelişiminin teşvik edildiği belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Fakat, artan keçiboynuzu ilavesi ile ekşi hamurlar arasında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenmemiştir ( $P > 0.05$ ). Ekşi hamur fermentasyonu yolu ile keçiboynuzu unu kullanımı, aynı oranda keçiboynuzu unu içeren ticari mayalı ekmeğe göre ekmeğin kalite özelliklerini artırmıştır. Formülasyondaki en yüksek keçiboynuzu unu konsantrasyonu (%8 ve %12) sertliğin artmasına ( $P \leq 0.05$ ) neden olmuştur. Bu durum aynı zamanda ekmeğin spesifik hacmindeki azalma ile ilişkilendirilmiştir. Ticari mayalı ekmeğe, keçiboynuzu unu ilavesi, ekmeğlerin parlaklık ( $L^*$ ) değerini azaltmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Ekşi hamur fermentasyonu, keçiboynuzu unu katkı ekmeğlerin duyuşal özelliklerini de geliştirmiştir. Ekşi hamur yapımında düşük seviyede keçiboynuzu unu kullanımı (%2-%6), bu çalışmadaki duyuşal parametrelerin hiçbirini olumsuz yönde etkilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Keçiboynuzu unu, Ekşi Hamur, Tip I, Reoloji, Ekmeğlik Kalite

## 1. Introduction

Incorporation of nutritious foodstuffs into food formulations is considered as a tool to increase the consumption of healthy foods. Legumes (lentils, beans, carob etc.) and lupin are good examples of nutritious foodstuffs and provide potential beneficial health effects (Rizzello et al. 2014; Yaver and Bilgiçli, 2021). Bakery products, mainly breads since mostly consumed, are considered as a good carrier for functional compounds of nutritious foods. There are different types of manufacturing processes of bread making and sourdough bread making is one of them.

Sourdough is considered as a key element in traditional bread baking. The popularity of sourdough is increased gradually since contributing significantly to the flavour, texture and nutritional quality of breads (Arendt et al. 2007; Gobbetti et al. 2019). The use of sourdough fermentation is also one of the options to improve the sensory and functional quality of breads, containing nutritious foodstuffs. White bread enrichment is important for improving the nutritional density and fibre content since white bread is lack of the essential amino acid (lysine), minerals and vitamins. Many studies have been carried out to enhance the minerals, vitamins and other bioactive compounds of breads (Gawlik-Dziki et al. 2017; Hayta and İşçimen 2019; Ranjbar et al. 2019). Dietary fibre enrichment was also carried out such as inulin (Bojnanska et al. 2015; Rubel et al. 2015; Sirbu and Arghire 2017), sugar beet fibres (Filipovic et al. 2007), oat, and apple fibres (Kurek et al. 2018). Carob (*Ceratonia siliqua* L.) has also been used in order to enrich bakery products.

Carob is a kind of Mediterranean food, which contains low-molecular-weight carbohydrates, especially sucrose, high amounts of polyphenols and dietary fibre (Owen et al. 2003). Carob flour is milled from the pulp, seeds and germ of the carob fruit. The whole carob fruit contains 1–5 % w/w proteins, and 0.2–0.8 % w/w lipids, 9–13 % w/w crude fiber and 50–65 % w/w sugars. There are also significant amount of minerals (1–6 % w/w), mainly calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and iron (Salinas et al. 2015). Different parts of the carob fruit can be used in various products such as beverages, confectionery and bakery goods. Salinas et al. (2015) conducted a study which includes carob flours from seed germ (G) and from fruit pulp (P) fractions in white bread production. Increasing levels of carob flour in breads showed lower specific volume and higher crumb firmness and chewiness although protein content for G breads was higher than wheat bread. Several studies have also been performed for incorporating the carob flour into cakes (Rosa et al. 2015), and biscuits (Vujić et al. 2014). Carob flour usage is very promising approach for gluten free formulations since having caroubin which is a specific water-insoluble protein isolated from carob bean embryo. Smith et al. (2010) reported that viscoelastic properties of caroubin are gluten-like and the formation of wheat-like dough is possible disulphide bonded high molecular weight proteins.

The adjustment of sensorial and technological parameters in bread formulation incorporated with nutritious foodstuffs is one of the first requirements to receive the consumer's acceptance. The manufacturing of the sourdough enriched with carob flour and incorporating this sourdough into white bread are the main objectives of this study. Three types of breads were produced as carob flour yeasted bread (CFYB), carob flour sourdough yeasted bread (CFSYB) and carob flour sourdough bread (CFSB). The comparisons with each other were performed in order to find optimal bread type in terms of sensorial and quality attributes. Chemical and microbiological characteristics of sourdough and the quality characterization of the breads were investigated.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Materials

Carob flour (CF) used in this study was obtained from local seller (Atışeri Ltd., Mersin). CF was obtained by the grinding of carob pulp and seed parts together. Wheat flour (Ova flour, Konya), bakery yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), and salt used in the bread making were supplied commercially.

### 2.2. Physicochemical and empirical rheological analyses of the composite flours

American Association of Cereal Chemists (AACC) International Standard Methods were used for determining moisture (No: 44-15A), ash (No: 08-01), and sedimentation (No: 56-60A) values of the wheat flour and composite flours containing 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 12% carob flour (w/w). Wet gluten contents and gluten index (No: 38-12) were also determined according to AACC International (2000).

Mixing properties of the wheat flour and the composite flours containing 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 12% carob flour (w/w) were determined by Farinograf (Brabender, Farinograf AT, Germany) according to AACC Method

No: 54-21. Extensogram characteristics of the samples were determined by using AACC Method No: 54-10 (AACC International, 2000). All of the tests on the samples were performed at least in duplicate.

### **2.3. Sourdough Preparation**

Type I sourdough was produced with the mixing of 187.5 g flour and 112.5 ml tap water (dough yield [dough weight X 100/flour weight], 160) and fermented at 25°C for 24 h. 30 g of fermented dough was subsequently added as an inoculum to start the fermentation of new mixture of flour (168.75 g) and water (101.25 ml). It is repeated five times to reach the constant technological properties (Ercolini et al. 2013). In addition, the composite flours using in sourdoughs were prepared by mixing carob and wheat flour at the ratio of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 30% (w/w) aiming at the production of the carob flour level in the final bread dough as 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 12%, respectively.

### **2.4. Chemical and Microbiological Characterisations of Sourdough**

The measurement of pH, Lactic acid bacteria (LAB) and yeasts enumeration was carried out to determine the technological properties of six different sourdoughs. 10 g sourdough was homogenized with 90 ml of sterile peptone water (1 g/L) for the enumeration of yeast and LAB. Yeast and LAB counts were determined by using Sabouraud dextrose agar (SDA, Oxoid) and De Man, Rogosa and Sharpe agar (MRS, Merck), respectively. The pH of the sourdough was measured by pH meter (HANNA instrument, Germany).

### **2.5. Bread Making**

Carob flour yeasted bread (CFYB), carob flour sourdough yeasted bread (CFSYB) and carob flour sourdough bread (CFSB) were produced in this study. Carob flour sourdough yeasted bread (CFSYB) means that a bread containing both sourdough (Type I) and baker's yeast. Baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) was used in yeasted bread formulations. 100 g blended flour containing 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, and 12% CF, 2 g bakery yeast, 1.5 g salt, and additional water determined by farinograph were mixed until the optimum dough development in the mixer (Öztiryakiler, OM10, Turkey) for the production of CFYB. 30% sourdough was added as dough basis in the formulation of CFYB and CFSB. Both CFYB and CFSYB dough were fermented at 30°C and 65% humidity for 2 hours while CFSB fermented firstly at room temperature for 1 hour and then fermented at 30°C and 65% humidity for 22 hours. All bread samples were baked at 200°C for 30 min in stone based oven (Fimak, Turkey).

### **2.6. Quality Analysis of the Breads**

Hardness (N) value of the breadcrumbs was obtained from texture profile analyser (SMS TA.XT2 Plus, UK). 5 kg load cell and 36 mm diameter cylindrical probe were used. Two slices of 25 mm thickness were cut from each loaf of bread and three measurements were performed for each bread sample. Bread volumes were measured according to rapeseed displacement method using a loaf volumeter (Simsek Labor teknik A.S., Turkey) after the cooling of the breads to room temperature. Colour values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) of the bread crumb and crust were determined by using the CIE  $L^*a^*b^*$  colour system on Chromameter (CR-100 Konica Minolta, Japan). Duplicate measurements were carried out for each bread sample.

### **2.7. Sensory Analysis**

A total of 14 untrained panellists between 25 and 40 years old participated in the sensory analysis. Crumb and crust colour, smell, taste, and overall acceptability were the parameters to evaluate each sample for quality attributes by the panellists. Each parameter was rated with a score from 1 to 5 (1 = dislike extremely, 3 = neither like or dislike, 5 = like extremely). Breads were served in randomly to the panellists and the means of the data were evaluated.

### **2.8. Statistical analysis**

Statistical differences in the mean values of the results were determined by using one-way ANOVA with the JMP ver.6 software (SAS Institute, Inc. 2005).

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Physicochemical and empirical rheological properties of the blended flours

Table 1 shows the physicochemical and mixing properties of the flour samples. Wheat flour using in this study was characterized with the highest moisture content (14.35%) and sedimentation value (37.50 ml) in all blended flours sample. Ash content for the flour samples ranged from 0.537 to 0.833 %. The higher carob flour addition to blended flours, the higher the ash content was obtained as expected since the carob flour contains high amounts of elements such as calcium, potassium, magnesium, sodium and phosphorus (Ayaz et al. 2009; Musa Özcan et al. 2007). The significant reduction was observed in the blended flour containing 6% and 8% CF in terms of wet gluten content ( $P \leq 0.05$ ). Diluting effect caused by decreasing the amount of gluten was not observed in the gluten index value of the samples with the exception of the blended flour containing 4% CF as compared to control flour (0% CF). This result can be supported by the study of Kaur et al. (2013) who reported that any significant relationship between flour protein content and gluten index value. Addition of carob flour decreased the sedimentation value of the composite flour as compared to control (0% CF). The sedimentation value of flour is related to the swelling of the gluten fraction of flour in lactic acid solution (Shewry and Tatham 2000). In this study, swelling of the protein (gluten from wheat flour and caroubin from carob flour) were higher in the blended flour containing 6%-12% CF than the other blended samples. This can be the effect of water holding capacity of caroubin described as also gluten-like protein and dietary fibre content of CF (Tsatsaragkou et al. 2014).

Increase in the level of CF additions provided an increase in water absorption (WA, %), as shown in Table 1, from 58.38 % (control flour, 0%CF) to 60.95 % (blended flour containing 12% CF), which is in agreement with the observations of Miś et al. (2012). Wang Jinshui et al. (2002) previously found that different fibres including carob fibre increased water absorption capacity of the wheat flour. This phenomena was caused by the hydroxyl groups in the fibre structure since allowing more water interactions through hydrogen bonding, as was previously reported by Rosell et al. (2001). Similar trend was also observed in stability value, which was increased from 5.04 min for 0% CF to 11.10 min for 12% CF. The dough development time initially increased significantly with addition of 2% and 4% CF and then decreased in the addition level of above 4% (Table 1). These results are in line with the study carried out on bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal, in which the dough development time and stability increased up to 2% for carob fibre addition (Miś et al., 2012). However, some studies demonstrated that carob fibres did not modify the dough development time or the stability value (Wang Jinshui et al. 2002).

Table 1. Physicochemical and mixing properties of blended flours

Carob Flour Level (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Sedimentation value	Wet Gluten Content (%)	Gluten index (%)	WA (%)	DDT (min)	Stability (min)
0	14.35±0.07 <sup>a</sup>	0.537±0.004 <sup>c</sup>	37.50±0.71 <sup>a</sup>	26.35±0.07 <sup>ab</sup>	99.10±0.14 <sup>a</sup>	58.38±0.03 <sup>c</sup>	2.12±0.01 <sup>c</sup>	5.04±0.02 <sup>c</sup>
2	14.15±0.07 <sup>ab</sup>	0.572±0.002 <sup>d</sup>	29.50±0.71 <sup>c</sup>	27.40±0.71 <sup>a</sup>	97.45±1.63 <sup>ab</sup>	58.60±0.42 <sup>c</sup>	8.24±0.01 <sup>a</sup>	8.20±0.14 <sup>d</sup>
4	14.15±0.07 <sup>ab</sup>	0.642±0.001 <sup>c</sup>	26±1.41 <sup>d</sup>	27.10±0.42 <sup>a</sup>	94.30±1.98 <sup>b</sup>	59.90±0.14 <sup>b</sup>	8.43±0.01 <sup>a</sup>	9.85±0.45 <sup>b</sup>
6	13.90±0.14 <sup>bc</sup>	0.828±0.006 <sup>b</sup>	33.50±2.12 <sup>b</sup>	25.25±0.92 <sup>bc</sup>	97.70±0.14 <sup>ab</sup>	60.30±0.57 <sup>ab</sup>	7.42±0.02 <sup>b</sup>	9.30±0.02 <sup>c</sup>
8	13.85±0.07 <sup>bc</sup>	0.829±0.001 <sup>b</sup>	33.00±1.41 <sup>b</sup>	24.70±0.14 <sup>c</sup>	98.65±1.48 <sup>a</sup>	60.55±0.49 <sup>ab</sup>	7.66±0.54 <sup>ab</sup>	9.50±0.13 <sup>bc</sup>
12	13.70±0.28 <sup>c</sup>	0.833±0.004 <sup>b</sup>	32.50±0.71 <sup>bc</sup>	ND.	ND.	60.95±0.07 <sup>a</sup>	7.78±0.61 <sup>ab</sup>	11.10±0.12 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dry basis

Means with a same letter within a column are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

According to the extensographs results (Table 2), wheat flour (0% CF) showed greater energy value (cm<sup>2</sup>) than composite flours. Both energy and extensibility value decreased with the addition of CF, but no gradual reduction was detected. Maximum resistance to extension (Rm, BU) increased significantly above 4% CF addition. There were no significant differences between 0% and 2% CF samples in terms of the ratio number. With increase in the level of CF from 2% to 12%, the ratio number of dough gradually increased. As proving time is extended (45, 90,

and 135 min), energy value, Rm, and ratio number increased while extensibility (mm) decreased. The extended proving times (45, 90, and 135 min) were not affect the energy and extensibility value ( $P>0.05$ ) in wheat flour (0% CF).

**Table 2. Extensogram properties of blended flours**

	Carob Flour Level (%)	45 min.	90 min.	135 min.
<b>Energy (cm<sup>2</sup>)</b>	0	133.00±5.20 <sup>aA</sup>	162.00±12.58 <sup>aA</sup>	146.67±27.39 <sup>aA</sup>
	2	122.33±1.53 <sup>bb</sup>	152.67±13.58 <sup>abA</sup>	147.67±8.08 <sup>aA</sup>
	4	120.00±4.36 <sup>bb</sup>	139.00±7.81 <sup>bA</sup>	146.33±11.15 <sup>aA</sup>
	6	118.67±9.87 <sup>bb</sup>	146.67±6.66 <sup>abA</sup>	145.67±11.06 <sup>aA</sup>
	8	104.67±2.08 <sup>cB</sup>	134±10.82 <sup>bcA</sup>	128.00±5.29 <sup>abA</sup>
	12	97.33±3.21 <sup>cB</sup>	115.00±13.45 <sup>cA</sup>	117.67±3.06 <sup>bA</sup>
<b>Extensibility (mm)</b>	0	174.00±7.94 <sup>aA</sup>	159.33±21.55 <sup>aA</sup>	126.67±43.56 <sup>abcA</sup>
	2	175.00±5.20 <sup>aA</sup>	149.67±13.20 <sup>aA</sup>	149.67±20.60 <sup>aA</sup>
	4	160.67±6.81 <sup>bA</sup>	117.33±28.68 <sup>abB</sup>	134.33±2.89 <sup>abAB</sup>
	6	135.33±11.06 <sup>cA</sup>	114.67±4.62 <sup>bcB</sup>	108.67±2.89 <sup>bcdB</sup>
	8	115.67±3.51 <sup>dA</sup>	110.33±13.58 <sup>bcAB</sup>	94.00±7.21 <sup>cdB</sup>
	12	105.00±1.73 <sup>dA</sup>	86.67±2.08 <sup>cB</sup>	90.33±3.51 <sup>dB</sup>
<b>Maximum Resistance to Extension (BU)</b>	0	634.00±12.49 <sup>bB</sup>	880.67±41.63 <sup>dA</sup>	904.67±20.40 <sup>cA</sup>
	2	625.33±7.09 <sup>bc</sup>	846.00±42.16 <sup>dB</sup>	906.00±25.63 <sup>cA</sup>
	4	640.67±37.50 <sup>bB</sup>	967.33±22.30 <sup>cA</sup>	1006.33±28.43 <sup>bA</sup>
	6	700.67±40.38 <sup>aB</sup>	1110.67±46.70 <sup>abA</sup>	1165.67±40.08 <sup>aA</sup>
	8	710.00±18.36 <sup>cC</sup>	1104.67±24.17 <sup>bb</sup>	1202.33±5.51 <sup>aA</sup>
	12	732.33±20.74 <sup>ab</sup>	1167.67±25.28 <sup>aA</sup>	1171.00±21.70 <sup>aA</sup>
<b>Ratio Number</b>	0	2.63±0.23 <sup>deB</sup>	4.03±0.68 <sup>dA</sup>	4.80±0.85 <sup>cdA</sup>
	2	2.50±0.20 <sup>cC</sup>	3.77±0.12 <sup>dB</sup>	4.70±0.56 <sup>dA</sup>
	4	3.10±0.17 <sup>dB</sup>	5.83±0.60 <sup>cA</sup>	6.07±0.25 <sup>cA</sup>
	6	4.20±0.52 <sup>cB</sup>	8.30±0.26 <sup>bA</sup>	9.37±0.93 <sup>bA</sup>
	8	5.47±0.15 <sup>bc</sup>	8.93±0.81 <sup>bb</sup>	12.30±1.00 <sup>aA</sup>
	12	6.47±0.23 <sup>ab</sup>	12.67±1.01 <sup>aA</sup>	12.93±0.67 <sup>aA</sup>

Means with a same lower-case letter within a column are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

Means with a same upper-case letter within a row are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

### 3.2. Chemical and Microbiological Characteristics of Sourdough

Six sourdoughs were produced at different carob flour percentage ranging from 0% to 30% in order to ensure the carob flour level of 0% to 12% in the final bread dough. The pH of the sourdoughs during refreshment procedure was shown in *Figure 1*. The sourdough containing 5% of CF showed the highest pH (~5.50) in all on the day 0. Esteve et al. (1994) suggested that pH of well-developed sourdough ranged from 3.5 to 4.3. The pH of all sourdoughs was in this range on the 2<sup>nd</sup> day except from the sourdough containing 30% CF. The sourdough containing from 0% to 10% CF reached the constant the pH after two refreshment procedure referring day 3<sup>rd</sup> while the sourdoughs including higher levels of CF (15% - 30%) became constant on the day 4<sup>th</sup>. The variations between the flours caused such differences in the pH of the sourdough. Complementary studies reported that sourdoughs achieved constant pH after 5 to 7 days of propagation (Ercolini et al. 2013). In a study of conducted by Rizzello et

al. (2014), five days were required for wheat–legume sourdough to become almost constant. The pH of faba bean sourdoughs also stabilized from the day 5 onward (Coda et al. 2017).

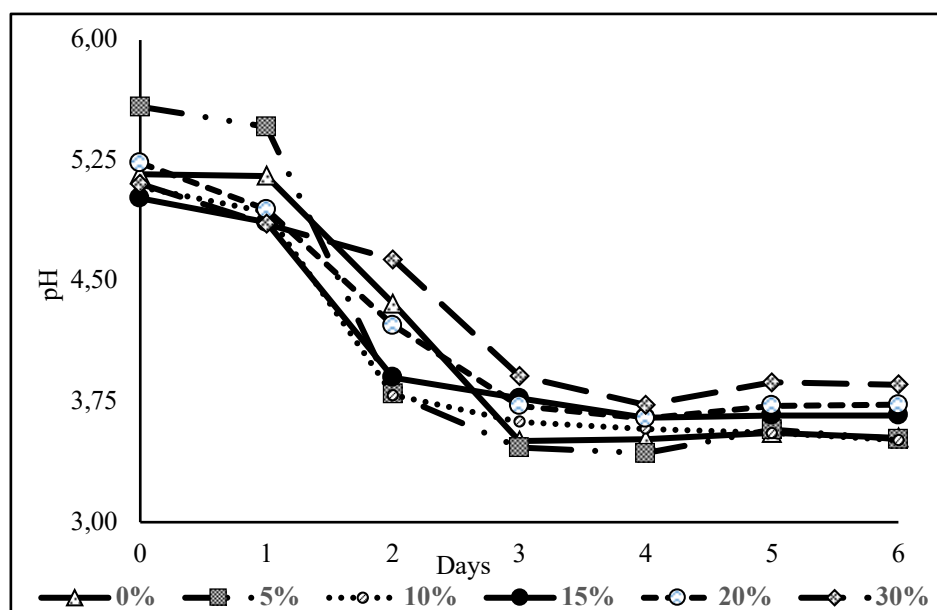


Figure 1. The pH of the sourdoughs during refreshments

Fermentation steps determine the microbial stability of sourdough since adaptation of sourdough LAB and yeast depended the environmental conditions. Several studies demonstrated that numbers of LAB ranged from 6 to 9 log CFU/g and yeasts from 5 to 8 log CFU/g in the mature sourdough (Minervini et al. 2012). Yeast cell densities of this study ranged from  $5.10 \pm 0.02$  log CFU/g (30% CF sourdough) to  $7.43 \pm 0.08$  log CFU/g (0% CF sourdough) in accordance with the results of previous studies (Lattanzi et al. 2013; Minervini et al. 2012). CF addition of sourdough caused a significant reduction of yeast cell densities of sourdough (Table 3).

Table 3. Yeast and LAB counts of sourdoughs enriched of carob flour (Log cfu/g)

Days	Carob Flour Level (%)						
	0	5	10	15	20	30	
0	6.04±0.06 <sup>cA</sup>	5.38±0.22 <sup>dB</sup>	4.05±0.02 <sup>cC</sup>	3.81±0.09 <sup>eC</sup>	3.50±0.09 <sup>eD</sup>	3.46±0.11 <sup>dD</sup>	
1	6.26±0.20 <sup>cA</sup>	5.37±0.13 <sup>dB</sup>	4.19±0.01 <sup>cCD</sup>	3.99±0.08 <sup>eDE</sup>	3.74±0.06 <sup>dE</sup>	4.34±0.17 <sup>cC</sup>	
2	6.98±0.20 <sup>bA</sup>	6.16±0.25 <sup>cB</sup>	6.35±0.23 <sup>bB</sup>	4.96±0.12 <sup>dC</sup>	3.92±0.13 <sup>dD</sup>	4.56±0.12 <sup>bcC</sup>	
3	7.19±0.22 <sup>abA</sup>	6.60±0.25 <sup>bcB</sup>	6.16±0.10 <sup>bC</sup>	5.25±0.11 <sup>cD</sup>	4.73±0.16 <sup>eE</sup>	4.74±0.11 <sup>bE</sup>	
4	7.34±0.13 <sup>abA</sup>	6.87±0.06 <sup>abB</sup>	7.17±0.02 <sup>aA</sup>	5.62±0.13 <sup>bC</sup>	5.15±0.11 <sup>bD</sup>	4.82±0.11 <sup>abE</sup>	
5	7.43±0.08 <sup>aA</sup>	7.26±0.03 <sup>aAB</sup>	7.20±0.05 <sup>aB</sup>	6.59±0.13 <sup>aC</sup>	5.63±0.13 <sup>aD</sup>	5.10±0.02 <sup>aE</sup>	
LAB (Log cfu/g)	0	6.09±0.08 <sup>cD</sup>	7.62±0.19 <sup>cA</sup>	7.46±0.25 <sup>bA</sup>	7.18±0.04 <sup>cAB</sup>	6.86±0.01 <sup>cBC</sup>	6.44±0.36 <sup>cCD</sup>
	1	7.23±0.04 <sup>bcD</sup>	9.23±0.26 <sup>bA</sup>	8.96±0.11 <sup>aAB</sup>	8.52±0.41 <sup>bBC</sup>	8.42±0.01 <sup>bC</sup>	8.15±0.19 <sup>bC</sup>
	2	7.78±0.99 <sup>bB</sup>	9.26±0.04 <sup>bA</sup>	9.26±0.37 <sup>aA</sup>	9.17±0.08 <sup>aA</sup>	9.09±0.49 <sup>aA</sup>	9.04±0.01 <sup>aA</sup>
	3	8.07±0.08 <sup>bB</sup>	9.46±0.37 <sup>abA</sup>	9.37±0.37 <sup>aA</sup>	9.25±0.10 <sup>aA</sup>	9.13±0.31 <sup>aA</sup>	9.09±0.28 <sup>aA</sup>
	4	8.22±0.02 <sup>abB</sup>	9.49±0.33 <sup>abA</sup>	9.45±0.02 <sup>aA</sup>	9.36±0.28 <sup>aA</sup>	9.22±0.06 <sup>aA</sup>	9.20±0.12 <sup>aA</sup>
	5	9.33±0.75 <sup>aA</sup>	9.97±0.25 <sup>aA</sup>	9.57±0.52 <sup>aA</sup>	9.51±0.04 <sup>aA</sup>	9.41±0.26 <sup>aA</sup>	9.25±0.03 <sup>aA</sup>

Means with a same lower-case letter within a column are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

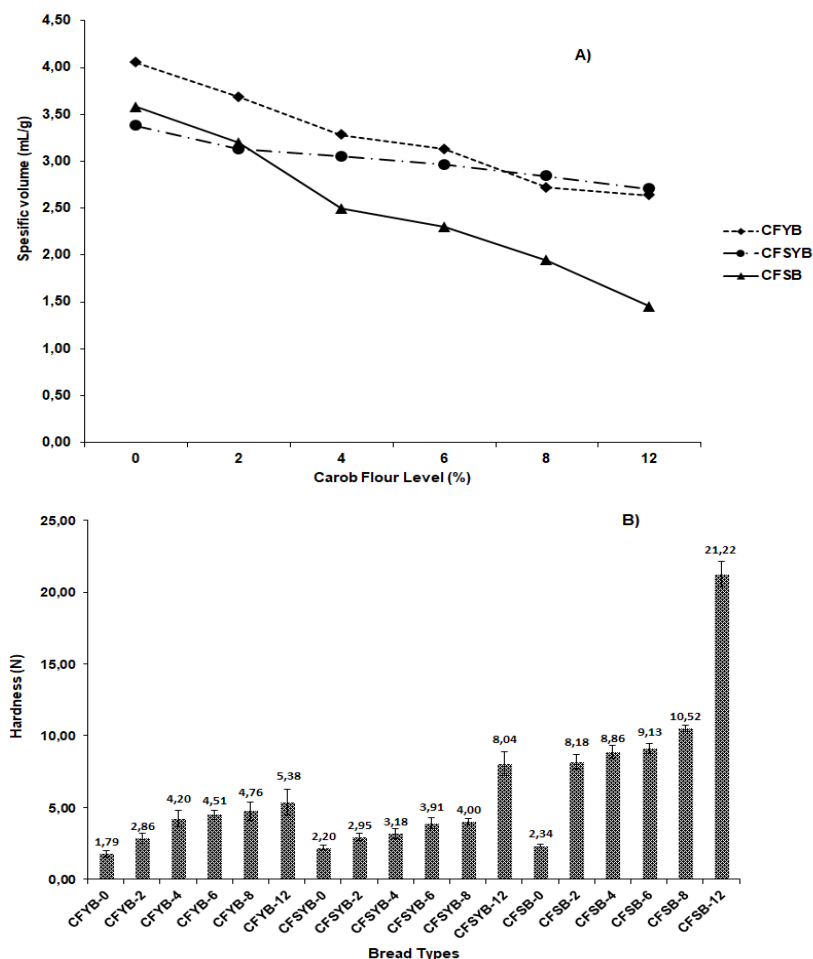
Means with a same upper-case letter within a row are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).



The growth of LAB were stimulated by the addition of CF according to the control ( $P>0.05$ ) but no significant differences were observed among sourdoughs with the increasing level of CF. LAB cell densities were between  $9.25\pm 0.03$  and  $9.97\pm 0.25$  log CFU/g on the day 5 (Table 3) as reported by Ercoloni et al. (2013) that presumptive LAB reached stable values above 9.0 log CFU g<sup>-1</sup> in mature sourdough. Some studies also indicated that the cell densities of LAB was 9 log CFU/g and stayed almost constant after the second day of sourdough. This was a quite common observation for cereal sourdoughs or cereal-legume mixtures (Van der Meulen et al. 2007). In a similar manner, addition of CF to the sourdough ecosystem promoted LAB counts significantly after 1<sup>st</sup> fermentation referring day 1. The LAB cell numbers of these doughs above 9.0 log CFU g<sup>-1</sup> on the day 2 while 0% CF sourdough reached on the day 5 (Table 3). Coda et al. (2017) previously observed during sourdough-type propagation of faba bean flour and the cell density of LAB was found  $9.7 \pm 0.1$  and  $9.9 \pm 0.1$  log CFU/g for Italian and Finish cultivar faba bean sourdoughs on the day 2, respectively. On the other hand, the cell densities of LAB reached the values of 8.6, 9.0, 8.7, and 9.5 Log CFU/g in spontaneous legume fermentations for bean, chickpea and wheat-legume sourdoughs after 5 days (Rizzello et al. 2014).

### 3.3. Quality Characteristic of Breads

Bread characteristics were evaluated on carob flour yeasted bread (CFYB), carob flour sourdough yeasted bread (CFSYB) and carob flour sourdough bread (CFSB). Specific volume of CFYB samples prepared by blended flour showed higher values than CFSYB and CFSB. The specific volume of all breads decreased with increase in the addition level of CF (Fig. 2A).



**Figure 2. Physical properties of breads**

**A)** Specific volume (ml/g) according to carob flour level, **B)** Hardness value (N) according to bread types. **CFYB:** Carob flour yeasted bread, **CFSYB:** Carob flour sourdough yeasted bread, **CFSB:** Carob flour sourdough bread. Means with a same letter are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ). Each mean has been compared among its own bread types.

Salinas et al. (2015) reported that the increment of carob seed germ diminished the specific volume of breads gradually. Contrary to these results, Turfani et al. (2017) reported that the bread blended with 10% refined CF produced a statistically significant higher loaf volume than control bread. Different parts of the carob fruit such as germ and pulp cause different influences on wheat dough performance and bread quality (Salinas et al. 2015). This could be the reason of dissimilar findings in some research. CFSYB samples showed higher specific value than CFSB samples, probably due to the effect of bakery yeast in formulation. *Figure 2* presents also hardness value of breads. Highest concentration of the CF in formulation caused the raise of hardness (*Fig. 2B*), which in turn was associated with the decrease in the specific volume of the bread. This was not in agreement with the results of Wang Jinshui et al. (2002) who found the crumb softness effect produced by the 3% carob fibre supplementation in wheat bread. This difference is due to using carob flour in this study rather than fiber. Carob flour may contain many components that affect the dough and bread structure such as phenolic compounds, sugar and proteins besides fibres (Durazzo et al. 2014; Youssef et al. 2013). Total effect of these nutrients especially phenolic compounds might be the description of the variability of dough structure and bread properties (Han and Koh 2011).

The effect of legume flours (chickpea, lentil, bean, and carob) on the texture of baked goods has been well studied and generally associated to a decreased volume of the bread and an increased hardness of the loaves (Kohajdová et al. 2013; Salinas et al. 2015). Rizzello et al. (2014) performed a study in order to enhance the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread by using sourdough prepared with wheat, chickpea, lentil and bean flours. Softer breads were obtained by using 15% (w/w) of legume flours as a consequence of the sourdough fermentation. Similarly, carob flour usage in bread formulation via sourdough fermentation (CFSYB) revealed the softer breads as compared to CFYB (*Figure 2B*) except for the sample CFSYB-2. CF addition of yeasted bread samples (CFYB) decreased the lightness ( $L^*$ ) of the bread crust (*Table 4*).

**Table 4 Crust and crumb characteristics of the breads**

Bread Types	Crust Color			Crumb Color		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
CFYB0	47.81±2.22 <sup>cd</sup>	11.29±0.21 <sup>d</sup>	14.52±2.27 <sup>c</sup>	69.70±0.75 <sup>b</sup>	-1.78±0.06 <sup>i</sup>	12.96±0.29 <sup>cd</sup>
CFYB2	43.12±0.39 <sup>f</sup>	9.08±0.30 <sup>f</sup>	12.47±0.44 <sup>def</sup>	47.69±0.71 <sup>e</sup>	4.45±0.18 <sup>j</sup>	12.12±0.39 <sup>def</sup>
CFYB4	43.17±1.96 <sup>f</sup>	8.58±1.17 <sup>f</sup>	11.67±1.12 <sup>ef</sup>	41.01±1.43 <sup>g</sup>	6.12±0.23 <sup>h</sup>	11.71±1.00 <sup>fg</sup>
CFYB6	43.22±1.68 <sup>f</sup>	6.92±0.48 <sup>g</sup>	11.59±0.68 <sup>ef</sup>	40.86±3.41 <sup>g</sup>	7.10±0.37 <sup>f</sup>	11.53±2.06 <sup>fg</sup>
CFYB8	42.95±1.71 <sup>f</sup>	6.74±0.29 <sup>g</sup>	11.31±0.66 <sup>fg</sup>	35.20±0.67 <sup>i</sup>	7.65±0.13 <sup>e</sup>	8.30±0.48 <sup>i</sup>
CFYB12	42.07±1.44 <sup>f</sup>	6.68±0.45 <sup>g</sup>	9.78±1.50 <sup>gh</sup>	32.01±1.02 <sup>j</sup>	8.13±0.27 <sup>d</sup>	6.29±0.95 <sup>j</sup>
CFSYB0	54.39±3.11 <sup>a</sup>	14.03±1.09 <sup>b</sup>	21.84±1.96 <sup>a</sup>	76.84±0.91 <sup>a</sup>	-0.69±0.06 <sup>k</sup>	13.85±0.34 <sup>bc</sup>
CFSYB2	50.21±2.72 <sup>b</sup>	12.62±0.65 <sup>c</sup>	17.51±1.92 <sup>b</sup>	57.57±1.15 <sup>c</sup>	4.84±0.32 <sup>i</sup>	16.57±0.21 <sup>a</sup>
CFSYB4	48±1.26 <sup>cd</sup>	11.52±0.21 <sup>d</sup>	14.61±1.09 <sup>c</sup>	50.84±1.27 <sup>d</sup>	7.44±0.21 <sup>e</sup>	16.70±0.48 <sup>a</sup>
CFSYB6	46.39±2.24 <sup>de</sup>	11.49±0.12 <sup>d</sup>	13.58±0.84 <sup>cd</sup>	43.09±1.83 <sup>f</sup>	9.11±0.45 <sup>c</sup>	14.46±1.01 <sup>b</sup>
CFSYB8	46.3±2.09 <sup>de</sup>	11.41±0.27 <sup>d</sup>	12.93±1.31 <sup>de</sup>	41.92±2.85 <sup>fg</sup>	9.16±0.39 <sup>c</sup>	14.22±1.59 <sup>b</sup>
CFSYB12	42.04±1.00 <sup>f</sup>	11.31±0.25 <sup>d</sup>	8.98±1.07 <sup>hi</sup>	37.12±0.99 <sup>h</sup>	10.49±0.08 <sup>a</sup>	11.97±0.47 <sup>efg</sup>
CFSB0	49.39±2.32 <sup>bc</sup>	15.92±1.20 <sup>a</sup>	23.31±2.94 <sup>a</sup>	68.14±1.08 <sup>b</sup>	-0.81±0.16 <sup>k</sup>	12.17±0.70 <sup>def</sup>
CFSB2	45.45±0.78 <sup>e</sup>	12.47±1.86 <sup>c</sup>	14.00±0.72 <sup>cd</sup>	46.41±1.11 <sup>e</sup>	6.49±0.14 <sup>g</sup>	12.93±0.43 <sup>cd</sup>
CFSB4	38.38±0.86 <sup>g</sup>	11.25±0.16 <sup>d</sup>	7.51±0.79 <sup>i</sup>	40.72±0.11 <sup>g</sup>	8.14±0.10 <sup>c</sup>	12.82±0.27 <sup>de</sup>
CFSB6	35.90±0.36 <sup>h</sup>	10.41±0.15 <sup>e</sup>	4.59±0.72 <sup>j</sup>	37.23±0.30 <sup>h</sup>	8.96±0.17 <sup>d</sup>	11.17±0.24 <sup>gh</sup>
CFSB8	35.50±0.43 <sup>hi</sup>	10.09±0.18 <sup>e</sup>	3.66±0.55 <sup>j</sup>	35.85±0.61 <sup>hi</sup>	9.20±0.23 <sup>bc</sup>	10.24±0.65 <sup>h</sup>
CFSB12	33.61±0.33 <sup>i</sup>	7.19±0.26 <sup>g</sup>	-0.23±0.36 <sup>k</sup>	33.22±0.31 <sup>j</sup>	9.45±0.09 <sup>b</sup>	8.16±0.35 <sup>i</sup>

Means with a same lower-case letter within a column are not significantly different ( $P \leq 0.05$ ).

This can be associated with the increase in browning (Purlis and Salvadori 2007). No significant effect was observed with the increasing level of CF in opposition to the results reported by Turfani et al. (2017), who observed that browning increased significantly upon increasing the content of raw CF in bread formulation. On the other hand, dramatic decreases as a regular trend was seen for L\* value of both CFSYB and CFSB samples. Redness (a\*) value of the crust of all breads containing CF decreased as compared to control (0% CF), but the reduction depending on CF amount was insignificant for CFYB6-CFYB12, CFSYB4-CFSYB12, and CFSB6-CFSB8. Similar results were also obtained for yellowness (b\*) of the bread crust. CF addition cause a reduction of L\* value while a\* value of the crumb color of all breads increased, significantly. High level of CF addition (8%-12%) cause a drastic reduction of b\* value of breadcrumbs.

### 3.4. Sensory Evaluation

The sensory attributes (crust and crumb colour, taste, odour, chewiness and overall acceptance) of the breads are presented in *Figure 3*.

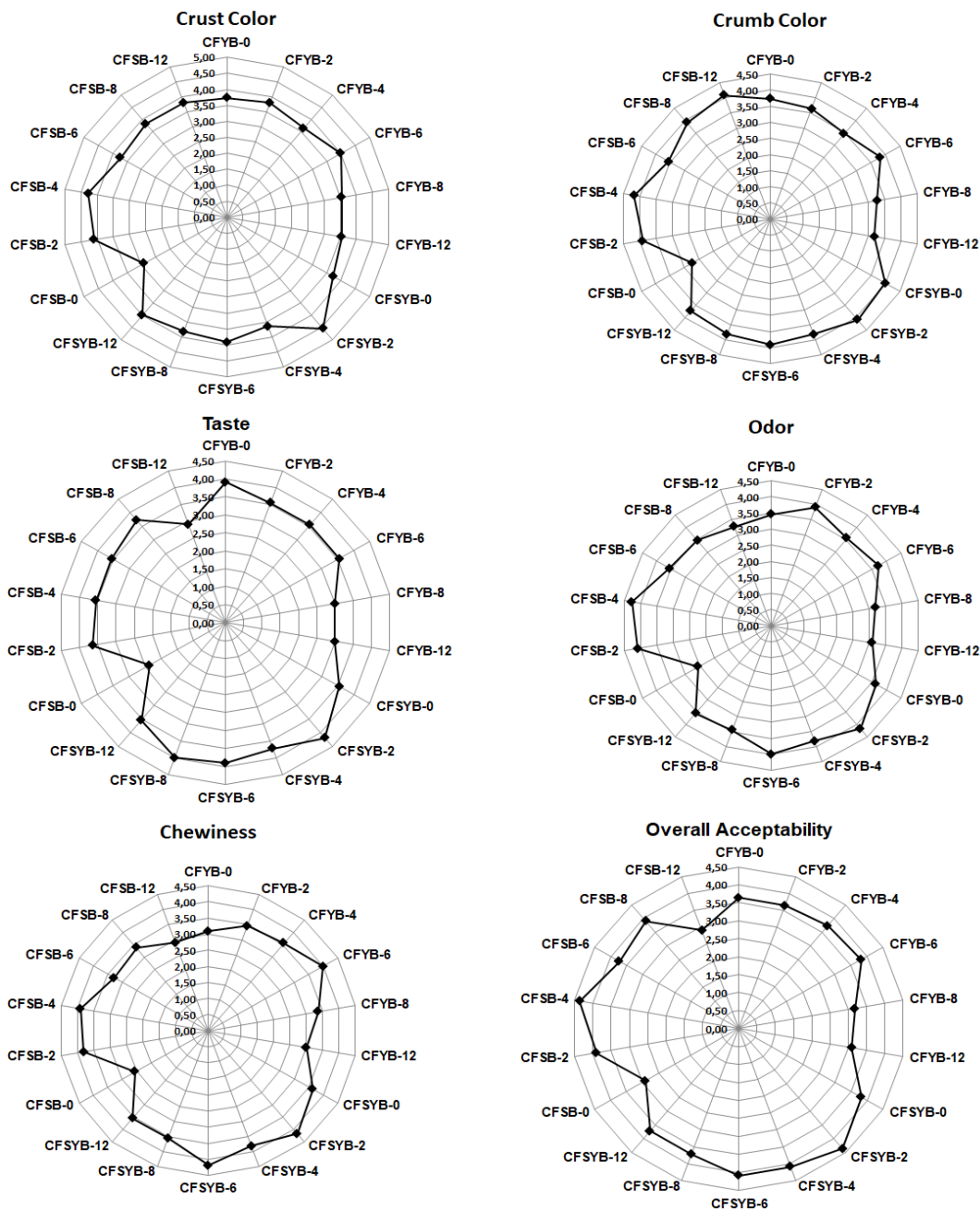


Figure 3. Sensory evaluation of breads.

**CFYB:** Carob flour yeasted bread, **CFSYB:** Carob flour sourdough yeasted bread, **CFSB:** Carob flour sourdough bread.

Breads produced in this study were considered as acceptable if their mean scores for overall acceptability were above 3 (neither like nor dislike). All breads were considered acceptable by the panellists with the exception of sourdough bread containing no carob flour (CFSB-0) and high-level carob flour (CFSB-12).

All level of carob flour yeasted bread (CFYB) was also acceptable and CFYB-6 sample was mostly preferred in all since it was scored 3.82. Wang Jinshui et al. (2002) reported that addition of carob fibre with the level of 3% to wheat bread considered as acceptable for each specific sensory characteristic and overall acceptability. Low level of carob flour sourdough bread for both yeasted (CFSYB-2) and non-yeasted (CFSB-4) breads were scored higher values in overall acceptability parameter. Results from sensory evaluation indicated that the panellists preferred carob flour sourdough bread (CFSYB and CFSB) rather than carob flour yeasted bread (CFYB) in all the sensory parameters, maybe due to flavour contribution of sourdough. Sourdough bread containing no carob flour (CFSB-0) was poorly accepted although this bread exhibited higher specific volume (*Fig. 2A*) and softer texture (*Fig. 2B*). This can be explained that carob flour conferred a distinctive taste in sourdough bread and the panellists preferred this taste. This is also a good result since showing that low level of carob flour usage (from 2% to 6%) in sourdough making was not detrimental to any of the sensory parameters in this study.

#### **4. Conclusions**

Sourdough fermentation was used in this study as an option to improve the sensorial and technological quality of breads containing carob flour. Carob flour blends showed good performances in terms of water absorption and stability value. The addition of CF caused no gradual reduction for both energy and extensibility value. The microbial growth during refreshment procedure of sourdough made with CF was also evaluated for the first time in this study. LAB growth was promoted by CF incorporated sourdoughs while significant reduction were observed for yeast. Carob flour addition revealed the softer breads thanks to sourdough fermentation (CFSYB) as compared to directly usage of CF in bread formulation (CFYB). Moreover, CF addition to bread by sourdough fermentation was more acceptable in terms of sensory analyses. Consequently, there is a great interest to enrich the flour used in sourdough making with nutritious foodstuffs especially legumes (bean, lentil, carob, etc.) to improve the bread organoleptic and functional quality. The present study focused on the pre-requirements of carob flour sourdough bread making before the application of industrial level.

#### **Acknowledgment**

The authors would like to thank to Semanur Yıldırım for her laboratory assistance. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## References

- AACC International. (2000). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, tenth ed. The Association, St. Paul, MN., USA.
- Arendt EK, Ryan LA, Dal Bello F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology* 24:165-174.
- Ayaz FA, Torun H, Glew RH, Bak ZD, Chuang LT, Presley JM, Andrews R. (2009). Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. *Plant foods for human nutrition* 64:286.
- Bojnanska T, Tokar M, Vollmannova A. (2015). Rheological parameters of dough with inulin addition and its effect on bread quality. Pages 012015. *Journal of Physics: Conference Series: IOP Publishing*.
- Coda R, Kianjam M, Pontonio E, Verni M, Di Cagno R, Katina K, Rizzello CG, Gobbetti M. (2017). Sourdough-type propagation of faba bean flour: dynamics of microbial consortia and biochemical implications. *International Journal of Food Microbiology* 248:10-21.
- Durazzo A, Turfani V, Narducci V, Azzini E, Maiani G, Carcea M. (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chemistry* 153:109-113.
- Ercolini D, Pontonio E, De Filippis F, Minervini F, La Storia A, Gobbetti M, Di Cagno R. (2013). Microbial ecology dynamics during rye and wheat sourdough preparation. *Applied and Environmental Microbiology* 79:7827-7836.
- Filipovic, N., Djuric, M., & Gyura, J. (2007). The effect of the type and quantity of sugar-beet fibers on bread characteristics. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1047-1053.
- Gawlik-Dziki U, Dziki D, Pietrzak W, Nowak R. (2017). Phenolic acids profile and antioxidant properties of bread enriched with sprouted wheat flour. *Journal of Food Biochemistry* 41:e12386.
- Gobbetti M, De Angelis M, Di Cagno R, Calasso M, Archetti G, Rizzello CG. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology* 302:103-113.
- Han HM, Koh BK. (2011). Effect of phenolic acids on the rheological properties and proteins of hard wheat flour dough and bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91:2495-2499.
- Hayta M, İşçimen EM. (2019). Effects of Phytochemical Fortification of Flour and Bread on Human Health. Pages 273-289. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*, Elsevier.
- Kaur A, Singh N, Ahlawat AK, Kaur S, Singh AM, Chauhan H, Singh GP. (2013). Diversity in grain, flour, dough and gluten properties amongst Indian wheat cultivars varying in high molecular weight subunits (HMW-GS). *Food Research International* 53:63-72.
- Kohajdová Z, Karovičová J, Magala M. (2013). Effect of lentil and bean flours on rheological and baking properties of wheat dough. *Chemical Papers* 67:398-407.
- Kurek MA, Wyrwisz J, Karp S, Wierzbicka A. (2018). Effect of fiber sources on fatty acids profile, glycemic index, and phenolic compound content of in vitro digested fortified wheat bread. *Journal of food science and technology* 55:1632-1640.
- Lattanzi A, Minervini F, Di Cagno R, Diviccaro A, Antonielli L, Cardinali G, Cappelle S, De Angelis M, Gobbetti M. (2013). The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. *International Journal of Food Microbiology* 163:71-79.
- Minervini F, Lattanzi A, De Angelis M, Di Cagno R, Gobbetti M. (2012). Influence of artisan bakery-or laboratory-propagated sourdoughs on the diversity of lactic acid bacterium and yeast microbiotas. *Appl. Environ. Microbiol.* 78:5328-5340.
- Miś, A., Grundas, S., Dziki, D. and Laskowski, J., (2012). Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal. *Journal of Food Engineering*, 108(1), pp.1-12.
- Musa Özcan M, Arslan D, Gökçalık H. (2007). Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. *International journal of food sciences and nutrition* 58:652-658.
- Owen R, Haubner R, Hull W, Erben G, Spiegelhalter B, Bartsch H, Haber B. (2003). Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food and chemical toxicology* 41:1727-1738.
- Purlis E, Salvadori VO. (2007). Bread browning kinetics during baking. *Journal of Food Engineering* 80:1107-1115.
- Ranjbar A, Heshmati A, Momtaz JK, Vahidinia A. (2019). Effect of iron-enrichment on the antioxidant properties of wheat flour and bread. *Journal of Cereal Science* 87:98-102.
- Rizzello CG, Calasso M, Campanella D, De Angelis M, Gobbetti M. (2014). Use of sourdough fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. *International Journal of Food Microbiology* 180:78-87.
- Rosa C, Tessele K, Prestes R, Silveira M, Franco F. (2015). Effect of substituting of cocoa powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *International Food Research Journal* 22.

- Rosell, C. M., Rojas, J. A., De Barber, C. B. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food hydrocolloids*, 15(1), 75-81.
- Rubel IA, Pérez E, Manrique GD, Genovese DB. (2015). Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. *Food structure* 3:21-29.
- Salinas MV, Carbas B, Brites C, Puppo MC. (2015). Influence of different carob fruit flours (*Ceratonia siliqua* L.) on wheat dough performance and bread quality. *Food and bioprocess technology* 8:1561-1570.
- Shewry PR, Tatham AS. (2000). *Wheat gluten*. Royal Society of Chemistry.
- Sirbu A, Arghire C. (2017). Functional bread: Effect of inulin-type products addition on dough rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science* 75:220-227.
- Smith BM, Bean SR, Schober TJ, Tilley M, Herald TJ, Aramouni F. (2010). Composition and molecular weight distribution of carob germ protein fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:7794-7800.
- Tsatsaragkou K, Gounaropoulos G, Mandala I. (2014). Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. *LWT-Food Science and Technology* 58:124-129.
- Turfani V, Narducci V, Durazzo A, Galli V, Carcea M. (2017). Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *LWT-Food Science and Technology* 78:361-366.
- Van der Meulen R, Scheirlinck I, Van Schoor A, Huys G, Vancanneyt M, Vandamme P, De Vuyst L. (2007). Population dynamics and metabolite target analysis of lactic acid bacteria during laboratory fermentations of wheat and spelt sourdoughs. *Appl. Environ. Microbiol.* 73:4741-4750.
- Vujić L, VITALI ČEPO D, Šebečić B, DRAGOJEVIĆ IV. (2014). Effects of pseudocereals, legumes and inulin addition on selected nutritional properties and glycemic index of whole grain wheat-based biscuits. *Journal of Food & Nutrition Research* 53.
- Wang J, Rosell CM, de Barber CB. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry* 79:221-226.
- Yaver, E. and BİLGİÇLİ, N. (2021). Development of Quality Characteristics of Pasta Enriched with Lupin (*Lupinus albus* L.) Flour and Resistant Starch Type 4. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), pp.557-568.
- Youssef MKE, El-Manfaloty MM, Ali HM. (2013). Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food and Public Health* 3:304-30

**Erzurum İlinde Karaağaçlarda (*Ulmus glabra* Hudson) Zararlı *Tinocallis (Sappocallis) saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae)'ın Popülasyon Değişimi ve Predatörleri**


Population Fluctuation and Predators of *Tinocallis (Sappocallis) saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae) Harmful on Elm Trees (*Ulmus glabra* Hudson) in Erzurum Province


Edanur ZEYBEK<sup>1\*</sup>, Göksel TOZLU<sup>2</sup>

**Öz**

Bu çalışma, Erzurum (Atatürk Üniversitesi Kampüsü)'da 2016 ve 2017 yıllarının mayıs-eylül ayları arasında Karaağaç (*Ulmus glabra* Hudson) bitkisinde yoğun olarak zararına rastlanan *Tinocallis (sappocallis) saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae)'ın popülasyon değişimi ve predatörlerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Türkiye'de bu karaağaç türü üzerinde *T. saltans* ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. Çalışmada, araziden 4 gün aralıklarla karaağaç sürgünleri alınarak laboratuvar ortamına getirilmiş, ergin ve nimf sayımları yapılmıştır. Ayrıca, predatör türler atrap, japon şemsiyesi, aspiratör ve direk elle yakalama yöntemleriyle toplanmışlardır. Predatör türlerin ergin öncesi dönemleri de bulunduğu sürgünlerle laboratuvara getirilmiş ve kültüre alınarak ergin çıkışları sağlanmıştır. Çalışma sonunda, *T. saltans*'ın 2016 yılında 27 Temmuz (56.83 ergin+nimf), 4 Ağustos (52.32 ergin+nimf) ve 24 Ağustos (47.66 ergin+nimf), 2017 yılında ise 12 Ağustos (39.36 ergin+nimf) tarihinde yaprak başına en fazla birey sayısına ulaştığı tespit edilmiştir. Çalışmada, Coccinellidae (Coleoptera)'den 4 (*Adalia bipunctata* (L.), *Adalia fasciatopunctata revelieri* Mulsant; *Coccinella septempunctata* (L.), *Harmonia quadripunctata* (Pontoppidan); Anthocoridae (Hemiptera)'den 1 (*Orius horvathi* Reut.), Nabidae (Hemiptera)'den 1 (*Nabis pseudoferus* Rem.); Syrphidae (Diptera)'den 5 (*Episyrphus balteatus* (De Geer), *Eristalis pratorum* (Meigen), *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann), *Sphaerophoria scripta* (L.), *Syrirta pipiens* (L.)) ve Chrysopidae (Neuroptera)'den 1 (*Chrysoperla carnea* (Stephens)) tür olmak üzere toplamda 12 predatör tür saptanmıştır. Bu türlerden sırasıyla *A. f. revelieri* (39 birey), *H. quadripunctata* (21 birey), *C. punctata* ve *Ch. carnea* (16 birey) ve *E. balteatus* (14 birey) en fazla bireyi elde edilen türler olmuşlardır. Bu predatör türlerin hepsi için *T. saltans*, Türkiye'de ilk kez bu çalışmada yeni av olarak kaydedilmiş durumdadırlar. Bu türe karşı yapılacak mücadele çalışmalarında özellikle predatörlerinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Tinocallis saltans*, Aphididae, Popülasyon değişimi, Predatörler, Karaağaç, *Ulmus glabra*

<sup>2\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: <sup>2</sup>Göksel Tozlu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye. E-mail: [gtozlu@atauni.edu.tr](mailto:gtozlu@atauni.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-7187-7825

<sup>1</sup>Edanur Zeybek, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye. E-mail: [edazeybek33@gmail.com](mailto:edazeybek33@gmail.com)  ORCID: 0000-0003-1942-9221

**Atıf/Citation:** Zeybek, E, Tozlu, G. Erzurum İlinde Karaağaçlarda (*Ulmus glabra* Hudson) Zararlı *Tinocallis (Sappocallis) saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae)'ın Popülasyon Değişimi ve Predatörleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 554-570.

\*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

**Abstract**

This study was carried out to determine the population fluctuation and predators of *Tinocallis (sappocallis) saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae) found to be intensely damaged in the Elm (*Ulmus glabra* Hudson) plant in Erzurum (Atatürk University Campus) between May and September in 2016 and 2017. *T. saltans* was determined for the first time on this elm species in Turkey with this study. Elm tip shoots were taken from the area at 4 days intervals and brought to the laboratory condition and adults and nymphs counts were made in this study. In addition, predator species were collected with the help of aspirator, atrap and Japanese umbrella. Pre-adult periods of predator species were brought to the laboratory together with the shoots and adult outputs were obtained by culturing. At the end of the study, *T. saltans* in July 27 (56.83 adult+nymph), 4 August (52.32 adult+nymph) and 24 August (47.66 adult+nymph) in 2016, and 12 August (39.36 adult+nymph) in 2017, has reached the highest number of individuals per leaf. A total of 12 predators from 4 Coccinellidae (*Adalia bipunctata* (L.), *Adalia fasciatopunctata revelieri* Mulsant; *Coccinella septempunctata* (L.), *Harmonia quadripunctata* (Pontoppidan) of Coleoptera; 1 Anthocoridae (*Orius horvathi* Reut.), 1 Nabidae family (*Nabis pseudoferus* Rem.) of Hemiptera; 5 Syrphidae (*Episyrphus balteatus* (De Geer), *Eristalis pratorum* (Meigen), *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann), *Sphaerophoria scripta* (L.), *Syrirta pipiens* (L.) of Diptera; 1 Chrysopidae (*Chrysoperla carnea* (Stephens)) of Neuroptera were identified in this study. Of these species respectively, *A. f. revelieri* (39 individuals), *H. quadripunctata* (21 individuals), *C. semtempunctata* ve *Ch. carnea* (16 individuals) and *E. balteatus* (14 individual) were the species with the highest number of individuals. *T. saltans* for all of these predator species were determined as the new host for the first time in this study in Turkey. It is great importance to consider these predators in these insect-control studies.

**Keywords:** *Tinocallis saltans*, Aphididae, Population fluctuation, Predators, Elm, *Ulmus glabra*



## 1. Giriş

Türkiye dokuz binin üzerinde doğal ve %30'un üzerinde endemik bitki türü ile bulunduğu coğrafyanın en zengin biyoçeşitliliğine sahiptir. Günümüzde gelişmiş kentler ağaçların sayısı ile karakterize edilmekte, bitkiler kent bileşenlerinin vazgeçilmez bir parçası olarak görülmektedir. Erzurum orman varlığı bakımından oldukça zayıf olup, ormanların da çoğunluğu ilin kuzey doğu kesimlerindedir. Atatürk Üniversitesi Kampüsü'nde ise birçok süs bitkisi ve soğuğa dayanıklı bitki türü mevcuttur. Bunlardan özellikle de sarıçam ve meşe çoğunluğu oluştururken, daha sonra da huş, akçaağaç ve karaağaç yoğun olarak bulunmaktadır (Yılmaz ve İrmak, 2004).

Ulmaceae familyasının *Ulmus* L. ve *Zelkova* Spach. cinsleri ile bunlara ait 100'den fazla türü bulunmaktadır. *Ulmus* cinsine ait Türkiye'de 4 türünün var olduğu belirtilmekte, kabuklarının uzun yıllar çatlamadan kalması nedeniyle, düz, pürüzsüz ve çıplak anlamına gelen *Ulmus glabra* Hudson bilimsel ismi verilmiş tür de bunlardan bir tanesidir (Yaltırık, 1993). Genellikle 30-40 m boyunda, yaklaşık 1 m gövde çapına sahip karaağaçlar, 200 yıl civarında yaşamakta, ağır ve ıslak topraklarda yetişmekte, suya da oldukça dayanıklıdır (Pamay, 1992). Ayrıca, park ve bahçe tesisinde kullanılmasının yanında, kuvvetli yapısı nedeniyle de rüzgâr kıran olarak da yararlanılmaktadır (Pamay, 1992). Karaağaçtan elde edilen kereste çok sağlam ve değerli olup, mobilya, sepet, parke ve kâğıt yapımında kullanılmakta, kabuğunun iç kısmı da besin (özellikle kahve) olarak da değerlendirilmektedir (Anonymous, 2019).

*Ulmus glabra* Erzurum İli Atatürk Üniversitesi Kampüsü'nde bulunan önemli bir orman ve süs bitkisi durumundadır. Çoğu bitki türlerinde olduğu gibi bu bitkide de değişik böcek türleri zarar yapmakta olup, bunlar arasında afidler de bulunmaktadır.

Aphidoidea üst familyasına giren türler genellikle konukçularında koloniler halinde yaşamaktadırlar. Afidler, sokup emerek beslenmeleri ile bitkide meydana getirdikleri direk zararın yanında, fumajine de neden olmakta, gal ve ur gibi deformasyonlar meydana getirmekte, çok sayıda bitki virüs hastalığına da vektörlük yapmaktadırlar (Lodos, 1986; Bauernfeind, 2005). Dünyada şu ana kadar belirlenen tür sayısı yaklaşık 4700 olan Aphidoidea (Remaudiere ve Remaudiere, 1997; Blackman ve Eastop, 2006), Palaearktik Bölge'de yaklaşık 3500 türe sahiptir (Holman, 2009). Türkiye'de bulunan afidlerle ilgili ilk çalışmalar 1900'lü yılların başlarından itibaren başlamıştır. Toros ve ark. (2002), Görür (2004), Aslan ve Uygun (2005), Remaudiere ve ark. (2006), Özdemir ve ark. (2005), Toper Kaygın ve ark. (2009), Akyıldırım ve ark. (2011) ve Görür ve ark. (2012), Akyıldırım ve ark. (2013) gibi araştırmacılar son yıllarda Türkiye afit faunasına katkıda bulunan birçok araştırma yapmışlardır. Kapsamlı kontrol listesinin verildiği bir çalışmada, Türkiye afit faunasının (1903-2020 yılları arası) 147 cinse bağlı 591 tür olduğu bildirilmiştir (Kök ve Özdemir, 2021).

Blackman ve Eastop (2019), dünyada karaağaçlar üzerinde yaklaşık 75 yaprak biti türünün olduğunu; bu türlerin 22'sinin de *U. glabra* üzerinde zarar yaptığını bildirmişlerdir. *T. saltans*'ın son yıllarda karaağaç üzerinde yüksek yoğunlukta popülasyon meydana getirip önemli düzeyde zarara neden olduğu kaydedilmiştir (Richards, 1967).

*Tinocallis* Matsumura, 1919 cinsinin Ulmaceae ile ilişkili olduğu bilinen sekiz türü [*T. ulmiparvifoliae* Matsumura, *T. platani* (Kaltenbach), *T. saltans* (Nevsky), *T. zerkowae* (Takahashi), *T. ulmifolii* (Monell) ve *T. caryaefoliae* (Davis)] içine alan küçük bir grup olduğu bildirilmiştir (Richards, 1967). Khamraev ve Davenport (2004), *T. saltans*'ın *Ulmus* türlerinde çok yaygın görülen ve önemli zararlı bir afit türü olduğunu belirtmekte, yapraklarda sokup emerek öz su ile beslenmeleri sonucu kurumaların olduğunu, yaprak kenarlarının aşağıya doğru kıvrıldığını, öte yandan beslenme artışı olarak anüsden yaprak üzerine bıraktıkları tatlımsı maddeler ile hem bitkilerin fotosentez yapmasına engel olduklarını, hem de bitkilerin üzerinde funguslar için ortam hazırladıklarını kaydetmişlerdir. Anonymous (2017), karaağaç zararlısı afitlerin beslenmeye ve çoğalmaya devam ettikçe aşırı miktarda tatlımsı madde salgıladıklarını, özellikle kaldırımlar, arabalar ve ağaçların altındaki diğer nesnelere bunlarla kaplandığında insanlar için son derece can sıkıcı durumun ortaya çıktığını da belirtmiştir.

Türkiye'de Çanakçıoğlu (1966) Bolu (Gerde-Çapak ormanları)'da 980 m'de *Acer campestre* (Ova akçaağacı) bitkisinden *T. saltans* türünden sadece 1 adet bulduğunu bildirmiş, Kök ve ark. (2016) Çanakkale Merkez'de *Ulmus* sp., Kök ve Kasap (2019)'da yine Çanakkale Merkez'de *Ulmus* minor Mill. üzerinden elde ettiklerini belirtmişlerdir.

*T. saltans*'ın dünyanın birçok ülkesinde dağılışı gösterdiği bildirilmektedir. *Ulmus* türleri İtalya (Patti ve Barbagallo, 1998), İspanya (Núñez-Pérez ve ark., 1991), Doğu Avrupa (Romanya, Macaristan), Orta ve Doğu Asya ülkelerinde (Afganistan, Çin, Kore, Doğu İran, Kazakistan, Tacikistan, Özbekistan, Urallar, Pakistan ve Sibirya), *Zelkova serrata* bitkisi üzerinde de Macaristan (Ripka ve ark., 1998)'da olduğu kaydedilmektedir. Núñez-Pérez ve Durante (1993), fundatrikslerin (yumurtadan ilk çıkanlar) nisan ayında görüldüğünü, ovipar bireyler ile kanatlı erkeklerin ekim ayında ortaya çıktıklarını belirtmişlerdir. Bu türün son zamanlarda, Kuzey Amerika (Halbert ve Pike, 1990), Arjantin (La Rossa ve ark., 1990) ve Bolivya (Naumann-Etienne ve Remaudière, 1995)'da da dağılım göstermeye başladığı kaydedilmektedir. Yine, Nieto Nafria (2016) dünyadaki yayılış alanları olarak; Doğu Paleartik, Yakın Doğu, Nearktik, Neotropikal ve Oriental bölgelerini vermiştir.

Bu güne kadar Türkiye'de orman ve süs bitkileri üzerinde zararlı olan afitlerle ilgili birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bazıları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

Çanakçıoğlu (1967), 1961 ile 1964 yılları arasında Türkiye'de orman ağaçlarında mevcut olan Aphidoidea türleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada 7 familyaya ait 90 tür belirlemiş, bunların morfolojik özellikleri ve konukçuları ile ilgili bilgiler vermiştir. Özdemir ve Toros (1997), Ankara'da mevsimlik süs bitkileri üzerinde 8 cinse ait 11 afit türü belirlemiş; Toros ve ark. (2003), Türkiye'deki *Betula* türlerinde bulunan afitler üzerinde yaptıkları çalışmada, *Calaphis flava*, *Callipterinella calliptera* ve *Euceraphis punctipennis* türlerinin ülkemizde bu bitkide yeni zararlı türler olduğunu bildirmişlerdir. Altay ve Uysal (2005), Selçuk Üniversitesi Alâeddin Keykubat Kampüsü (Konya) sahasındaki 44 değişik konukçu bitki (kavak hariç) üzerinde Aphidoidea türlerinin tespiti amacıyla yaptıkları çalışmada, Aphididae'ye ait 19 cinse ait 29 tür ve iki alttür tespit etmişlerdir. Ünal ve Özcan (2005), Kastamonu yöresinin park, bahçe ve orman ağaçlarında zararlı afitleri belirledikleri çalışmalarında, kavak, sedir, söğüt, karaçam, akçaağaç, dişbudak, sarıçam, ihlamur, servi, ceviz, akasya ve mazı üzerinde Aphididae'den 5 altfamilyanın dokuz cinsine ait 12 tür bildirmişlerdir. Akyürek (2006), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü (Samsun) sahasında bulunan afit türlerini belirlediği çalışmasında, Aphididae'nin 4 altfamilyasına ait 21 cinse bağlı 43 tür tespit ettiğini, bunlardan da 9'unun Türkiye faunası için yeni kayıt olduğunu vurgulamıştır. Kavaz (2006), Atatürk Üniversitesi Kampüsü (Erzurum)'nde çalı ve ağaç formu bitkilerde zararlı afit türleri ile ilgili yaptığı çalışmada, 7 farklı konukçu bitkide 7 zararlı tür tespit etmiştir. Kaygın ve ark. (2008), Bartın İli'nde orman ağaçlarında zararlı 31 afit türü belirlemişlerdir. Güleç (2011), Antalya İli parklarında Aphidoidea'ya ait 54 afit tür ve alttürü tespit etmiştir. Güçlü ve ark. (2015), Erzurum Merkez'de çalı ve ağaç formu süs bitkilerinde bulunan afitler ve bunların parazitoitlerini belirledikleri (2004-2005 yılları mayıs-ekim aylarında) çalışmalarında 11 farklı konukçu üzerinden 17 yaprakbiti elde etmişlerdir. Öztürk ve Muştu (2017), Kayseri'de 2014-2015 yıllarında süs bitkilerinden 30 Aphididae türü tespit etmişlerdir. Kuloğlu ve Özder (2017), Yalova İli'nde (2009-2010 yıllarında) bazı süs bitkilerinde zararlı afitleri tespit etmek için yürüttükleri çalışmada; Aphidoidea üstfamilyasına ait 13 cinse bağlı 21 tür bildirmişlerdir. Bayındır Erol ve ark. (2018), Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüsü (Isparta) sahasında bulunan otsu bitki, ağaç ve çalı formu bitkilerde yürüttükleri çalışmada, 34 afit türü tespit etmişlerdir. Görür ve ark. (2019), Türkiye'de yayılış gösteren *Cinara* (Hemiptera: Aphidoidea) cinsine ait türler ile bunların konukçularını tespit için yaptıkları çalışmada, *Pinus*, *Plathyclus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus* ve *Picea* cinsleriyle *Abies nordmanniana* türünde 29 tür belirlemişler, bu türlerden 7'sinin Türkiye afit faunası için ilk kayıt niteliğinde olduğunu da kaydetmişlerdir.

Türkiye'de orman ve süs bitkileri üzerinde zararlı olan afitlerle ilgili yapılan çalışmaların yanı sıra, bu zararlı türlerin doğal düşmanı olan predatör türlerinde tespit edildiği birçok çalışmada yürütülmüştür. Bunlardan bazıları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

Özbek ve Çetin (1991), Doğu Anadolu Bölgesi'nde önemli afit predatörü Coccinellidae faunasını tespit etmek için yürüttükleri çalışmada 30 tür belirlemişlerdir. Bayram (2008), 2001'de Ankara'da yaptığı çalışmada *Ulmus glabra* Mill. (Karaağaç)'de gal oluşturan afitlerle beslenen Coccinellid (Coleoptera), Chrysopid ve Hemerobiid (Neuroptera)'lerden bazı türler tespit etmiştir. Kavaz (2006), Atatürk Üniversitesi Kampüsü (Erzurum)'nde ağaç ve çalı formundaki bitkilerde zarar yapan afitlerle ilgili yaptığı çalışmada Coccinellidlerden predatör 1 tür belirlemiştir. Güleç (2011), Antalya İli parklarında tespit ettiği 54 afit türü üzerinden 12 Coccinellid ile 4 Chrysopid predatör türü elde ettiğini kaydetmiştir. Toper Kaygın ve Kaptan Sobutay (2017), Bartın İlinde 2014-2015 yıllarında yürüttükleri çalışmalarında Coccinellidae'ye bağlı 14 tür belirlemişler, bunlardan en yüksek yoğunluğu *Coccinella septempunctata* ve *Harmonia axyridis* türlerinin gösterdiğini de kaydetmişlerdir. Bu çalışmalardan başka Türkiye'de Coccinellidae üzerinde birçok araştırmacı tarafından yapılan çok sayıda

çalışmalarda vardır (Giray, 1970; Kansu ve Uygun, 1973; Kreissl ve Uygun, 1980; Erkin, 1983; Özkan, 1986; Zeren, 1989; Ölmez, 2000; Yurtsever, 2001; Aslan, 2004; Çınar ve ark., 2004; Öztürk ve ark., 2004; Özgen ve Karsavuran, 2005; Işıkber ve Karacı, 2006; Bolu ve ark., 2007; Hepdurgun ve ark., 2007; Bayram, 2009; Buğday, 2010; Portakaldalı ve Satar, 2010; Keskin, 2012; Unal ve ark., 2017).

Dünyada ve Türkiye’de afitlerin çok sayıda doğal düşmanı bulunmaktadır. Bu doğal düşmanlar içerisinde Coleoptera (Coccinellidae), Diptera (Syrphidae), Neuroptera (Chrysophidae) ile Hemiptera (Anthocoridae) takımlarına ait bazı familyalara mensup predatör türler önemli yer tutmaktadır. Bunlar, afitlerin nimf ve erginleri ile beslenerek, popülasyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadırlar. Tarımda kullanılan kimyasal bitki koruma ürünlerinin insan sağlığına ve çevreye verdikleri zarar her geçen gün daha da iyi anlaşılmaktadır (Kuca ve Yağdı, 2020; Kotan ve Tozlu, 2021). Bu nedenle de bu faydalı türlerin tespit edilmesi yönündeki çalışmaların önemi daha da artmaktadır.

Yukarıda belirtilenlerin dikkate alınması ile planlanıp yürütülen bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Kampüs alanı içerisinde bulunan karaağaçlarda son birkaç yıldır dikkat çekici düzeyde zararlı olan *T. saltans* türünün popülasyon değişimi ile doğal düşmanlarının (predatör türler) tespiti amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

2016 ve 2017 yıllarında kampüs alanındaki Karaağaç (*Ulmus glabra*) (Şekil 1 a,b) üzerinde zararlı olan *Tinocallis* (*Sappocallis*) *saltans* (Şekil 2 a,b) ile bu tür üzerinden elde edilen predatörlere ait örnekler çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Çalışma alanının özellikleri

Erzurum Türkiye’nin rakımı en yüksek (1.900 m) ve en soğuk illerindedir. Yazları kısa ve sıcak, kışları ise uzun ve sert geçmektedir. Genel olarak sert karasal bir iklim hakimdir. Yıllık ortalama yağış miktarı 453 mm’dir. En fazla yağışı ilkbahar ve yaz aylarında, en az ise kış aylarında almaktadır. Kışın yağışlar genel olarak kar şeklindedir ve kar yağışlı olan gün sayısı 50, ancak karın yerde kalma süresi de 114 gün kadar olmaktadır. Ortalama yıllık sıcaklık 6.1 °C’dir. Ayrıca, Atatürk Üniversitesi 6.5 milyon m<sup>2</sup>’lik açık alana da sahip durumdadır (Anonim, 2019).

#### 2.2.2. Örneklerin toplanması

Çalışmanın başlangıcında Atatürk Üniversitesi Kampüs alanında karaağaçların bulunduğu kesimler belirlenmiş, sonra da bu ağaçlardan *T. saltans* ile bulaşık olanlar tespit edilmiştir. Arazi çalışmaları 2016 ve 2017 yıllarının mayıs-eylül aylarında 4 günde bir örnek alınmak suretiyle yapılmıştır. Çalışmada her gözlem tarihinde 10’ar adet karaağacın farklı yöneylerinden 5 sürgün bahçivan makasıyla kesilerek, polietilen poşet torbalar içerisine konulmuştur. Her sürgünden 10 yaprak olması koşulu ile afit sayımları (birey sayısı/yaprak başına) mikroskop altında yapılmıştır. Laboratuvara getirilen yapraklardan elde edilen afitler, içerisinde %80’lik alkol bulunan cam tüplere konulmuş, bu konulan afitlerin kanatlı ve kanatsız formlarının ayrı ayrı olmasına dikkat edilmiştir. Her tüp üzerine de etiket bilgileri yazılmıştır. Predatör türlerin toplanmasında aspiratör, atrap, japon şemsiyesi ve direk elle yakalama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Japon şemsiyesi veya atrap torbası bir elle tutulup, her bir ağacın dört ayrı yönünden seçilen dallara diğer elle hızlı bir şekilde vurularak örnekler düşürülmüş, aspiratör yardımıyla da kapağında etil asetat emdirilmiş pamuk bulunan öldürme şişelerine aktararak ölmeleri sağlanmış, uygun böcek kutularında laboratuvara getirilmiştir. Ayrıca, bazı predatör türlerin erginleri el ile toplanarak, öldürme işlemi aynı şekilde yapılmıştır. Ergin öncesi dönemde (yumurta, larva, pupa) olan predatörler (özellikle Coccinellidae ve Syrphidae familyasına bağlı türler) yapraklı sürgünlerle birlikte alınmış, laboratuvarında içerisinde afitle bulaşık yapraklar yer alan petri kapları içerisinde, ergin dönemleri elde edilmeye çalışılmıştır. Predatörlerin besinlerinin tükendiği zamanlarda petrilere ilave afitle bulaşık yapraklar konulmuştur. Toplanan ve elde edilen bütün erginlerin büyüklüklerine göre uygun numaralı böcek iğneleriyle iğnelenme ile küçük karton etiketlere yapıştırılma işlemleri, iğnelenme ve yapıştırılma kurallarına uygun şekilde yapılmıştır. Aynı şekilde etiket bilgileri de ilave edilerek böcek saklama kutularında muhafazaları sağlanmıştır.

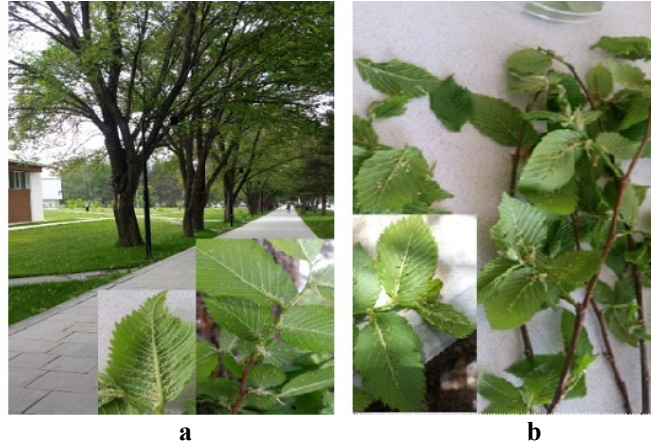


Figure 1. View from the elm trees in the Atatürk University Campus Area, a) tree, b) leaves with *Tinocallis saltans* on them (Original)

Şekil 1. Atatürk Üniversitesi Kampüs alanında bulunan karaağaçlardan görüntü a) ağaç b) üzerinde *Tinocallis saltans* bulunan yapraklar (Orijinal)



Figure 2. Winged and wingless adult appearance of *Tinocallis saltans* (a), infected leaves (b) (Original)

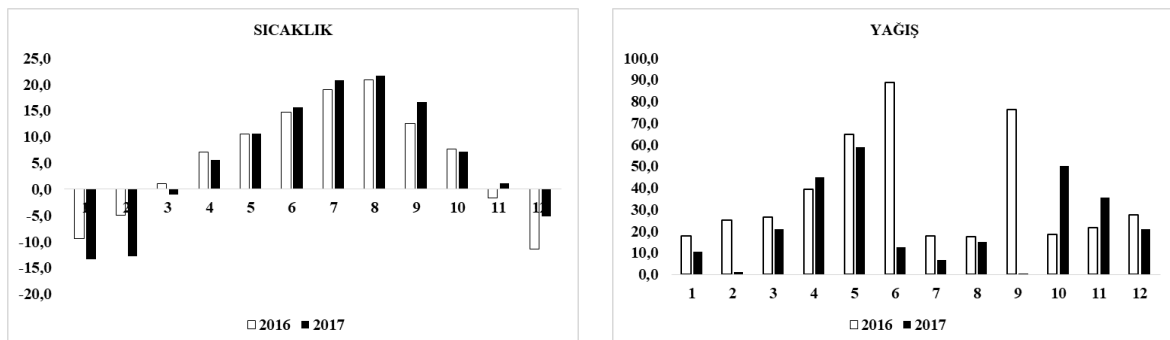
Şekil 2. *Tinocallis saltans*'ın (a) kanatlı ve kanatsız ergin görünümü, (b) bulaşık yapraklar (Orijinal)

### 2.2.3. Örneklerin değerlendirilmesi

Araziden getirilen yapraklardan elde edilen ve %80'lik alkole konulan afitlerin preparatları Blackman ve Eastop (2000)'un belirttiği şekilde hazırlanmıştır. Türün teşhisi Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR (Ankara) tarafından yapılmıştır. Kültüre alınan örneklerden çıkan erginler ile arazide bitki yaprakları üzerindeki afit kolonilerinden yakalanan örneklerde familia ve takım düzeyinde tasnif edilmişlerdir. Coccinellidlerin teşhisi Prof. Dr. Nedim UYGUN (Adana) tarafından yapılmıştır. Diğer gruptaki örneklerin teşhisi de Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entomoloji Müzesi (EMET)'nde bulunan ve daha önce konu uzmanları tarafından teşhisi yapılmış materyal ile karşılaştırılarak çalışmanın 2. yazarı tarafından yapılmıştır.

### 2.2.4. Erzurum'da 2016-2017 yıllarına ait iklim verileri

Böceklerin yaşam döngüleri üzerinde çok önemli etkiye sahip olan iklim değerleri (özellikle sıcaklık, nem ve yağış) Erzurum Meteoroloji 12. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilmiştir (Şekil 3).



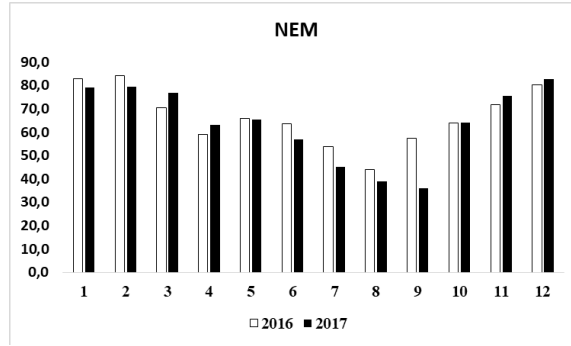


Figure 3. Average temperature, precipitation and humidity values in Erzurum for the years 2016 and 2017 (Data of Erzurum Meteorology 12<sup>th</sup> Regional Directorate)

Şekil 3. Erzurum'da 2016 ve 2017 yıllarına ait ortalama sıcaklık, yağış ve nem değerleri (Erzurum Meteoroloji 12. Bölge Müdürlüğü verileri)

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

#### 3.1. *Tinocallis saltans*'ın morfolojik özellikleri

Boyu 1.8-2.05 mm arasındadır. Başı hafif konveks, kılları ise çok kısa ve sivri yapıdadır. Antenlerin 3., 4. ve 5. segmentleri koyu renklidir. Anten uç kısmı ise soluk renklidir. Anten uzunluğu vücut uzunluğunun 0.57-0.81 katıdır. Kanatlı bireyleri sarı veya protakal sarısı renkte ve yaz başlarında kahverengi baş ve thorax'a sahiptir. *T. nevskyi* ile kıyaslandığında arka femur'un uç kısımlarında oldukça koyu yamalar ve ön kanatlarda daha fazla pigmentleşme görülmektedir (Nevsky 1929; Quednau, 1979; Pagnone ve ark., 1997).

#### 3.2. *Tinocallis saltans*'ın ergin+nimf popülasyon değişimi

2016-2017 yıllarının mayıs ayında arazi çalışmalarına başlanmıştır. Karaağaç bitkisinin yaprakları üzerinde *T. saltans*'a, 2016 yılında ilk defa 5 Mayıs, 2017 de ise 9 Mayıs tarihinde rastlanmıştır. Popülasyon değişimini belirlemek için ilk sayımlara her iki yılda da 16 Mayıs'ta başlanmıştır. Türün ilk yıl ergin+nimf popülasyon yoğunluğu 7 Temmuz'a kadar artıp azalan şekilde değişim göstermiş (Şekil 4) ve 27 Temmuz'da yaprak başına 56,83 birey (Şekil 4) ile en yüksek popülasyon seviyesine ulaşmıştır. Bu tarihi 4 Ağustos (52.32 birey/yaprak) ve 24 Ağustos (47.66 birey/yaprak) tarihleri izlemiştir (Şekil 4). Ağustosun 24'ünden itibaren afit popülasyonunda aşırı bir düşüşün (0.0-10.1 arası birey/yaprak) görüldüğü kaydedilmiştir (Şekil 4). Bu durumun, Erzurum'da hava sıcaklıklarının düşüş göstermesi (Şekil 3), yağışların artışı (Şekil 3) ve nem düzeyinin yüksekliği (Şekil 3) gibi sebeplerden olabileceği kanaatine varılmıştır.

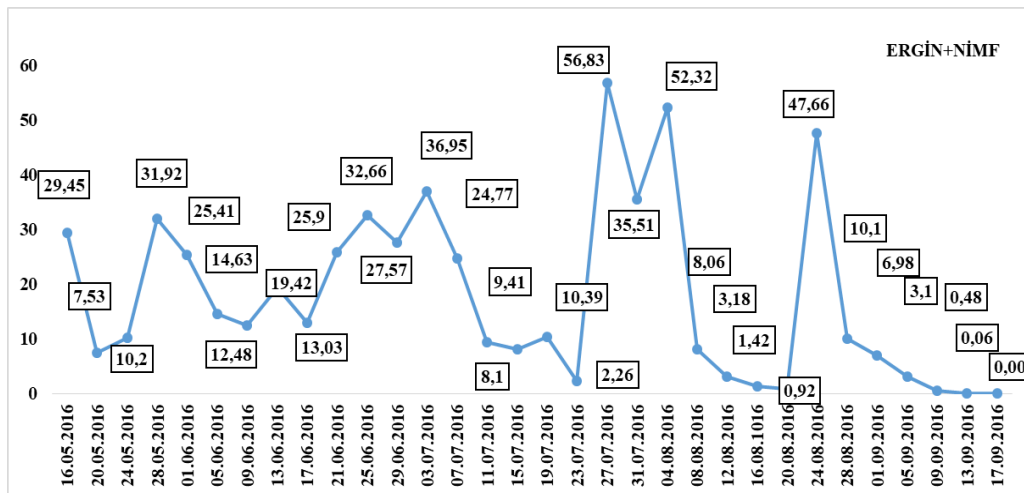


Figure 4. Adult+nympha population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2016

Şekil 4. 2016 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki ergin+nimf popülasyon değişimi

*T. saltans*'ın 2017 yılında ergin+nimf popülasyon yoğunluğu 5 Haziran tarihine kadar düzenli bir şekilde artış göstermiş (Şekil 5), 5 Haziran-8 Ağustos tarihleri arasında ise artıp azalan şeklinde değişim göstermiştir (Şekil 5). En yüksek popülasyon seviyesine (yaprak başına 39.36 bireyle) sıcaklıkların yüksek olduğu 16 Ağustos'ta ulaşılmış, bu tarihten sonra ise popülasyon yoğunluğunda düzenli şekilde düşüş görülmüştür (Şekil 5). 2017 yılına ait sıcaklık, nem ve yağış değerleri Şekil 3'de verilmiştir.

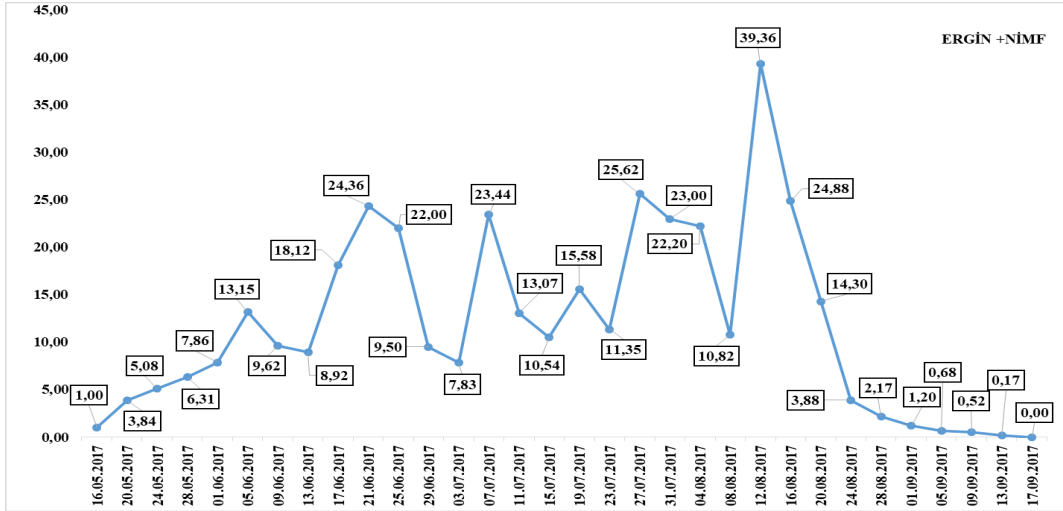


Figure 5. Adult+nymph population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2017

### Şekil 5. 2017 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki ergin+nimf popülasyon değişimi

*T. saltans*'ın ergin+nimf popülasyon yoğunluğu 2016 ve 2017 yılları arasında karşılaştırıldığında, en yüksek pik seviyesine 2016'da 27 Temmuz, 2017'de ise 16 Ağustos tarihinde ulaşmıştır. 2016 yılının 4 ve 24 Ağustos tarihlerinde de popülasyon düzeyi pik yaparken, 2017 yılında ise pik yaptığı seviyeler olmasına rağmen 2016 yılı kadar yaprak başına birey sayısına ulaşamamıştır (Şekil 4, 5).

#### 3.1.3. *Tinocallis saltans*'ın ergin popülasyon değişimi

*T. saltans*'ın ergin dönemi popülasyon değişimini belirlemek için de aynı zamanlarda sayımlar yapılmıştır. 2016'da *T. saltans*'ın ergin dönemi popülasyon yoğunluğuna bakıldığında, 16 Mayıs (8.08 birey/yaprak), 27 Temmuz (yaprak/11.52 birey) ve 4 Ağustos (15.28 birey/yaprak) tarihlerinde pik noktalarının meydana gelmiş olduğu görülmektedir (Şekil 6).

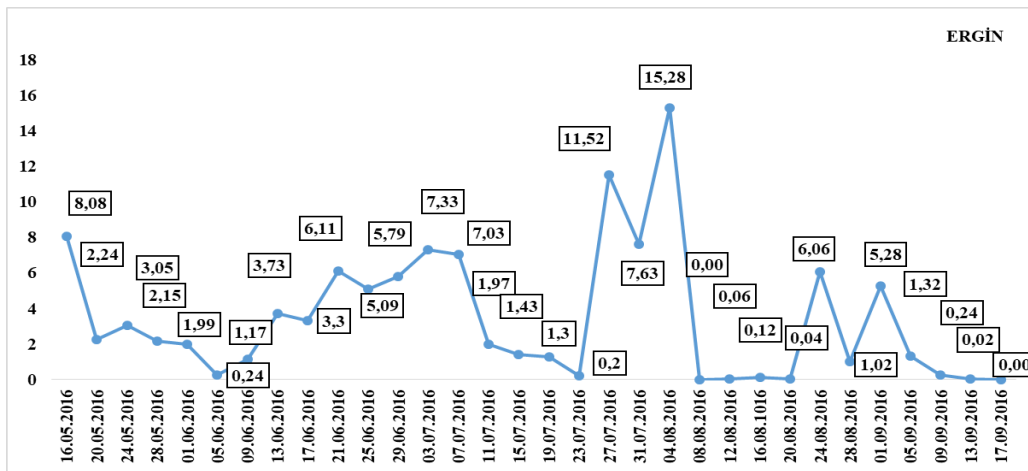


Figure 6. Adult population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2016

### Şekil 6. 2016 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki ergin popülasyon değişimi

2017'de ise *T. saltans*'ın ergin dönemi yaprak başına popülasyon yoğunluğuna bakıldığında, 9 Haziran (6.54 birey/yaprak), 25 Haziran (5.49 birey/yaprak), 27 Temmuz (6.02 birey/yaprak), 31 Temmuz (6.42 birey/yaprak), 4 Ağustos (5.60 birey/yaprak), 16 Ağustos (9.05 birey/yaprak) ve 20 Ağustos (6.42 birey/yaprak) tarihlerinde en fazla bireye ulaşıldığı görülmüştür (Şekil 7).

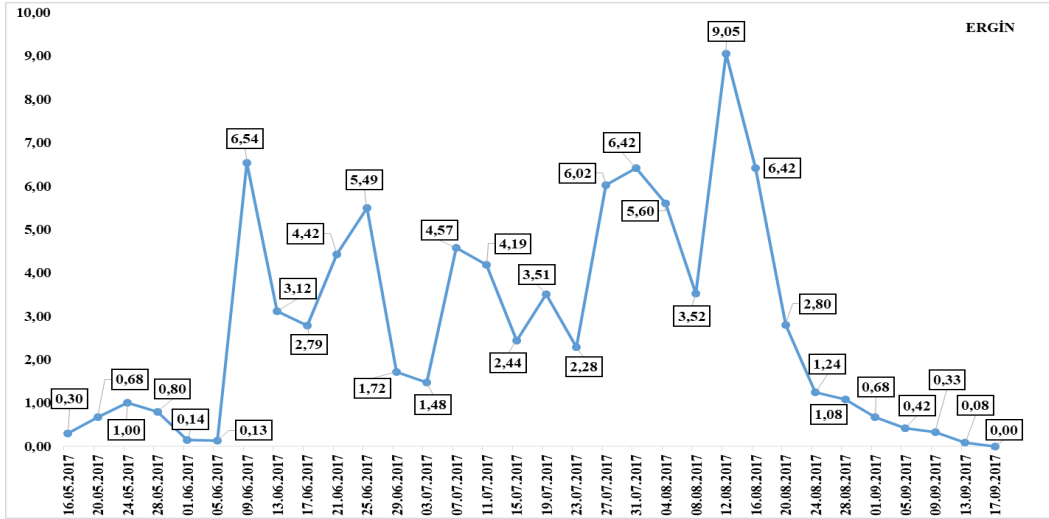


Figure 7. Adult population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2017

Şekil 7. 2017 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki ergin popülasyon değişimi

3.1.4. *Tinocallis saltans*'ın nimf popülasyon değişimi

*T. saltans*'ın nimf dönemi popülasyon değişimini belirlemek için yapılan sayımlar sonucunda; 2016'da nimf dönemi popülasyon yoğunluğuna bakıldığında, 27 Temmuz (42.89 birey/yaprak), 4 Ağustos (36.43 birey/yaprak) ve 24 Ağustos (41.74 birey/yaprak) tarihlerinde pik noktalarına ulaşıldığı görülmektedir (Şekil 8).

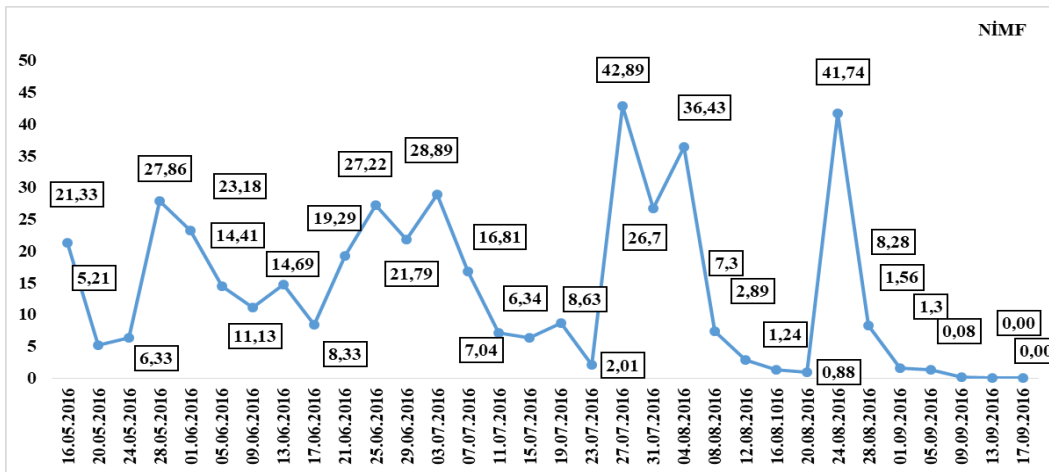


Figure 8. Nymph population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2016

Şekil 8. 2016 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki nimf popülasyon değişimi

2017 yılında *T. saltans*'ın nimf dönemi yaprak başına popülasyon yoğunluğuna bakıldığında ise 12 Ağustos'ta yaprak başına en yüksek birey sayısı (28.93 birey/yaprak) görülmüştür (Şekil 9).

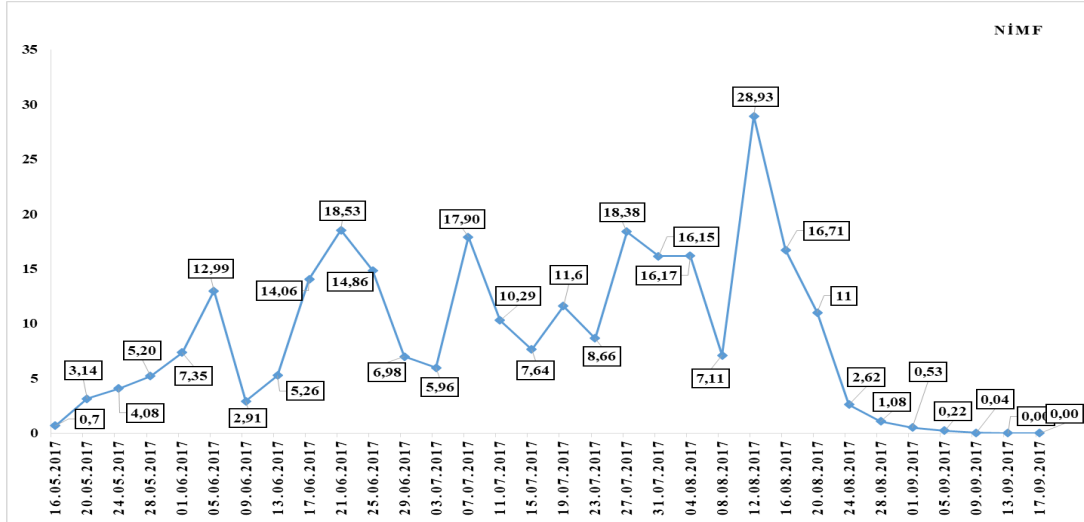


Figure 9. Nymph population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2017

**Şekil 9. 2017 yılında *Tinocallis saltans*'in karaağaçtaki nimf popülasyon değişimi**

*T. saltans*'ın popülasyon yoğunluğu çalışmalarında ergin kanatlı bireylerin yaprak başına popülasyon değişimleri de ayrı olarak verilmiştir. 2016'da kanatlı ergin dönemi popülasyon yoğunluğu, 28 Mayıs (2.07 birey/yaprak), 27 Temmuz (2.42 birey/yaprak) ve 4 Ağustos (2.36 birey/yaprak) tarihlerinde pik noktalarına ulaştığı görülmektedir (Şekil 10).

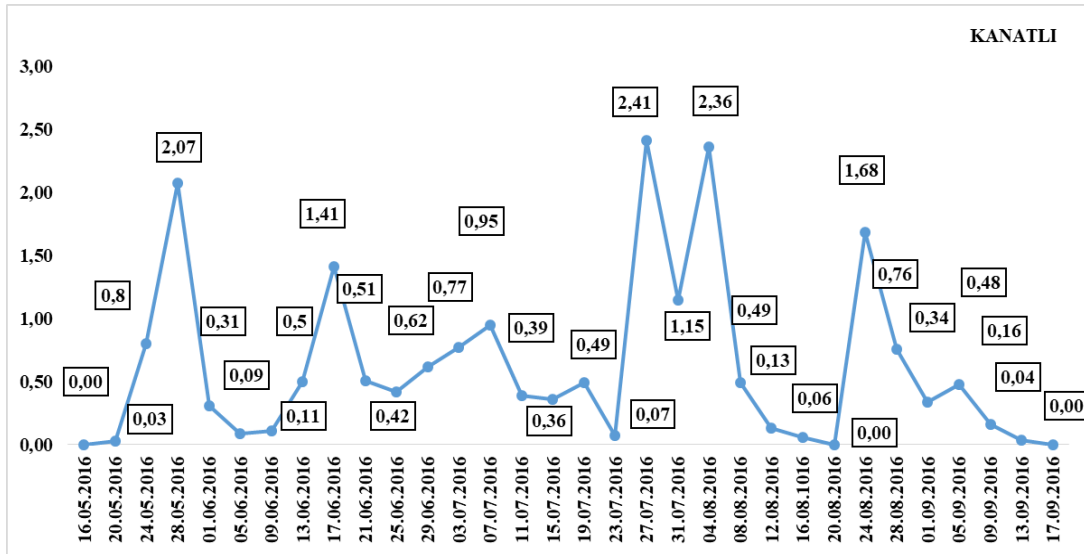


Figure 10. Winged population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2016

**Şekil 10. 2016 yılında *Tinocallis saltans*'in karaağaçtaki kanatlı popülasyon değişimi**

2017 yılında ise 21 Haziran (1.50 birey/yaprak), 25 Haziran (1.50 birey/yaprak), 12 Ağustos (1.48 birey/yaprak) ve 16 Ağustos'ta (1.66 birey/yaprak) yaprak başına en yüksek birey sayısı görülmüştür (Şekil 11).



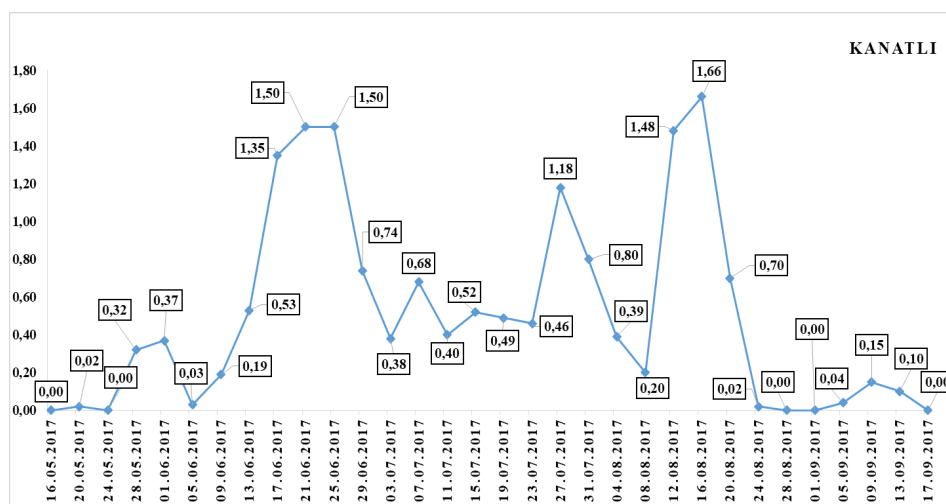


Figure 11. Winged population change of *Tinocallis saltans* in elm tree in 2017  
Şekil 11. 2017 yılında *Tinocallis saltans*'ın karaağaçtaki kanatlı popülasyon değişimi

### 3.1.5. Doğal Düşman Predatör Türler

#### Doğal düşmanlarının belirlenmesi

Araziden elde edilenler ile laboratuvara getirilerek kültüre alınan larvalardan elde edilen değişik takımların farklı familyalarına ait türlerin bilimsel adları, elde edilme tarihleri ve toplam birey sayıları *Tablo 1*'de verilmiştir. Ayrıca, Coccinellidae ve Syrphidae örneklerinin değişik dönemlerine ait resimlerde *Şekil 13* ve *14*'de verilmiştir.



Şekil 13. Arazi çalışmalarında gözlenen coccinellid yumurta ve larvaları (Orijinal)

Figure 13. Coccinellid eggs and larvae observed in field studies (Original)



Figure 14. Syrphidae; eggs (a), larvae (b), pupae (c) cultured under laboratory conditions, adult (d),  
Syrphidae larvae fed with *Tinocallis saltans* (e,f,g) (Original)

Şekil 14. Laboratuvar şartlarında kültüre alınan syrphid; yumurtası (a), larvası (b), pupası (c),  
laboratuvarda elde edilen ergin (d), *Tinocallis saltans*'la beslenen syrphid larvaları (e,f,g) (Orijinal)

**Tablo 1. *Tinocallis saltans* üzerinde beslendiği tespit edilen predatör türler**Table 1. Predator species found to feed on *Tinocallis saltans*

Takım	Familya	Tür	Elde Edilme Tarihi	Toplam Birey Sayısı
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (L., 1758)	28.05.2017 (1), 09.06.2017 (1), 29.06.2016 (1), 03.07.2016 (2) 21.07.2016 (1), 27.07.2016 (2), 02.08.2017 (1), 16.08.2017 (2)	11
		<i>Adalia fasciatopunctata revelieri</i> Mulsant, 1866	20.05.2016 (1), 28.05.2017 (1), 05.06.2016 (1), 09.06.2017 (3), 13.06.2017 (2), 25.06.2017 (2), 03.07.2016 (2), 07.07.2017 (2), 11.07.2017 (3), 15.07.2017 (2) 19.07.2016 (2), 21.07.2016 (3), 25.07.2016 (3), 27.07.2016 (2), 04.08.2016 (2), 08.08.2017 (2), 12.08.2017 (1), 16.08.2017 (2), 20.08.2017 (2) 24.08.2017 (1)	39
		<i>Coccinella septempunctata</i> (L., 1758)	09.06.2016 (1), 25.06.2017 (1), 07.07.2016 (1), 15.07.2017(3), 27.07.2016 (3), 02.08.2016 (2), 16.08.2017 (3), 28.08.2017 (2)	16
		<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pontoppidan, 1763)	01.06.2017 (1), 09.06.2016 (1), 25.06.2016 (2), 03.07.2016 (2), 11.07.2016 (2), 21.07.2016 (2), 25.07.2016 (3), 27.07.2016 (2), 31.07.2017 (1), 04.08.2017 (2), 12.08.2017 (2), 20.08.2017 (1)	21
		* <i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761) (* <b>Misetofag</b> )	09.06.2016 (1), 29.06.2016 (1), 07.07.2017 (2)	4
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	13.06.2016 (2), 17.06.2016 (2), 17.07.2016 (1), 08.28.2016 (1), 07.07.2017 (2), 11.07.2017 (1), 15.07.2017 (3), 31.07.2017 (2)	14
		<i>Eristalis pratorum</i> (Meigen, 1822)	25.06.2016 (1), 21.07.2016 (2), 19.07.2017 (1), 08.08.2017 (2)	6
		<i>Sphaerophoria rueppelli</i> (Wiedemann, 1830)	13.07.2016 (1), 23.07.2016 (1), 12.08.2016 (1), 15.07.2017 (2), 27.07.2017 (2), 12.08.2017 (2), 16.08.2017 (1)	10
		<i>Sphaerophoria scripta</i> (L., 1758)	23.06.2016 (1), 27.07.2016 (1), 16.08.2016 (1), 11.07.2017 (1), 04.08.2017 (1), 20.08.2017 (1)	6
		<i>Syritta pipiens</i> (L., 1758)	17.06.2016 (1), 19.06.2016 (1), 03.07.2017 (1), 19.07.2017 (1), 12.08.2017(1)	5
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	23.07.2016 (1), 31.07.2016 (1), 16.08.2016 (3), 24.08.016 (2), 27.07.2017 (1), 04.08.2017 (2), 12.08.2017 (1), 24.08.2017 (1), 01.09.2017 (4)	16
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius horvathi</i> (Reuter, 1884)	27.07.2016 (1), 04.08.2017 (3)	4
	Nabidae	<i>Nabis pseudoferus</i> Remane, 1949	08.08.2016 (1), 16.08.2017 (2)	3

Tablo 1’de görüldüğü gibi, Coccinellidae (5), Sryphidae (5), Chrysopidae (1), Anthocoridae (1) ve Nabidae (1) familyalarına ait toplamda 13 predatör tür elde edilmiştir (Tablo 1). *T. saltans*’la beslenen predatör türlerden en fazla tür coccinellid ve syrphid’lerden elde edilmiş durumdadır. Coccinellidae içerisinde *Adalia fasciatopunctata revelieri*’nin (39 adet); Sryphidae içerisinde de *Episyrphus balteatus*’un (14 adet) en fazla birey elde edilen türler durumunda oldukları görülmektedir (Tablo 1).

Çalışmada, karaağaç üzerinde zararlı tür olan *T. saltans* ele alınmıştır. Karaağaçlar üzerinde zarar yapan afitlerle ilgili dünyada bazı çalışmalar yapılmıştır. Blackman ve Eastop (2006), dünyadaki karaağaçlar üzerinde yaklaşık 75 afit türünün olduğunu, bu türlerden 22’sinin ise *U. glabra* üzerinde zarar yaptığını kaydetmişlerdir. *T. saltans*’ın son birkaç yıldır karaağaçta yüksek yoğunlukta popülasyon oluşturduğu ve önemli düzeyde zarara sebep olduğu belirtilmiş, *Tinocallis* cinsi içerisinde Ulmaceae ile ilişkili olduğu bilinen sekiz tür (*T. ulmiparvifoliae*, *T. platani*, *T. saltans*, *T. zekowae*, *T. ulmifolii* ve *T. caryaefoliae*) içeren küçük bir afit grubu olduğu da bildirilmiştir (Richards, 1967). Ayrıca, Khamraev ve Davenport (2004) ile Anonymous (2017), *T. saltans*’ın *Ulmus* türlerinde çok yaygın bulunan ve önemli zararlı bir afit türü olduğunu belirtmişler, zarar şekli ile ilgili de detaylı bilgiler vermişlerdir.

*T. saltans*'ın dünyanın birçok ülkesinde (İspanya, İtalya, Doğu Avrupa (Macaristan, Romanya), Orta ve Doğu Asya ülkelerinde (Doğu İran, Tacikistan, Kazakistan, Özbekistan, Urallar, Afganistan, Pakistan, Sibirya, Kore, Çin), Kuzey Amerika, Arjantin ve Bolivya) *Ulmus* türleri üzerinde yayılış gösterdiği kaydedilmiştir (Halbert ve Pike 1990; La Rossa ve ark., 1990; Núñez-Pérez ve ark., 1991; Naumann-Etienne ve Remaudière 1995; Patti ve Barbagallo, 1998). Ayrıca, Macaristan'da *Zelkova serrata* bitkisi üzerinde de olduğu ile ilgili kayıtlar bulunmaktadır (Ripka ve ark., 1998).

Türkiye'de *T. saltans*'ın varlığını ilk kez Çanakçıoğlu (1966), Gerede-Çapak (Bolu) ormanlarında 980 m'de *Acer campestre* (Ova akçağacı) bitkisinden 1 adet örnek ile bildirmiştir. Kök ve ark. (2016) Çanakkale Merkez'de *Ulmus* sp., Kök ve Kasap (2019)'da yine Çanakkale Merkez'de *Ulmus minor* Mill. üzerinden elde ettiklerini belirtmişlerdir. Görüldüğü gibi üç bu çalışmada sadece türün tespiti niteliğindedir. Bu çalışma ise türün popülasyon değişimi ve predatörleri hakkında yapılan kapsamlı ilk çalışma niteliğindedir. Ayrıca Erzurum, Türkiye'de *T. saltans*'ın saptandığı Bolu ve Çanakkale'den sonra 3. lokalitedir. Bu türün Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki varlığının ortaya konulması da bu çalışmanın önemini daha da arttırmaktadır. Ayrıca, Tozlu ve ark. (2021), 12 bakteri ve 1 fungus türünün *T. saltans* ile biyolojik mücadelede etkinlikleri üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir.

Atatürk Üniversitesi Kampüs alanında ve Erzurum Merkez'de bulunan ağaç ve çalı formundaki bitkiler üzerinde zararlı ve faydalı böcek türleri ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan; Yıldırım ve Eroğlu (2015), 2012-2013 yıllarında Atatürk Üniversitesi Yerleşkesinde odunsu bitkilerde bulunan zararlı böcek türleri üzerinde yaptıkları çalışmada, *U. glabra* üzerinde 7 zararlı tür (4'ü afit) belirlemişler. Ancak, bu afit türlerinin hiçbiri karaağaç üzerinden elde edilmemiştir. Güçlü ve ark. (2015), Erzurum Merkez'de çalı ve ağaç formundaki süs bitkilerinde bulunan yaprakbiti türleri ve bunların parazitöitlerini belirlemek amacıyla 2004 ve 2005 yıllarının mayıs-ekim aylarında yürüttükleri çalışmalarında, 11 farklı konukçu bitki üzerinde (*Ulmus* yok) 17 yaprakbiti türü belirlemişlerdir. Bu konukçular içerisinde *U. glabra* ve üzerinde bulunan herhangi bir afit türü bulunmamaktadır.

Erzurum (Atatürk Üniversitesi yerleşkesi)'da 2016 ve 2017 yıllarının Mayıs-Eylül ayları arasında yürütülen bu çalışma sonucunda, *T. saltans*'ın 2016 yılında 27 Temmuz, 4 Ağustos ve 24 Ağustos tarihlerinde, 2017 yılında ise 12 Ağustos tarihinde yaprak başına en fazla birey sayısına ulaştığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iklim faktörleri (sıcaklık, nem ve yağış) ve özellikle de sıcaklık afidin popülasyon değişimini önemli düzeyde etkilemektedir. Nitekim, 2016 yılının 7. ve 8. aylarında sıcaklık ortalaması 20°C'nin üzerinde seyrettiğinde afit popülasyonu 3 kez en yüksek düzeye ulaşmıştır (27 Temmuz (56.83 ergin+nimf), 4 Ağustos (52.32 ergin+nimf) ve 24 Ağustos (47.66 ergin+nimf)). Bu aylarda aylık bağıl nem ve yağış (mm) ortalamalarına bakıldığında diğer aylara göre düşük düzeylerde olduğu görülmektedir. Ayrıca, afit sayımı yapılan yaprakların ortalama yaprak alanları 32.4-49.6 mm, ortalama afit sayısı ise, 44.39-67.39 adet arasında değişiklik göstermiş, ortalama 40.95 mm yaprak alanında ortalama 54.95 adet afit sayılmıştır.

Yukarıda belirtilenler ışığında, *T. saltans*'ın popülasyon yoğunluğunun en fazla olduğu zamanların belirlenmesi (iklim verileri ile birlikte değerlendirilerek) bu tür ile yapılacak mücadele çalışmalarında yol gösterici olacaktır.

Çalışmada, *T. saltans*'ın predatörü olarak Coccinellidae'den 4 (*Adalia bipunctata*, *A. fasciatopunctata* *revelieri*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia quadripunctata*; Anthocoridae'den 1 (*Orius horvathi*), Nabidae'den 1 (*Nabis pseudoferus*); Syrphidae'den 5 (*Episyrphus balteatus*, *Eristalis pratorum*, *Sphaerophoria rueppelli*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrtrita pipiens*) ve Chrysopidae'den 1 (*Chrysoperla carnea*) olmak üzere toplamda 12 tür belirlenmiştir. Ayrıca, coccinellidlerden 1 misetofag tür (*Vibidia duodecimguttata* (Poda, 1761)'de belirlenmiştir. Bu türlerin tamamı için *T. saltans*, Türkiye'de ilk defa bu çalışmada yeni konukçu olarak belirlenmiştir. Bu belirlenen predatörlerinde afidin popülasyonunu sınırlayıcı etkiye sahip oldukları görülmektedirler. Bir ağaç türünde bulunan ve bir afit türü kolonilerinden elde edilen 12 predatör türün varlığı, Atatürk Üniversitesi Kampüs alanının, bu türler için korunaklı alan bulmaları ve yaşamlarını devam ettirmeleri açısından oldukça önemli bir yer durumunda olduğunun bir göstergesidir.

Bayram (2008), Ankara İli'nde 2001'de yaptığı çalışmada *U. glabra*'da gal yapan afitlerle (3 afit türü) beslenen Coccinellidae, Chrysopidae ve Hemerobiidae'ye ait türleri belirlemiş, bunların; *Adalia bipunctata*, *A. fasciatopunctata* *revelieri*, *Exochomus quadripustulatus*, *Scymnus apetzi*, *S. rubromaculatus* (Coccinellidae), *Cunctochysa albolineata* (Chrysopidae), *Symphorobius pygmaeus* ve *Wesmaelius subnebulosus* (Hemerobiidae) olduğunu, avcı coccinellidlerden *E. quadripustulatus*'un da en fazla bulunan tür olduğunu ve bu türü *A.*

*bipunctata*'nın izlediğini, Neuropterlerden ise *C. albolineata*'nın en fazla bulunan tür olduğunu da kaydetmiştir. Çalışmada elde edilen türlerden *A. bipunctata* ve *A. f. revelieri* farklı afit türleri üzerinden olsa da bu çalışmada da tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, coccinellidler içerisinde *A. f. revelieri* alt türü en fazla birey (39) elde edilen tür olmuştur. Bu da elde edilen tüm coccinellidlerin %44.83'ünü oluşturmaktadır. Bu türden sonra *H. quadripunctata* 21 birey ile %24.13'ünü, *C. septempunctata* 16 birey ile %18.39'unu ve *A. bipunctata*'da 11 birey ile %12.64'ünü oluşturmaktadır. Syrphidae içerisinde *E. balteatus* en fazla bireyi (14) elde edilen tür durumundadır. Bu tür elde edilen syrphidlerin % 40'ını oluşturmaktadır. Bu türü sırasıyla *S. rueppelli* 10 birey ile %28.57'sini, *E. pratorum* 6 birey ile %17.14'ünü, *S. scripta* 6 birey ile %17.14'ünü ve *S. pipiens*'de 4 birey ile 11.42'sini oluşturmaktadır. Anthocoridae içerisinde *O. horvathi*'den 4 birey, Nabidae içerisinde *N. pseudoferus*'den 3 birey ve Chrysopidae içerisinde *C. carnea*'dan 16 birey elde edilmiştir. Burada, elde edilen tüm predatörlerin toplam birey sayısının (145) %11.03'ünü *C. carnea* oluşturmuştur.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, elde edilen 12 predatör türden toplam 145 birey elde edilmiştir. Bu türlerden sırasıyla *A. f. revelieri* (%26.89), *H. quadripunctata* (%14.48), *C. septempunctata* (%11.03), *C. carnea* (%11.03) ve *A. bipunctata* (%7.58) tüm türler içerisinde en fazla bireyi elde edilen türler durumundadır.

Dünyada ve ülkemizde afitler üzerinde çok sayıda çalışma yapılmış, bunların bir çoğunda onların doğal düşmanları (predatör ve parazitoit) tespit edilmiştir. Tespiti yapılan predatörler arasında coccinellidler, syphidler, anthocoridler ve neuropterler çok önemli yer tutmaktadırlar. Bu gruplardaki türler farklı afit türlerinin nimf ve erginlerini yiyerek, popülasyonlarının büyük oranda baskı altında tutulmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bu nedenle, Atatürk Üniversitesi Kampüsü'nde *T. saltans* ile yapılacak herhangi bir mücadele de (özellikle kimyasallarla) bu predatörlerin varlığının göz önünde bulundurulması büyük önem taşımaktadır. Yürütülen bu çalışmada zararlının Atatürk Üniversitesi Kampüsü'nde mayıs ayının ilk haftasından itibaren popülasyon oluşturmaya başladığı tespit edilmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda, *T. saltans*'ın genç ağaçların özellikle taze sürgünlerini daha çok tercih ettiği ve sık olarak dikilen alanlardaki karaağaçlarda popülasyon düzeyinin daha yüksek olduğu izlenmiştir. Bütün bunlardan yola çıkılarak, kimyasal uygulanması mutlaka yapılması isteniyorsa afidin ilk çıkış zamanı (mayıs başları) popülasyon artmadan uygulamanın yapılmasıdır. Çünkü çalışmadan elde edilen veriler ışığında, predatör türlerin mayıs sonlarından itibaren popülasyon oluşturdıkları görülmektedir. Bu uygulamalardan en az zarar görecekları dönem bu zamanlardır.

#### 4. Sonuç

Tarımsal ürünler ile orman ve süs bitkilerinde zararlı olan afit türleri ile mücadelede en çok başvurulan metot kimyasal mücadeledir. Fakat, kimyasalların insan, hayvan ve çevre sağlığı açısından dezavantajlarının olması, araştırmacıları bunlarla mücadelede kimyasal yöntemlere alternatif olan çevre dostu mücadele metotlarını kullanmaya yöneltmiştir. Son yıllarda zararlı böcek popülasyonlarını EZE (ekonomik zarar eşiği) altında tutabilmek amacıyla özellikle biyolojik mücadele çalışmalarına büyük önem verildiği görülmektedir. Biyolojik mücadele çalışmalarında istenilen sonuçların elde edilebilmesi için hedef alınan türün biyo-ekolojik özellikleri ile birlikte doğal düşmanlarının da tespit edilmesi oldukça önemlidir.

#### Teşekkür

*Tinocallis saltans*'ın teşhisini yapan Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR (Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara) ve Coccinellidae türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Nedim UYGUN'a (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Emekli Öğretim Üyesi, Adana) teşekkürü bir borç biliriz.

## Kaynakça

- Akyıldırım, H., Tepecik, İ., Görür, G. (2011). Büyükada (İstanbul) ilçesinde bitkilere zarar yapan afit (Hemiptera: Aphidoidea) türleri. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran, P. 195. Kahramanmaraş, Türkiye.
- Akyıldırım Beğen, H., Görür, G., Şenol, Ö., Demirtaş, E. (2013). Türkiye afit (Hemiptera, Aphidoidea) faunası ve işgalci elemanlarının zoocoğrafik yapısının değerlendirilmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1): 44-48.
- Akyürek, B. (2006). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs alanı afit (Homoptera: Aphididae) faunasının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun
- Altay, H., Uysal, M. (2005). Selçuk Üniversitesi (Konya) Alaeddin Keykubat Kampüs alanında görülen Aphidoidea (Homoptera) türleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(37): 92-99.
- Anonim, 2019. [www.erkurumkulturturizm.gov.tr/TR-56063/cografya.html](http://www.erkurumkulturturizm.gov.tr/TR-56063/cografya.html), (Erişim tarihi:15.06.2019)
- Anonymous, 2017. <http://www.q-bank.eu/Arthropods/BioloMICS.aspx>, (Accessed date: 02.06.2017)
- Anonymous, 2019. <http://www.pfaf.org/database/plants.php?Ulmus+rubra>, (Accessed date: 12.12.2019).
- Aslan, B., 2004. *Isparta ili ve ilçelerinde meyve bahçelerinde zararlı olan yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) türleri ve doğal düşmanları üzerinde çalışmalar*. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Aslan, M., Uygun, N, 2005. Aphids (Homoptera: Aphididae) of Kahramanmaraş province, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 29(3): 201-209.
- Bauernfeind, R.J. 2005. Insects and Mites Associated with Shade Trees and Woody Ornamentals. Kansas State Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Kansas State University
- Bayındır Erol, A., Arzuman, Ş., Özdemir, I. Karaca, İ. (2018). Isparta İli kampüs Alanları İçerisinde Belirlenen Yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) Türleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 1045-1053.
- Bayram, Ş. (2008). Ankara'da karaağaç (*Ulmus glabra* Mill.)'da gal yapan yaprakbitlerinde avcı Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae ve Hemerobiidae (Neuroptera) familyasına bağlı türler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4): 386-393.
- Bayram, Ş. (2009). Ankara'da elma kırmızı gal yaprakbiti, *Dysaphis devectora* Walk. (Homoptera, Aphididae)'da avcı Coccinellidae (Coleoptera) türleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1): 53-57.
- Blackman, R.L. Eastop, V.F. (2000). Aphid's on the World's Crop. An Identification and Information Guide. 2nd ed. JohnWiley & Sons, Chichester
- Blackman, R.L. Eastop, V.F. (2006). Aphid's on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. An Identification and Information Guide. Wiley, Chichester
- Blackman, R.L., Eastop, V.F. (2019). Aphids on the world's plants. An online Identification and Information Guide [online] Website <http://www.aphidsonworldsplants.info>, (Accessed date: 03.05.2019)
- Bolu, H., Özgen, İ., Bayram, A., Çınar, M. (2007). Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde, Antepfıstığı, Badem ve Kiraz Bahçelerindeki Avcı Coccinellidae Türleri, Yayılış Alanları ve Avları. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1/2): 39-47.
- Buğday, H. (2010). Yalova İlinde Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerine araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Çanakçıoğlu, H. (1966). Türkiye'de orman ağaçlarına arz olan bitkibitleri (Aphidoidea) üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2): 131-139.
- Çanakçıoğlu, H. (1967). Türkiye'de Orman Ağaçlarına Arız Olan Yaprakbitleri (Aphidoidea) Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Gn. Md. Yayınları
- Çınar, M., Çimen, İ., Bolu, H. (2004). Elazığ ve Mardin illeri kiraz ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28(3): 213-220.
- Erkin, E. (1983). İzmir ili ve çevresinde taş ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zararlı Aphididae türlerinin doğal düşmanları, konukçuları, yayılışları ve önemlilerinin etkililik durumları üzerine araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7(1): 29-49.
- Giray, H. (1970). Harmful and useful species of Coccinellidae (Coleoptera) from Aegian Region with on their localities, Collecting Dates and Hosts. Yearbook of the Faculty of Agriculture, 1(1): 35-52.
- Görür, G. (2004). Niğde bölgesinin afit Türleri (Insecta: Hemiptera: Aphidoidea). Niğde Üniv. Yay., Niğde
- Görür, G., Akyıldırım, H., Olcabey, G., Akyürek, B. (2012). The aphid fauna of Turkey: An updated checklist. *Arch. Biol. Sci., Begrade*, 64(2): 675-692.
- Görür, G., Akyıldırım Beğen, H., Şenol, Ö. (2019). *Cinara* (Hemiptera: Aphidoidea) species distributed in Turkey and their host plants. *Turkish Journal of Biodiversity*, 2/1(Mart 2019): 24-33.

- Güçlü, Ş., Kavaz, H., Güçlü, C., Özdemir, I. (2015). Aphids (Hemiptera: Aphididae) and their parasitoids on ornamental trees and shrubs in Erzurum, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(1): 3-9.
- Güleç, G. (2011). Antalya Şehri Park Alanlarında Aphidoidea (Hemiptera) Türlerinin Saptanması ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Halbert, S.E., Pike, K.S. (1990). An Asian Elm Aphid (Homoptera: Aphididae) new to North America. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 92(4): 672-674.
- Hepdurgun, B., Turanlı, T., Uygun, N., Kaplan, C. (2007). Balıkesir ve Çanakkale illerinde zeytin bahçelerinde bulunan Coccinellidae türleri. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos, P. 164, Isparta, Türkiye
- Holman, J. (2009). Host Plant Catalog of Aphids, Palaearctic Region. Springer, Bratisovska
- Işıkber, AA., Karıcı, A. (2006). Kahramanmaraş ili ve çevresinde bazı tarla kültürlerinde bulunan avcı böcek türlerinin yoğunluk ve yaygınlıklarının saptanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1): 111-116.
- Kansu, İ.A., Uygun, N. (1973). Doğu Akdeniz Bölgesinde Turuncgil Zararlısı Türlerle Karşı Biyolojik Savaş Etmeni Olarak Böcekler. IV. Bilim Kongresi, P. 13, Ankara
- Kavaz, H., 2006. Erzurum Atatürk Üniversitesi Kampüsün'de ağaç ve çalı formundaki bitkilerde bulunan afit (Homoptera: Aphididae) türleri ve doğal düşmanları. (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Kaygın, A., Görür, G., Çota, F. (2008). Contribution to the Aphid (Homoptera: Aphididae) Species Damaging on Woody Plants in Bartın, Türkiye. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2(1): 83-86.
- Keskin, N. 2012. Bornova (İzmir) İlçesinde Peyzaj Alanlarındaki Coccinellidae (Coleoptera: Insecta) Faunası. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya
- Khamraev, A., Davenport, C.F. (2004). Identification and control of agricultural plant pests and diseases in Khorezm and the Republic of Karakalpakstan, No: 8, 97, Tashkent, Uzbekistan.
- Kotan, R., Tozlu, E. (2021). Bazı pestisitlerin faydalı bakteriler ve patojen bakteriler üzerine bakterisidal etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 197-212.
- Kök, Ş., Kasap, İ. (2019). Aphid (Hemiptera: Aphididae) species of the South Marmara Region of Turkey including the first record of *Dysaphis radicola meridialis* Shaposhnikov, 1964 for the aphid fauna of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43(1): 63-78.
- Kök, Ş., Kasap, İ., Özdemir, I. (2016). Aphid (Hemiptera: Aphididae) species determined in Çanakkale Province with a new record for the aphid fauna of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40(4): 397-412.
- Kök, Ş., Özdemir, I. (2021). Annotated systematic checklist of the aphids (Hemiptera: Aphidomorpha) of Turkey. *Zootaxa*, 4925(1): 001-074.
- Kreissl, V.E. and Uygun, N., 1980. Zur Kenntnis von Scymnus- Arten aus der Türkei (Col., Coccinellidae). *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joaneum*, 9(3): 189-202.
- Kuca, D., Yağdı, K. (2020). Bazı ayçiçeği ve mısır çeşitlerinde tohuma uygulanan ilaçların tohumluğun çimlenme değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 45-57.
- Kuloğlu, İ., Özder, N. (2017). Aphids (Hemiptera: Aphididae) on Ornamental. Plants from Yalova Province, Turkey. *ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.*, 5(2): 69-72.
- La Rossa, F.R., Pagnone, T.C., Martínez, A.N. (1990). Nuevo pulgón para la afidofauna argentina (Homoptera: Aphididae). *Ciencia Pura Agron.*, 1(1): 32-33.
- Lodos, N. (1986). Türkiye Entomolojisi II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 429, İzmir, 591 s.
- Naumann-Etienne, K., Remaudière, G. (1995). A commented preliminary checklist of the aphids (Homoptera: Aphididae) of Pakistan and their host plants. *Parasitica*, 51: 1-61.
- Nevsky, V.P. (1929). The plant-lice of Middle Asia III. *Zool. Anz.*, 82: 197-228.
- Nieto Nafria, J.M., 2016. Fauna Europaea: Hemiptera: Aphidoidea. Fauna Europaea version 2.6, (Web page: <http://www.faunaeur.org>) (Accessed date: 15.07.2016)
- Núñez Pérez, E., Durante, M. (1993). The life cycle of *Tinocallis saltans* (Nevsky, 1929) with description of fundatrix and sexuales (Hom. Aphididae: Phyllaphidinae), En: Critical Issues in Aphid Biology. Kindlmann, P. Y Dixon, A.F.G. (Eds.). Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia. Ceske Budejovice: 99-103.
- Núñez Pérez, E., Durante, M., Duran Alvaro, M.P., Nieto Nafria, J.M. (1991). *Tinocallis saltans* (Nevsky) (Homoptera: Aphididae) en España, plaga potencial del olmo siberiano: *Ulmus pumila*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 17: 355-360.
- Ölmez, S., (2000). *Dişarbakır ilinde Aphidoidea (Homoptera) Türleri ile Bunların Parazitoid ve Predatörlerinin Saptanması*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Özbek, H., Çetin, G. (1991). Contribution to the fauna of Coccinellidae (Coleoptera) from Eastern Anatolia along with some new records from Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(4): 193-202.

- Özdemir, I., Remaudiere, G., Toros, S., Kılınçer, N. (2005). New aphid records from Turkey including the description of a new *Lachmus* species (Hemiptera: Aphididae). *Rev. Fr. Entomol.*, 27(3): 97-102.
- Özdemir, Ö., Toros, S. (1997). Ankara parklarında mevsimlik süs bitkilerinde zararlı Aphidoidea (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 21 (4): 283-298.
- Özgen, İ., Karsavuran, Y. (2005). Siirt ili Antepfıstığı (*Pistacia vera*) Agroekosisteminde Bulunan Coccinellidae (Coleoptera) Türleri, Yoğunlukları ve Konukçuları Üzerinde Araştırmalar. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, P. 1393-1396. Şanlıurfa, Türkiye.
- Özkan, A. (1986). Antalya ve çevresi yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının Coleoptera ve Heteroptera takımlarına ait faydalı böcek türleri, tanınmaları, konukçuları ve önemlilerinin etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Antalya Biyolojik Müc. Araş. Enst. Md., Araştırma Eserleri Serisi, Antalya
- Öztürk, N., Ulusoy, M.R., Erkılıç, L., Bayhan, S. (2004). Malatya ili kayısı bahçelerinde saptanan zararlılar ile avcı türler. *Bitki Koruma Bülteni*, 44(1-4): 1-13.
- Öztürk, Ö.D., Muştı, M. (2017). Kayseri'nin merkez ilçelerinde süs bitkilerinde bulunan yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) türleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(4): 277-292.
- Pamay, B. (1992). Park ve Bahçelerimiz İçin Bitki Materyali I, Ağaçlar ve Ağaççıklar Bölümü. Uycan Matbaası, İstanbul
- Pagnone, T.C., Martinez, A.N., Rossa, R.F.L.A., Bonivardo, S.L. (1997). Descripción de formas sexuales y partenogenéticas de *Tinocallis saltans* (Homoptera: Aphididae) halladas en la Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 56(1-4): 71-75.
- Patti, I., Barbagallo, S. (1998). An approach to the knowledge on the Italian aphid Fauna. IN: Aphids in natural and managed ecosystems (Eds., J.M., Nieto Nafria and A.F.G., Dixon) Universidad de Leon, Leon, Spain
- Portakaldalı, M., Satar, S. (2010). Artvin ve Rize illeri Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 50(3): 89-99.
- Quednau, F.W. (1979). A list of *Drepanosiphine* aphids from the Democratic People's Republic of Korea with taxonomic notes and descriptions of new species (Homoptera). *Annales Zoologici*, 34(19): 501-525.
- Remaudiere, G., Remaudiere, M. (1997). Catalogue des Aphididae du Monde (Catalogue of the World Aphididae) Homoptera, Aphidoidea, Preface Par V.F. Eastop, INRA
- Remaudiere, G., Toros, S., Özdemir, I. (2006). New contribution to the aphid fauna of Turkey (Hemiptera: Aphidoidea). *Rev. Fr. Entomol.*, 28(2): 75-96.
- Richards, W.R. (1967). A review of the *Tinocallis* of the World (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*, 99(5): 536-553.
- Ripka, G., Reider, K., Szalay-Marzsó, L. (1998). New data to the knowledge of the aphid fauna (Homoptera: Aphidoidea) on ornamental trees and shrubs in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 33: 153-171.
- Toper Kaygın, A., Kaptan Sobutay, U. (2017). Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) species of Bartın province. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2): 227-236.
- Toper Kaygın, A., Görür, G., Çota Sade, F. (2009). Aphid (Hemiptera: Aphididae) species determined on herbaceous and shrub plants in Bartın Province in Western Blacksea Region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(12): 2893-2897.
- Toros, S., Özdemir, I., Çanakçıoğlu, H. (2003). The *Betula* aphids of Turkey. *J. Pest Science* 76: 173-175.
- Toros, S., Uygun, N., Ulusoy, R., Satar, S., Özdemir, I. (2002). Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea Türleri (The Aphidoidea Species of East Mediterranean Region), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara
- Tozlu, E., Tozlu, G., Kotan, R., Çalmaşur, Ö., Dadaşoğlu, F. (2021). Investigation of some entomopathogens as biocontrol agents of *Tinocallis* (*Sappocallis*) *saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45: 124-132.
- Ünal, S., Özcan, E. (2005). Kastamonu yöresi Aphididae (Homoptera) türleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1(A): 76-83.
- Unal, S., Er, A., Akkuzu, E., Salek, L. (2017). Predation efficacy of the predator *Coccinella septempunctata* L. on the Aphid species *Macrosiphum rosae* (L.) in Kastamonu province, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1): 327-330.
- Yaltrınk, F. (1993). Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular). 2. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul
- Yıldırım, E., Eroğlu, Z. (2015). Atatürk Üniversitesi (Erzurum) yerleşkesinde odunsu bitkilerde bulunan zararlı böcek türleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1): 29-37.
- Yılmaz, H., İrmak, M.A. (2004). Atatürk Üniversitesi merkez yerleşimi odunsu bitkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1-2): 89-96.
- Yurtsever, S. (2001). A preliminary study on the ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of Edirne in North Western Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 25: 71-75.
- Zeren, O. (1989). Çukurova Bölgesinde sebzelelerde zararlı olan yaprak bitleri (Aphidoidea) türleri, konukçuları, zararları ve doğal düşmanları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara

**‘Candidatus Phytoplasma solani’ (Subgroup 16SrXII-A) Associated with *Nicotiana tabacum* Leaf Abnormality in Turkey**


Türkiye’de *Nicotiana tabacum* Yaprak Anomalileri ile İlişkili ‘Candidatus Phytoplasma solani’ (Alt grup 16SrXII-A)


Filiz Randa ZELYÜT<sup>1\*</sup>, Adyatma Irawan SANTOSA<sup>2</sup>, Ali KARANFİL<sup>3</sup>


**Abstract**

Tobacco (*Nicotiana tabacum*) is among the agricultural products with the highest added value in Turkey. Although frequently associated with its negative effects on human health, it also provides important contributions to the Turkish economy with the employment it creates in rural areas and continues to be a strategic product. Many postgraduate theses and studies related to the sociological and economic importance of the production of this plant, which is of great importance for our country, have been carried out. However, there are very limited studies on plant diseases in tobacco production areas in Turkey. Phytoplasma is one of the important plant pathogens that cause yield loss in tobacco. Since available data on phytoplasma diseases on tobacco was very scarce worldwide, field surveys to collect samples showing phytoplasma infection-like symptoms such as yellowish color changes, leaf blisters, proliferation, dwarfism, and other physical abnormalities were carried out in Çanakkale and Balıkesir provinces of Turkey from June to August 2021. The presence of phytoplasmas in six samples was confirmed by 16S ribosomal DNA amplification by nested-PCR using universal phytoplasma primer sets, which also suggested the pathogen associated with the symptoms on tobacco. According to phylogenetic study and virtual-RFLP analysis using *AluI* and *MseI* endonuclease enzymes, the six Turkish tobacco phytoplasma strains all belong to group 16SrXII and have more than 99% nucleotide sequence identity with some members of ‘Candidatus Phytoplasma solani’ of the taxonomic subgroup ‘stolbur’ (16SrXII-A). Genetic distances analysis indicated that group 16SrI was more closely related to 16SrXII than 16SrVI, in agreement with the groups clustering in the phylogenetic tree. Neutrality tests found that 16SrI and 16SrXII groups are experiencing expanding or bottleneck selections, probably due to new mutations in the 16S rRNA gene fragment. Meanwhile, 16SrVI populations are shown to be undergoing balancing selections, indicating that its isolates have evolved for a long time.

**Keywords:** Tobacco, phytoplasma, Genetic diversity, Phylogenetic, *In-silico* RFLP analysis

<sup>1\*</sup> Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Filiz Randa ZELYÜT, <sup>1</sup> Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bilecik Şeyh Edebali University, 11230 Gulumbe Campus, Bilecik, Turkey. E-mail: [filiz.randazelyut@bilecik.edu.tr](mailto:filiz.randazelyut@bilecik.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-1366-4389.

<sup>2</sup> Adyatma Irawan SANTOSA, <sup>2</sup> Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Sleman, Yogyakarta, 55281, Indonesia. E-mail: [adyatma\\_santosa@yahoo.com](mailto:adyatma_santosa@yahoo.com)  ORCID: 0000-0002-2826-5444.

<sup>3</sup> Ali KARANFİL, <sup>3</sup> Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, 17020, Turkey. E-mail: [alikaranfil@comu.edu.tr](mailto:alikaranfil@comu.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-4503-6344.

**Atıf/Citation:** Zelyüt, F.R., Santosa, A.I., Karanfil, A. 2022. ‘Candidatus Phytoplasma solani’ (subgroup 16SrXII-A) associated with *Nicotiana tabacum* leaf abnormality in Turkey. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 571-581.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022



## Öz

Tütün (*Nicotiana tabacum*) Türkiye’de katma değeri en yüksek tarımsal ürünler arasında yer almaktadır. İnsan sağlığına olan olumsuz etkileri ile sıklıkla gündeme gelmesinin yanı sıra, kırsal alanlarda oluşturduğu iş gücü ile de Türk ekonomisine önemli katkılar sunmakta ve stratejik bir ürün olma özelliğini devam ettirmektedir. Ülkemiz için büyük öneme sahip bu bitkinin üretiminin sosyolojik ve ekonomik önemi ile gerçekleştirilmiş çok sayıda lisansüstü tez ve çalışma mevcuttur. Ancak, Türkiye tütün üretim alanlarında bitki hastalıkları ile ilgili olarak gerçekleştirilmiş son derece sınırlı sayıda çalışma vardır. Tütünlerde verim kaybına neden olan önemli bitki patojenlerinden bir tanesi de fitoplazmadır. Tütün fitoplazma hastalıklarına ilişkin mevcut veriler dünya çapında çok az olduğundan dolayı, Çanakkale ve Balıkesir illerinde tütün ekim alanlarında sarımsı renk değişiklikleri, yaprak kabarcıkları, proliferasyon, cücelik ve diğer fiziksel anormallikler gibi fitoplazmaların neden olduğu semptomlar gösteren örneklerin toplanması için Haziran-Ağustos 2021 tarihleri arasında Türkiye'nin Çanakkale ve Balıkesir illerinde saha araştırmaları yapılmıştır. Altı örnekte fitoplazmaların varlığı, tütün semptomlarıyla ilişkili patojeni de öneren evrensel fitoplazma primer setleri kullanılarak nested-PCR ile 16S ribozomal DNA amplifikasyonu ile doğrulanmıştır. Filogenetik analizler ve *AluI* ve *MseI* endonükleaz enzimlerini kullanılarak uygulanan sanal-RFLP analizleri bu izolatların 16SrXII “*Candidatus Phytoplasma solani*” (Stolbur) grubu ve 16SrXII-A altgrubu strainleri ile %99'dan fazla nükleotid dizi özdeşliğine sahip olduğunu göstermiştir. Genetik mesafe analizi, filogenetik ağaçta kümelenen gruplarla uyumlu olarak, grup 16SrI'nin 16SrXII ile 16SrVI'dan daha yakından ilişkili olduğunu göstermiştir. Tarafsızlık testleri ile, 16SrI ve 16SrXII gruplarının, muhtemelen 16S rRNA gen fragmentinde yeni mutasyonlar nedeniyle genişleyen veya darboğaz seçimlerinden geçtiğini göstermiştir. Ayrıca, 16SrVI popülasyonlarının uzun bir süredir evrimleştiğini gösteren dengeleme seçimlerinden geçtiği gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tütün, Fitoplazma, Genetik çeşitlilik, Filogenetik, *In-silico* RFLP analizi

## 1. Introduction

Tobacco (*Nicotiana tabacum*) produced in Turkey is in great demand due to its special quality and characteristics and is widely known as ‘Turkish/Oriental Tobacco’ in world markets (Wolf, 1949). Therefore, despite its adverse effects on human health, tobacco is still an important cultural plant in Turkey for the income it provides to farmers in the rural areas, and the generated tax revenue for the national economy (Yürekli et al., 2010). In Turkey, 90% of tobacco is grown in Western Anatolia and the rest in other regions (TSI, 2021).

Phytoplasmas are plant pathogenic prokaryotes belonging to the Mollicutes class due to their lack of a cell wall. They are obligate parasites which life cycle in infected plants was restricted only in the phloem (Marcone, 2014). Transmission between plants occurs with the help of plant phloem-sap-feeding insects, such as leafhoppers, planthoppers, and psyllids. With very small genome of 680-1600 kilobases, the size of pleomorphic phytoplasmas varies from 200 to 800 nm (Bertaccini et al., 2014).

The pathogens are associated with hundreds of diseases, many are devastating ones; thus, reliable molecular tools including standard PCR and nested-PCR had been established for their proper identification. The molecular characterization of phytoplasmas was also used to discriminate them based on a particular 16S ribosomal gene sequence (16S rRNA) (about 1200 bp) into 33 groups which each have several subgroups (Bertaccini and Lee, 2018).

Viral diseases, other leading factors limiting tobacco production, has been relatively well studied globally (Stanković et al., 2011; Akinyemi et al., 2016), including in Turkey (Erdem, 2010; Çulal-Kılıç et al., 2017; Usta et al., 2020; Karanfil et al., 2020). On the other hand, there was no data related to the status of tobacco phytoplasma diseases, which are defined as closely related to virus diseases in terms of some symptomatological features, in Turkey. The description of natural infection of phytoplasma in other countries was also very scarce, although the physiological changes in tobacco inoculated with phytoplasma isolated from other plant species had been recorded (Lepka et al., 1999; Lherminier et al., 2003). Furthermore, data on the nucleotide sequence of tobacco phytoplasmas are limited in the NCBI GenBank.

In Turkey, the presence of phytoplasma in tobacco is highly suspected, as different groups of the pathogen have been previously identified in solanaceous and other crops (Çağlar et al., 2010; Usta et al., 2018; Yılmaz et al., 2019; Güller and Usta, 2020). Besides that, the causal agent of some viral-like tobacco diseases remains unresolved (Erdem, 2010; Çulal-Kılıç et al., 2017). On that account, field monitoring was carried out in Çanakkale and Balıkesir provinces, two important production centers of the Marmara and Aegean regions, to collect samples from plants with typical symptoms of phytoplasma disease. Samples were then molecularly analyzed to determine the infection rate and genetic diversity of phytoplasmas in the region. The outputs of this study could help to reduce the obvious worldwide knowledge gaps on phytoplasmas infecting tobacco.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Collection of phytoplasma sources

Surveys were carried out in randomly selected tobacco fields representing different areas of Çanakkale and Balıkesir provinces which are located in the Southern Marmara Region in Turkey from June to August 2021. According to the size of the plant, whole or leaf samples were taken from plants symptomatic of phytoplasma infection. In addition, samples were taken from plants that did not show any symptoms. Samples were individually put inside a plastic bag containing silica gel then placed in a cooled icebox, and then brought to the laboratory to be stored at -20 °C until further tests.

### 2.2. Total nucleic acid isolation and Nested-PCR assays

Total nucleic acid (TNA) was isolated from samples following a modified cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) method developed by Li et al. (2008). The obtained DNA were kept at -20 °C until further application.

Nested-PCR (Nested-Polymerase Chain Reaction) modifications were applied in the amplifications of the targeted 16S rRNA gene region. TNAs concentration of each sample was spectrophotometrically measured using nano-drop (Thermo Sci., USA) and then adjusted by diluting with nuclease-free water. First PCR amplification was performed by mixing 25-30 ng/μl TNA, 0.4 μM R16mF2/R16mR2 universal primer pairs (Baric and Dalla-Via, 2004), 1.8 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.4 mM dNTP, 1.25 units Taq polymerase (Ampliqon, Denmark), 1X PCR buffer,

and nuclease-free water for a total volume of 25 µl per reaction tube.

Reactive products obtained from the first amplification were diluted with nuclease-free water at a ratio of 1:30 and then used as templates for the second reaction. The second reaction was carried out with 1 µl of the diluted reactive product, 0.4 µM R16F2n/R16R2 universal primers (Gundersen and Lee, 1996), and other components with the same mixing ratios of the first reaction. The well-characterized 'Candidatus Phytoplasma trifolii (clover proliferation)' isolate BY11-2 (acc. no. MZ452938) and 'Carrot yellows phytoplasma (aster yellows)' isolate BD1-2 (acc. no. MZ452911) were also amplified as positive controls. The reaction products were run on a 1% agarose gel in 1X TAE buffer solution at 100 V for 1 hour. The agarose gel was then stained with ethidium bromide and visualized in a UV imaging device (Gene genius, UK). Successfully amplified DNA samples were submitted to BM Laboratory Systems, Ankara, Turkey for bidirectional sequencing using the Sanger method.

### 2.3. Phylogenetic analysis

Nucleotide (nt) sequences of the 16S rRNA gene of the newly obtained isolates were subjected to BLAST analysis (blast.ncbi.nlm.nih.gov) to determine their identity rates with other phytoplasma isolates. 16Sr groups and subgroups with the highest nt identity to the new isolates and other groups and subgroups containing important strains were retrieved from the NCBI GenBank, then aligned with sequences of the new tobacco isolates using CLUSTAL W implemented in MEGA X v.10.2.4 (Kumar et al., 2018), and then trimmed according to the new isolate sequences length.

The best nt substitution model for the alignment was determined using the lowest BIC (Bayesian Information Criterion) scores in MEGA X v.10.2.4. The alignment was then subjected to a phylogenetic analysis using the Kimura-2-parameter model (Kimura, 1980) with Gamma distribution (shape parameter = 1) in the Maximum-Likelihood statistical method implemented in MEGA X v.10.2.4 (Kumar et al., 2018) to reveal the molecular evolutionary relation of the new and known phytoplasma isolates. Branches were supported by 1000 bootstrap replications. In addition, *Acholeplasma laidlawii* (acc. no. M23932), a non-cell wall bacterium genetically related to phytoplasmas, was used as an outgroup to increase the reliability of the main branches in the obtained dendrogram.

### 2.4. In silico-RFLP analysis

To determine the 16Sr ribosomal groups and subgroups of new tobacco phytoplasmas, computer-simulated *in silico*-RFLP (restriction fragment length polymorphism) analysis was performed using *iPhyClassifier* software (Zhao et al., 2013). For this purpose, 16S rRNA-encoding gene sequences obtained were digested separately using 17 commonly used restriction enzymes (*RsaI*, *SspI*, *TaqI*, *BfaI*, *BstUI* (*ThaI*), *AluI*, *BamHI*, *DraI*, *HinfI*, *HpaI*, *EcoRI*, *HaeIII*, *HhaI*, *Sau3AI* (*MboI*), *HpaII*, *KpnI*, and *MseI*). Comparisons were then made between the new isolates with reference isolates of the 16SrXII-A subgroup using *AluI* and *MseI* endonucleases. In addition, nt identity rates of the new isolates with reference isolates of the 16SrXII-A subgroup were also determined using the same software.

### 2.5. Genetic distances

The mean evolutionary distance of the 16S rRNA gene of tested phytoplasma isolates within and between ribosomal groups 16SrI, 16SrXII, 16SrVI were calculated using the Kimura-2-parameter model (Kimura, 1980) in MEGA X v.10.2.4 (Kumar et al., 2018). Estimates of standard error (SE) were obtained by a bootstrap procedure (1000 replicates).

### 2.6. Genetic diversity and Neutrality analyses

DnaSP v.6.12.03 software (Rozas et al., 2017) was used to measure the genetic diversity of the 16S rRNA gene of the new Turkish tobacco and other phytoplasma isolates. The three 'Neutrality tests': Fu and Li's  $F^*$  and Fu and Li's  $D^*$  (Fu and Li, 1993), and Tajima's  $D$  (Tajima, 1989) were carried out with a default window length of 100 sites and step size of 25 sites; without out-group using DnaSP v.6.12.03 (Rozas et al., 2017) to provide demographic data of the analyzed populations.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Symptomatology and Nested-PCR results

A total of 61 samples, 32 from Çanakkale and 29 from Balıkesir, were collected during field surveys. The expected 1.2 kb fragments were obtained only in 1 out of 32 samples from Çanakkale and 5 out of 29 samples from Balıkesir. Symptomatically, the positive tested samples were mostly plants with yellowish color changes in their leaves, leaf blisters, proliferation, dwarfism, and other physical abnormalities (Figure 1). The prevalence rate of phytoplasma was 9.84% in the surveyed regions, which indicates that phytoplasma infection is not common. This low incidence rate might be associated with plant resistance and also the limited number of vectors transmitting phytoplasma (Weintraub and Wilson, 2009). In addition, only a few vectors were observed since farmers, considering tobacco as a valuable commodity, routinely apply insecticides, including those used in planthopper and leafhopper controls, on their crops (Temel and Öztekin, 2020).



**Figure 1.** Symptoms on tobacco plants infected with phytoplasma in Balıkesir province. (a) and (b). Conspicuous leaf blisters on lower leaves and plant dwarf; (c). Leaf yellowing, leaf proliferation, and plant dwarf

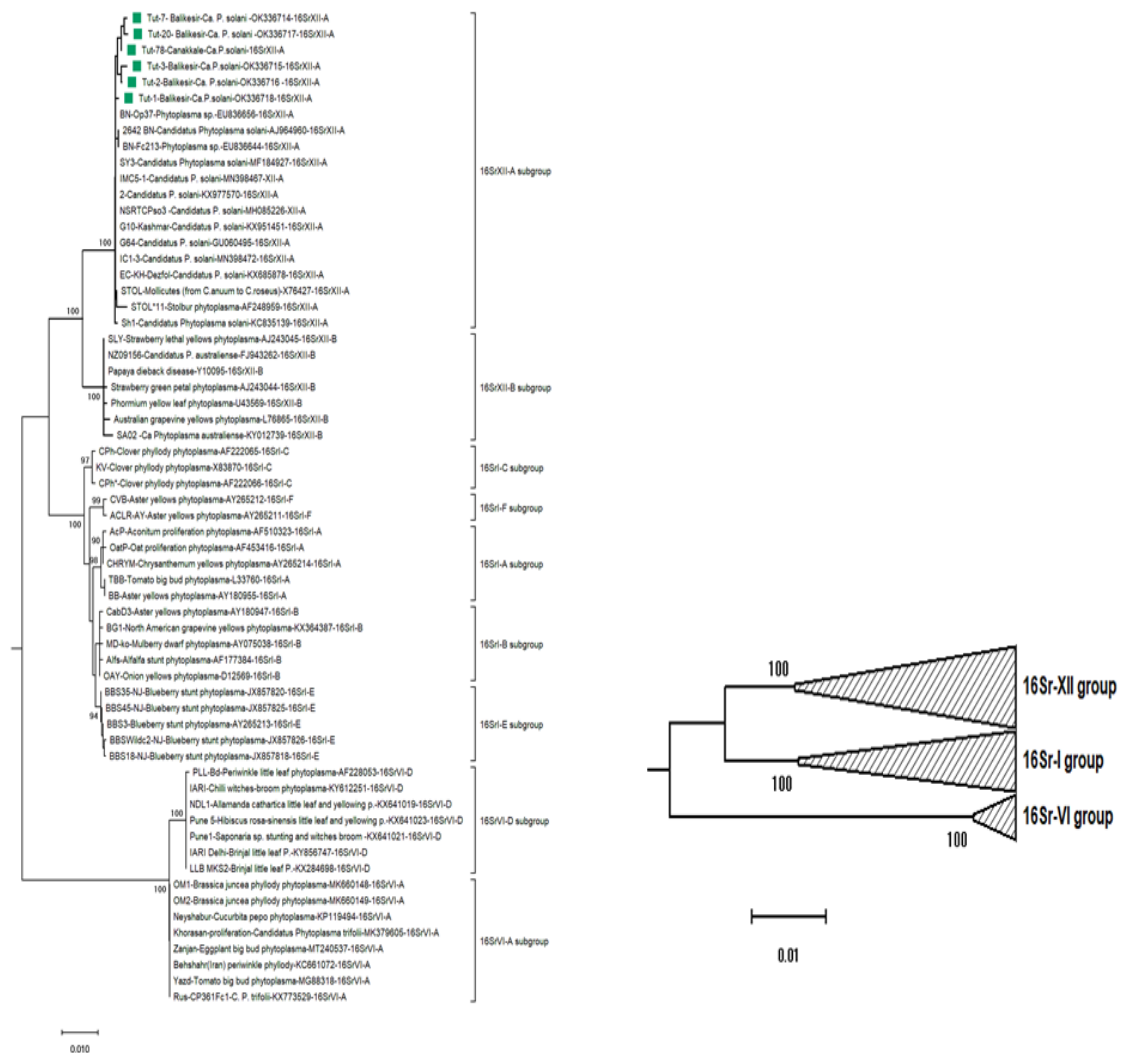
#### 3.2. Molecular evolutionary relationships

All six isolates were bidirectionally sequenced, and the obtained sequences were registered in the NCBI GenBank with accession no. OK336713-18 (Table 1).

**Table 1.** NCBI GenBank accession numbers of novel tobacco phytoplasma isolates obtained in this study, and their identity rates to reference isolates

Isolate	Province	Accession no	NCBI	<i>iPhyClassifier</i> -similarity coefficient
Tut-78	Çanakkale	OK336713	%99,84-MN047263 <i>Euscelis incisus</i> <i>Ca. P. solani</i>	
Tut-7	Balıkesir	OK336714	%99,78-MF503627 <i>Daucus carota</i> <i>Ca. P. solani</i>	
Tut-3	Balıkesir	OK336715	%99,87-MN047263 <i>Euscelis incisus</i> <i>Ca. P. solani</i>	1.00 AF248959
Tut-2	Balıkesir	OK336716	%99,84-MN047263 <i>Euscelis incisus</i> <i>Ca. P. solani</i>	<i>Catharanthus roseus</i> 16SrXII-A “Stolbur” (STOL11)
Tut-20	Balıkesir	OK336717	%99,92-MN047263 <i>Euscelis incisus</i> <i>Ca. P. solani</i>	
Tut-1	Balıkesir	OK336718	%99,79-MF503627 <i>Daucus carota</i> <i>Ca. P. solani</i>	

Based on BLAST analysis, our nucleotide sequences shared nucleotide identity ranging from 99.79% to 99.92% compared with reference isolates of 16SrXII (blast.ncbi.nlm.nih.gov). *iPhyClassifier* analysis showed more specifically that all Turkish tobacco isolates had a 1.00 similarity coefficient to 'Candidatus Phytoplasma solani' (16SrXII-A 'Stolbur') clone STOL11 (Table 1). Therefore, the nt sequences of 14 subgroup 16SrXII-A and 7 subgroup 16SrXII-B isolates, and also 20 group 16SrI, and 15 group 16SrVI isolates were retrieved from the NCBI GenBank to be compared to the six tobacco phytoplasma isolates. The six tobacco phytoplasma isolates were all positioned in a cluster together with other 14 subgroup 16SrXII-A isolates in the constructed phylogenetic tree, confirming that they are belonging to the subgroup (Figure 2).



**Figure 2. Maximum-likelihood phylogenetic tree of nucleotide sequences of 16S rRNA gene fragment (1248 bp) of six novel tobacco isolates (OK336713-18) and 56 other phytoplasma isolates belonging to different groups were constructed using Kimura 2-parameter model and Gamma distributed rates among sites. Branches were supported by 1000 bootstrap replicates; only values greater than 90% were shown. The six novel tobacco isolates, marked with square dots, were clustered in subgroup 16SrXII-A**

Infection of tobacco crops by different groups of phytoplasma has been observed across the world (Mitrović and Duduk, 2011) but no comprehensive survey and molecular study on this subject has been reported. Moreover, only five isolates were available in the NCBI GenBank database on November 19, 2021, under the search terms "phytoplasma tobacco" and "phytoplasma nicotiana tabacum": Cuban tobacco phytoplasma (16SrII) isolate Gramma (collected in Cuba, acc. no. EU328255), Tobacco phytoplasma (16SrI) strain Dhto1 (collected in India, acc. no. JF958126), and 'Ca. P. solani' (16SrXII) strains 142/09, 159/10, and 284/09 (collected in Serbia, acc. no.

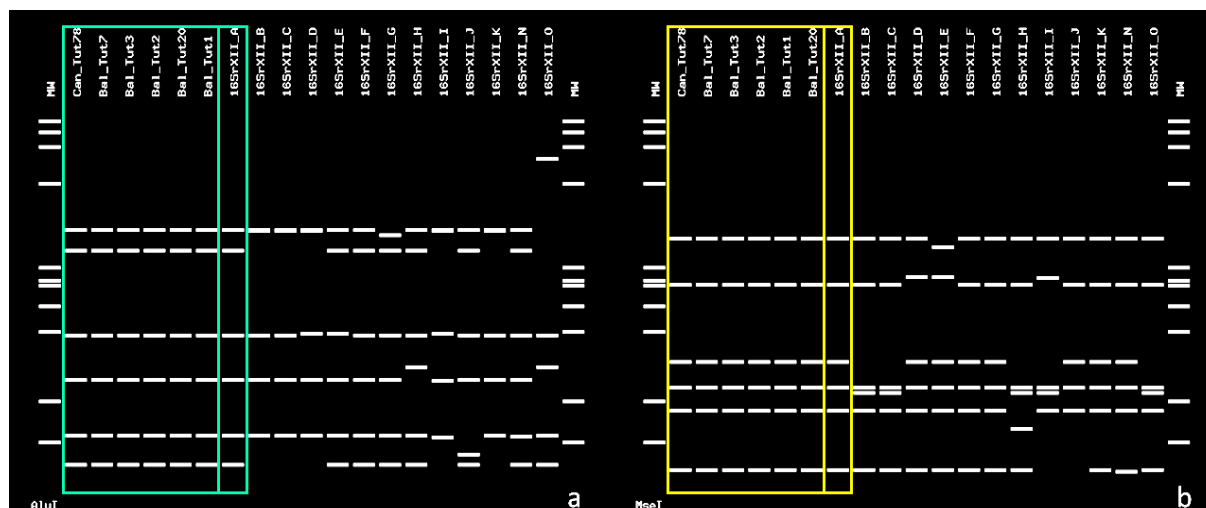
JQ730739, KC417488, and JQ730740). Therefore, the molecular characterization and population analysis presented in this current study could provide significant information on the tobacco infecting phytoplasma.

Molecular evaluation analysis showed that six new tobacco isolates were located in 16SrXII-A subgroups, with five of them being in a distinct subcluster, indicating that tobacco isolates might have unique genomic characteristics when compared to other 16SrXII-A isolates. The new tobacco isolates were positioned in a subcluster that was separated from two ‘*Ca. P. solani*’ isolates (MN398467 and MN398472) from grape (*Vitis vinifera*) originated from the nearby Izmir province, indicating that genetic variations among Turkish isolates were probably more related to hosts than geographic locations. Although grape is also highly cultivated in Turkey (Bahar et al., 2019), the transmission of ‘*Ca. P. solani*’ from other solanaceae to tobacco or vice versa is more likely, as tomato (*Solanum lycopersicum*) in Turkey has been known to also harbor ‘*Ca. P. solani*’ isolates (Güller and Usta, 2020). The phylogenetic cladograms obtained from comparisons of three important ribosomal groups (16SrI/XII/VI) and their subgroups were similar to the topology of the three major phytoplasma subclades revealed in previous studies (Chung et al., 2013; Zhao et al., 2014).

A previous study showed that inoculation of apple proliferation phytoplasma (AP) (group 16SrX) into tobacco plants resulted in symptoms such as yellowing of leaves, reduced leaf size, and shoot proliferation (Lepka et al., 1999). Similarly, leaf yellowing, leaf blister, and growth disorder symptoms were also observed in naturally stolbur-infected tobacco in the present study (Figure 1).

### 3.3. In silico-RFLP analysis

The virtual RFLP patterns of *AluI* and *MseI* restriction enzymes obtained using the 16S rRNA gene amplified with R16F2n/R16R2 universal primers from Turkish tobacco isolates showed high similarity with a 16SXII-A reference isolate (Figure 3). Additionally, digestion with commonly used 17 enzymes for each of the Turkish tobacco phytoplasma isolates showed that the profiles of all new isolates were similar to each other (Figure 4). Therefore, collective RFLP patterns derived by *iPhyClassifier* from the 16S rRNA gene fragment were consistent with results of phylogenetic analysis and revealed that the six-novel tobacco phytoplasma were members of subgroup 16SrXII-A.

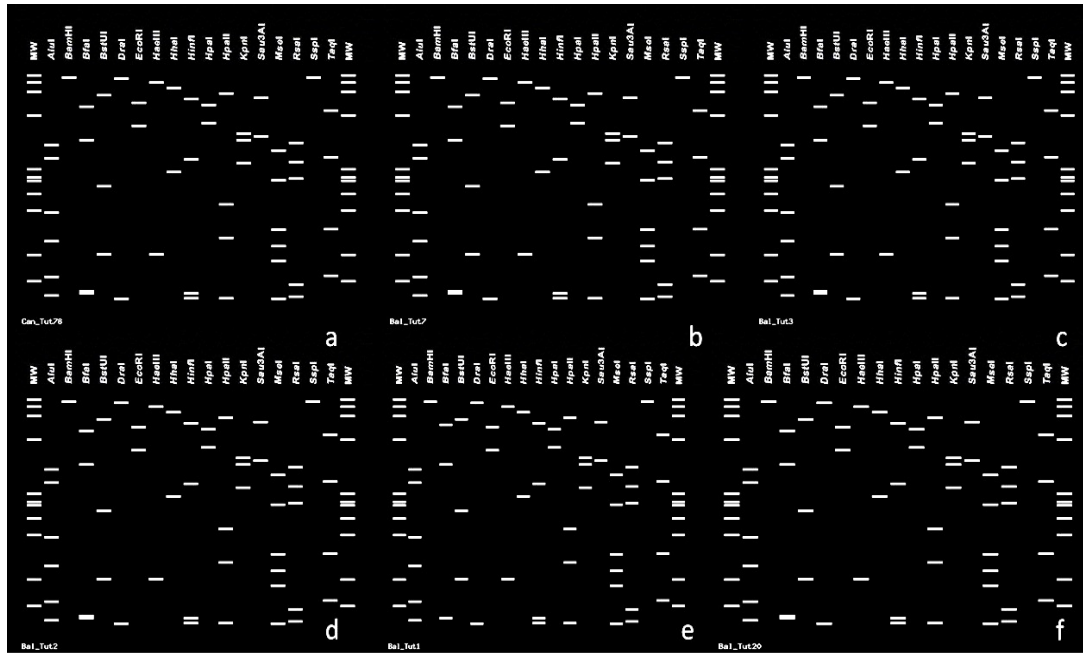


**Figure 3.** *In silico* RFLP profile of the partial 16S rRNA gene (1.2 kb) constructed using the *iPhyClassifier* program (Zhao et al., 2013) from *AluI* (a) and *MseI* (b) endonucleases that distinguished (STOL) 16SrXII subgroups. Green and yellow boxes show similarity of 16Sr XII-A subgroup enzyme digest profile with Turkish tobacco isolates

The results of the phylogenetic analysis were further supported by a computer-simulated virtual RFLP analysis, which can increase the accuracy of phytoplasma classification based on the 16S rRNA gene region (Zhao et al., 2009). As expected, the new tobacco isolates showed the exact *AluI* and *MseI* enzymes digest profile with a reference isolate of subgroup 16Sr XII-A. Additionally, a ‘*Ca. P. solani*’ isolated from *Catharanthus roseus* (Periwinkle) in the USA (acc. no. AF248959) (Davis and Dally, 2001) showed an identical *in silico* RFLP profile

(similarity coefficient = 1.00) with all new tobacco isolates (Table 1); thus, they are probably the same phytoplasma isolate, but further study on other genome region is necessary to confirm this.

Stolbur phytoplasma is associated with a wide range of hosts such as celery, grapevine, strawberry, tomato, and lavender, and its presence in five major world continents has also been reported (Bertaccini et al. 2014). Likewise, it has been documented that this subgroup infects plants belonging to various families, such as carrot (Sertkaya, 2014), pistachio (Guldur et al., 2018), tomato (Güller and Usta, 2020), and grapevine (Şimşek and Güldür, 2021) grown in different regions of Turkey. However, to the best of our knowledge, this is the first record of infections caused by 16SrXII-A ribosomal subgroup phytoplasma in tobacco cultivation areas in Turkey.



**Figure 4.** *In silico* RFLP profile of the partial 16S rRNA gene (1.2 kb) of Novel isolates: a. Tut-78-Çanakkale, b. Tut-7- Balıkesir, c. Tut-3-Balıkesir, d. Tut-2-Balıkesir, e. Tut-1-Balıkesir, f. Tut-20-Balıkesir that were constructed using the iPhyClassifier program (Zhao et al., 2013) from 17 restriction enzymes

### 3.4. Genetic distances

The genetic distance values of analysed isolates within their respective groups 16SrI (AY), 16SrXII (STOL), and 16SrVI (CP) were all found to be very low. The genetic distance value between groups 16SrXII and 16SrVI ( $0.0709 \pm 0.0084$ ) was estimated to be the highest in comparisons among three groups (Table 2), indicating that isolates of 16SrI were genetically more closely related to 16SrXII than 16SrVI.

**Table 2.** Estimates of the average evolutionary divergence over sequence pairs of the 16S rRNA gene fragment (1248 bp) of phytoplasma isolates from different groups

Ribosomal Groups	16SrI	16SrXII	16SrVI
16SrI group	0.01±0.00		
16SrXII group	0.0336±0.0045	0.01±0.00	
16SrVI group	0.0642±0.0079	0.0709±0.0084	0.00±0.00
Overall Mean Distance	0.04±0.00		

The relationships among the three groups were also examined in the genetic distance and genetic diversity analyses. 16SrXII had the greatest within-group variation compared to 16Sr-I and 16SrVI, according to both genetic distance and genetic diversity analyses. However, the genetic variation was minimal, as shown by the very low mean evolutionary distance as well as low  $\pi$ , S, and  $\eta$  values of each group (Table 2 and Table 3). The evolutionary distance measures also determined that 16SrI had lower nt divergence to 16SrXII than 16SrVI (Table

2), which was in line with close positioning of 16SrI and 16SrXII in the main lineage of the phylogenetic tree, and clustering of 16SrVI in a separate lineage (Figure 2).

### 3.5. Genetic diversity and Neutrality analyses

The  $\pi$ , S, and  $\eta$  values of each phytoplasma group were very low, but the metrics scored significantly for the combination of the three groups, indicating much lower genetic divergence at group level than at the genus level. 16SrXII group obtained higher  $\pi$ , S, and  $\eta$  values than two other groups, suggesting high diversity among its isolates, which includes the new six tobacco isolates (Table 3). The groups 16SrI and 16SrXII showed low nucleotide diversity ( $\pi = 0.00547$  and  $0.00860$ , respectively) but high haplotype diversity (Hd =  $0.963$  and  $0.860$ , respectively). These results indicated that the populations have expanded recently and that there are haplotypes that are closely related to each other. Meanwhile, both  $\pi$  ( $0.00268$ ) and Hd ( $0.590$ ) values were very low for the group 16SrVI populations, showing high identity among isolates of the group (Table 3). The three neutrality tests assigned statistically insignificant negative values to 16SrI and 16SrXII groups while giving statistically significant and insignificant positive values to the 16SrVI group and the overall isolates examined in this study (Table 4).

**Table 3 Summary of genetic diversity analysis on the 16S rRNA gene fragment (1248 bp) of different phytoplasma groups**

Ribosomal Groups	N	Pi	h	Hd	S	Eta
16SrI Aster yellows	20	0.00547	16	0.963	28	31
16SrXII Stolbur	27	0.00860	15	0.860	41	41
16SrVI Clover proliferation	15	0.00268	3	0.590	7	7
All isolates	62	0.04924	34	0.948	169	181

N: Number of Sequences, Pi: Nt diversity, H: No of Haplotypes, Hd: Haplotype diversity, S: Segregating sites, Eta: Total number of mutations

**Table 4 Summary of demography test statistics on the 16S rRNA gene fragment (1248 bp) of different phytoplasma groups**

Ribosomal Groups	Fu and Li's D*	Fu and Li's F*	Tajima's D
16SrI Aster yellows	-0.53302 ns	-0.63628 ns	-0.57907 ns
16SrXII Stolbur	-0.63264 ns	-0.56594 ns	-0.15868 ns
16SrVI Clover proliferation	0.75006 ns	1.23621 ns	1.97479 ns
All isolates (16Sr-I/VI/XII)	0.97365 ns	1.71814 *	2,13867 *

Statistical significance:  $P > 0.10$ ;  $0.10 > P > 0.05$ ; \*,  $P < 0.05$

Neutral selection results suggested demographic disparities among the three observed phytoplasma groups. The negative values obtained by 16SrI and 16SrXII groups indicate that the two populations are experiencing expanding or bottleneck selections, which could be driven by low-frequency polymorphism (new mutations) in the 16S rRNA gene fragment of their isolates. On the other hand, the 16SrVI population, which also was genetically divergent to 16SrI and 16SrXII, obtained positive values from the three neutrality tests. The results suggested that 16SrVI have evolved for a long time, thus undergoing balancing selections.

## 4. Conclusions

In our study, the phytoplasmas that cause infections in tobacco plants in Turkey are from the 'Ca. P. solani' subgroup 16SrXII-A. By using 16S rRNA nt sequences of six positive samples and other global isolates, the population genetic structure of phytoplasmas of the 'stolbur' group was revealed. All the findings showed that the 16S rRNA gene region, which is used extensively in the detection and classification of phytoplasmas, is highly conserved; with the lowest nt identity being in the 16SrXII group. However, to better understand the epidemiology of the agent, host adaptation and/or selection, and to reveal the evolutionary mechanisms that govern these processes, more detailed studies and bioinformatic analyses with non-ribosomal phytoplasma genes (*Tuf*, *VmpI*, *SecY*, etc.) are required in future studies.



## References

- Akinyemi, I.A., Wang, F., Zhou, B., Qi, S., Wu, Q. (2016). Ecogenomic survey of plant viruses infecting tobacco by next generation sequencing. *Virology Journal* 13:1-12.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Şahin, N., Sağır, F.S., Kök, D., Ergönül, O., Uysal, T., Orhan Özalp, Z. (2019). Ganos Dağları doğal florasında bulunan kültür asmalarının (*Vitis vinifera* L.) moleküler ve ampelografik karakterizasyonu (in Turkish). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 16(1): 92-102.
- Baric, S., Dalla-Via, I. (2004). A new approach to apple proliferation detection: A highly sensitive Real-Time PCR assay. *Journal of Microbiology Methods* 57:135-145.
- Bertaccini, A., Duduk, B., Paltrinieri, S., Contaldo, N. (2014). Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. *American Journal of Plant Sciences* 5:1763-1788.
- Bertaccini, A., Lee, I.M. (2018). Phytoplasmas: An Update: Characterisation and Epidemiology of Phytoplasma - Associated Diseases. In: Rao GP, Bertaccini A, Fiore N, Liefting L, editors. *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I*. Singapore: Springer; p. 1-29
- Chung, W.C., Chen, L.L., Lo, W.S., Lin, C.P., Kuo, C.H. (2013). Comparative analysis of the peanut witches'-broom phytoplasma genome reveals horizontal transfer of potential mobile units and effectors. *PLoS One* 8(4):e62770. doi:10.1371/journal.pone.0062770.
- Çağlar, B.K., Elbeaino, T., Küsek, M., Pehlivan, D., Fidan, H., Portakaldali, M. (2010). Stolbur Phytoplasma infections in potato and tomato plants from different locations in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology* 39(1-3):1-8.
- Çulal-Kiliç, H., Çıkrıkçı, M.Ö., Yardımcı, N. (2017). Determination of Tobacco mosaic virus in tobacco fields in Denizli province, Turkey. *Scientific Papers. Series A. Agronomy* 60:215-219.
- Davis, R.E., Dally, E.L. (2001). Revised subgroup classification of group 16SrV phytoplasmas and placement of flavescence dorée-associated phytoplasmas in two distinct subgroups. *Plant Disease* 85:790-797.
- Erdem, N. (2010). *Detection of viruses infecting tobacco (Nicotiana tabacum L.) in Samsun province (in Turkish)*. Master Thesis. Samsun: Ondokuz Mayıs University. 63 pp.
- Fu, Y.X., Li, W.H. (1993). Statistical tests of neutrality of mutations. *Genetics* 133(3):693-709.
- Guldur, M.E., Simsek, E., Çağlar, B.K., Dikilitas, M., Gumus, H., Ayvaci, H. (2018). First report of a 'Candidatus Phytoplasma solani'-related strain (16SrXII-A subgroup) associated with pistachio leaf scorch disease in Turkey. *New Disease Reports* 38:4.
- Gundersen, D.E., Lee, I.M. (1996). Ultrasensitive detection of phytoplasmas by Nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathologia Mediterranea* 35(3):144-151.
- Güller, A., Usta, M. (2020). Stolbur and clover proliferation phytoplasma infections in tomato from Bingöl province, Turkey. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(4): 855-866.
- Karanfil, A., Sarı, M., Korkmaz, S. (2020). First report of tobacco mild green mosaic virus in Turkey. *Journal of Plant Pathology* 102:547. doi:10.1007/s42161-019-00436-x.
- Kimura, M. A (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16:111-120.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35(6):1547-1549.
- Lepka, P., Stitt, M., Moll, E., Seemüller, E. (1999). Effect of phytoplasmal infection on concentration and translocation of carbohydrates and amino acids in periwinkle and tobacco. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 55(1):59-68.
- Lherminier, J., Benhamou, N., Larrue, J., Milat, M.L., Boudon-Padiou, E., Nicole, M., et al. (2003). Cytological characterization of elicitin-induced protection in tobacco plants infected by *Phytophthora parasitica* or phytoplasma. *Phytopathology* 93(10):1308-1319.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., Kinard G. (2008). A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *Journal of Virological Methods* 154(1-2):48-55.
- Marcone, C. (2014). Molecular biology and pathogenicity of phytoplasmas. *Annual Applied Biology* 165(2):199-221.
- Mitrović, J., Duduk, B. (2011). Occurrence of a new stolbur strain in tobacco in Serbia. *Bulletin of Insectology* 64(Supplement):107-108.
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J.C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S.E., Sánchez-Gracia, A. (2017). DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular Biology and Evolution* 34:3299-3302.
- Sertkaya, G., (2014). Hatay ili havuç alanlarında fitoplazmaların araştırılması (in Turkish). The 5th Turkish Plant Protection Congress. Antalya, Turkey; 3-5 February 2014.
- Stanković, I., Bulajić, A., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Berenji, J., et al. (2011). Status of tobacco viruses in Serbia and molecular characterization of Tomato spotted wilt virus isolates. *Acta Virology* 55:337-347.

- Şimşek, E. Güldür, M.E. (2021). Detection and molecular characterization of phytoplasmas based on 16s rDNA gene region by phylogenetic and in silico RFLP analysis of local grapevine cultivars in Şanlıurfa and Adıyaman. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25(2):204-213.
- Tajima, F. (1989). Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* 123(3):585-595.
- Temel, U., Öztekin, Y.B. (2020). Tokat ilinde kullanılan bitki koruma makinelerinin ürün güvenliği açısından değerlendirilmesi (in Turkish). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 17(3): 276-284. doi: 10.33462/jotaf.639208
- TSI (Turkish Statistical Institute) (2021). Crop Production Statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=en>. (accessed date: 19.11.2021).
- Usta, M., Güller, A., Günay, A. (2020). The molecular characterization of the coat protein sequence and differentiation of CMV-subgroup I on tobacco from native flora in Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 48(2), 523-534.
- Usta, M., Güller, A., Sipahioğlu, H.M. (2018). Molecular analysis of 'Candidatus Phytoplasma trifolii' and 'Candidatus Phytoplasma solani' associated with phytoplasma diseases of tomato (PDT) in Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology* 20(9):1991-1996.
- Weintraub, P.G., Wilson, M.R. (2009). Control of phytoplasma diseases and vectors. In: Weintraub PG, Wilson MR, editors. *Phytoplasmas: genomes, plant hosts and vectors*. Wallingford, United Kingdom: CAB International; p. 233-249.
- Wolf, F.A. (1949). Turkish or Oriental Tobacco. *Economic Botany*;3(1):32-41. <https://www.jstor.org/stable/4251921>.
- Yılmaz, S., Caglar, B.K., Djelouah, K. (2019). Molecular characterization of phytoplasma diseases of pepper in Turkey. *Journal of Phytopathology* 167(9):479-483.
- Yürekli, A., Önder, Z., Elibol, M., Erk, N., Cabuk, A., Fisunoglu, M., et al. (2010). The Economics of Tobacco and Tobacco Taxation In Turkey. *International Union Against Tuberculosis and Lung Disease*. [https://www.tobaccofreekids.org/assets/global/pdfs/en/Turkey\\_tobacco\\_taxes\\_report\\_en.pdf](https://www.tobaccofreekids.org/assets/global/pdfs/en/Turkey_tobacco_taxes_report_en.pdf). (accessed date: 22.11.2021).
- Zhao, Y., Davis, R.E., Wei, W., Shao, J., Jomantiene, R. (2014). Phytoplasma genomes: evolution through mutually complementary mechanisms, gene loss and horizontal acquisition. In: Gross D, Berlin C, editors. *Genomics of Plant-Associated Bacteria*. Heidelberg: Springer-Verlag; p. 235-271.
- Zhao, Y., Wei, W., Lee, I.M., Shao, J., Suo, X., Davis, R.E. (2009). Construction of an interactive online phytoplasma classification tool, iPhyClassifier, and its application in analysis of the peach X-disease phytoplasma group (16SrIII). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 59(10):2582-2593.
- Zhao, Y., Wei, W., Lee, I.M., Shao, J., Suo, X., Davis, R.E. (2013). The iPhyClassifier, an Interactive Online Tool for Phytoplasma Classification and Taxonomic Assignment. In: Dickinson M, Hodgetts J, editors. *Methods in Molecular Biology: Phytoplasma*. Totowa, NJ: Humana Press; p. 329-338.

**Arazi Toplulaştırmanın Tarıma ve Tarımsal Mekanizasyona Katkısı; Çanakkale-Biga-Dereköy Örneği**

Contribution of Land Consolidation to Agriculture and Agricultural Mechanization;  
Çanakkale-Biga-Derekoy Example


Pınar GÜRGENÇ IRMAKLI<sup>1\*</sup>, Arda AYDIN<sup>2</sup>

**Öz**

Artan nüfusun gıda talebini karşılayabilmek için toprak ve su kaynaklarının daha ekonomik ve etkin değerlendirilmesi ile birim alandan alınan verimin ve elde edilen gelirin artırılması gerekmektedir. Ülkemizde mevcut tarım alanlarını etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımını engelleyen en önemli sorunların başında arazi parçacılığı gelmektedir. Arazi parçacılığı modern tarım tekniklerinin uygulanmasını zorlaştırarak ülke ekonomisine olumsuz etkiye yaratmaktadır. Bu noktada, mevcut tarım alanlarını daha etkin kullanıp mekanizasyondan üst düzeyde faydalanmak için arazi toplulaştırma projeleri devreye girmiştir. Arazi toplulaştırma çalışmalarıyla küçük, şekilsiz, parçalı ve dağınık parsellerin bir bütün haline getirmek amaçlanmaktadır. Miras yoluyla parçalanan parsellerin bütünlüğü ve üretim devamlılığı amaçlanmıştır. Arazi toplulaştırması ile tarımsal mekanizasyona daha uygun olan dikdörtgen ve kare şekillerine getirilmiş her parselin yola sınırının da olmasıyla üretim faaliyetleri sırasında oluşabilecek en önemli girdilerden yakıt, iş gücü ve zamandan tasarruflar sağlanmaktadır. Bu çalışmada Çanakkale ili Biga ilçesi Dereköy mahallesinde tamamlanan arazi toplulaştırma çalışması verileri değerlendirilerek eski ve yeni durumlar incelenmiştir. Dereköy mahallesinde 341 ha alanda tamamlanan toplulaştırma projesi ile 1088 adet parsel sayısı 507 adet parsel düşürülmüş olup, toplulaştırma oranı %52.40'tır. Eski durumda ortalama parsel yüzölçümü 3.13 dekar iken toplulaştırma projesinin tamamlanmasıyla 6.58 dekara yükselmiş olup %82 oranında parsel büyüklüğü artışı sağlanmıştır. Parsel sayısının azalması ve parsel büyüklüğünün artmasıyla tarımsal mekanizasyondan ve üretim girdilerinden büyük ölçüde azalma olmuştur. Çalışmada rast gele seçilen bir çiftçinin eski durumda 8 parseli varken toplamı 34 dekar olan arazisinden köy merkezine gidiş dönüş için 25 km yol yapmaktadır. Toplulaştırma projesinin tamamlanmasıyla 8 parseli 2 parsel düşmüş ve bu iki parselin köy merkezine uzaklığı 5.5 km'ye düşmüştür. Çiftçinin yolu %78 oranında kısalmış olup mazot gibi en önemli girdinin %78 azalması çok önemli bir katkı sağlamıştır. Yolu kısaltılmasıyla traktörün amortisman giderlerinden tutunda üretim için harcadığı tüm girdilerinde yüksek oranda azalma sağlanmıştır. Projenin tamamlanmasıyla her parselin yolunun olması ve sulama kanalına bağlantısının olmasıyla üretimin devamlılığı sağlanmıştır. Kırsal alanda yaşayan halkın yaşam şartlarını rahatlatacak proje ile köyden kente geçişin engellenmesine katkı sağlandığı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi toplulaştırma, Arazi parçacılığı, Tarımsal mekanizasyon, Toplulaştırma oranı, Parsel sayısı, Yakıt tasarrufu

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Arda Aydın, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye. E-mail: [araydin@comu.edu.tr](mailto:araydin@comu.edu.tr) OrcID: 0000-0001-9670-5061

<sup>1</sup> Pınar GÜRGENÇ IRMAKLI, Tarım ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye . E-mail: [pınargurgenc@dsi.gov.tr](mailto:pınargurgenc@dsi.gov.tr)  OrcID: 0000-0001-5276-6380

**Atıf/Citation:** Gürgeç İrmaklı P., Aydın A. Arazi Toplulaştırmanın Tarıma ve Tarımsal Mekanizasyona Katkısı; Çanakkale-Biga-Dereköy Örneği *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 582-599.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

---

## **Abstract**

In order to meet the food demand of the increasing population, it is necessary to use the soil and water resources more economically and effectively, and to increase the productivity and income obtained from the unit area. Land fragmentation is one of the most important problems that prevent the effective and sustainable use of existing agricultural lands in our country. Land fragmentation creates a negative impact on the country's economy by making the application of modern agricultural techniques difficult. At this point, land consolidation projects have been put into action in order to use the existing agricultural lands more effectively and to benefit from mechanization at a high level. With land consolidation studies, it is aimed to bring small, shapeless, fragmented and scattered parcels into a whole. It is aimed to ensure the integrity and production continuity of the parcels that are fragmented through inheritance. With land consolidation, each parcel brought into rectangular and square shapes, which is more suitable for agricultural mechanization, has a road border, thus saving fuel, labour and time, which are the most important inputs that may occur during production activities. In this study, the data of the land consolidation study completed in the Dereköy neighbourhood of the Biga district of Çanakkale province were evaluated and the old and new situations were examined. With the consolidation project completed on an area of 341 ha in Dereköy district, the number of 1088 parcels have been reduced to 507 parcels, and the consolidation rate is 52.40%. While the average parcel area was 3.13 decares in the old situation, it increased to 6.58 decares with the completion of the consolidation project, resulting in an 82% increase in parcel size. With the decrease in the number of parcels and the increase in the parcel size, there has been a great decrease in agricultural mechanization and production inputs. In the study, a randomly selected farmer had 8 parcels in the old situation and made a 25 km road to the village centre from his 34 decares of land. With the completion of the consolidation project, 8 parcels were reduced to 2 parcels and the distance of these two parcels to the village centre decreased to 5.5 km. The path of the farmer was shortened by 78%, and the 78% decrease in the most important input such as diesel made a very important contribution. With the shortening of the road, a high reduction was achieved in all inputs spent by the tractor for production, including depreciation expenses. With the completion of the project, the continuity of production has been ensured as each parcel has a road and a connection to the irrigation canal. It is evaluated that the project, which will relieve the living conditions of the people living in rural areas, contributes to the prevention of the transition from the village to the city.

**Keywords:** Land Consolidation, Land Fragmentation, Agricultural Mechanization, Consolidation Rate, Number of Parcels, Fuel Savings

## Giriş

Tarım, öncelikle insanlığın beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için toprağın işlenmesi olarak tanımlanmaktadır. İnsanlık sadece beslenme ihtiyaçları için değil aynı zamanda ticari amaçlar için de tarıma başvurmaktadır. Bu nedenle tarım insan hayatında önemli bir geçim kaynağıdır. Ancak dünya nüfusu arttıkça tarım için gerekli olan temel kaynaklardan biri olan toprak yetersiz kalmakta ve hızla azalmakta ayrıca tarımsal üretimde sorun haline gelmektedir (Özsarı ve ark., 2021). Günümüz dünyasının en büyük problemlerinin başında hızlı nüfus artışına karşılık arttırılamayan tarım arazileri ile artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayacak tarımsal üretimin sağlanamaması gelmektedir.

Tarım alanlarının genişletilemediği durumda ve hızla devam eden nüfus artışında 2050 yılında 10 milyara ulaşması beklenen dünya nüfusunun çok hızlı şekilde artan gıda talebini karşılayabilmek için mevcut tarım alanlarının ve kaynaklarının çok daha ekonomik ve etkin şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Mevcut tarım alanlarından daha fazla verim alabilmek için, tarımsal faaliyetlere doğru bir şekilde devam edilmesi ve gelir artışı sağlanarak üretim maliyetlerinin de düşürülmesi gerekmektedir. Ancak tarım arazilerinin çeşitli sebeplerle sürekli parçalanması ülkemizde tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir (Taşdemir, 2001). Bu parçalanmayı durdurmak için miras hukukunda değişiklikler yapılmış olsa da bu değişiklik mevcut dağınık parçalı hisseleri birleştirme noktasında herhangi bir katkı sağlamamaktadır. Bu noktada arazi toplulaştırma çalışmaları devreye girmektedir. Arazi toplulaştırma, daha büyük ve daha rasyonel arazi işletmeleri oluşturmak amacıyla arazi parsellerinin mülkiyet modelinin planlı olarak yeniden düzenlenmesi olarak tanımlanabilir (Pasakamis ve Mailiene, 2010). İş gücünü azaltarak üretim maliyetlerini azaltması, tarımsal faaliyetleri uygulama ve yönetme etkinliğini arttırarak tarla içi geliştirme hizmetleriyle birlikte üretim giderlerini büyük ölçüde azaltması nedeniyle arazi toplulaştırmanın önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Arazi toplulaştırma projeleri ile küçük dağınık ve parçalanmış parseller birleştirilerek daha büyük ve daha rasyonel arazi işletmeleri oluşturmak amacıyla arazi parsellerinin mülkiyet modeli yeniden düzenlenmektedir. Ayrıca toplulaştırma projeleriyle birlikte tarla içi geliştirme hizmetlerinin de sağlanmasıyla sulama, drenaj, tesviye sorunları çözülmüş olup üretim devamlılığı sağlanmaktadır. (Özkan, 1999).

Toplulaştırma çalışmaları tarımın güçlendirilmesi, tarımsal ürünlerin değerinin arttırılması, tarımda iş gücü ve maliyetin düşürülmesi ile tarımsal işletmelerin karlılık oranlarının arttırılması amacıyla gerçekleştirilmektedir (Arıcı, 1994). Kırsal alanda yaşayan ve tarımsal faaliyetlerle geçimini sağlayan insanların yaşam standartlarının yükseltilmesi, kırsal yerden kentlere bilinçsiz göçlerin önlenmesi, tarımsal üretim alanlarının geliştirilmesi, üreticilerin örgütlenmesi ve desteklenmesi, sulu tarıma geçiş ve birim alandan daha fazla verim alınması arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme hizmetleri çalışmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'deki tarım alanları genellikle küçük, parçalı ve dağınık işletmelerden oluşmaktadır. Fırat Kalkınma Ajansı'nın 2013 yılında hazırladığı rapora göre ülkemizde tarımsal üretim yapan işletme sayısı artmakta. Ancak, işletmelerin sahip olduğu tarım arazilerinin büyüklüğü azalmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise bu durum tam tersidir, özellikle Avrupa Birliği'nde her geçen gün tarımsal işletme sayısı azalırken, işletme arazilerinin büyüklüğü artmaktadır. Bu rapora göre, Türkiye'de çiftçi başına ortalama tarım alanı 6 hektar, Avrupa Birliği ülkelerinde ise ortalama 19.7 hektardır (İşçan ve ark., 2020). Avrupa Birliği ülkelerinin %50'sinden fazlasının sahip olduğu işletme arazisinin ortalama büyüklüğü 20 hektarın üzerindedir (Arıcı ve Aslan, 2014).

İşletmelerin sahip olduğu tarım arazilerinin büyüklüğünün sürekli olarak azalması beraberinde birçok sorunu getirmektedir. Eski geleneksel tarım işletmeciliğinden modern tarım işletmeciliğine geçilerek zaman, işgücü ve sermayeden tasarruflar sağlanabilir (Arıcı ve ark. 2010). Bu amaçla ülkemizde arazi toplulaştırma çalışmalarına uzun yıllar önce başlanmış olup, ilk arazi toplulaştırma çalışması 1961 yılında Topraksu Teşkilatı tarafından yapılmıştır (Arıcı ve Aslan, 2014) ayrıca 14 milyon hektar alanın toplulaştırma çalışmalarının da 2023 yılının sonuna kadar tamamlanması öngörülmektedir. Öncelikli olarak teknik ve ekonomik açıdan 8.5 milyon ha sulanabilir tarım alanında arazi toplulaştırma çalışmalarının yapılması hedeflenmiştir (Anonim,2018).

Arazi toplulaştırma çalışmalarında kırsal kalkınmayı etkileyen arazi parçalanmasının önüne geçebilmek için yeterli tarım arazisinin oluşturulması temel koşuldur. Bu nedenle, sürdürülebilir işletme arazisinin büyüklüğünün oluşturulması ve korunması, arazi toplulaştırma projelerinin başarısını arttırmaktadır (Boztoprak ve ark., 2015; Değirmenci ve ark., 2017). Arazi toplulaştırma çalışmaları sadece dağınık parselleri birleştirmek değil, birim alandan daha fazla verim almak ve üretim girdilerini azaltarak, çiftçilerin hayat standartlarını yükseltecek teknik,

sosyal ve kültürel önlemlerin alınması için yapılmaktadır. Arazi toplulaştırma projeleri, aynı zamanda yol, sulama ve drenaj sistemlerini içeren tarımsal altyapı sistemlerini sağlamak için önemli bir araçtır (Akçay ve Angın, 1989).

Ülkemizde toplulaştırma üzerine çeşitli araştırmacılar tarafından birçok proje ve çalışma yapılmış olup (Yaslioglu ve ark., 2008; Küsek ve ark., 2015; Boztoprak ve ark., 2015) bu projelerin başarılı olması, parsel büyüklük ve şekillerinin düzeltilmesi ve çiftçilerin isteklerinin sağlanmasıyla mümkündür (Arslan ve Değirmenci, 2016). Arazi toplulaştırma çalışmalarının sonuçları incelendiğinde ve parsel şeklinin mekanizasyon üzerine etkileri değerlendirildiğinde parsel şekillerinin düzeltilmesiyle tarımsal mekanizasyon kullanımının arttığı ve mekanik sistemle iş gücü giderinin azaldığı tespit edilmiştir (Küsek, 2014).

Toplulaştırma çalışmaları, tarım alanlarında arazi parçalılık oranının azaltılması ve şekil bozukluğuna sahip parsellerin yeniden yapılandırılması bakımından da oldukça önemlidir. Çünkü yakıt tüketimi ve işgücü ihtiyacı parsel şekillerinin düzensiz olması durumunda artış göstermektedir (Arslan ve ark., 2021). Yakıt tüketiminde sağladığı tasarruf ile modern tarıma imkân vermesi arazi toplulaştırmasının sağladığı en önemli yararlarıdır. Arazi toplulaştırması ile birleştirilen parçalı araziler efektif kullanıma uygun hale getirilmekte, parsellere ulaşım kolaylaşmakta ve işletme gelirlerinde artışlar sağlanmaktadır. Arazi toplulaştırması ile tarımsal işletmelerin gelirinde %25 artış olacağı tespit edilmiştir (Küsek ve ark., 2015).

Kumbasaroğlu ve Dağdemir (2007), Erzurum'da 34 köyde 116 tarım işletmesini ortalama parsel büyüklüğüne göre 4 grupta incelemiş ve ortalama parsel büyüklüğü 30 dekadardan fazla olan işletmelerin ekonomik açıdan daha başarılı olduğunu bildirmiştir. Karaman'da yapılan bir diğer çalışmada, 1554 hektar alanda yapılan toplulaştırma ile yatırım maliyetlerinin %44.6 azaldığını belirlemiştir (Çelebi 2010). Oğuz ve Bayramoğlu (2004), ise yaptıkları çalışmada, arazi toplulaştırma ile yakıt tüketiminin ortalama %12-15, çalışma süresinin %20, tohum kullanımının %21 ve gübre kullanımının %17 azaldığını bildirmişlerdir. Küsek (2014), tarafından Konya'da gerçekleştirilen çalışmada, toplulaştırma çalışmalarının işgücü giderlerini %68.75, sürüm giderlerini %27.12 ve ulaşım giderlerini %4.13 oranında azalttığı ortaya konmuştur. Kayseri ilinde yapılan bir diğer çalışmada toplulaştırma ile parsel sınır alan kayıplarının %22.26, toprak işleme süresinin %72.52, yol süresinin %44.80, toplam hazırlanma süresinin %30.49 ve yol uzunluğunun %56.24 oranında düştüğü belirtilmiştir (Boztoprak, 2010). Kuşlu ve Ertem (2019), yaptıkları çalışmada arazi toplulaştırmayla işletme merkezi ile parseller arası yol uzunluğu ortalamasının %7.14 dolayında azaldığını, yol ağının yaklaşık %62.50 oranında iyileştiğini ve yoldan faydalanan parsel oranının %68'den %100'e ulaştığını belirlemişlerdir.

Bununla birlikte tüm dünya ülkeleri, sera gazlarının atmosfere salınımının azaltılması, küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı önlemlerin alınması konularında iş birliği yapılması gerektiği konusunda hemfikirdir (Polat ve Manavbaşı, 2012). Polat ve Manavbaşı (2012) tarafından dört farklı arazi toplulaştırma projesi içerisinde tesadüfi örnekleme göre toplam 20 işletme seçilmiş; işletme merkezi ile sahip oldukları parseller arasında ve bu parseller içerisinde kullanılan araçlar ile harcanan yakıt miktarlarını ve buna bağlı olarak karbondioksit salınım değerlerini toplulaştırma öncesi ve sonrası olarak karşılaştırmışlardır. (Wang ve ark., 2017), yapmış oldukları çalışmada tarım araçlarındaki yakıt tüketimi tasarrufu ile, salınan zararlı gazlarda da azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Değirmenci ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü arazi toplulaştırma projesi için en büyük 11 işletmeyi seçmiş, arazi parçalanması ve şekil indeks göstergelerini hesaplamışlardır. Kuzu ve Değirmenci (2020) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine etkisi araştırılmıştır. Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre seçilen 96 işletmeye ait parsellerin AT öncesi ve sonrası Alan Yol Uzunluğu Uygunluğu (AYU), Alan Kuş Uçuşu Yol Uzunluğu Uygunluğu (KUYUU), yakıt tüketimi, parsel işleme süresi, parsel başı dönüş kaybı, yol zaman kaybı ve parsel sınır alan kaybı parametreleri hesaplanmıştır. Seçilen işletmelerde AT öncesine göre AYU ve KUYUU değerleri sırasıyla ortalama %43 ve %37 azalmıştır. Yol uzunlukları kısaldığından yakıt tüketimi ortalama %50, toplam üretim süresi %36 azalmıştır. AT sonrası parsel sınır alan kaybı ortalama %38, parsel başı dönüş kaybı %38, parsellere ulaşımda geçen süre %50, parsel işleme süresi %5 düşmüştür. Çalışmada AT öncesi ve sonrası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

İşletmelerde sağlanan tasarruf ile modern tarım imkânları artmakta, arazi toplulaştırması ile iyileşen yol güzergâhları, tarımda üretkenliği ve motivasyonu yükseltmektedir. Üretkenlikteki ilerlemeler ülkemizde tarımsal kalkınmada büyük rol oynamaktadır (Kirmikil ve Ayduş, 2018).

Arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme hizmetleri çalışmaları ile sulama oranı ve randımanı artmakta, fiziki tesislerin sebep olduğu arazi parçalanmaları önlenmekte, sulama projelerinin maliyetinde tasarruf sağlanmakta, arazi maliklerine kamulaştırma bedeli yerine arazi verilerek, arazilerin parçalanması önlenmekte, sulama ve modern tarım tekniklerinin uygulanmasında kolaylık sağlanmakta, işletme merkezi ile parseller arasındaki mesafeler azalmakta ve her parsel yol ağına bağlanmakta, net arazi kullanım alanı ve parsel büyüklükleri artmakta, parsel şekilleri düzenlenmekte, tarım işletmelerinde işgücü tasarrufu sağlanmakta ve tarım işletmelerinde gelir artışı ile proje alanında sosyal huzur sağlanmaktadır (Anonim, 2018).

Büyük bir maliyetle tamamlanan toplulaştırma projelerinde çiftçilerin toplulaştırmaya karşı olan bakış açıları ve düşüncelerinin alınması da önemli bir konudur (Şişman ve Bilgin, 2016).

Yaslioglu ve ark., (2008) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Türkiye'de tarım alanlarında dağınık, parçalı parsellerin tarımsal verimliliği engelleyen en önemli sorunlardan biri olduğu ortaya konmuştur. Arazi toplulaştırmasının verimliliği artırmada etkili bir araç olduğu, ancak başarı oranının büyük ölçüde çiftçilerin memnuniyetine ve benimsemesine bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle çiftçiler için önemli olan konuların belirlenmesinin gelecekteki arazi toplulaştırma projelerini olumlu yönde etkileyebileceği tezi ortaya atılmıştır. Gerçekleştirdikleri çalışmada, çiftlik yapılarındaki ve tarımsal faaliyetlerdeki değişikliklerin arazi toplulaştırmasından memnuniyet üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, çiftçilerin yaşının, mahsul deseni planlamasındaki kolaylığın, çiftlik merkezi ile parseller arasındaki mesafenin azalmasının, arazilere erişimde harcanan zamanın azalmasının ve çalışma koşullarındaki iyileşmenin arazi toplulaştırmasından memnuniyeti önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur.

Arslan ve Değirmenci, (2016) tarafından Kahramanmaraş Türkoğlu ilçesi ve köylerinde gerçekleştirilen çalışmada çiftçilerin arazi toplulaştırma çalışmalarına karşı bakış açılarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın materyalini çiftçilerle birebir yapılan anketlerden toplanan veriler oluşturmuştur. Araştırmanın örnek hacminin belirlenmesinde oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır. Veriler SPSS programında analiz edilmiş, çiftçilerin yerleşim yerlerinde yeniliklere ve projelere katkıda bulunma istekleri belirlenmiş ve öneriler sunulmuştur. Araştırmada rastgele seçilen 194 işletme sahibi ile yapılan anket sonuçlarına göre; düşük eğitime (okuryazar değil ve ilkokul mezunu) sahip olanların oranı %57, ortalama parsel büyüklüğü 51.3 da, arazi parçalılık durumu 3.27, yüzey sulama yöntemlerini kullananların oranı % 92.8, traktör sahibi olan çiftçilerin oranı % 52.3, tarla yollarının tamamen yetersiz olduğunu düşünenlerin oranı % 37 olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların % 73'ünün arazi toplulaştırma hakkında bilgi sahibi olmadığı, % 82'sinin sosyal-kültürel tesislerin yapılmasını desteklediği belirlenmiştir. Çiftçi memnuniyeti üzerine gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, Çanakkale ili Biga ilçesinde uygulanan arazi toplulaştırma çalışmaları sonucunda çiftçilerin bilinç seviyeleri ve memnuniyet düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, uygulama öncesinde çiftçilerin %83'ünün arazi toplulaştırma konusunda istekliken, uygulama sonrasında memnuniyet oranının %76,6 olduğu tespit edilmiştir. Kahramanoğlu ve Dağdelen (2018) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada arazi toplulaştırma projeleri bakımından çiftçi memnuniyeti incelenmiş ve ankete katılan çiftçilerin %96 sı memnun olarak tespit edilirken %4 ünün memnun olmadığı belirlenmiştir.

Yurt dışı kaynaklı çalışmalar incelendiğinde de arazi toplulaştırmanın tarım ve mekanizasyon açısından önemi bir kez daha görülmektedir (Crecente ve ark., 2002; Derlich, 2002; Magel, 2003; Van Dijk, 2003; Thomas, 2004; Van Dijk, 2007; Sklenicka, 2006). Örneğin, Crecente ve ark., (2002) İspanya, Galiçya'daki arazi toplulaştırma sürecini gözden geçirerek, bu projelerin ekonomik sosyal ve çevresel değerlendirmelerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda arazi toplulaştırma projelerinin tarım arazilerinin tarımsal kullanımında kalmasına katkıda bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Bir diğer çalışmada, Fransa'da ikinci dünya savaşından sonra uygulamaya başlanan arazi toplulaştırma projeleri değerlendirilmiş ve en büyük problemin bu projelerin gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan finansman olduğu ortaya konmuştur (Derlich, 2002). Almanya'da gerçekleştirilen bir diğer çalışmada arazi toplulaştırma konusunun sahip olduğu zorluklar sebebiyle politik olarak çok hassas bir konu olduğu fakat devletin devamlılığı noktasında kritik düzeyde öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Magel, 2003). Van Dijk (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise Orta Avrupa ülkelerinde tarım arazilerinin çok parçalı olduğu ortaya konarak. Hükümetler ve sivil toplum kuruluşlarının, programlar ve araçlar hakkında tartıştıklarını, ancak durumun özerk kalkınma yoluyla iyileştirilmesi durumunda, bu geniş kapsamlı ve maliyetli seçeneklerin gereksiz kalacağını belirtmiştir. Almanya özelinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada son yirmi yıldaki arazi

toplulaştırma faaliyetlerinin istatistiksel bir analiziyle, arazi toplulaştırmasının gerçek ilgisi ve ayrıca arazi toplulaştırma planlarının hedeflerindeki değişiklikler ortaya konmuştur. 2004 ve sonrası için “Arazi toplulaştırma Gündemi” değerlendirilmiş ve Avrupa Birliği'nin yapı iyileştirmesinde arazi toplulaştırmasının benimsenmesi ve Alman Federasyonu'nun “Tarımın ve Kıyı Korumasının İyileştirilmesi” ortak görevine ilişkin teşvik ilkelerinin reformu, yeni yönetsel-prosedürel yaklaşımlara yol açtığı ortaya konmuştur (Thomas, 2004). Van Dijk (2007) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada merkez Avrupa'da geleneksel arazi toplulaştırmasının komplikasyonları ortaya konmuştur. Washington Mutabakatı altındaki post-sosyalist dönüşümün ayrılmaz bir parçası olarak, önceden devlete ait olan ve/veya kooperatif çiftliklerine ait olan araziler özelleştirilmiştir. Birçok durumda, arazi mülkiyet yapıları da dahil olmak üzere, Savaş öncesi koşullara "saati geri çevirme" girişimleri olmuştur. Sonuç sıklıkla, büyük ekonomik olarak verimli birimlerin, sayısız küçük ve ekonomik olarak zar zor uygulanabilir özel parsellere bölünmesi olmuştur. Avrupa Birliği'ne katılımın ardından, yeniden oluşturulmuş köylü ölçeğindeki bu yapılar, Birliğin tarım politikası için büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Komünist sistemin belirli mirasları, toprak mülkiyetine belirli değerler, meşruiyet ve kişisel kimlik ve duygusal bağlar vermiştir. Batı'da daha önce uygulanan basit teknokratik çözümler bu nedenle merkez Avrupa da mümkün değildir. Sonuç olarak, dezavantajlı tarımsal yapılarla mücadele için yeni biçimler ve araçlar bulunması gerektiği ortaya konmuştur.

Çek Cumhuriyeti'nde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada arazi toplulaştırma projelerinin arazi mülkiyetinin 40 yıl boyunca baskı altına alınmasının neden olduğu zararları ve yanlışları gidermek için kullanıldığı belirtilmiştir. Toplulaştırma öncesi ve sonrası arazi mülkiyeti ve arsa düzenlemesi değerlendirme kriterlerine odaklanılarak, toplulaştırmanın özel koşulları ve çeşitli sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları, başlangıç koşullarının arazi toplulaştırma programlarının sonuçları üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu göstermiştir (Sklenicka, 2006). Hung (2017), yaptığı çalışmada arazi toplulaştırmayla işletmelerin makine kullanma oranının %75.8'den %89.8'e yükseldiğini ve ortalama maliyetin %10 düştüğünü bildirmiştir. Harasimowicz ve ark. (2017) ise gerçekleştirdikleri bir diğer çalışma sonucunda parsel sayısının %39.14, parsellere olan uzaklığın %32.76, parsellere ulaşım ve üretim maliyetlerinin %38.62 oranında düştüğünü bildirmiştir.

Asya'da artan işçilik giderleri ve hükümet politikası gereği az kaynakla büyük parsel boyutlarına ulaşım mekanizasyon kolaylığı sağlamak için çalışılmalar yürütülmektedir (Otsuka ve ark., 2013; Yamauchi, 2014). Bu bağlamda işletmelerin parçalanması önlenerek toplulaştırma çalışmasıyla mekanizasyon kolaylığı artışı sağlanmaktadır. Birçok Batı Avrupa ülkesi de arazi toplulaştırması konusunda uzun bir geleneğe sahiptir. Danimarka'da arazi toplulaştırma programının kökleri iki yüz yıldan daha eskiye dayanmaktadır (Hartvigsen, 2005). Arazi toplulaştırması, kırsal kalkınmayı sağlamak ve arazi kullanım etkinliğini artırmak için standart bir araçtır. Ayrıca kırsal alanlarda erozyon kontrolü için çok kullanışlı bir araçtır (Mihara, 1996).

Yukarıda özetlenen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, arazi parçalanmasının yol açtığı sorunların giderilmesi amacıyla birçok ülkede arazi toplulaştırma projeleri yürütülmektedir. Bu projelerin ülkelere göre farklı sonuçlar doğurup doğurmadığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Janus ve Ertunç, (2021) Polonya ve Türkiye'de gerçekleştirilen arazi toplulaştırma çalışmalarını incelemiştir. Çalışmada yasal ve sosyokültürel koşullar bağlamında arazi toplulaştırma projesinin etkinliğinde tespit edilen farklılıkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda arazi parçalanması, yol ağı uzama endeksi ve parsel şekli gibi değişkenler incelenmiştir. Araştırma sonuçları, sürecin tarımın gelişimini etkileyen yerel koşullardaki farklılıkları ve mevzuatı dikkate alması koşuluyla, farklı ülkelerden gelen projelerin etkinliğini karşılaştırmanın mümkün olduğunu göstermiştir.

Arazi toplulaştırmanın amaçları ve içeriği farklı ülkelerde farklı olsa da toplulaştırmanın uygulama, üretim ve geliri artırabileceği, çevreyi koruyup iyileştirebileceği ve çiftçilere iyi yaşam koşulları sağlayabileceği görülmektedir. Dolayısıyla arazi toplulaştırmasının kapsamlı faydaları, ekonomik, çevresel, sosyal ve peyzaj faydalarının toplamıdır. Arazi toplulaştırmasının ekonomik faydaları, uygulamanın ülke ekonomisine ve arazi toplulaştırma alanlarındaki çiftçilere olan etkileridir. Arazi toplulaştırmasının çevresel faydaları, uygulamanın doğal ekosistem ve çevrenin yapısı ve işlevi üzerindeki etkisidir. Arazi toplulaştırmasının sosyal faydaları, uygulamanın kırsal çevre ve sosyal ekonomi üzerindeki etkisi ve doğal kaynakların makul kullanımınıdır. Arazi toplulaştırmasının peyzaj faydaları, uygulamanın kırsal peyzaj üzerindeki etkileridir denebilir (Zhengfeng ve Baiming, 2003).



Bu çalışmanın amacı genel anlamda arazi toplulaştırmanın tarıma ve tarımsal mekanizasyona katkısını değerlendirmek ve arazi toplulaştırma çalışmalarının tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine olan etkisini; alan, zaman ve yakıt kaybı yönünden araştırarak işletmecilik açısından toplulaştırma öncesi ve sonrası durumu ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Çanakkale Biga-Dereköy arazi toplulaştırma projesinden elde edilen veriler materyal olarak alınmıştır (Şekil 1). Çanakkale ili 25°40'-27°30' doğu boylamları ve 39°27'-40°45' kuzey enlemleri arasında olup, 9933 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. İlin kapsadığı alanın %53'ü ormanlık alan özelliğindedir. Kalan diğer alanlar, çayır mera ve tarıma elverişli alanları oluşturmaktadır. Biga İlçesi Çanakkale İli'nin en büyük ilçesidir. İlçenin en önemli geçim kaynağı tarım-hayvancılık ve sanayidir. İlçenin verimli topraklarında mısır, buğday, pirinç, günebakan, baklagiller ve her türlü sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır. Dereköy mahallesi Çanakkale İl merkezine 90 km, Biga ilçesine 15 km uzaklıktadır. Proje alanında Marmara iklimi hakimdir. Çalışmada kullanılan veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Arazi Topluştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilmiştir. Dereköy arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasına ait parselasyon haritası Şekil 1'de verilmiştir.

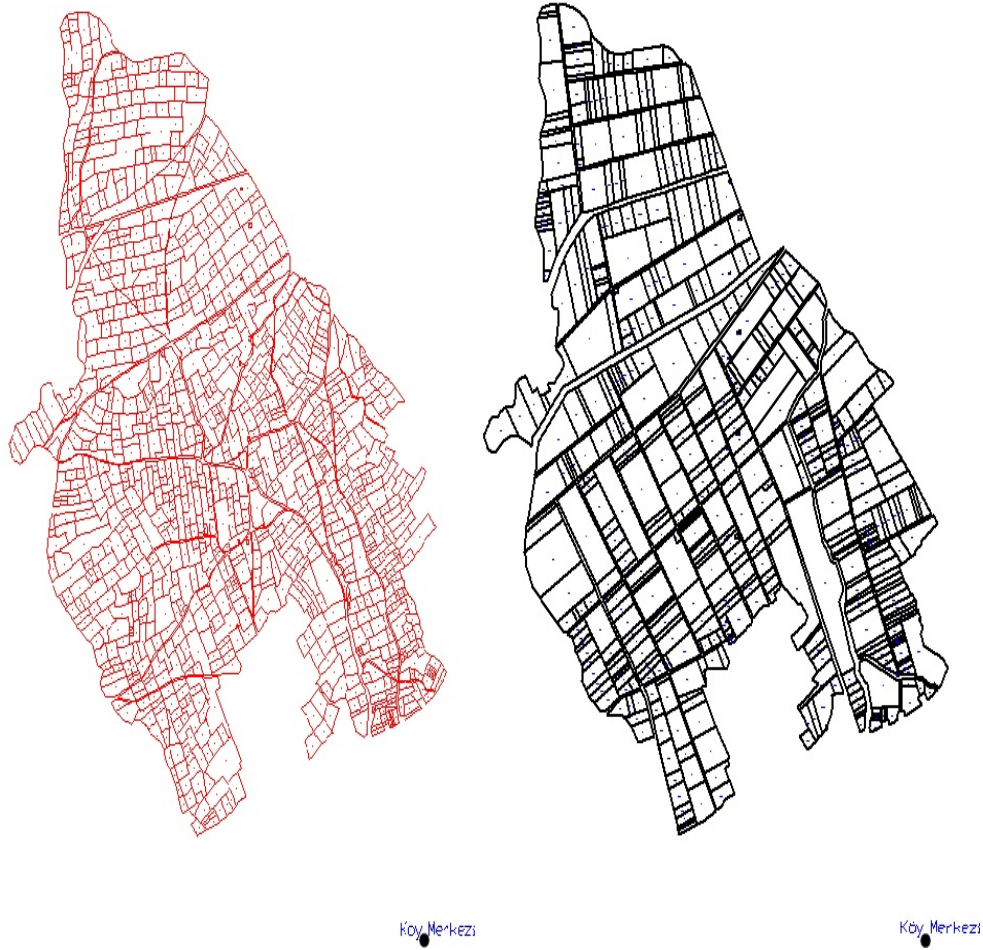


Figure 1. Research area subdivision maps  
Şekil 1. Araştırma alanı parselasyon haritaları

### 2.2. Metot

Çalışmada arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasına ait veriler incelemeye alınmış olup, toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel sayıları ve şekilleri NetCAD ve LiTOP programlarındaki grafiksel veriler sayısallaştırılarak analiz edilmiştir.

### 2.2.1. Örneklem seçimi

İşletme sayısının fazla olması nedeniyle çalışılacak olan işletmeler basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre %10 hata ve %95 güven aralığında Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir (Newbold, 1995). 20 adet işletme seçilmiş ve seçilen örnek işletmelere ait alan verileri *Tablo 1*'de gösterilmiştir.

$$n = \frac{NP(1-p)}{(N-1)\sigma^2px+p(1-p)} \quad (\text{Eş.1})$$

n : Örnek işletme sayısı,

N : Popülasyondaki işletme sayısı,

$\sigma^2$  : Popülasyonu oluşturan işletmelerin varyansı,

p : Aranılan özelliğin rastlanma sıklığı (maksimum örnek için 0.5),

px: 1-p göstermektedir.

### 2.2.2. Yakıt tüketimi

Çalışma alanında en çok mısır üretimi yapıldığından, işletmenin bir üretim döneminde parsellerine ulaşımında tükettiği yakıt, mısır üretiminde yapılan faaliyetlere göre hesaplanmıştır. Toplam faaliyet sayısı gidiş-dönüş üzerinden hesaplanmıştır. İşletmelerin km başına ortalama 0.407 litre yakıt harcadığı kabul edilmiştir (Polat ve Manavbaşı, 2012). Çalışmada Mart 2022 yılı yakıt tüketimi mazot verileri incelenmiş, Çanakkale İli Biga İlçesi için 23.06 TL/lt olarak alınmıştır. Yakıt tüketimi hesaplanırken ortalama yakıt tüketiminden yola çıkılmıştır. Motorun cinsine, arazi koşullarına, yolların durumuna göre ortalama yakıt tüketimi değişiklik göstermektedir (Anonim, 2018). İşletmelerin parsellerine ulaşımında geçirdikleri zaman hesaplanırken gidiş dönüşte ortalama hızlarının 15 km h<sup>-1</sup> olduğu kabul edilmiştir (Boztoprak ve ark., 2015). Bu değer çalışma alanlarında yaygın olarak kullanılan traktöre göre üretimdeki katalog bilgilerine göre ve uygulama alanlarındaki çiftçilerin görüşleri esas alınarak ortalama değer olarak alınmıştır. Tarlalarda ise üretici görüşleri dikkate alınarak yakıt kullanım değerleri dekar başına saatlik yakıt tüketim üzerinden hesaplanmıştır. Tarla içinde kullanılan ekipmanların çeşidi, topografya, toprak yapısı, traktörü kullanan kişinin vites, hız, manevra yapma gibi alışkanlıkları, tarla dışı yollarda trafik ve yol durumu, bitkisel üretimin çeşidi ve üretimde izlenen yöntem gibi birçok etken traktörlerin yakıt tüketimine etki etmektedir.

### 2.2.3. Alan-yol uzunluğu uygunluğu (AYU)

Platonova ve ark., (2011)'e göre bu gösterge değerinin bire yaklaşması işletme açısından daha kullanışlı bir yol olduğunu ifade etmektedir. İlgili gösterge formülü Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$AYU = YU / 0.043\sqrt{PA} \quad (\text{Eş.2})$$

AYU: Alan-yol uzunluğu uygunluğu

PA: Parsel alanı (ha)

YU: İşletme merkezi ile parsel arası yol uzunluğu (km)

### 2.2.4. Alan-kuş uçuşu yol uzunluğu uygunluğu (KUYUU)

AYU gösterge değerinde olduğu gibi bu gösterge değerinin de bire yaklaşması yol kullanım uygunluğunun yükseldiğini göstermektedir (Platonova ve ark., 2011). İlgili formül Eşitlik 3'te verilmiştir.

$$KUYUU = KUYU / 0.038\sqrt{PA} \quad (\text{Eş.3})$$

KUYUU: Alan-kuş uçuşu yol uzunluğu uygunluğu

PA : Parsel alanı (ha)

KUYU : İşletme merkezi ile parsel arası kuş uçuşu yol uzunluğu (km)

### 2.2.5. Parsel işleme süresi

Parsel işleme süresi; parsel büyüklüğüne, makine iş genişliğine ve makine ortalama hızına göre değişmektedir (Dinçer, 1971). Formül Eşitlik 4'te verilmiştir.

$$Te = BL / 10bV \quad (\text{Eş.4})$$

Te: Parsel işleme süresi (h)

B : Parsel genişliği (m)

L : Parsel uzunluğu (m)

b : Kullanılan aracın efektif iş genişliği (cm)

V : Kullanılan aracın ortalama çalışma hızı (km h-1)

Parsel başı dönüşlerinde harcanan zaman, parsel enine ve kullanılan tarım alet ekipmanlarına bağlı olup, parsel genişliği arttıkça kayıp artmaktadır (Ayrancı, 2004). Formül Eşitlik 5'te verilmiştir.

$$YD = 100aB / 60b \quad (\text{Eş.5})$$

YD: Parsel başı dönüşlerinde zaman kaybı (h)

a : Parsel başlarında bir dönüş için geçen ortalama zaman (dak)

B : Parsel genişliği (m)

b : Kullanılan aracın efektif iş genişliği (cm)

### 2.2.6. Yol zaman kaybı

Topluşturma öncesi ve sonrası yol uzunlukları ve traktörün hızına bağlı kalarak geçen süre eşitlik 6 ile hesaplanmıştır (Dinçer, 1968).

$$X=V.t \text{ (1.1.)} \quad (\text{Eş.6})$$

Toplam geçen süre hesaplanırken etki eden tüm etmenler aşağıda açıklanmıştır.

X= işletme merkezi- parsel arası mesafe (km)

V= traktörün hızı (m/s)

t = geçen süre (dk)

Proje alanında en çok mısır üretimi yapıldığından, mısır bitkisinin toprak işlemeden hasata kadar olan tarımsal faaliyetlerinde çiftçilerin parsellerinden köy merkezine olan evlerine iki sürüm, bir ekim, bir gübreleme, bir ilaçlama, bir hasat ve bir balyalama için olmak üzere toplam yedi gidiş ve dönüş yapmış oldukları varsayılmıştır. Gidiş geliş esnasında yolun kısalmasına bağlı olarak en önemli gider olan mazot tüketimindeki azalma oranı ve bunun parasal maliyeti hesaplanmıştır.

### 2.2.7. Karbondioksit salınım değeri

Traktörlerden meydana gelen sera gazı salınım miktarlarının ölçülmesinde genellikle bitkisel üretimin çeşidine bağlı olarak, bir üretim dönemi boyunca harcanan tarla içi ve tarla dışı olmak üzere toplam yakıt miktarı göz önüne alınmaktadır. Karbondioksit salınım değerlerinin hesaplanmasında, CARB (2008), Koga et al (2003), EPA (2004)'de belirtilen eşitlik ve değerler göz önüne alınmıştır. Buna göre 1 L dizel yakıt için 2.664 g karbondioksit salınımı ve 0.7265 g (2.664×0.2727) karbon eşdeğeri olduğu kabul edilmiştir (EPA 2004, CARB 2008).

### 2.2.8. İstatistiksel değerlendirme

Seçilen işletmeler için ATÖ ve ATS incelenen değerler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için t testi (paired-sample t-test) yapılmıştır.

## 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

İşletmelerin parsel sayıları, parsel büyüklükleri ve köy merkezine olan uzaklıkları da *Tablo 1* de verilmiştir.

*Tablo 1*'de görüleceği üzere parsel sayıları değerlendirildiğinde, ATÖ 145 olan parsel sayısı %73.10'luk bir azalma ile 39 parsel düşmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda bu yüksek orandaki azalmanın istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Bu azalmayla birlikte parcellerin köy merkezine olan toplam uzaklık değerleri ATÖ 375.868'den ATS 96.315 düşmüş olup %74.38'lik bir azalma sağlanmıştır. Köy merkezine olan toplam uzaklık bakımından ATÖ ve ATS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Ortalama parsel büyüklükleri bakımından yapılan değerlendirme sonucunda da ATS %414'lük bir parsel büyüklüğüne ulaşıldığı tespit edilmiştir.

**Tablo 1. İşletmelerin parsel sayısı, parsel büyüklüğü ve köy merkezine uzaklıkları**  
**Table 1. Number of parcels, parcel size and distance from the village center of the enterprises**

Sayı	İşletmeler	Parsel Sayısı (Adet)		Ortalama Parsel Büyüklüğü (da)		Köy Merkezine Toplam Uzaklık (km)	
		ATÖ	ATS	ATÖ	ATS	ATÖ	ATS
1	A	13	4	2883	7852	35.7	8.3
2	B	3	1	4467	15441	12.4	3.5
3	C	8	1	2825	18851	25.6	3.8
4	D	5	1	3343	17042	10.4	2.1
5	E	3	1	3533	10776	5.6	1.5
6	F	18	7	2267	6840	30.4	12.7
7	G	10	3	2371	8078	16.7	8.1
8	H	4	1	3175	11813	13.6	3.4
9	I	8	2	4303	16514	29.9	3.9
10	J	4	1	1713	10602	8.5	1.9
11	K	7	3	3061	5697	15.6	6.8
12	L	5	1	2041	9491	19.5	4.3
13	M	10	3	2974	9221	21.9	6.6
14	N	6	1	4222	23563	20.6	3.8
15	O	7	1	3165	20933	24.1	4.1
16	P	4	1	2506	10446	9.2	2.0
17	R	5	1	4220	19813	18.8	3.6
18	S	3	1	3900	10977	6.9	2.0
19	T	10	3	2645	8003	24.7	9.3
20	U	12	2	2391	14455	25.4	3.8
Toplam		145	39	62005	256408	375.868	96.315
Azalma Oranı		%73.10		%414		%74.38	

ATÖ: Arazi Topplulaştırma Öncesi, ATS: Arazi Topplulaştırma Sonrası



**Figure 2. View of old and new parcels of enterprise C**  
**Şekil 2. C işletmesinin eski parsellerinin ve yeni parselinin görünümü**

Şekil 2’de görülen C işletmesinin toplulaştırma öncesinde küçük, şekilsiz ve yola cepheli olmayan toplam 8 parselinin, toplulaştırma projesiyle 1 parsel düşüğü ve dikdörtgen şekilde yola cepheli olduğu görülmektedir. Arazi toplulaştırma öncesinde incelenen 20 işletmeye ait olan 145 parselin 94 adedi yola cepheli ise cepheli iken, toplulaştırma sonrası parsel sayısı 145’ten 39’a düşmüş ve tüm parseller yola cepheli hale getirilmiştir. (Şekil 3) (Tablo 2).



Figure 3. A section from the project area; ATÖ and ATS road front situations  
Şekil 3. Proje alanından bir kesit; ATÖ ve ATS yola cephe durumları

Tablo 2. Proje Öncesi ve Sonrasında Yola Cephe Durumu  
Table 2. Road Front Situation Before and After the Project

Durumu	Proje Öncesi		Proje Sonrası	
	Parsel adedi	Kapladığı Alan (da)	Parsel adedi	Kapladığı Alan (da)
Yola Cepheli Parsel	51	166989	39	413974
Yola Cephesiz Parsel	94	259106	0	
Toplam	145	426095	39	413974

Tablo 3. Eski ve Yeni durumda parsel şekilleri  
Table 3. Parcel shapes in old and new condition

Parsel Şekli	Toplulaştırma Öncesi (Adet)	Toplulaştırma Sonrası (Adet)
Dikdörtgen	82	9
Yamuk	38	23
Kare	21	7
Üçgen	4	
Toplam	145	39

Parsel şeklinin kare, dikdörtgen gibi düzgün şekilli veya şekilsiz olması faaliyet süresini etkilemektedir. Proje alanında belirlenen 20 işletmeye ait 145 parsel, toplulaştırma projesinin tamamlanmasıyla 39'a düşmüş olup %73.10 oranında bir azalma başarısı elde edilmiştir. Yine proje öncesinde belirlenen 20 işletmeye ait olan şekilsiz, yamuk ve işleme zor olan parsellerin oranı %71 iken, tamamlanan proje ile bu oran %41'e düşmüştür (Tablo 3). Tablo 3'te gösterilen parsel şekillerine ait değerlerdeki yüksek değişimlerin istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunduğu tespit edilmiştir (P<0.05).

### 3.1. Toplulaştırma Sonrası Yol, Zaman ve Yakıt Tüketiminin Değerlendirilmesi

Tarım alanlarımızdan yüksek verim almak için üretilen çözümlerden biri tarımsal mekanizasyon kullanımını arttırmak ve önemli bir gider olan yakıt tasarrufunu sağlamak ana amaçtır. Çalışma alanından seçilen 20 işletmeden

köy merkezine 1 sefer gidiş dönüş mesafesi toplam 559.1 km azalmıştır. Azalan yolla birlikte 69.9 saatte zamandan tasarruf sağlanmıştır. 1 sefer gidiş dönüşte tasarruf edilen yol ve zamanla azalmayla birlikte yakıttan da 227.6 lt azalma olmuştur (Tablo 4). Ayten ve Çay (2017), örnek bir işletmenin benzer şekilde parsellerine gidiş dönüşte yıllık yaklaşık 35 saat harcarken AT ile artık 6 saat harcadığını bildirmiştir.

**Tablo 4. Tasarruf Edilen Yol, Zaman ve Yakıt Tüketimi**  
Table 4. Saved Path, Time and Fuel Consumption

Sayı	İşletmeler	Tasarruf Edilen Mesafe Gidiş-Geliş (km)	Tasarruf Edilen Zaman (z)	Tasarruf Edilen Yakıt Tüketimi (L,km-1)	Ekimden Hasada Kadar Tasarruf Edilen Toplam Yakıt Tüketimi (L,Km-1)
1	A	54.8	6.9	22.3	156.1
2	B	17.8	2.2	7.2	50.7
3	C	43.5	5.4	17.7	123.9
4	D	16.7	2.1	6.8	47.6
5	E	8.2	1.0	3.3	23.4
6	F	35.2	4.4	14.3	100.3
7	G	17.3	2.2	7.0	49.3
8	H	20.2	2.5	8.2	57.5
9	J	52.1	6.5	21.2	148.4
10	I	13.2	1.7	5.4	37.6
11	K	17.7	2.2	7.2	50.4
12	L	30.2	3.8	12.3	86.0
13	M	30.5	3.8	12.4	86.9
14	N	33.5	4.2	13.6	95.4
15	O	40.2	5.0	16.4	114.5
16	P	14.4	1.8	5.9	41.0
17	R	30.5	3.8	12.4	86.9
18	S	8.2	1.0	3.3	23.4
19	T	30.8	3.9	12.5	87.7
20	U	43.2	5.4	17.6	123.1
Toplam		559.1	69.9	227.6	1 592.9

Çalışma alanında en çok mısır üretimi yapıldığından, mısır ekiminden hasat zamanına kadar 7 sefer gidip gelindiği dikkate alındığında toplam 1592.9 litre mazottan fayda sağlanmıştır. 2022 yılında Çanakkale Biga'da 23.06 tl/litre fiyatı olan mazotla hesap yapıldığında sadece bir ürün ekiminden hasadına kadar olan süreçte 36.732 tl kar sağlanmıştır. Yörenin iklim ve toprak şartlarıyla dönemde iki hasatta yapılabilir. İki hasat aldığı öngörüldüğünde çiftçilerin karı ikiye katlanmıştır. Ayten ve Çay (2017), örnek bir işletmenin parsellerine gidiş gelişte harcadığı yıllık yakıtın AT sayesinde 151 litreden 30 litreye düştüğünü ifade etmiştir. Kuzu ve ark. (2018) toplulaştırma sayesinde yol uzunlukları düştüğü için ortalama yakıt tüketiminde yaklaşık %16 tasarruf edildiğini bildirmiştir.

Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasına ait hesaplanmış olan AYU ve KUYUU değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Platonova ve ark. (2011), AYU ve KUYUU değerlerinin 1 olmasının işletme yol uygunluğu bakımından en iyi değer olacağını belirtmişlerdir. Diğer bir ifade ile AYU ve KUYUU değerlerinin bire yakın olması ilgili işletmenin yol ağı değerlendirmesinde oldukça iyi bir konumda olduğunu göstermektedir. Alan Yol Uzunluğu Uygunluğu ve Kuş Uçuşu Yol Uzunluğu Uygunluğu değerlerinin birbirine yakın olması ise yol ağı değerlendirmesinde ilgili işletmenin yeterli bir konumda olduğunu göstermektedir.

Tablo 5 incelendiğinde toplulaştırma öncesi E işletmesinin 6.93 AYU değeri ile yol uygunluğu bakımından en iyi durumda olduğu, A işletmesinin ise 48.90 AYU değeri ile en kötü durumda olduğu görülmektedir. Arazi toplulaştırma öncesi AYU ve KUYUU değerlerinin birbirine en yakın olduğu işletme 0,01 fark değeri ile D işletmesi olarak belirlenmiştir. Toplulaştırma sonrası AYU ve KUYUU göstergeleri değerlendirildiğinde ise, yol uygunluğu bakımından en iyi işletme 1.06 AYU değeri ile yine E işletmesi olurken, en kötü durumda olan işletme değişmiş ve 11.29 AYU değeri ile F işletmesi olmuştur. Ayrıca toplulaştırma sonrası AYU ve KUYUU değerlerinin birbirine en yakın olduğu işletme 0.01 fark ile I işletmesi olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, AYU ve KUYUU göstergelerinin arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Arazi toplulaştırma sonrasında AYU ve KUYUU değerlerinin genel anlamda düşüş gösterdiği ve birbirine daha

yakın olduğu tespit edilmiştir. Literatürde, benzer sonuçlara sahip olan ve mevcut bulguları destekleyen birçok çalışma yer almaktadır (İlhan ve Erpul, 2015; Kuzu ve ark., 2018; Bayram ve Değirmenci, 2018). Örneğin, Değirmenci ve ark. (2017), benzer sonuçlar bulmuş ve AYU ile KUYUU göstergeleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Yine Kuzu ve Değirmenci (2020) tarafından gerçekleştirilen ve mevcut çalışma sonuçlarının desteklendiği bir diğer çalışmada arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine etkisi araştırılmış ve seçilen işletmelerde AT öncesine göre AYU ve KUYUU değerleri sırasıyla ortalama %43 ve %37 azaldığı bildirilmiştir. Yol uzunlukları kısaltıldığından yakıt tüketiminin ortalama %50, toplam üretim süresinin ise %36 azaldığını belirtmişlerdir.

Mevcut çalışma sonuçlarının desteklendiği bir diğer çalışma ise Polat ve Manavbaşı (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda arazi toplulaştırması yapılan alanlardan seçilen işletmelerde çiftçilerin günlük olarak işletme merkezi – tarla parseli arasındaki gidiş-dönüş yol uzunluklarında ortalama 26.68 km kısalma olduğu hesaplanmıştır. Yol uzunluklarındaki kısalmanın yakıt tüketimini ortalama 10.86 L düşürdüğü belirlenmiştir. AYU ve KUYUU göstergeleri genel olarak değerlendirildiğinde, arazi toplulaştırma ile işletmelerin daha iyi bir işletim uygunluğu kazandığı, mevcut yol ağı uygunluğunun arttırıldığı ifade edilebilir.

**Tablo 5. Arazi Toplaştırma Öncesi ve Arazi Toplaştırma Sonrası AYU ve KUYUU Değerleri**

*Table 5. AYU and KUYUU Values Before and After Land Consolidation*

Sayı	İşletmeler	AYUU		KUYUU	
		ATÖ	ATS	ATÖ	ATS
1	A	48.90	6.89	36.11	7.04
2	B	13.64	2.07	9.46	1.67
3	C	35.42	2.04	29.44	1.52
4	D	13.23	1.18	13.24	1.27
5	E	6.93	1.06	8.82	1.12
6	F	46.95	11.29	42.30	8.45
7	G	25.22	6.63	18.97	4.81
8	H	17.75	2.30	12.85	1.30
9	J	33.52	2.23	18.90	1.23
10	I	15.10	1.36	13.87	1.37
11	K	20.74	6.63	15.49	5.51
12	L	31.74	3.25	23.03	2.73
13	M	29.53	5.05	32.05	5.46
14	N	23.32	1.82	21.00	1.52
15	O	31.50	2.08	32.25	0.98
16	P	13.52	1.44	12.47	1.06
17	R	21.28	1.88	18.57	1.71
18	S	8.13	1.40	7.33	1.51
19	T	35.32	7.65	23.95	4.00
20	U	38.20	2.32	31.31	1.94

İşgücü ve zaman giderlerinin azaltılması için ve modern tarım faaliyetlerinin uygulayabilmek için tarımsal mekanizasyonundan üretim alanında kullanılması önemlidir. Tarımsal mekanizasyon üretimin devamlılığı ve ekonomikliğini sağlamsı açısından tamamlayıcı unsurdur. (Işık, 1988). Özellikle gelişmiş ülkelerde tarımsal mekanizasyon en önemli enerji girdisidir. Tarımsal işletmelerde traktör mekanizasyon için önemli bir araçtır. Birçok tarımsal işletmede toplam giderler içerisinde tarım makinalarına ait sabit gider yükü %30-40 dolayındadır (Sümer ve ark., 2008). Tarım alanlarımızda mekanizasyon verim artışına olumlu etkisiyle iş verimini arttırması. Ürün kayıplarını azaltması çiftçilerin sosyo ekonomik olarak gelişmesini sağlamasıyla modern tarımın için önemli bir unsurdur (Kasap ve ark., 1997).

İklim koşullarına bağımlılığı azaltmak ve birim alandan daha fazla verim alabilmek için tarımsal mekanizasyon önemli bir faktördür. Ülkeler için tarımsal mekanizasyon kullanımı ve sürekliliği sosyo ekonomik ve kalkınma göstergesi olarak kullanıldığı araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Özellikle hızla artan nüfusa karşılık

arttırılmayan tarım alanlarından daha yüksek verim alabilmek için ileri teknolojilerden faydalanmak tek seçenek olarak görülmektedir (Baran ve Akbayrak, 2013).

### 3.2. Toplulaştırma Sonrası Toprak İşleme Süresinin ve Sürüm Giderinin Değerlendirilmesi

Seçilen işletmelerin arazi toplulaştırma öncesi ve arazi toplulaştırma sonrasına ait toprak ileme süresi ve sürüm giderleri *Tablo 6*'da verilmiştir. Her bir işletmelerin arazi toplulaştırma öncesinde toplam toprak işleme için 10.84 saat zaman harcarken toplulaştırma sonrasında bu süre 6.09 saate düşmüştür ve %43.82 azalma olmuştur. İşletmelerin sürüm gideri de toplulaştırma öncesinde 2665.70 tl iken toplulaştırma sonrasında 680.46 tl azalmıştır ve %74.47 tasarruf sağlanmıştır. Sürüm giderleri sürekli artan mazot giderleri düşünüldüğünde her sene kar artarak devam etmektedir. Boyacıoğlu (1975) parsel alanları eşit olan parsellerde işleme süresinin parsel şekilsizleştikçe arttığını, en uygun parsel şeklinin ise dikdörtgen olduğunu belirtmiştir.

**Tablo 6. Toprak İşleme Süresi ve Sürüm Gideri**

*Table 6. Tillage Time and Plowing Expense*

Sayı	İşletmeler	Toprak İşleme Süresi ( z )		Sürüm Giderleri ( tl )	
		ATÖ	ATS	ATÖ	ATS
1	A	15.49	6.85	253.47	58.93
2	B	5.49	3.20	88.40	24.85
3	C	10.52	3.68	182.12	27.34
4	D	5.38	2.99	74.20	14.91
5	E	3.13	1.96	40.12	10.93
6	F	14.52	10.49	215.84	90.53
7	G	8.17	5.74	118.93	57.16
8	H	5.70	2.67	96.56	24.50
9	J	13.46	5.83	212.29	27.69
10	I	12.10	2.07	60.71	13.85
11	K	7.48	4.38	111.47	48.28
12	L	7.02	2.59	138.45	30.89
13	M	10.39	5.84	155.49	46.86
14	N	9.47	4.45	146.62	27.34
15	O	10.02	4.14	171.47	28.76
16	P	4.00	2.05	65.32	14.20
17	R	8.45	3.86	133.84	25.56
18	S	3.38	2.14	43.67	14.56
19	T	10.84	6.09	175.73	66.03
20	U	11.39	5.23	181.05	27.34
Toplam		176.40	86.26	2665.70	680.46

Gerçekleştirilmiş olan bu özgün araştırma çalışması ile benzer sonuçları ortaya koyan bir diğer çalışmada Vietnam'da pirinç üretimi yapılan alanlarda tamamlanan toplulaştırma çalışmasının hem üretimi artırdığı, artan üretimle mekanizasyona teşvikin arttığı, iş gücü ve emeğin azaldığı tespit edilmiş ve arazi toplulaştırma çalışmalarının yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Nguyen ve Warr, 2020).

Keikha ve Keikha (2012) tarafından gerçekleştirilen ve sonuçları itibariyle mevcut araştırma çalışması ile büyük benzerlikler içeren çalışmada, arazi toplulaştırmasının parça sayısının azalmasına, dönümün artmasına, arazi değerlerinin artmasına, su tüketiminin azalmasına, tarım makinelerinin kullanımının artmasına, tarım ürünleri ve nihayetinde çiftçilerin gelirlerinin artmasına önemli katkılar yaptığı belirlenmiştir. Dolayısıyla arazi toplulaştırması ile tarımsal mekanizasyon arasında doğrudan bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

### 4. Sonuç

Üretim alanlarımızı daha etkin kullanmak için toplulaştırma çalışmaları son yıllarda hız kazanarak devam etmektedir. Ülkemizde 8.42 ha alanda toplulaştırma çalışmaları yapılmakta olup bunun 5.12 milyon ha tamamlanmıştır 3.30 milyon ha alanda çalışmalar devam etmektedir (Anonim, 2022).

Toplulaştırma oranları yüksek olmasıyla mekanizasyon için daha uygun hale geldiğinden işlenmesi kolaylaşmıştır. Ayrıca parsel sınır uzunlukları şekilsiz parsellerde arttığı için şekilsiz parsellerin azalması ile sınır



alan kayıpları azalmıştır. Seçilen işletmelerde AT ile sınır alan kayıpları azalmıştır. Buna göre işletme parsellerinde kullanılabilir alan artacağından dolayı üretim miktarı ve işletme geliri de artmıştır.

Her parselin yola cephesinin olmasıyla işletmelerin parsellerine ulaşımı kolaylaşmış ve işletme giderlerinde önemli bir yer tutan yakıt tüketimi de düşmüştür. Yakıt tüketiminin düşmesi ile yakıt giderlerinin azalmasının yanında çevreye zararlı emisyonlar da azalmıştır.

İşletmeler için zaman çok önemli olduğundan yaşanacak zaman kayıpları işletmeler için önemli gelir kayıplarına yol açabilir. Seçilen işletmelerde toplulaştırma sayesinde bir üretim dönemi boyunca üretim için geçen toplam zaman azalmıştır. Ayrıca tüm parsellerin yola cepheli hale gelmesi ile sınır ihlallerinden kaynaklanan işletmeler arasındaki huzursuzluklar azalmıştır.

Hesaplanan göstergeler ışığında; zaman, yakıt tüketimi ve yol bakımından işletmelerin önemli kazanımlar elde ettiği çalışma sonucundaki bulgular ile desteklendiğinden arazi toplulaştırma projelerinin bu yönüyle ülkemiz için oldukça önemli olduğu ve bu projelerin artırılması gerektiği düşünülmekle birlikte daha kesin bir yargıya ulaşmak için ileriki çalışmalarda gübre, bakım ve ilaç gibi diğer girdilerinde dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### **Teşekkür**

Bu araştırmada kullanılan veriler, Pınar GÜRGENÇ IRMAKLI tarafından Arda AYDIN danışmanlığında gerçekleştirilen yüksek lisans çalışmasının bir bölümünü oluşturmaktadır.

## Kaynakça

- Akçay. Y., Angin. N. (1989). Arazi Toplulaştırması ve Türkiye'de Bu Konudaki Uygulamaların Değerlendirilmesi. TZOB. Çiftçi ve Köy Dünyası Dergisi. 5. Sayı:51. Ankara
- Anonim 2018.T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Daire Başkanlığı. Ankara Kayıtları
- Anonim 2022.T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Daire Başkanlığı. Ankara Kayıtları
- Arıcı. İ. (1994). Arazi Toplulaştırılması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:60. Bursa. 121s.
- Arıcı İ. Akkaya Aslan ŞT (2010). Arazi Toplulaştırması Planlama ve Projelmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 105. 205
- Arıcı. I. Akkaya Aslan. S.T. (2014). Arazi Toplulaştırması Planlama ve Projelmesi. Dora Publications. ISBN: 978-605-4798-49-0 237 S.
- Arslan F ve Değirmenci H (2016). Çiftçilerin Arazi Toplulaştırma Projesine Bakışı: Kahramanmaraş Türkoğlu İlçesi ve Köyleri. Journal of Agricultural Faculty. 30(2). 23-34.
- Arslan. F., Değirmenci. H., Akkaya Arslan. Ş., Jürgenson. E. (2021). A New Approach to Measure Parcel Shapes for Land Consolidation. Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 24 (5): 1059-1067
- Ayrancı Y 2004. Bir Parselde Optimum Boy/En Oranın Belirlenmesinde Bir Yaklaşım. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 18(33), 1-7.
- Ayten T, Çay T 2017. Effects of the Purpose Expropriation of Land Consolidation to Landholding. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 121, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 11(1), 79- 82.
- Baran. M., ve Akbayrak.B.(2013). Tarım Makineleri Hibe Programının Kırklareli İlinin Mekanizasyon Gelişimine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10 (2):53-57.
- Bayram. R., Değirmenci. H. 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Analizi: Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe Örneği. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.369729>
- Boyacıoğlu R 1975. Arazi Toplulaştırılması Yapılan Erzincan Güllüce Köyündeki Tarımsal İşletmelerin Ekonomik Analizi. Topraksu Teknik Dergisi. Sayı:57. Ankara. 131s
- Boztoprak T. (2010). Arazi Toplulaştırma Çalışmasının Kültürteknik Özelliklerinin Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Açısından İrdelenmesi: Kayseri Örneği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Boztoprak T. Demir. O. Çoruhlu. YE. Nişancı. R (2015). Arazi Toplulaştırmasının Tarımsal İşletmelere Etkilerinin Araştırılması. Selçuk University Journal of Engineering, Science And Technology. 3(3). 1-11.
- CARB (2008). Instructional guidance for mandatory GHG emissions reporting - common calculation methods. California Air Resources Board 13: 1-5 Available: [www.arb.ca.gov/cc/reporting/ghg-rep/ghg-repguid/13\\_CommonMeths.pdf](http://www.arb.ca.gov/cc/reporting/ghg-rep/ghg-repguid/13_CommonMeths.pdf)
- Crecente. R., Alvarez. C., Fra. U. (2002). Economic, Social and Environmental Impact of Land Consolidation in Galicia. Land Use Policy. 19(2). 135–147.
- Çelebi. M (2010). Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 3 (2): 1-6.
- Değirmenci. H., Arslan. F., Tonçer. R., Yoğun. E. (2017). Evaluation of Land Fragmentation Parcel Shapes before Land Consolidation Project: A Case Study of Tırhan Village in Niğde Misli Plain. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. 34 (3). 182-189.
- Derlich. F. (2002). Land Consolidation: A Key for Sustainable Development French Experience. In: Proceedings of the XXII International FIG Congress. 19–26 April. 2002. Washington. D.C., USA. Available from URL: [http://www.fig.net/pub/fig\\_2002/Ts7-4/TS7\\_4\\_derlich.pdf](http://www.fig.net/pub/fig_2002/Ts7-4/TS7_4_derlich.pdf).
- Dinçer. H., (1968). Erzurum ve Hava- İsinde Kullanılan Çeki Hayvanlarının Ziraatta İş Yapabilme Kabiliyetleri Üzerinde Bir Araştırma. Doçendik tezi (Yayınlanmamış). Erzurum. 179. s.
- Dinçer. H. (1971). Ziraat Alet ve Makinalarında İş Başarılarına Tarlaların Uzaklık ve Büyüklüklerinin Etki Dereceleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı. Ankara.
- EPA (2004). Unit conversations. emission factors and other reference data. Available: [www.epa.gov/appdstar/pdf/brochure.pdf](http://www.epa.gov/appdstar/pdf/brochure.pdf).
- Janus. J., Ertunç. E. (2021). Differences In the Effectiveness of Land Consolidation Projects in Various Countries and Their Causes: Examples Of Poland And Turkey. Land Use Policy. 108.

- Harasimowicz S. Janus J. Baciór S. Gniadek J. (2017). Shape and Size of Parcels and Trans-Port Costs As A Mixed İnteger Programming Problem in Optimization of Land Consolidation. *Comput. Electron. Agric.* 140. 113–122.
- Hartvigsen M. (2005). Land Consolidation Pilot Projects in Europe. International Land Consolidation Conference. December 1-2. Budapest. Hungary.
- Hung. NV. (2017). Impacts of Land Consolidation Policy on Agricultural Production in Red River Delta. Vietnam. Park Chung Hee School of Policy and Saemaul of Yeungnam University. Master of Public Policy Thesis.
- İşık. A.. (1988). Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makine ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayın Kod No:108. Adana. 210 sayfa.
- İlhan, H., Erpul, G., 2015. Arazi toplulaştırma çalışmasında başarı analizi (fiziksel, sosyal ve ekonomik değerlendirmeler): Erzurum İli, Daphan Ovası Projesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, 25-28 Mart, Ankara.
- İşcan. F., Çiylez. A., Erkek. D., Çınar. S. (2020). Comparison of Interview and Block Priority Based Distribution Models in Land Consolidation Projects: Aydın Province Example. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering.* 20 (2020). 857-872.
- Kahramanoğlu. E., Dağdelen. N. (2018) Aydın Dalama Ovasında Arazi Topluştırma Çalışmalarının Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri ve Çiftçi Memnuniyeti Açısından İrdelenmesi. *ADÜ Ziraat Dergisi* 15 (2): 59-66.
- Kasap. A., Demir. A., Dilmaç. M., (1997). Tokat İlinde Tarımda Makineleşmenin Genel Yapısı ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi.* 35T44. Tokat
- Keikha. Z., Keikha A. (2012). Land Consolidation And Its Economic Effects On The City District Of Loutak\_Zabol. *International Journal of Economics and Research.* 3i5. 53-60
- Kirmikil. M., Ayduş D. (2018). Arazi Topluştırma Projelerinin Kırsal Alanlarda Yakıt Giderlerine ve Tarımsal Mekanizasyona Etkisi 1. *Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:*31-42. 2018.
- Koga N. Tsuruta H. Tsuji H & Nakano H (2003). Fuel consumption-derived CO2 emissions under conventional and reduced tillage cropping systems in northern Japan. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 99 (2): 213-219
- Kumbasaroğlu. H., Dağdemir. V. (2007). Erzurum Merkez İlçede Tarım Arazilerinde Parçalılık Durumuna Göre Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 38 (1): 49-58.
- Kuşlu Y. Ertem. E. (2019). Erzurum İli Beypınarı Mahallesi Arazi Topluştırma Projesinin Yol Ağı Yeterliliği Açısından Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 50 (3): 274-281.
- Kuzu. H., Arslan. F., Değirmenci. H. 2018. Arazi Topluştırma Projelerinde Yol Uzunluklarının Analizi: Şanlıurfa Türkeli Köyü Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:* 19-25.
- Kuzu H. Değirmenci H 2020. Arazi Topluştırma Projelerinin Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliğine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (3): 655-662. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.623467
- Küsek. G. (2014). Arazi Topluştırmasının Parsel Şekli ve Tarımsal Mekanizasyon Uygulamalarına Etkileri: Konya-Ereğli-Acıkkuyu ve Özgürler Köyleri Örnekleri
- Küsek. G., Türker M., Gülsever Şaban F.T.Z., Şahin G. (2015). Türkiye’de Arazi Topluştırmasında Gelişmeler Ve Arazi Bankacılığının Uygulanma İmkânları. 1. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi. 9-11 Haziran 2015. Bursa
- Magel. H. (2003). Land Policy and Land Management in Germany. Public Lecture in Melbourne. 6 February. 2003. Available from URL: [http://www.fig.net/council/council\\_2003\\_2006/magelpapers/magel\\_melbourne\\_feb\\_2003.pdf](http://www.fig.net/council/council_2003_2006/magelpapers/magel_melbourne_feb_2003.pdf)
- Mihara M. (1996). “Effect of Land Consolidation on Erosion Processes in Semi-mountanious Paddy Fields of Japon.” *Journal of Agricultural Engineering Research.* 64(3):237-247.
- Newbold. P., 1995. *Statistics for Business and Economics.* Prentice-Hall International. New Jersey.
- Nguyen.H.Q., Warr.P.(2020). Land consolidation as tecnical change:Economic impacts in rural Vietnam.*World Deve lopment.*127.104750
- Özsan. S., Uğuz. H., Haklı. H. (2021). Implementation of Meta-Heuristic Optimization Algorithms for Interview Problem in Land Consolidation: A Case Study in Konya/Turkey. *Land Use Policy.* 108.
- Özkan. E. (1999). Arazi Topluştırması Uygulamalarında Sosyo-Ekonomik Yapı Özellikleri Ve Benimsemeyi Etkileyen Faktörlerin Etkinliği (Edirne-Uzunköprü Örneği). *Trakya Univ.. Fen Bilimleri Inst. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Tekirdağ.
- Pasakamis G. Mailiene V. (2010). “Towards Sustainable Rural Development in Central and Eastern Europe: Applying Land Consolidation.” *Land Use Policy.* 27(2):545-549.
- Polat. H.E. ve Manavbaşı. İ.D., (2012). Arazi Topluştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 18. 157-165.
- Platonova, D., Setkovska, L., Jankava, A., 2011. Assessment principles of land fragmentation: Baltic surveying. “11 Proceedings International Scientific Conference of Agriculture Universities of Baltic States 11th - 13th of May, Jelgava, Letonya.

- Sklenicka. P. (2006). Applying Evaluation Criteria for the Land Consolidation Effect to Three Contrasting Study Areas in the Czech Republic. *Land Use Policy*. 23(4). 502–510.
- Sümer. S., Say. S., Özpınar S.. (2008). Çanakkale İlinde Kullanılmış Traktör Fiyatlarının Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (3):253-266.
- Şişman. C., Bilgin. C.. (2016). Trakya Bölgesinde Arazi Toplulaştırma Uygulamalarının Üretici Boyutundaki Başarısı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13 (04):52-60.
- Taşdemir. N. (2001). Konya- İçeri Çumra'da Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri ile Birlikte Uygulanan Arazi Toplulaştırmasının Ekonomik Analizi. Köy Hizmetleri Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. *Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu*. 24-27 Mayıs. Isbn: 975-19-2654-8. Konya.
- Thomas. J. (2004). Modern Land Consolidation – Recent Trends on Land Consolidation in Germany. Paper from FIG Symposium on Modern Land Consolidation. Volvic. France p. 5.
- Oğuz C. Bayramoğlu. Z. (2004). Konya İli Çumra İlçesinde Arazi Toplulaştırması Sonrası Farklı Parsel Genişliklerinin Birim Maliyetler Üzerine Etkisi; Küçükköy Örneği. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18(34): 70-75.
- Otsuka. K., Liu. Y., & Yamauchi. F. (2013). Factor endowments, wage growth, and changing food self-sufficiency: Evidence from country-level panel data. *American Journal of Agricultural Economics*. 95(5). 1252–1258.
- Van Dijk. T. (2003). Scenarios of Central European land fragmentation. *Land Use Policy*. 20(2). 149–158.
- Van Dijk. T. (2007). Complications for Traditional Land Consolidation in Central Europe.
- Yamauchi. F. (2014). Wage growth, landholding, and mechanization in agriculture. 6789. Policy Research Working Paper 6789. The World Bank.
- Yaslioglu. E., Arici. I., Kusu. H., Gundogdu. K.S., Akkaya Aslan. S.T. and Kirmikil. M. (2008). Adoption Factors of Irrigation Systems Whose Projects are Synchronized With Land Consolidation. *Kuwait Journal Sci. Eng.* 35(2A). 1-10.
- Wang. J., Luo M., Ding R., Wilkes A., Wang S. and Xiao W. (2017). Study on GHG Emission Effects of Ecological Engineering Measures in Land Consolidation Project: A Chinese Case. *zfv Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und*.
- Zhengfeng. Z., Baiming. C. (2003). Primary Analysis On Land Consolidation Benefits. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 19(2): 210-213

## The Prediction of Brody, Logistik and Von Bertalanffy Models By Using The Bayesian Approach for Modeling The Growth Curves in Holstein Calves

Siyah Alaca Irkı Buzağlarda Büyüme Eğrisinin Modellenmesinde Kullanılan Brody, Logistik ve Von Bertalanffy Modellerinin Bayesci Yaklaşım ile Tahmini


Özge KOZAKLI<sup>\*1</sup>, Mubeen UI HASAN<sup>2</sup>, Ayhan CEYHAN<sup>3</sup>


### Abstract

In cattle breeding, growth curves are used for determining the most appropriate slaughter age, obtaining information about the general health status of animals, estimating the age of sexual maturity and the age of use in breeding, and selection studies. The aim of this study is to estimate the growth curves of Holstein calves using the Bayesian Approach of Brody, Logistik, and Von Bertalanffy models. The live weight data was collected from 34 Holstein calves raised at the cattle research farm of Niğde Ömer Halisdemir University, Ayhan Şahenk Agricultural Research and Application Center in 2019. Furthermore, for estimating the frequency modeling of the Holstein breed the predicted parameter values and standard deviation of parameters were used as the prior information. The Bayesian approach was used for making the statistical analysis. Monte Carlo Method Markov Chains (MCMC) algorithms were used to estimate the posterior distributions and it was 900,000 in total while excluding the 8000 burn-up periods. Random distribution graphs and autocorrelation graphs were used to control the iterations for the detection of posterior distributions. In this study, no problems arising from iteration were found. Moreover, the distribution information of the Brody, Logistic, and Von Bertalanffy model was calculated for the results. The Brody, Logistik and Von Bertalanffy model parameters distributions results can be used for modeling studies of the Holstein cattle breed. In addition, the compatibility of Brody, Logistik and Von Bertalanffy models was investigated by using data set, mean information of the posterior distributions estimated at the end of the study. The information for Brody, Logistik, and Von Bertalanffy model parameters was calculated, and the results of the posterior distributions showed the Deviation Information Criteria (DIC) values. For the comparison between the three models DIC values were calculated as 55.19, 33.17 and 38.02, respectively, and it was decided that the most compatible model was the Bayesian Logistics Model. The Bayesian Logistic Model, which is decided to be the most compatible, is a study-specific result.

**Keywords:** Bayesian approach, Calve, Cattle, Growth curves, Live weight, Non-linear model

<sup>1</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: <sup>1</sup>Özge KOZAKLI, Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Animal Production and Technologies, Niğde, Turkey. E-mail: [ozgekozakli94@hotmail.com](mailto:ozgekozakli94@hotmail.com)  OrcID: 0000-0003-4201-1157.

<sup>2</sup>Mubeen UI HASAN, Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Animal Production and Technologies, 12345, Niğde, Turkey. E-mail: [mrmubeen.hassan@gmail.com](mailto:mrmubeen.hassan@gmail.com)  OrcID: 0000-0001-7435-4619

<sup>3</sup>Ayhan CEYHAN, Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Animal Production and Technologies, Niğde, Turkey. E-mail: [aceyhan@nigde.edu.tr](mailto:aceyhan@nigde.edu.tr)  OrcID: 0000-0003-2862-7369.

**Atıf/Citation:** KOZAKLI, Ö., UI HASAN, M., CEYHAN, A. The Prediction of Brody, Logistik and Von Bertalanffy Models By Using The Bayesian Approach for Modeling The Growth Curves in Holstein Cattle. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 600-609.

\*Bu çalışma 3. Uluslararası ve 12. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi'nde özet olarak sunulmuştur

.©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Sığır yetiştiriciliğinde en uygun kesim yaşının belirlenmesi, hayvanların genel sağlık durumu hakkında bilgi edinilmesi, eşeyssel olgunluk yaşının belirlenmesi, damızlıkta kullanma yaşının belirlenmesi ve seleksiyon uygulamaları gibi konularda büyüme eğrileri kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Siyah Alaca ırkı buzağuların büyüme eğrilerinin modellenmesinde sıklıkla kullanılan Brody, Logistik ve Von Bertalanffy modellerinin Bayes Yaklaşımı ile tahmin edilmesidir. Çalışmada Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırma ve Uygulama Araştırma Merkezi Büyükbaş Hayvan Yetiştirme Birimi'nde 2019 yılında yetiştirilen 34 baş Siyah Alaca buzağılara ait canlı ağırlık verileri kullanılmıştır. Bayes Yaklaşımı ile yapılan tahminleme çalışmasında literatürde Siyah Alaca ırkı için yapılan Frekanslı yaklaşım modelleme çalışmalarında tahmin edilen parametre değerlerinden ve parametrelere ait standart sapmalardan önsel bilgi olarak yararlanılmıştır. Sonsal dağılımların tahmininde, Monte Carlo Yöntemi Markov Zincirleri (MCMZ) algoritmaları için zincir uzunluğu, 8000 yanma periyodu hariç, toplam 900 000 olarak belirlenmiştir. Sonsal dağılımların tespiti için gerçekleştirilen iterasyonların kontrolünde rassal dağılım grafikleri ve otokorelasyon grafikleri kullanılmıştır. Çalışmada iterasyondan kaynaklı herhangi bir probleme rastlanmamıştır. Çalışma sonucunda Brody, Logistik ve Von Bertalanffy model parametrelerine ait dağılım bilgileri tahmin edilmiştir. Brody, Logistik ve Von Bertalanffy model parametrelerine ait bilgiler Siyah Alaca sığır ırkına ait yapılacak modelleme çalışmaları için kullanılabilir sonuçlardır. Ayrıca çalışma sonucunda tahmin edilen sonsal dağılımların ortalama bilgilerinin kullanılması ile elde edilen Brody, Logistik ve Von Bertalanffy modellerinin çalışmada kullanılan veri seti ile uyumları araştırılmıştır. Üç model arasındaki kıyaslama için Sapma Bilgi Kriteri (DIC) değerleri sırasıyla 55.19, 33.17 ve 38.02 olarak hesaplanırken uyumlu modelin Bayesci Logistik Modeli olduğuna karar verilmiştir. En uyumlu olduğuna karar verilen Bayesci Logistik Modeli çalışmaya özgü bir sonuçtur.

**Anahtar Kelimeler:** Bayesci yaklaşım, Buzağı, Büyüme eğrileri, Canlı ağırlık, Doğrusal olmayan model, Sığır

## 1. Introduction

Holstein cattle breed is the most farmed cattle breed around the globe. It is originated in Netherland and its name Friesian is given due to its origin in the Frisia region Netherland. The leading countries for Holstein breeding include the USA, Germany, Netherland, England, and Canada (Ozhan, 1991; Göven, 2019). Live weight change per unit time is considered the most important trait in cattle husbandry (Bayram and Akbulut, 2009). The increase in the live weight of the animal is called growth (Akbaş et al., 1999). Growth trait depends upon the genetic potential in the genome of the animal and its interaction with the environment in which it is raised (Akbaş, 1995; Göven, 2019).

The changes occurring in the animal growth during its lifespan are described using the mathematical growth curves (Kocabaş et al., 1997; Bayram and Akbulut, 2009). Models that explain the biological information through growth curves and their parameters are known as growth functions or growth models (Akbulut et al., 2004). The most preferred growth curve models for the Holstein cattle breed in the literature are Richards, Brody, Gompertz, Logistics, and Von Bertalanffy models, which were estimated by the frequency approach prediction methods (Wada et al., 1983; Nadarajah et al., 1984; Perotto et al., 1992; Koenen and Groen, 1996; Akbaş et al., 2001; Bayram et al. 2004; Bayram and Akbulut, 2009; Göven, 2019). The point value prediction is done using the model parameters from the available data sets through the frequency approach. In the study published in recent years, the growth curve models in Rabbits (Blasco et al., 2003), Hani Fish, (Alós et al., 2010); Japanese quail (Firat et al., 2016; Lázaro et al., 2017; Mohammadi et al., 2019) and sheep (Hojjati ve Hossein-Zadeh, 2018; Salles et al., 2020) are predicted by using Bayesian approach.

In the present study, the posterior distribution information of Brody, Logistik, and Bertalanffy model parameters with the Bayesian Approach was investigated by using the current live weight data and the predicted growth model data based on the literature. The aim of the study is to use priory information data obtained by Bayseian approach of parameter estimation to get more generalized results by going beyond the likelihood function knowledge.

## 2. Material and Method

The animal material in this study consists of 13 female and 21 male Holstein calves having different birth dates in the year 2019 in Ayhan Şahenk Agricultural Research and Application Research Center of Cattle Breeding Unit. Their body weight information was determined by taking measurements of animals every two weeks. The recorded age difference present due to different birth dates was eliminated by using the interpolation method (Akin, 1998), and the average live weight data of the first 16 weeks of 34 calve was used. Three nonlinear models were used for bodyweight modeling: Brody, Logistic, and Von Bertalanffy models. A growth model for a single experimental unit was assumed as:

$$y_j = f(t_j, \theta) + \varepsilon_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Eq.1})$$

Where  $y_j$  is the observed weight,  $f(t_j, \theta)$  is the model-specific function,  $\theta$  is the unknown parameter vector,  $n$  is the total number of observations, and  $\varepsilon_j$  is the random independent error term.  $f(t_j, \theta)$  are functions for growth models used in the study

$$\text{Brody} \quad f_1(t_j, \theta_1) = A(1 - B \exp(-Kt)) \quad (\text{Eq.2})$$

$$\text{Logistic} \quad f_2(t_j, \theta_2) = A/(1 + B \exp(-Kt)) \quad (\text{Eq.3})$$

$$\text{Von Bertalanffy} \quad f_3(t_j, \theta_3) = A(1 - B \exp(-Kt))^3 \quad (\text{Eq.4})$$

Where  $y$  represents body weight at age  $t$  (day),  $A$  represents asymptotic weight, which is interpreted as mature weight, and  $B$  indicates the proportion of the asymptotic mature weight to be gained after birth, established by the initial values of  $W$  (weight) and  $t$ .  $K$  is a function of the ratio of maximum growth rate to mature weight, normally

referred to as maturing rate. Large K values indicate early maturing animals and vice versa (Soysal et al., 2001; Aggrey, 2002; Kizilkaya et al., 2006; Yıldız et al., 2009).

Two basic functions are required for the Bayesian Approach, which is used for the estimation of model parameters (Eğrioğlu, 2002). The first is the likelihood function and the second is the prior distribution information.

$$\mathcal{L}(y|\theta_k, t, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}\sigma^n} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^n \{y_j - f_k(t_j, \theta_k)\}^2\right] \tag{Eq.5}$$

The likelihood function for growth models  $t = \{t_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ ,  $y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$  and  $k=1, 2$ .

While determining the prior distribution information of the parameters, the information on the parameters is presented in Table 1 for the Brody, Logistic and Von Bertalanffy models' estimation the Frequency Method in Holstein breed was used. The prior distribution information used is presented in Table 1.

**Table 1. Parameter information of some modeling studies on Holstein cattle and prior distribution information used in the current study**

References	Brody			Logistics			Von Bertalanffy		
	A	B	K	A	B	K	A	B	K
Wada et al. (1983)	456		0.09	432		0.22	450		0.10
Nadarajah et. al. (1984)	491	0.92	0.07						
Koenen and Groen (1996)							667	0.59	0.00
Perotto et al. (1992)				525.57	6.33	0.01			
Akbaş et al. (2001)	478		0.05	437	5.89	0.14	454	0.561	0.08
Bayram and Akbulut (2009)	508	0.94	0.04	452	5.58	0.12	471	0.55	0.08
Mean	483.25	0.92	0.06	461.64	5.93	0.09	510.50	0.56	0.05
Variance	360.690	0.00	0.00	1416.51	0.095	0.003	8226.250	0.000	0.001
Prior Distribution	*N(483; 361)	*N(0.93; 0.1)	*N(0.6; 0.1)	*N(462; 10000)	*N(6; 0.1)	*N(0.09; 0.1)	*N(510; 10000)	*N(0.6; 0.1)	*N(0.05; 0.1)

For the standard distributions of the models, the prior distribution is taken as gamma (0.01, scale=0.01). \*Normal Distribution (Mean;Variance)

The mean and variance information given in Table 1, was used as a priori distribution for Bayesian approach analysis. While the mean information is used directly, 10,000 for variance information over 1000 and 0.1 for values less than 0.01 are preferred.

After the mathematical multiplication of the probability functions obtained with the prior determining distributions, the MCMC procedure of the SAS 9.4 program was used to obtain the posterior distributions of the parameters separately (SAS Institute, 2005). The MCMC iteration length used in the prediction of posterior distributions was determined as 908000 and the warming period length as 8000.

The Deviation Information Criterion (DIC), which is frequently used to decide on the best fit model for the modeling studies based on the Bayesian method, will be used (Forni et al., 2009; Firat et al., 2016; Pooley and Marion, 2018).

$$DIC = 2\bar{D} - D(\bar{\theta}_k) \tag{Eq.6}$$



where,  $\bar{D} = -2 \int \log[p(y_t|\theta_k)p(\theta_k|y_t)] d\theta_k$ ,  $D(\hat{\theta}_k) = -2 \log[p(y_t|\hat{\theta}_k)]$ ,  $t = \{t_j = 1, 2, \dots, n\}$ ,  $y = \{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ ,  $k=1, 2$  and,  $y_t$  is the observed weight,  $\theta_k$  is the unknown parameter.

In model comparison, the smaller DIC model fits better to the data set (Spiegelhalter et al., 2002; Forni et al., 2009). In practical applications of DIC, Spiegelhalter et al. (2002) stated that just reporting the model with the lowest DIC could be misleading if the difference in DIC is small, for example less than 5, and the models make very different inferences. DIC gives a clear conclusion to support the null hypothesis or the alternative hypothesis similar to the Bayes factor, BIC, and AIC (Firat et al., 2016).

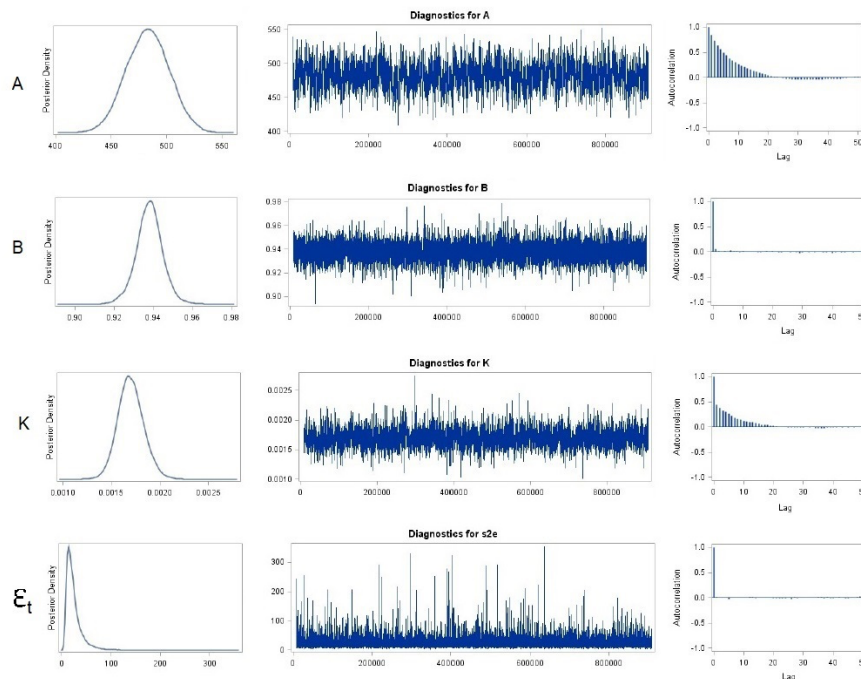
**3. Results and Discussion**

In this study, descriptive statistics of the live weight of 13 female and 21 male Holstein calves were given in Table 2. The posterior distributions of the Brody, Logistic, and Von Bertalanffy model parameters were estimated by the MCMC method using the average of body weights, and a priori distribution information is given in Table 2. The posterior distribution, MCMC iteration, and correlation graphs of the parameters are presented in Figure 1 for the Brody model, Figure 2 for the Logistic model, and Figure 3 for the Von Bertalanffy model.

**Table 2. Adjusted live weights of calves (n=34)**

Live Weight	Total		
	Mean	Std. Deviation	CV
LW1	37.00	4.570	12.40
LW14	42.60	4.150	9.70
LW 28	47.60	5.340	11.20
LW42	56.50	5.910	10.50
LW56	66.50	7.900	11.90
LW70	77.90	8.490	10.90
LW84	90.30	10.260	11.40
LW98	102.50	10.990	10.70
LW112	112.70	12.310	10.90

LW: Live wight, CV: coefficients of variation



**Figure 1. Posterior distribution, MCMC iteration, and autocorrelation plots of Brody model parameters**

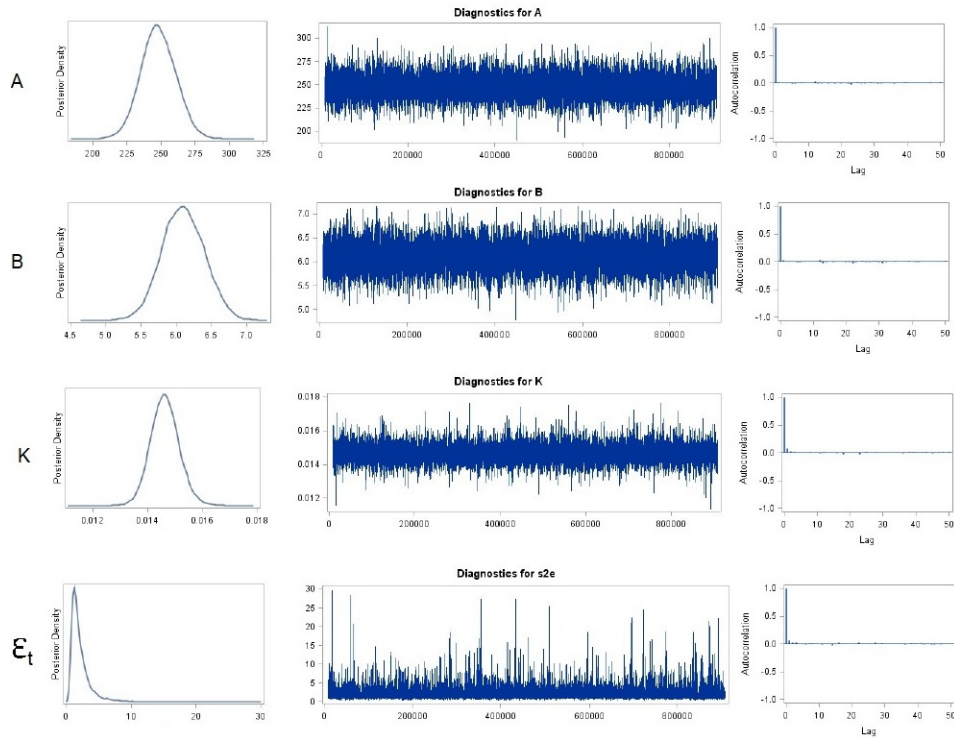


Figure 2. Posterior distribution, MCMC iteration and autocorrelation plots of Logistic model parameters

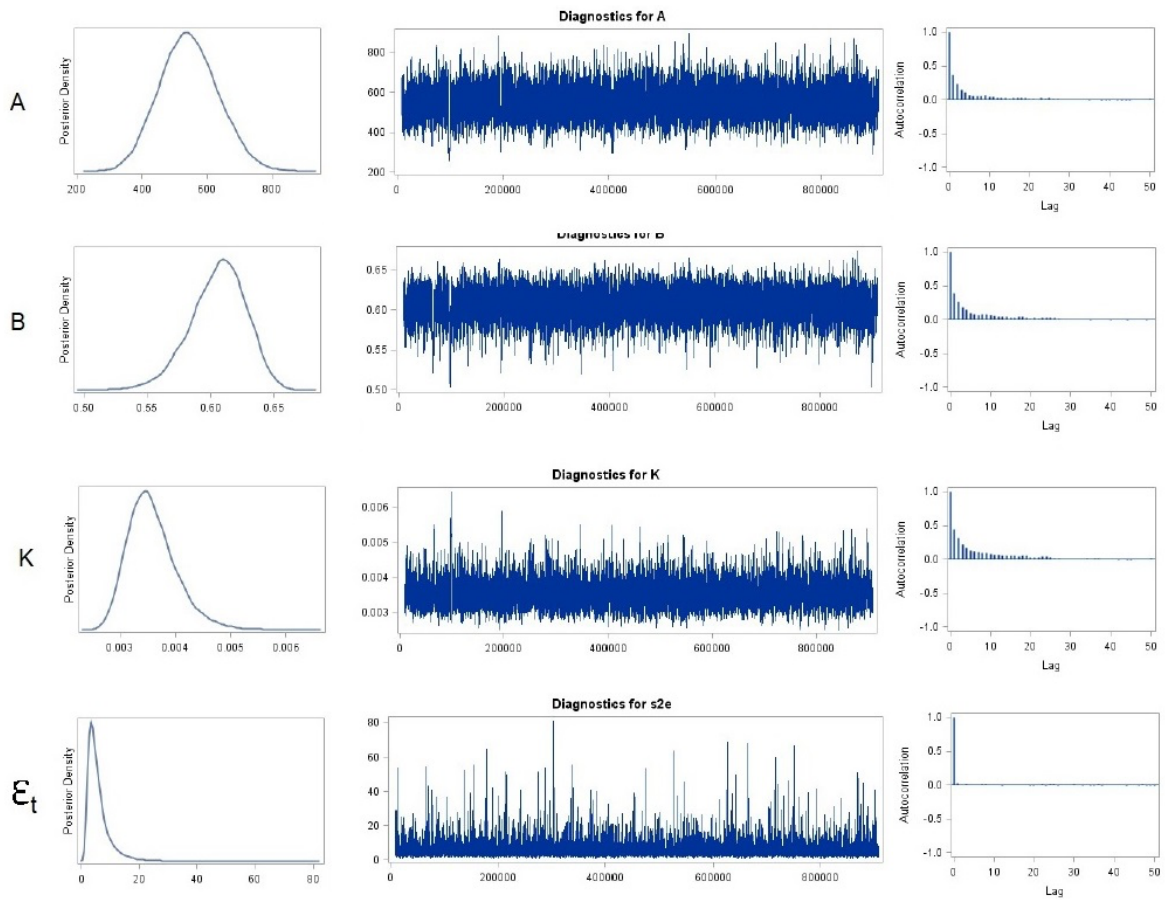


Figure 3. Posterior distribution, MCMC iteration, and autocorrelation plots of Von Bertalanffy model parameters

The fact that the iteration graph of the MCMC method in *Figures 1, 2, and 3* has a random pattern and that no significant correlation is observed in the correlation graphs indicates that the predicted posterior distributions are valid. Descriptive statistics of model parameters are as given in *Table 3*.

**Table 3. Descriptive statistics of Bayesian model parameters**

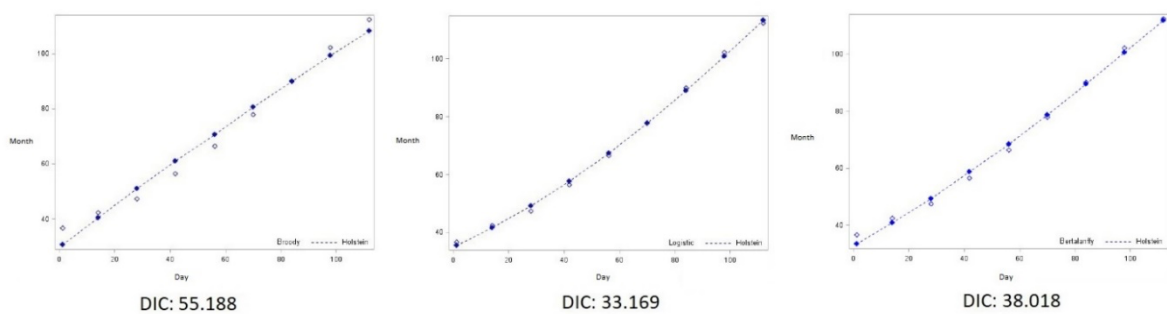
Model	Parameter	Mean	SD	% 95 HPD interval	
				Lower	Upper
<b>Brody</b>	A	482.90	19.130	446	520.500
	B	0.94	0.007	0.938	0.952
	K	0.002	0.001	0.001	0.002
	$\varepsilon_t$	24.85	19.780	5.667	57.859
<b>Logistic</b>	A	248.20	12.834	222.600	272.700
	B	6.10	0.302	5.524	6.701
	K	0.01	0.001	0.014	0.016
	$\varepsilon_t$	2.19	1.756	0.458	5.106
<b>Von Bertalanffy</b>	A	544.80	89.998	376.200	725.000
	B	0.60	0.022	0.563	0.648
	K	0.004	0.000	0.003	0.004
	$\varepsilon_t$	6.01	4.830	1.133	14.113

The Brody model parameters for Holstein cattle breed with Frequency estimation methods, mature body weight (A) was reported as 456 kg (Wada et al., 1983), 491 kg (Nadarajah et al., 1984), 476 kg (Akbaş et al., 2001) and 508 kg in these reports (Bayram and Akbulut, 2009). The mean values of estimated mature body weights calculated in our study were 482.9 kg for the Brody model which was in cohesion with the reports mentioned above.

Furthermore, the logistic model parameters value estimation with Frequency estimation methods, mature body weight (A) was 432 kg (Wada et al., 1983), 525.6 kg (Perotto et al., 1984), 437 kg (Akbaş et al., 2001), and 452 kg (Bayram and Akbulut, 2009) in these reports. However, in the present study, it is seen that the mature live weight value of 248.2 kg or the Logistic model is different from the reported studies and is outside the standard deviation values. . It can be said the results of before mentioned estimation parameter studies precision is variable and the fact is it is due to data.

The Von Bertalanffy model parameters with Frequency estimation methods, mature body weight (A) were reported as 450 kg (Wada et al., 1983), 454 kg (Akbaş et al., 2001), 471 kg (Bayram and Akbulut, 2009), and 667 kg (Koenen and Groen, 1996) in the above-mentioned studies. Koenen and Groen, (1996) reported that the difference in the estimated parameter value reduces the prior information strength. Furthermore, the current study has the posterior distribution mean value from Von Bertalanffy 544.8 for the mature body weight which is in range according to the previous results reported. However, the relatively high standard deviation value decreases the confidence in the mean live weight value.

In the present study, the compatibility of the predicted models with the data set was investigated. The curve plots and estimated DIC statistics for this review are presented in *Figure 4*.



**Figure 4. The Bayesian model graphs with real values and DIC values of models**

The logistic model is more compatible with the data set when compared with other models. According to DIC values of the Bayesian models estimated in Figure 4, it was decided that the Logistic model is more compatible with the other two models for our data. It is thought that this selection may have arisen from the data set used. In their report, Wada et al. (1983) and Bayram and Akbulut (2009) predicted the Von Bertalanffy model, which was reported to be more compatible with the data set than the Logistic model.

#### **4. Conclusion**

The present study was designed for the predictions of Brody, Logistic, and Von Bertalanffy models, which are frequently used in the modeling of growth curves of Holstein cattle in the literature, and was investigated with the Bayesian approach. The present study also included the prediction, and there was no problem arising from iteration in the estimation of the posterior distributions of the model parameters.

In this study, the posterior distribution estimation of parameters for three different models were estimated. To study the coefficient interpretation, the mean value of posterior distribution was used. The estimated Brody parameters in the study contain a high priory information strength provided from the literature. Logistic model parameters are more affected by the likelihood function and model formulation combined with weak prior information. Due to mathematical model structures, the weak prior information used for the estimation in Von Bertalanffy helped to calculate the expected average value for an adult body weight of Holstein cattle.

Using the parameters obtained as a result of the present study, weight estimation can be performed for the Holstein breed. Periodic body weights can be estimated if the cattle are fattened at the youngest possible age. Considering that fattening activities in the Holstein cattle sector have an important place in animal husbandry, it can be said that the results obtained from this research together with specific studies will be useful in planning optimum feeding programs and determining the most appropriate breeding weight for heifer and slaughter age for a male.

The compatibility of the estimated curves with the data set used in the present study was investigated graphically and statistically. According to the results of the analysis of graphics and DIC values, the logistic model was found to be more compatible with this study data set. Therefore, the logistic model was selected for making the data analysis due to its compatibility with the data.

#### **Acknowledgment**

We would like to thank the staff of Niğde Ömer Halisdemir University, Ayhan Şahenk Agricultural Research Application and Research Center, Cattle Breeding Unit, where the study data were collected.

## References

- Aggrey, S. E., (2002). Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry science*, 81(12): 1782-1788.
- Akbaş, Y. (1995). Büyüme Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 36(1), 73-81.
- Akbaş, Y., Akbulut, Ö., Tüzemen, N., (2001). Growth of Holstein in high altitude of Turkey. *Indian J. Animal. Sci.*, 71(5): 476-479.
- Akbaş, Y., Taşkın, T., Demirören E., (1999). Farklı modellerin Kıvrıkcık ve Dağlıç erkek kuzularının büyüme eğrilerine uyumunun karşılaştırılması. *Turk J. Vet. and Anim. Sci.*, 23(ek sayı 3): 537-544.
- Akbulut, Ö., Bayram, B., Tüzemen, N., (2004). Esmer sığırlarda büyümenin doğrusal olmayan (non-linear) modellerle analizi. *Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture*, 35(3-4): 165-168.
- Akın, Ö., (1998). Nümerik Analiz, Ankara University Faculty of Science Textbooks, Yayın No: 149, Ankara, 519 s.
- Alós, J., Palmer, M., Balle, S., Grau, A. M., Morales-Nin, B., (2010). Individual growth pattern and variability in *Serranus scriba*: a Bayesian analysis. *ICES Journal of Marine Science*, 67(3): 502-512.
- Bayram, B., Akbulut, Ö., Yanar, M., Tüzemen, N., (2004). Esmer ve Siyah Alaca Dişi Sığırlarda Büyüme Özelliklerinin Richards Modeli ile Analizi. *Turk J Vet Anim Sci*, 28:201-208.
- Bayram, B., Akbulut, Ö., (2009). Esmer ve Siyah Alaca Sığırlarda Büyüme Eğrilerinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Modellerle Analizi. *Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture*, 50(2):1-2.
- Blasco, A., Piles, M., Varona, L., (2003). A Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. *Genetics Selection Evolution* 35(1): 21-41.
- Eğrioğlu, E. (2002). ARMA Modellerinin Bayes Analizi ve Bir Uygulama. Ondokuz Mayıs University, Institute of Science, Msc. 59 s.
- Firat, M. Z., Karaman, E., Başar, E. K., Narinc, D., (2016). Bayesian analysis for the comparison of nonlinear regression model parameters: an application to the growth of Japanese quail. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18 (SPE): 19-26.
- Forni, S., Piles, M., Blasco, A., Varona, L., Oliveira, H. N. D., Lôbo, R. B., & Albuquerque, L. G. D., (2009). Comparison of different nonlinear functions to describe Nelore cattle growth. *Journal of animal Science*, 87(2), 496-506.
- Göven, E., (2019). Bertalanffy Büyüme Eğrisi Modeli ile Şanlıurfa İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Simental ve Siyah Alaca Sığırların Besi Performanslarının Analiz Olanakları. Msc. Harran University. Graduate School of Natural and Applied Sciences, 53 s.
- Hojjati, F., Ghavi Hossein-Zadeh, N., (2018). Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve of Mehraban sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 499-504.
- Kizilkaya, K., Balcioglu, M. S., Yolcu, H. I., Karabag, K., Genc, I. H. (2006). Growth curve analysis using nonlinear mixed model in divergently selected Japanese quails. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 70(4): 181-186.
- Kocabaş, Z., Kesici, T., Eliçin, A., (1997). Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman kuzularında büyüme eğrisi. *Turk J Vet Anim Sci.*, 21: 267-275.
- Koenen, E. P. C., Groen, A. F., (1996). Genetic analysis of growth patterns of black and white dairy heifers. *Journal of dairy science*, 79(3): 495-501.
- Lázaro, S. F., Ibáñez-Escriche, N., Varona, L., e Silva, F. F., Brito, L. C., Guimarães, S. E. F., Lopes, P. S., (2017). Bayesian analysis of pig growth curves combining pedigree and genomic information. *Livestock Science*, 201: 34-40.
- Mohammadi, Y., Mokhtari, M. S., Saghi, D. A., Shahdadi, A. R., (2019). Modeling the growth curve in Kordi sheep: The comparison of non-linear models and estimation of genetic parameters for the growth curve traits. *Small Ruminant Research*, 177: 117-123.
- Nadarajah, K., Marlowe, T. J., Notter, D. R., (1984). Growth patterns of Angus, Charolais, Charolais x Angus and Holstein x Angus cows from birth to maturity. *Journal of animal science*, 59(4): 957-966.
- Ozhan, M., (1991). Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Atatürk University Faculty of Agriculture Publications Lecture Notes, Publication No: 134, Erzurum, 557 s.
- Perotto, D., Cue, R. I., Lee, A. J., (1992). Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 72(4): 773-782.
- Pooley, C. M., and Marion, G. (2018). Bayesian model evidence as a practical alternative to deviance information criterion. *Royal Society open science*, 5(3), 171519.
- Salles, T. T., Beijo, L. A., Nogueira, D. A., Almeida, G. C., Martins, T. B., Gomes, V. S., (2020). Modelling the growth curve of Santa Ines sheep using Bayesian approach. *Livestock Science*, 239: 104115.
- SAS, S. (2005). STAT Software, Version 9.4; SAS Inst. Inc.: Cary, NC, USA.

- 
- Soysal, M., İ., E.K. Gürcan, F. Uğur ve H. Bağcı, (2001). Siyah Alaca sığırlarda canlı ağırlık ve çeşitli vücut ölçüleri ile yaş ilişkisinin bazı doğrusal ve doğrusal olmayan denklemlerle açıklanması. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 1(1) : 33-40.
- Spiegelhalter D.J., Best N.G., Carlin B.P., (2002). Van Der Linde A. Bayesian measures of model complexity and fit. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*; 64:583-640.
- Yıldız, G., Soysal, M. İ., & Gürcan, E. K. (2009). Tekirdağ ilinde yetiştirilen Karacabey merinosu x kıvrıcık melezi kuzularda büyüme eğrisinin farklı modellerle belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 6(1), 11-19.
- Wada, Y., Sasaki, Y., Mukai, F. Matsumoto, Y., (1983). Describing Weight-Age Data in Japanese Black Females with Nonlinear Growth Models. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 54(1): 46-51.

## Effect of Green Tea Extract Concentrations on Sourdough Bread with *Lactiplantibacillus plantarum*


Farklı Konsantrasyonlarda Yeşil Çay Ekstraktının *Lactiplantibacillus plantarum* İlaveli Ekşi Hamur Ekmeği Üzerine Etkisi


Zühal ALKAY<sup>1\*</sup>, Elif ERŞAHİN<sup>2</sup>, Muhammed Zeki DURAK<sup>3</sup>, Osman SAĞDIÇ<sup>4</sup>


### Abstract


In this study, sourdough breads were made using *Lactiplantibacillus plantarum* starter isolated from traditional sourdoughs. The main objective of this study was the effect of green tea powder extracts (0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.0%) on *Lactiplantibacillus plantarum* added sourdough bread. The dynamic rheological properties of the doughs were determined. Bread production was carried out and then texture analysis, specific volume, color analysis, DPPH and total phenolic analysis were performed. Frequency scanning test was used to determine viscoelastic properties.  $G' > G''$  was found in all doughs prepared using *Lb. plantarum* strain. The fact that  $G' > G''$  indicated that all sourdoughs exhibited elastic properties. It was observed that the hardness values of sourdough breads containing green tea powder extracts were lower compared to the control bread. The hardness of the other breads varied between 161.9-267.6 g. Bread containing green tea powder extract at 0.75% concentration had the lowest hardness value. It was observed that the specific volumes of the breads increased as the green tea powder extract concentration increased. The specific volumes values for the concentrations (0.25,0.50,0.75,1.0 and control) were 3.39,3.80,3.95,5.21 and 4.45 (mL g<sup>-1</sup>), respectively. In the color analysis of the breads, it was noted that as the ratio of green tea powder extract increased, the density increased. Another important parameter in our study is DPPH and total phenolic analysis. DPPH values of breads changed from 0.54 mmol g<sup>-1</sup> to 1.46 mmol g<sup>-1</sup>. The antioxidant value increased as the concentration of green tea powder extract increased in sourdough breads. Sourdough bread containing 1.0% green tea powder extract had the highest antioxidant value, while control bread (0.54) had the lowest value. The total phenolic content (TPC) of sourdough breads made with green tea powder extract varied from 10.67 to 104.65 ug g<sup>-1</sup>. In the results, as the concentration of green tea powder extracts increased, the total phenolic content increased. A linear relationship between DPPH and total phenolic content was found. As a result, it can be said that green tea powder extracts improve the quality of sourdough breads.

**Keywords:** Green tea powder extract, *Lb. plantarum*, Sourdough bread, Antioxidant activity, Rheology

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Zuhall Alkay, Department of Food Engineering, Yıldız Technical University, İstanbul, Turkey. E-mail: [zuhallalkay21@hotmail.com](mailto:zuhallalkay21@hotmail.com)  OrcID: 0000-0002-2420-3369

<sup>2</sup>Elif Erşahin, Department of Food Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey. E-mail: [elifersahinn@gmail.com](mailto:elifersahinn@gmail.com)  OrcID: 0000-0001-8849-2852

<sup>3</sup>Muhammed Zeki Durak, Department of Food Engineering, Yıldız Technical University, İstanbul, Turkey. E-mail: [mzdurak@yildiz.edu.tr](mailto:mzdurak@yildiz.edu.tr)  OrcID: 0000-0001-7245-1116

<sup>4</sup>Osman Sağdıç, Department of Food Engineering, Yıldız Technical University, İstanbul, Turkey. E-mail: [osagdic@yildiz.edu.tr](mailto:osagdic@yildiz.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-2063-1462

**Atıf/Citation:** Alkay, Z., Erşahin, E., Durak, M.Z., Sağdıç, O. Effect of Green Tea Extracts Concentrations on Sourdough Bread with *Lactobacillus plantarum*. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 610-619.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Bu çalışmada geleneksel ekşi hamurlardan izole edilmiş *Lactiplantibacillus plantarum* starteri kullanılarak ekşi hamur ekmekleri yapılmıştır. Bu çalışmanın ana amacı, yeşil çay tozu ekstraktlarının (%0,25, %0,50, %0,75 ve %1,0) *Lactiplantibacillus plantarum* ekşi mayalı ekmeğin üzerindeki etkisi olmuştur. Hamurların dinamik reolojik özelliği belirlenmiştir. Ekmeğin üretimi gerçekleştirildi ve daha sonra tekstür analizi, spesifik hacim, renk analizi, DPPH ve toplam fenolik analizi yapılmıştır. Viskoelastik özelliklerin belirlenmesi amacıyla frekans tarama testi kullanılmıştır. *Lb. plantarum* suşu kullanılarak hazırlanmış tüm hamurlarda  $G' > G''$  olmuştur.  $G' > G''$  olması tüm ekşi hamurların elastik özellik sergilediği söylenebilir. Yeşil çay tozu ekstraktlarını içeren ekşi hamur ekmeklerinin sertlik değerlerinin kontrol ekmeği ile kıyaslandığında düşük olduğu görülmüştür. Ekmeklerin sertlik değerleri 161.9-267.6 g arasında değişim göstermiştir. En düşük sertlik değerine % 0.75 konsantrasyonda yeşil çay tozu ekstraktı içeren ekmeğin olmuştur. Ekmeklerde yeşil çay tozu ekstraktı konsantrasyonu arttıkça spesifik hacimlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Spesifik hacimler değerleri konsantrasyonların (0.25,0.50,0.75,1.0 ve kontrol) sırasına paralel olarak 3.39,3.80,3.95,5.21 ve 4.45 (mL g<sup>-1</sup>) olmuştur. Ekmeklerin renk analizinde yeşil çay tozu ekstraktının oranı arttıkça koyuluğunun arttığı kaydedilmiştir. Çalışmamızda bir diğer önemli parametre DPPH ve toplam fenolik analizi olmaktadır. Ekmeklerin DPPH değerleri 0.54 mmol g<sup>-1</sup>'den 1.46 mmol g<sup>-1</sup>'e değişmiştir. Ekşi hamur ekmeklerinde yeşil çay tozu ekstraktının konsantrasyonu arttıkça antioksidan değerinde artış olmuştur. %1.0 yeşil çay tozu ekstresi içeren ekşi mayalı ekmeğin en yüksek antioksidan değerine sahipken, kontrol ekmeği (0.54) en düşük değere sahip olmuştur. Toplam fenolik değerleri ise gallik asit cinsinden verilmiştir. Yeşil çay tozu ekstraktı ile yapılan ekşi hamur ekmeklerinin toplam fenolik içeriği (TPC) 10.67'den 104.65'e ug g<sup>-1</sup> değişmiştir. Sonuçlarda yeşil çay tozu ekstraktlarının konsantrasyonu arttıkça toplam fenolik oranı artmıştır. DPPH ile Toplam fenolik arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Sonuç olarak, yeşil çay tozu ekstraktlarının ekşi mayalı ekmeklerin kalitesini artırdığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil çay tozu ekstraktı, *Lb. plantarum*, Ekşi hamur ekmeği, Antioksidan aktivite, Reoloji



## 1. Introduction

In recent years, it is known that one of the oldest functional foods developed by humans is bread (Bajerska et al., 2010). In particular, it was stated that sourdough bread came first among these breads. It is known that sourdough is mostly used to improve the properties and nutrition of wheat, rye, and oat bakery products. It has also been stated that sourdough fermentation improves the volume, texture, and flavor of fermented products. Additionally, it has been reported that it increases the shelf life of bakery products by slowing down the stalling (Torrieri et al., 2014; Yu et al., 2019; Karimi et al., 2020). Lactic acid bacteria and yeasts play a role as the main microorganisms in sourdough. Among these microorganisms, LABs affect the granular structure of starch and make the dough more compact by affecting the sourdough. It also makes it softer with less elastic tissue. Thanks to this, it increases the gas holding capacity (Yu et al., 2019; Karimi et al., 2020). Recently, the addition of sourdough to bread and the use of green tea extract in fermented products have attracted great interest. This interest is based on the desirable flavors of tea extracts and their positive effects on health. Also, the antioxidant activity and antimicrobial effects of green tea extracts (GTE) and epigallocatechin-3-gallate (EGCG) are important for delaying chemical rancidity and controlling microbial spoilage in foods (Nikoo et al., 2018). In many studies, it has been emphasized that green tea has strong antioxidant properties (Karori et al., 2007; Ning et al., 2017). It has been reported which green tea powder holds almost all catechins of fresh tea leaves (Ning et al., 2017). Green tea catechin polyphenols exhibit antioxidant properties as free radical scavengers (Wiseman et al., 1997; Bajerska et al., 2010). This study was conducted because of the positive effects on the health of both sourdough and the preparation of baked products with green tea powder extract, and the properties are rich in antioxidants. Green tea leaves and fresh tea leaves have been reported to retain almost all catechins. Green tea powder is a rich source of cellulose, protein and vitamins as well as bioactive components and has been noted to be included in biscuits, ice cream and beverages (Ning et al., 2017).

The main purpose of our study is to examine the effect of green tea extracts at different concentrations on sourdough bread. For this, the viscoelastic properties of the doughs were determined. Then, the bread making stage was carried out and the antioxidant properties, texture and specific volumes of the breads were evaluated.2. Materials and Methods

### 2.1. Material

Matcha green tea powder was purchased from Turkey Çaykur Ltd. Also, all chemicals were purchased from Merck (Darmstadt, Germany) and Sigma-Aldrich. The bacterial strain used in the study was isolated from sourdough previously brought from Manisa/Kırkağaç province in Turkey. It was then used in the study after it was identified by PCR (Alkay, 2021).

### 2.2. Methods

#### 2.2.1. Extracting green tea powder

50 grams of green tea powder were allowed to shake in 1000 mL distilled water at room temperature for 24 h in a shaker incubator. After the incubation, the filtrate was filtered through Whatman filter paper and left to freeze at -80 °C for 24 h. It was left to dry in the lyophilizer for 72 h after freezing. The lyophilized extract was stored for use in further analysis.

#### 2.2.2. Preparing sourdough samples

Lactic acid bacteria was incubated at 37° C for 24 h in 5 mL of MRS broth. After incubation, it was incubated in 45 mL MRS broth under the same conditions. Thus, gradual development was achieved. After the incubation, the cells were centrifuged (at 5000 rpm 10 min, 4° C) and the cell pellet was sedimented. The supernatant in the collapsed cell pellet was removed and diluted with sterile distilled water. The resulting suspension was inoculated into the dough at  $10^7$ - $10^8$  log CFU g<sup>-1</sup>. It was then fermented in an air conditioning cabinet at 24 h 30 °C in the presence of 80% humidity (Axel et al., 2016).

#### 2.2.3. Rheology of dough prepared with different extracts

The viscoelastic behavior of dough containing sourdough with green tea powder extracts was performed according to the method determined by Yılmaz et al. (2016). A rheometer (Anton Paar, MCR 302, Austria) was

used. Briefly, frequency scanning test was used to determine the viscoelastic properties of dough samples. For this, the deformation occurring in the range of 0.1-100 Pa and at a constant angular velocity of 10 rad/s at 25°C was investigated.

### **2.3. Making sourdough bread and analysis of bread**

#### **2.3.1. Bread making**

Bread doughs were prepared using sourdough and green tea powder extracts in different concentrations obtained after 24 hours of fermentation. In the preparation of the control bread, 200 g wheat flour, 100 g sourdough, 120 mL water, 4 g salt, and 4 g commercial yeast were used. Then sourdough bread samples were prepared with green tea extracts at 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1% (per 100 g of wheat flour). The ingredients were mixed until the optimum consistency. It was cut into 160 g pieces. It was then rested for 15 minutes at room temperature and shaped and fermented at 30 °C and 80% humidity for 45 minutes. The dough was baked in a 200 °C oven for 45 minutes after the fermentation period.

#### **2.3.2. Texture analysis in bread**

Texture Profile Analysis (TPA) of bread samples was performed using a texture analyzer (TA.HD Plus Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England). The bread was sliced to be 1.25 cm thick and placed in the test unit with 2 slices on top of each other. The pre-test speed was set as 5.0 mm s<sup>-1</sup>, test speed 1 mm s<sup>-1</sup>, 30% suppression, trigger type automatic force 5 g, waiting time between first and second printing 5 s. The results were given as the average of 3 parallel measurements (Yildirim and Arici, 2019).

#### **2.3.2. Specific Volume**

The volume of bread prepared in bread baking containers was measured with a Bread Volume Measuring Device (Şimşek Labor Tecnic, Ankara) with a volume of 400 mL. In this method, the volume of bread samples was determined by using the displacement of rapeseed grains. The results are given in mL g<sup>-1</sup>.

#### **2.3.3. Color analysis**

Color changes of the color of the crumb and crust bread slices prepared by adding different concentrations of green tea extract were measured using the CR-400 colorimeter device (Konica Minolta Inc., Japan). Results were expressed as *L\** denotes whiteness (value 100), *a\** red (positive value), and *b\** yellow (positive value) (Xing et al., 2021).

#### **2.3.4. Determination of DPPH radical scavenging activities**

Analysis of antioxidant (DPPH) in breads was performed according to the method used by Zhou et al. (2019). The absorbance of each sample was read in a spectrophotometer (UV-1601 Shimadzu Corp. Japan) at 517 nm. Results are expressed in mmol TE g<sup>-1</sup> as equivalent Trolox.

#### **2.3.5. Determination of total phenolic (TPC) contents**

For the total phenolic analysis, the breads were ground after drying at 45 °C for 24 hours. The samples were weighed 1.25 g and vortexed in 25 mL of methanol and then left horizontally in a shaker for 24 h. Samples were centrifuged at 5000 rpm for 10 minutes at the end of 24 hours and the supernatant was taken with a syringe and passed through 0.22 µm PTFE syringe filters (Whatman). 100 µL extract, 100 µL methanol, 100 µL of Folin-Ciocalteu reagent and 700 µL of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> were taken and vortexed rapidly. It was then incubated at room temperature for 30 minutes in the dark. At the end of the incubation, the samples were centrifuged again (8000 rpm, 3 minutes) and their supernatants were taken and read at 735 nm in the spectrophotometer. Results were given in gallic acid equivalent (µg GAE g<sup>-1</sup>) (Venturi et al., 2019).

#### **2.3.6. Statistical analysis**

One-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's test was used to determine the difference between strains depending on the measured characteristics. Minitab version 17.3.1 (Minitab, Inc., State College PA, USA) and JMP version 9 were used.

### 3. Result and Discussion

#### 3.1. Determination of the rheology of dough Prepared by Green Tea Extract

The viscoelastic properties of dough prepared by extraction of green tea powder were given in Figure 1.

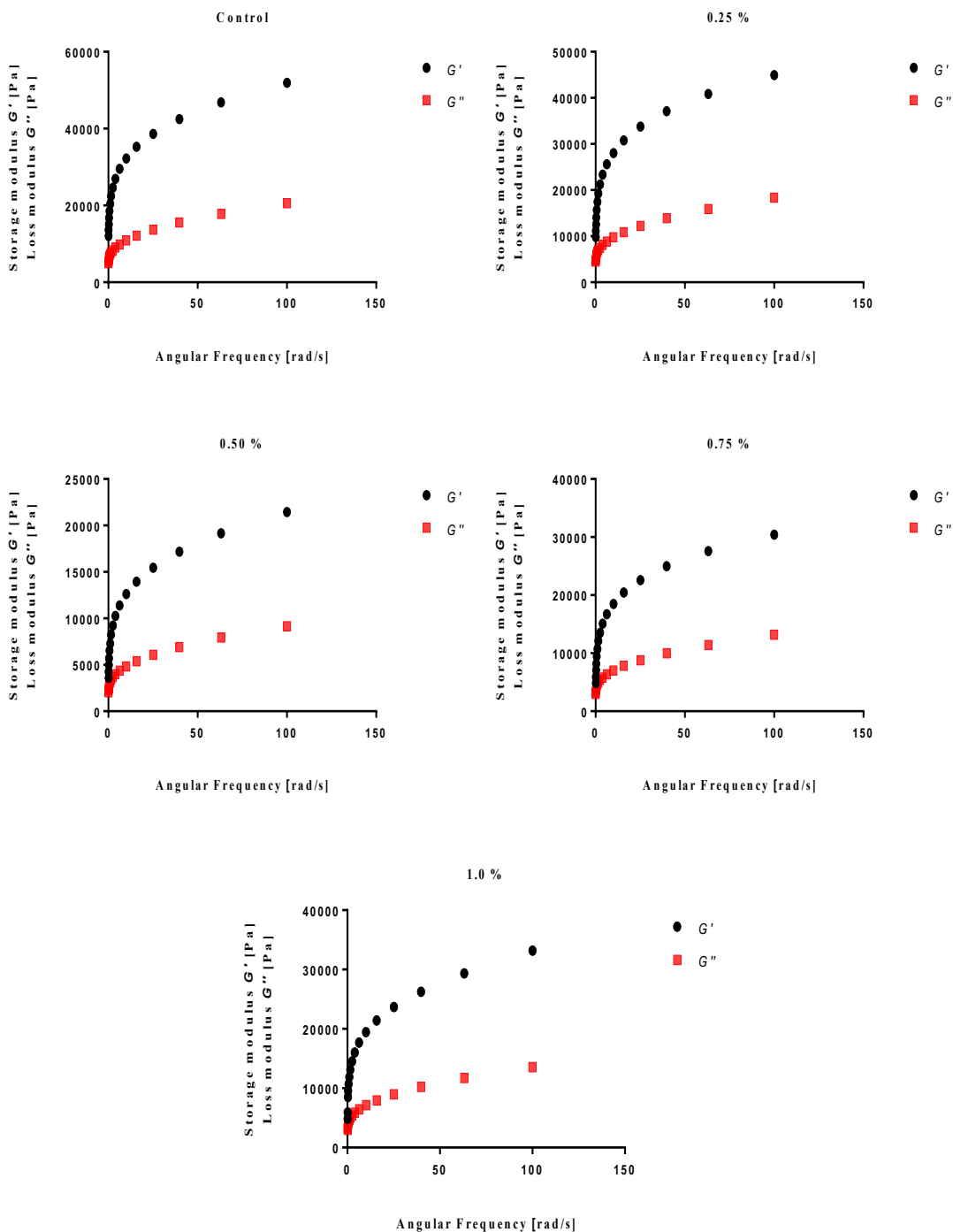


Figure 1. Rheograms of sourdough made with green tea extract in different concentrations

Extracts of different concentrations were used to be 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.0%. It was observed that the  $G'$  values of the prepared doughs were higher than the  $G''$  values in the dynamic rheological properties. Since the elastic modulus ( $G'$ ) is higher than the viscous modulus ( $G''$ ), it can be said that the elastic property of the dough is dominant (Yılmaz et al., 2017). It is known that dough rheology is a good indicator of dough mixing, sheeting,

baking performance. Dough expansion and bread texture depend on the rheological properties of dough. It has been reported that these properties stem from gluten and starch components. It has been stated that by adding phenolic components to the dough, phenolic compounds interact with gluten and starch and this affects dough rheology. Also, phenolic antioxidants can establish the link by interacting with free radicals on gluten while mixing (Han and Koh, 2011a, b; Jackson and Hosney, 1986; Schroeder, 1976; Xu et al., 2019).

In our results, green tea extraction caused softening of sourdough. Studies have shown that green tea extract has a high content of catechin, which acts as a reducing agent that causes SS bonds to turn into SH bonds. Therefore, the gluten web viscoelasticity also changes. Valková et al., (2020) stated that catechins can reduce the intermolecular SS bonds of gluten and the size of gluten polymers. As a result, it is assumed that the dough elasticity decreases, and the viscosity becomes soft.

### 3.2. Determination of textural properties and color measurements of sourdough breads

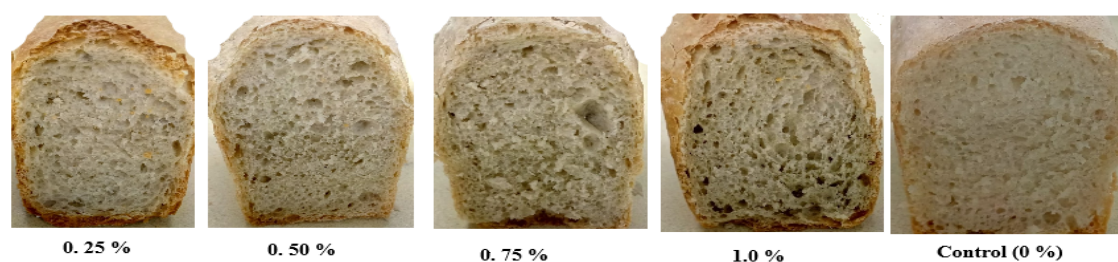
The bread crumb hardness is an important quality parameter and corresponds to the texture evaluated sensorially (Onacik-Gür et al., 2022). In addition, crumb hardness is an indicator of bread staling and is negatively associated with bread quality (Wang et al., 2007; Ning et al., 2017) and it has been noted that it plays an important role in the taste and consumer acceptance of bread, which is usually based on initial gelatinization (Zain et al., 2022). Studies have reported that the inclusion of green tea in bread increases the hardness, stickiness and bitterness of the bread. It was emphasized that when the amount of green tea extract added was increased, a decrease in brightness occurred (Ning et al., 2017; Zain et al., 2022). In our study, properties such as firmness, chewiness, flexibility, stickiness and specific volume of sourdough breads baked with different green tea extract concentrations were evaluated (Table 1). For the determination of texture profile analysis parameters, a tissue analyzer 36 (SMS TA.XT2 Plus, UK) with a 5 mm load cell and a 36 mm diameter cylindrical compression probe were used. In our data, sourdough bread containing 0.75% green tea extract had the lowest hardness value, while the control sourdough bread (without green tea extract) had the highest value. The springiness and cohesiveness values of sourdough bread containing 0.50% tea extract were higher compared to other breads. There was no significant difference between the cohesiveness values of sourdough breads.

**Table 1** Textural properties of sourdoughs<sup>1</sup>

Bread Code	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience	Specific volume (mL g <sup>-1</sup> )
<b>0.25 %</b>	253.71±6.48 <sup>A</sup>	1.32±0.47 <sup>A</sup>	0.89±0.02 <sup>A</sup>	224.66±0.03 <sup>A</sup>	297.46±106.4 <sup>A</sup>	0.59±0.03 <sup>A</sup>	3.39 <sup>D</sup>
<b>0.50 %</b>	235.95±7.32 <sup>A</sup>	1.48±0.08 <sup>A</sup>	0.89±0.01 <sup>A</sup>	208.61±2.12 <sup>A</sup>	264.20±77.48 <sup>A</sup>	0.61±0.05 <sup>A</sup>	3.80 <sup>C</sup>
<b>0.75 %</b>	161.97±16.68 <sup>B</sup>	1.05±0.09 <sup>A</sup>	0.87±0.01 <sup>A</sup>	141.45±12.41 <sup>B</sup>	148.29±0.02 <sup>A</sup>	0.57±0.00 <sup>A</sup>	3.95 <sup>C</sup>
<b>1.0 %</b>	264.38±2.26 <sup>A</sup>	1.17±0.26 <sup>A</sup>	0.87±0.01 <sup>A</sup>	231.69±3.09 <sup>A</sup>	314.5±3.45 <sup>A</sup>	0.58±0.00 <sup>A</sup>	5.21 <sup>A</sup>
<b>Control</b>	267.65±9.01 <sup>A</sup>	1.14±0.22 <sup>A</sup>	0.89±0.00 <sup>A</sup>	231.28±1.46 <sup>A</sup>	215.98±19.6 <sup>A</sup>	0.58±0.00 <sup>A</sup>	4.45 <sup>B</sup>

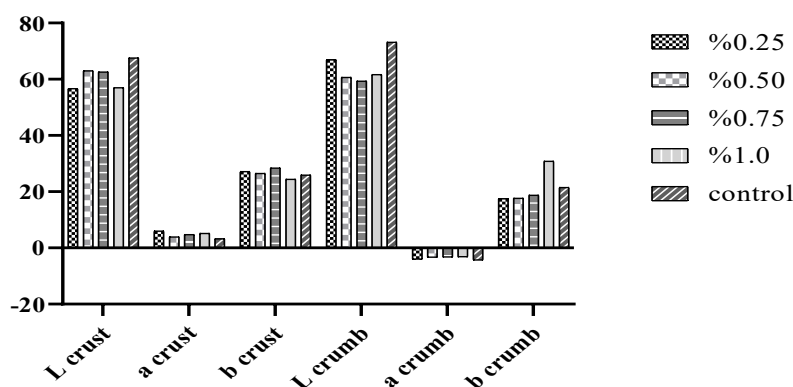
<sup>1</sup>Within the column, different superscript uppercase letters show differences between the strains.

It was observed that a green tea concentration of 1.0 % resulted in greater hardness in bread. Ning et al. (2017) reported that with the increase of GTE powder, the dough became stronger. Another study was conducted by Wang and Zhou (2004), and they stated that there were interactions between GTE catechins and wheat proteins during the bread-making process through hydrogen bonding. They stated that this causes a harder texture in bread. As seen in our study, the hardness of sourdough breads containing 0.25 %, 0.50 %, and 0.75 % green tea extracts was softer in terms of texture. It can be thought that as a result of the faster growth of bacteria and yeast with SPH, it increases gas production in bread and causes a more flexible bread texture (Karimi et al., 2020). In our results, it was seen that the specific volume increased with the increase of tea extraction and the values were higher than the control sourdough and there was significant difference in specific volume between the control and the sourdough breads with added green tea extract ( $P < 0.05$ ). Ning et al., (2019) emphasized that there was no significant difference between the breads to which they added green tea extract at different concentrations and the control bread. However, it can be said that the specific volume of the control bread is higher than the other samples.



**Figure 2. Image of bread types**

After texture, another important parameter for bread is color. In our study, color analysis of bread was determined by determining  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values (Figure 3). It was observed that the color became darker with the increase in green tea extracts. Ning et al., (2017) stated in their study that with the increase in the amount of green tea powder, the darkness of bread increased. They attributed the increase in color value to Maillard reaction, non-enzymatic browning, and conversion of heat-sensitive compounds. Onacik-Gür et al., (2022), studied the effect of green tea extract on rye bread. Bread crust and crumb color parameters were evaluated. They noted that the doughs with the addition of lactic acid were lighter in color when compared to the doughs with the addition of GTE. The addition of 0.5% GTE was found to darken the crust color. These parameters showed similar results with our study.

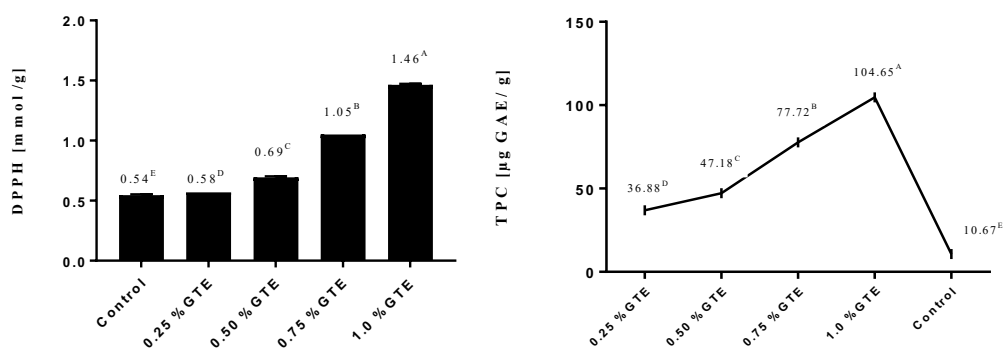


**Figure 3. Color measurements of bread types containing different concentrations of green tea extract**

### 3.3. DPPH and Total phenolic contents in the sourdough breads

It has been reported by many researchers that green tea contains antioxidant compounds (Karori et al., 2007; Ning et al., 2017). One of the important biological properties of polyphenolic compounds is antioxidant activity. Bread scavenges free radicals during baking. It is a mechanism for polyphenolic compounds to inhibit acrylamide formation in bread (Gębski et al., 2019; Ebbeling et al., 2018; Zain et al., 2022). Therefore, another important parameter in our study is to determine the antioxidant values of breads. Antioxidant properties of sourdough breads containing green tea extract in different concentrations are given in Figure 4. It has been observed that the addition of green tea extracts greatly increases the antioxidant properties of sourdough breads. DPPH values ranged from 0.54 to 1.46 mmol TE g<sup>-1</sup>. Sourdough bread with 1.0% green tea powder extract had the highest antioxidant value, while control bread (0.54) had the lowest value. As the extraction amount of green tea powder increased, DPPH values increased. This may be due to green tea catechins. Recent studies have focused on the free radical scavenging ability of tea catechins (Bajerska et al., 2010). Besides, it is known that a strong relationship is established between the structure and activity of different compounds thanks to the DPPH method (Ning et al., 2017). Pan et al., (2022) examined the effect of catechins on wheat bread quality in their study. In the study, the antioxidant activity values in the bread crumbs in the control breads were 0.74 mg TE/g, while the antioxidant value in the catechin-containing bread crumbs was 14.36-19.82 mg TE/g. It has been stated that catechins increase

the antioxidant activity of breads. In another study, Ning et al., (2017) reported that the antioxidant value of wheat flour pan bread with the addition of green tea powder was higher. Our results were similar.



**Figure 4. DPPH and total phenolic compounds of bread types**

Another parameter important for green tea is total phenolic. In this study, the total phenolic content (TPC) of sourdough breads prepared with extracts of green tea powder changed from 10.67 to 104.65 ( $\mu\text{g GAE g}^{-1}$ ). There was a linear correlation between DPPH values and TPC, and as the amount of extract of green tea powder increased, TPC increased. Ivanišová et al., (2018) enriched biscuit samples with green tea powder in their study. The total phenolic content of biscuit samples containing 1% green tea was 0.37 mg GAE/g, while the total phenolic content of the control sample was 0.09 mg GAE/g. The authors noted that tea leaves caused a significant increase in total phenolic concentrations.

#### 4. Conclusion

This study examines the effect of different concentrations of green tea powder extract on *Lb plantarum* sourdough bread. Lactic acid bacteria and green tea powder extracts provided elastic properties to all doughs. Also, it was observed that the bread with 1.0% green tea powder extraction amount was harder, the inside color of the bread was greener, and the antioxidant activity was higher among all bread types. It can be said that as the concentration of green tea powder extract increases, the acceptability of breads decreases, and therefore these parameters should be optimized in future studies.

#### Acknowledgments

We thank Hakan Doğan and Danedolu team for their assistance in providing the sourdough samples

## References

- Axel, C., Brosnan, B., Zannini, E., Peyer, L. C., Furey, A., Coffey, A., Arendt, E. K. (2016). Antifungal activities of three different *Lactobacillus* species and their production of antifungal carboxylic acids in wheat sourdough. *Applied microbiology and biotechnology*, 100(4), 1701-1711.
- Alkay, Z. (2021). *Determination Of Gaba Production And Probiotic Properties Of Sourdough Isolates And Model Food Applications*, Doctor of Philosophy Thesis.
- Bajerska, J., Mildner-Szkudlarz, S. Y. L. W. I. A., Jeszka, J., Szwengiel, A. (2010). Catechin stability, antioxidant properties and sensory profiles of rye breads fortified with green tea extracts. *Journal of Food & Nutrition Research*, 49(2).
- Ebbeling, C.B.; Feldman, H.A.; Klein, G.L.; Wong, J.M.; Bielak, L.; Steltz, S.K.; Luoto, P.K.; Wolfe, R.R.; Wong, W.W.; Ludwig, D.S. (2018). Effects of a low carbohydrate diet on energy expenditure during weight loss maintenance: randomized trial. *Bmj*, 363, <https://doi.org/10.1136/bmj.k4583>.
- Gębski, J.; Jezewska-Zychowicz, M.; Szlachciuk, J.; Kosicka-Gębska, M. (2019). Impact of nutritional claims on consumer preferences for bread with varied fiber and salt content. *Food Quality and Preference*, 76, 91-99, <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2019.03.012>
- Han, H. M., Koh, B.K. (2011a). Effect of phenolic acids on the rheological properties and proteins of hard wheat flour dough and bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(13), 2495–2499.
- Han, H.-M., Koh, B. K. (2011b). Antioxidant activity of hard wheat flour, dough and bread prepared using various processes with the addition of different phenolic acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(4), 604–608.
- Ivanišová, E., Mickowska, B., Socha, P., Režová, I., Kántor, A., Haris, L., Kačániová, M. (2018). Determination of biological and sensory profiles of biscuits enriched with tea (*Camellia Sinensis* L.) powder. In *Proceedings of the Latvian academy of Sciences* (Vol. 72, No. 2, pp. 113-117). De Gruyter Poland.
- Jackson, G. M., Hosoney, R. C. (1986). Effect of endogenous phenolic acids on the mixing properties of wheat flour doughs. *Journal of Cereal Science*, 4(1), 79–85.
- Karimi, N., Nikoo, M., Gavlighi, H. A., Gheshlaghi, S. P., Regenstein, J. M., & Xu, X. (2020). Effect of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) protein hydrolysates (SPH) and (–)-epigallocatechin gallate (EGCG) on sourdough and bread quality. *LWT*, 131, 109800.
- Karori, S. M., Wachira, F. N., Wanyoko, J. K., Ngure, R. M. (2007). Antioxidant capacity of different types of tea products. *Africa Journal of Biotechnology*, 6, 87e96.
- Nikoo, M., Regenstein, J. M., Ahmadi Gavlighi, H. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of (–)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) and its potential to preserve the quality and safety of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 732-753.
- Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Wan, X., Dubat, A. (2017). Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 342-348.
- Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Zhang, Z., Wan, X. (2019). Effects of green tea powder on the quality attributes of hard red winter wheat flour and Chinese steamed bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(2), 576-582.
- Onacik-Gür, S., Szafrńska, A., Roszko, M., Stepniewska, S. (2022). Interaction of dough preparation method, green tea extract and baking temperature on the quality of rye bread and acrylamide content. *LWT*, 154, 112759.
- Pan, J., Lv, Y., Jiang, Y., Zhang, H., Zhu, Y., Zhang, S., Han, J. (2022). Effect of catechins on the quality properties of wheat flour and bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(1), 290-300.
- Schroeder, L. F. (1976). Effect of activated double bond compounds on dough mixing properties. Kansas State University.
- Torrieri, E., Pepe, O., Ventrino, V., Masi, P., Cavella, S. (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *LWT - Food Science and Technology*, 56(2), 508–516.
- Valková V., Ďúranová H., Štefániková J., Miškeje M., Tokár M., Gabriny L., Kowalczewski P. L., and Kačániová M., (2020). Wheat Bread with Grape Seeds Micropowder: Impact on Dough Rheology and Bread Properties. *Appl. Rheol.*, 30:138–150.
- Venturi, M., Galli, V., Pini, N., Guerrini, S., Granchi, L. (2019). Use of selected lactobacilli to increase  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) content in sourdough bread enriched with amaranth flour. *Foods*, 8(6), 218.
- Wang, R., Zhou, W. (2004). Stability of tea catechins in the breadmaking process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8224-8229.
- Wang, R., Zhou, W., Isabelle, M. (2007). Comparison study of the effect of green tea extract (GTE) on the quality of bread by instrumental analysis and sensory evaluation. *Food Research International*, 40(4), 470-479.
- Wiseman, S. A., Balentine, D. A., Frei, B. (1997). Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37(8), 705-718.
- Xing, Q., Kyriakopoulou, K., Zhang, L., Boom, R. M., Schutyser, M. A. (2021). Protein fortification of wheat bread using dry fractionated chickpea protein-enriched fraction or its sourdough. *LWT*, 110931.

- Xu, J., Wang, W., Li, Y. (2019). Dough properties, bread quality, and associated interactions with added phenolic compounds: A review. *Journal of functional foods*, 52, 629-639.
- Yildirim, R. M., Arici, M. (2019). Effect of the fermentation temperature on the degradation of phytic acid in whole-wheat sourdough bread. *LWT*, 112, 108224.
- Yılmaz, M., Muslu, A., Dertli, E., Toker, Ö. (2016). Şeker Pancarı Küspesinden Elde Edilen Pektinin Modifiye Edilerek Karakterize Edilmesi, Moleküler ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 10-20.
- Yılmaz, M. T., Muslu, A., Karasu, S., Bozkurt, F., Dertli, E. (2017). Portakal Posasından Modifiye Pektin Eldesi ve Optimizasyonu, Kompozisyonel ve Yatışkan Faz Özelliklerinin Karakterizasyonu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (02)
- Yu, Y., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., Li, Y., Wu, G., Qi, X., Xu, M., Rao, Z. (2019). Effect of selected strains on physical and organoleptic properties of breads. *Food Chemistry*, 276, 547–553.
- Zain, M. Z. M., Shori, A. B., Baba, A. S. (2022). Potential functional food ingredients in bread and their health benefits. *Biointerface Res. Appl. Chem*, 12(5), 6533-6542.
- Zhou, J., Ma, Y., Jia, Y., Pang, M., Cheng, G., Cai, S. (2019). Phenolic profiles, antioxidant activities and cytoprotective effects of different phenolic fractions from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruits treated by ultra-high pressure. *Food chemistry*, 288, 68-77.




## Profitability of Melon Processing Among Women In Enugu State, Nigeria


Ridwan MUKAİLA<sup>1\*</sup>, Angela Ebere OBETTA<sup>2</sup>, Maurice Chizoba OGBU<sup>3</sup>

### Abstract

The processing of melon is a means of livelihood in Nigeria, especially among rural women. Its role cannot be overemphasised in the lives of rural women who are vulnerable to poverty and food insecurity. Despite the vital role of melon processing in women's livelihoods, little has been done about its economic potential. This study, therefore, analysed the economics and drivers of profitability of melon processing among women processors in Enugu state, Nigeria. A four-stage sampling technique was used to select a sample of 150 respondents. Data collected were analysed using descriptive statistics, gross margin, logistic and Tobit regressions. The results revealed that the majority of melon processors were married, adults, well experienced and had melon processing as their major occupation. Marital status, household size, cooperative memberships, and income from melon processing were the positive factors influencing melon processing, while educational qualification negatively influenced it. Women melon processors had a net profit of ₦18,163.72 (US \$47.68) per 50kg melon processed, a profit ratio of 0.28, a benefit-cost ratio of 1.39, a return on capital invested of 0.39, and an operating ratio of 0.69. Thus, melon processing among the women was a profitable enterprise. The profitability of melon processing was influenced positively by market access, major occupation, price of processed melon, and marital status but negatively influenced by the cost of processing, price of unshelled melon, and transportation cost. The study recommends government intervention by providing conducive and accessible markets and subsidizing shelling machines and transportation costs to reduce the cost of processing, which will, in turn, enhance the profitability of melon processing.

**Keywords:** Drivers, Gross margin, Livelihood, Melon processing, Rural women

<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ridwan Mukaila, Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. E-mail: [ridwan.mukaila@unn.edu.ng](mailto:ridwan.mukaila@unn.edu.ng)  OrcID: 0000-0001-8584-0858

<sup>2</sup> Angela Ebere Obetta, Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. E-mail: [angela.obetta@unn.edu.ng](mailto:angela.obetta@unn.edu.ng)  OrcID: 0000-0002-0562-2648.

<sup>3</sup> Maurice Chizoba Ogbu, Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. E-mail: [ogbumaurice09@gmail.com](mailto:ogbumaurice09@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-3166-9060.

**Atıf/Citation:** Mukaila, R., Obetta, A.E., Ogbu, M.C. (2022). Profitability of Melon Processing among Women In Enugu State, Nigeria. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 620-631.

## 1. Introduction

Agriculture and allied activities play a prominent role in the economies of developing nations, and provide job and food for the growing population (Gosh, 2021; Mukaila and Arene, 2022). The agricultural sector has continued to empower Nigerian women, especially in the area of marketing and processing of produce such as melon. More than half of Nigerian women live in rural areas and work in agriculture (Abdullahi et al., 2015). Women do not only play a major role in agricultural production but also play a vital role in post-harvest activities in developing countries, including Nigeria. Women constitute sixty percent of the farming workforce and perform seventy percent of farm work (NSWF, 2014). They contribute significantly to the economy of a nation, rural and agricultural development, especially in developing economies. Agriculture employs more than 60% of women in sub-Saharan Africa (FAO, 2011). Their involvement in agriculture is vital to meeting global food demand and attaining food security globally (Mutandwa and Wibabara, 2016). Rural Nigerian women engage in several activities related to agriculture, ranging from production, processing, and marketing of produce. Among the widely processed and marketed crops by women is melon, locally called *egusi* in Nigeria. Most women who engage in the marketing of this vegetable crop also perform processing functions alongside.

Melon (*Colocynthis citrillus* L.) is one of the economically important vegetable crops globally and is grown in both tropical and temperate regions (Oyediran et al., 2016). It is an important indigenous oilseed consumed by many rural and urban communities in West Africa (Bankole and Adebajo, 2003). It plays a vital role in the income generation ability of farmers and processors, especially rural women. Melon is a popular seed widely used to make varieties of soups in Nigeria, where it results in flavouring, fat binding, emulsifying, and thickening (Eze et al., 2017). It also plays a major role in the farming system of West Africa. It serves as a cover crop, fertilizing the soil and suppressing weeds (Abiola and Daniel, 2014).

Processing of melon is done on a small scale among rural women in Nigeria. It plays a vital role in the economic status of rural women and serves as a means of livelihood for many households in Nigeria (Obetta et al., 2020a). Efficient food processing and marketing systems play an important role in reducing post-harvest losses. It ensures adequate returns on farmers' investments and encourages an increase in food production, thereby boosting Nigeria's state of food security through appropriate information regarding the prices of agricultural products (Ladele and Ayoola, 1997; Mukaila et al., 2021). The processing of melon, thus, has the potential to improve the economic status of women, thereby alleviating poverty, which is very high in the rural areas by providing the women with the cash needed to meet their basic needs.

The need to enhance women melon processors' profitability in order to enhance more participation and consequently eradicate poverty motivated this study. Most of the previous studies on melon concentrated on its production (Yusuf et al., 2008; Ugwumba, 2010; Ogbonna, 2013; Mohammed, 2013; Abiola and Daniel, 2014; Oyediran et al., 2014; Sanusi, 2015; Oyediran et al., 2016; Iwuchukwu and Ekeh, 2017). However, this valuable vegetable crop has received less attention in its processing and marketing. This poses a serious threat to the processing of melon since there is no or little documented work on the economic potential of processing melon, including the drivers of its profitability among women processors. Understanding the economics of melon processing in terms of its profitability and its drivers is very important for policy intervention regarding rural women to increase their profitability and improve their wellbeing. This study becomes imperative as an understanding of costs and margins is essential for those involved in agricultural processing and other activities.

Therefore, the present study analyses the economics of melon processing and the determinants of its profitability among women processors in Enugu State, Nigeria. Specifically, the study describes the demographic and institutional characteristics of women melon processors; examines the determinants of processing melon as their major occupation; analyses the profitability of melon processing among women processors; and identifies the factors affecting the profitability of melon processing.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study area

The study was carried out in Enugu State, Nigeria. The state has 17 Local government Areas (LGAs) which were further grouped into six Agricultural Zones: Enugu-Ezike, Nsukka, Enugu, Agbani, Awgu, and Udi agricultural zone based on agro-ecology. The state has a total land area of 7,161 km<sup>2</sup> (2,765 sq mi). The state is located between latitudes

5°55'N and 7°08'N of the equator and longitudes 6°55' E and 7°08' E of the Greenwich meridian. The state shares boundaries with Ebonyi State to the East, Benue State to the Northeast, Kogi State to the Northwest, Anambra State to the West, Abia State, and Imo State to the South (Obetta et al., 2020). This makes the melon processors in the state have access to market processed melon to other parts of the country. The majority of the people in the state reside in rural areas and engaged in farming activities.

### 2.2. Sampling techniques

A four-stage sampling technique was used to select the respondents for the study. The Enugu-Ezike Agricultural zone was purposively selected in the first stage. The purposive selection was because the major means of livelihood of the people in the zone is farming, and there are a lot of women melon processors who are also engaged in the marketing of melon in this zone. There are also many melon markets in the zone. The second stage involved the selection of all the three LGAs in the zone (Igbo-Eze South, Igbo-Eze North and Udenu LGAs). The third stage involved another purposive selection of two markets from each of the three LGAs (Orie-Iheka and Nkwo-Ibagwa markets from Igbo-Eze-South LGA; Orie Igbo-Eze market and Imufu markets from Igbo-Eze North LGA; Orie Orba and Afor Obollo markets from Udenu LGA), giving a total of six markets. These markets were selected because they are the major markets in the zone and there are a lot of women involved in melon processing and marketing. The last (fourth) stage involved a random selection of twenty-five women melon processors from each market, making a total of 150 respondents for the study. Table 1 presents the sampling design for the study.

**Table 1. Sampling design for the study**

Local Governments	Markets	No of respondents	Percentage
Igbo-Eze South	Orie-Iheka	25	16.7
	Nkwo-Ibagwa	25	16.7
Igbo-Eze North	Imufu	25	16.7
	Orie-Igbo-Eze	25	16.7
Udenu	Orie Orba	25	16.7
	Afor Obollo	25	16.7
Total	Six	150	100

Source: Authors' computation

### 2.3. Data collection method

The study adopted a cross-sectional survey design. The source of data used for this study was generated primarily. This involved the use of an interview schedule and a structured questionnaire designed to capture the vital socioeconomic and institutional data needed and data on costs and returns from melon processing. The response of these female melon processors formed the primary data used. The field survey was conducted between October 2019 and January 2020.

### 2.4. Data analysis

A descriptive statistic, logit regression, gross margin analysis, and Tobit regression were used to analyse the data collected. The descriptive statistical analyses used include frequency distribution tables, means, and percentages. These were used to describe the socio-economic profiles of the women melon processors.

Logit regression is a predictive model used when the dependent variable is dichotomous. It was used to identify the factors influencing melon processing as a major occupation. The model (Eq1) for this study is stated as:

$$Y = \beta_0 + \beta_1AG + \beta_2MS + \beta_3HS + \beta_4ED + \beta_5CM + \beta_6AM + \beta_7IN + \beta_8PM + e \quad (\text{Eq. 1})$$

Where  $Y$  is the decision on processing melon as the major occupation (1 if Yes, 0 if no),  $\beta_0$  is the intercept,  $\beta_1 - \beta_8$  are the coefficients, AG is age (in years), MS is the marital status (1 if married, 0 if otherwise), HS is the household size (number of people living as a family), ED is the highest level of education (number of years of successful schooling), CM is cooperative membership (yes =1, no = 0), AM is access to market (yes =1, no = 0), and IN is melon processing income (in naira, ₦).

Gross margin was employed to estimate the cost and return of melon processing in the study area. Gross margin

(Eq.2) has been widely used by researchers (e.g., Akanbi et al., 2020) in studies on economic analysis of the agricultural products.

$$\text{Gross Margin} = \text{Total revenue} - \text{Total variable cost} \quad (\text{Eq. 2})$$

Net profit (Eq.3,4) was used to calculate the profit made by the women processors in melon processing after all expenses have been deducted.

$$\text{Net profit} = \text{Gross margin} - \text{Total fixed cost} \quad (\text{Eq. 3})$$

Or

$$\text{Net profit} = \text{Total revenue} - \text{Total cost} \quad (\text{Eq. 4})$$

A profitability ratio (PR) was used to show the profitability and financial health of melon processing by comparing net revenue to its sale. It is estimated as follows:

$$\text{PR} = \frac{\text{Net profit}}{\text{Total revenue}} \quad (\text{Eq. 5})$$

The operating ratio (OR) was used to measure the proportion of the gross income used for operating expenses. It is expressed as Eq.5:

$$\text{OR} = \frac{\text{Total variable cost}}{\text{Total revenue}} \quad (\text{Eq. 6})$$

The net return on capital invested (NRI) was used to assess the gain per unit of investment, that is, the profit made per ₦1 or \$1 invested.

$$\text{NRI} = \frac{\text{Net profit}}{\text{Total cost}} \quad (\text{Eq. 7})$$

The benefit-cost ratio (BCR) was measured to indicate the strength and viability of the melon processing enterprise and its benefits. It is estimated as:

$$\text{Benefit - cost ratio} = \frac{\text{Total revenue}}{\text{Total cost}} \quad (\text{Eq. 8})$$

A Tobit regression model was used to determine the factors that influence the profitability of melon processing. The model is explicitly stated as Eq.9:

$$Y = \beta_0 + \beta_1AG + \beta_2ED + \beta_3EXP + \beta_4MO + \beta_5PUM + \beta_6CP + \beta_7PM + \beta_8TC + \beta_9MS + \beta_{10}AM + e \quad (\text{Eq. 9})$$

Where Y is the profitability of melon processing (ratio),  $\beta_0$  is the intercept,  $\beta_1 - \beta_{10}$  are the coefficients, AG is age (in years), ED is the highest level of education (number of years of successful schooling), EXP is the processing experience (years), MO is the major occupation (melon processing = 1, others = 0), PUM is the price of unshelled melon (in ₦), CP is the cost of processing (in ₦), PM is the price of processed melon (in ₦), TC is the transportation cost (in ₦), MS is the marital status (married = 1, otherwise = 0) and AM is the access to the market (Yes = 1, no = 0).

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Demographic and institutional characteristics of women melon processors

Table 2 shows the demographic and institutional profile of the women melon processors. The majority (57.3%) of the women melon processors were between the ages of 41 and 50 years old, followed by 18.7% with an age range of 31 to 40 years. They had an average age of 51 years. This indicated that the women processors were adults who were still in their economically active age range and could make positive contributions to melon processing. This is in line with Ajepe et al. (2016), who reported that women melon processors were adults and economically active. The majority (86.7%) of the women processors were married, 11.3% were single while only 2% were widowed. The women processors had an average household size of six people per household. This suggests the availability of a larger household size, which was employed as family labour in melon processing, thereby reducing the cost of processing melon. A larger household size increases the probability of getting physical assistance from family members, which enhances the proliferation of a venture (Falola et al., 2022b; Gbigbi, 2021; Mukaila et al., 2022).

**Table 2. Demographic and institutional characteristics of the women processors (n = 150)**

Variables	Categories	Percentage	Mean
Age (Years)	≤ 30	5.3	51
	31 - 40	18.7	
	41 - 50	57.3	
	51 - 60	13.3	
	≥ 61	5.3	
Marital status	Single	11.3	
	Married	86.7	
	Widowed	2	
	Divorced	0	
Educational level	No formal education	10	
	Primary education	53.3	
	Secondary education	22	
	Tertiary education	14.7	
Household size	≤ 5	38.7	6
	6 - 10	58.7	
	≥ 11	2.7	
Processing experience	≤ 10	28.7	13
	11 - 20	61.3	
	21 - 30	6	
	≥ 31	4	
Major occupation	Melon processing	77.3	
	Trading	4	
	Farming	8.7	
	Civil servant	10	
Annual income (₦)	≤ 100,000	10	₦286,400
	100.001 – 200.000	17.3	
	200.001 – 300.000	34	
	300.001 – 400.000	31.3	
	≥ 400,001	7.3	
Cooperative membership	Member	11.3	
	Non-member	88.7	
Source of fund	Personal saving	80.7	
	Relatives and friends	6	
	Moneylender	2	
	Cooperative	10	
	Bank	1.3	
Access to credit	Have access	19.3	
	Do not have access	80.7	
Access to extension services	Have access	20.7	
	Do not have access	79.3	

Regarding their educational status, more than half of the respondents had primary education while a few had tertiary education. Considering the level of education in rural Nigeria among women, the women melon processors can be said to have basic education. This may result in increased output/productivity since education increases the level of production in agriculture (Ogbonna et al., 2007; Reimers and Klasens, 2013). Education plays a significant role in the adoption of innovation and efficient practice of agricultural activities including production, processing and marketing. The women melon processors can be described as experienced melon processors as they spent an average of 13 years in the ventures (Table 2). This suggests that melon processing is not a new practice to the

people in the study area. The time spent in a profession determined how skilful they are; thus, the women melon processors can be referred to as skilled melon processors. High level of experience could positively influence marketing efficiency (Adewumi and Omotesho, 2002), thus the women processors can be said to have marketed their products efficiently. The majority of the women had melon processing as their major occupation. They had an average annual income of ₦286,400 (US \$751.76) from processing melon. This implies that melon processing was a major means of livelihood to women in the study area and serves as a source of income to them, thereby improving their economic status.

The level of cooperative membership among the women processors was very low, as only 17.3% belonged to a cooperative society (Table 2). Thus, the majority of them do not belong to any cooperative society where they can pool their resources together to enjoy economies of scale and other benefits. This suggests that many of them will not get any financial support from such an organisation. Whereas the few that belonged to a cooperative society enjoyed the benefits of the society. The majority of the women processors had their source of funds from personal saving, followed by the cooperative society (10%). Access to credit was thus very low (19.3%) among the women processors due to a lack of collateral, which was required in the commercial banks, and low participation in a cooperative society. It is worth noting that the few that could access credit got it mainly from cooperative societies (for those that were members), followed by friends and family. Capital is very important in agricultural activities as it determines the level of investment (Mukaila et al., 2021, Falola et al., 2022a). Also, readily available and effective credit is a driving force in effectively managing an agricultural enterprise. Low credit access hinders women melon processors' processing activities as personal funds are not enough to operate on a large scale. Access to extension services by women processors was low in the study area, as only 20.7% had access to extension services. This contributed to the low participation in cooperative societies as the women were not well informed about the importance of joining cooperative societies in their ventures.

### 3.2. Determinants of melon processing

Table 3 presents the result of logistic regression for the determinants of melon processing. The probability value of the chi-square was significant ( $P < 0.01$ ), which indicates that the model has a good fit. The significant factors influencing the decision to process melon as a major occupation were marital status, household size, educational qualification, cooperative memberships, and income from melon processing.

As shown in Table 3, marital status was positively significant ( $P < 0.05$ ). The marginal effect of marital status revealed that an increase in the probability of being married increases the likelihood of choosing melon processing as a major occupation by 30.5%. Thus, married women had a higher probability of processing melon as their major occupation than their counterparts. This is because married women can get financial assistance from their husbands, thereby increasing their capital used in processing melon. It could also be due to the availability of family labour that can be used in processing melon. This, in turn, increased their probability of processing melon as their major occupation.

Similarly, household size was positively significant in relation to melon processing ( $P < 0.01$ ). The marginal effect of household size revealed that an increase in household size increases the likelihood of choosing melon processing as a major occupation by 13%. Thus, women processors with a large household size are likely to process melon as their major occupation. This conforms to a priori expectations and agrees with the findings of Mbanasor and Kalu (2008). A larger household size implies the availability of family labour for melon processing activities, thereby reducing the cost of labour and making the women concentrate on melon processing as their major occupation.

Educational qualification was negatively significant in relation to having melon processing as a major occupation ( $P < 0.05$ ). The marginal effect of educational qualification reveals that an increase in the educational level of women processors decreases the probability of choosing melon processing as a major occupation by 15.4%. This suggests that the lower the educational qualification of the women in the study area, the higher the probability of their engaging in processing melon as their major occupation. This is not surprising as highly educated women prefer a white-collar job as their major occupation, thereby processing melon as a minor occupation. Women with a lower level of education process melon as their major occupation as they do not have an educational certificate that warrants white-collar jobs.

The coefficient of cooperative membership was positively related to having melon processing as their major occupation ( $P < 0.05$ ). The marginal effect of membership in a cooperative society revealed that an increase in the likelihood of being a member of a cooperative society increases the probability of choosing melon processing as a major occupation by 36.2%. This implies that a cooperative society had a positive effect on women's melon processors. Due to financial assistance and the dissemination of useful information from the cooperative society, the women who belonged to it had melon processing as their major occupation. Membership in an association enables members to get proper information on best melon practices to increase their profitability (Sanusi, 2015). This, however, increased their probability of making melon processing the major occupation.

The coefficient of income derived from melon processing was positively related to having melon processing as their major occupation ( $P < 0.1$ ). The marginal effect of income derived from melon processing revealed that an increase in income derived from melon processing increases the likelihood of choosing melon processing as a major occupation. The income derived from processing melon serves as an incentive to rely strictly on processing melon as their major occupation.

**Table 3. Estimates of logistic regression for the determinants of melon processing**

Variables	Coefficient	Std. error	t-values	p-value	Marginal effect
Age	-0.0209419	0.0333766	-0.63	0.530	-0.0039713
Marital status	1.606067**	0.8166783	1.97	0.049	0.3045626
Household size	0.6845171***	0.2113515	3.24	0.001	0.1298068
Educational qualification	-0.8083945**	0.4068014	-1.99	0.047	-0.153298
Cooperative membership	1.636688**	0.8109418	2.02	0.044	0.3617606
Access to market	1.996435	1.392182	-1.43	0.152	0.3785891
Income from melon processing	5.96e-06**	2.81e-06	2.12	0.034	1.13e-06
Constant	-1.368906	2.708627	-0.51	0.613	
Log likelihood	-65.322531				
Pseudo R <sup>2</sup>	0.396				
LR chi2 (7)	54.28				
Prob > chi2	0.0000				

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

### 3.3. Estimation of the profitability of melon processing

Regarding the profitability of melon processing, *Table 4* shows the results of gross margin, net profit, operating ratio, and net return on capital invested for melon processing in the study area. The cost of unshelled melon had the highest share (88.08%) of the total cost, followed by the cost of processing (4.28%), depreciation on equipment (2.39%), transportation cost (1.90%), cost of labour (1.50%), rent (0.73%), tax (0.72%) and cost of bagging (0.40%).

The average gross value of the women processors' output was ₦65,057.73 (US \$170.77) per 50 kg bag. The total variable cost and the total fixed cost incurred were ₦45,093.66 (US \$118.36) and ₦1,800.35 (US \$4.73) per 50kg bag, respectively, making the total cost of processing to be ₦46,894.01 (US \$123.09). The result of the gross margin analysis for melon processing was ₦19,964.07 (US \$52.40) per 50kg. However, the women processors made a net profit of ₦18,163.72 (US \$47.38) per 50 kg bag. The profitability ratio of melon processing was 0.28, which means that 28 percent of the total revenue was made as profit. Given the obtained net profit and gross margin, a net return on capital invested of 0.39 and an operating ratio of 0.69 were obtained. The return on capital invested of 0.39 implies that for every US \$1 invested, US \$0.39 was gained as profit by the women melon processors. Also, the operating ratio for the women's processors of 0.69 implies that 69% of total revenue was used for operating expenses. The enterprise had a positive benefit-cost ratio greater than one. Therefore, melon processing could be described as a profitable venture as it gave a relatively high net profit and a return on capital invested.

**Table 4. The profitability of 'egusi' melon processing**

Variables	Values (₺ per 50kg)	Share of total cost (%)
Total revenue (A)	65.057,73	
Variable cost		
Cost of unshelled melon	41.302,06	88.08
Cost of transportation	892.23	1.90
Cost of processing	2.008,89	4.28
Cost of labour	704.89	1.50
Cost of bagging	185.59	0.40
Total variable cost (B)	45.093,66	96.16
Gross margin (C) = A- B	19.964,07	
Fixed cost		
Rent	340.36	0.73
Depreciation on equipment	1.122,95	2.39
Tax	337.04	0.72
Total fixed cost	1800.35	3.84
Total cost (D)	46.894,01	
Net profit (E) = (A-D)	18163.72	
Operating ratio (B/A)	0.69	
Net return on capital invested (C/B)	0.39	
Benefit-cost ratio (A/D)	1.39	

### 3.4. Factors influencing the profit level of melon processing

Table 5 presents the estimates of the Tobit regression model used to determine the significant factors influencing the profitability of melon processing. The chi-square was significant ( $P < 0.01$ ), which implies that the model has a good fit. The significant factors influencing the profitability of melon processing were major occupation, price of unshelled melon, cost of processing, price of processed melon, transportation cost, marital status, and access to the market.

The coefficient of major occupation was positively related to the profitability of melon processing ( $p < 0.01$ ). This suggests that having melon processing as a major occupation acts as a catalyst for the profitability of melon processing. This implies that women processors who have melon processing as their primary occupation make more money than those who have it as a secondary occupation. This was a result of dedicating all energy, time, attention, capital, and other resources to the processing of melon.

The coefficient of the price of unshelled melon was negative and significant in relation to melon processing profitability ( $P < 0.01$ ). This implies that the profitability of melon processing decreases as the price of unshelled melon increases. This agrees with the apriori expectation as the cost of unshelled melon accounted for the highest share of the total cost in melon processing (see Table 4). Thus, a reduction in the unit price of unshelled melons would enhance the profitability of the enterprise.

The coefficient of cost of processing was negatively related to the profitability of melon processing ( $P < 0.01$ ). This suggests that as the cost of processing melon increases, the profit made from melon processing decreases as well. This is not surprising as the cost of processing is a major variable cost in melon processing ventures. A higher cost of processing will thus reduce the profitability of melon processing.

In the same vein, the coefficient of transportation cost was negatively related to the profitability of melon processing ( $P < 0.01$ ). This suggests that a proportionate increase in transportation costs reduces the profitability of melon processing. Transportation costs increase the total variable cost of the agricultural enterprise, which lowers the profitability of an enterprise. Due to the poor road network, the women processors spent a large amount of time conveying their commodities from the farm gate to the processing centre and the market. The high cost of transportation thus hindered their profitability.



The price of processed melon was positively related to the profitability of melon processing ( $P < 0.01$ ). This suggests that an increase in the price of processed melon increased the profitability of the venture. This conforms with the a priori expectation as the price of selling processed melon determines the total revenue derived from the venture. This finding implies that an increase in the price of processed melon will result in a proportionate increase in the profitability of processing melon. Therefore, the price of processed melon is an enhancing factor for the profitability of processing melon.

The coefficient of marital status was positively related to the profitability of melon processing ( $P < 0.01$ ). This suggests that the probability of being married increased the profitability of melon processing. This is because married women processors had household members who served as family labour and assisted in processing melon. This thus waives the cost of labour, which, in turn, lowers the total variable cost and increases the profitability. Whereas their counterparts (single women processors) spent money on hiring labourers in their processing activities, which increased their total variable cost and reduced their profitability. In addition, married processors accessed financial assistance from their spouses, which enhanced their level of productivity and, consequently, their profitability.

The coefficient of access to the market was positively significant in relation to the profitability of melon processing ( $P < 0.05$ ). This suggests that the higher the probability of getting access to the market, the higher the profit derived from processing melons. The performance of an enterprise depends on the efficiency of the market (Eze and Orebiyi, 2005; Agbugba et al., 2011). Access to the market is a very important tool in agriculture, which is characterized by the perishable nature of its produce. Access to the market increases the turning over of capital as access to the market increases the sales of agricultural produce. Lack of access to the market or a poor market system will lead to poor pricing and low profit. Therefore, access to an efficient market increases the profitability of melon processing.

**Table 5. Factors influencing the profitability of melon processing**

Profit ratio	Coef.	Std. Err.	t	P>t
Age	0.0007574	0.0006378	1.19	0.237
Education	0.003184	0.0071171	0.45	0.655
Processing experience	0.0005401	0.0005554	0.97	0.332
Major occupation	0.0066666***	0.0016750	3.98	0.000
Price of unshelled melon	-0.0000143***	1.81e-06	-7.88	0.000
Cost of processing	-0.000015***	2.04e-06	-7.33	0.000
Price of processed melon	0.0006015***	0.0000214	28.07	0.000
Transportation cost	-0.0000974***	0.0000319	-3.06	0.003
Marital status	0.0126895***	0.0049763	2.55	0.012
Access to market	0.0026126**	0.0012382	2.11	0.037
Constant	0.0859504	0.0524341	1.64	0.103
Sigma	0.0517814	0.0029896		0.046
Log likelihood = 231.26773				
LR chi2(10) = 308.33				
Prob > chi2 = 0.0000				
Pseudo R2 = 19.99				

#### 4. Conclusions

Previous studies on melon largely focused on its production. This study, therefore, focused on the profitability of melon processing among rural women in Nigeria. This study shows that the processing of melon plays a significant role in the livelihood of women in rural areas as it serves as their major source of income and livelihood in the study area. The decision of women to process melon as a major occupation was positively influenced by marital status, household size, cooperative memberships, income from melon processing, and the price of processed melon, but negatively influenced by educational qualification. Processing of melon was a profitable venture among the women processors and gave a relatively high net return on investment. The factors that enhanced the profitability of melon processing among women processors were the price of processed melon, access to the market, major occupation, and

marital status, while the cost of processing and transportation costs inhibited it.

The study recommends government intervention in the processing of melons by subsidising the shelling machine to reduce the cost of processing. The government should also improve infrastructure, such as roads, which will reduce the high cost of transportation due to bad roads. The provision of accessible and affordable financial assistance to women melon processors by government and non-governmental organizations in the form of grants or credits is critical, as this would increase their productivity from small to large scale. This would encourage more participation in melon processing, especially by the youth, thereby solving the problems of unemployment and poverty facing the country. Also, the women processors need to be encouraged to form and join cooperative societies where they can pool resources to solve their financial challenges and get useful price information. This can be achieved by designating more extension agents to the study area who will educate them on the importance of a cooperative society and how to operate it effectively.

## References

- Abdullahi, F.G., Ghani, N.A., Dalhatu, S. (2015). Rural women's economic contribution towards community development in rural communities of Kano State, Nigeria. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 6(6), 250-259.
- Abiola, M. O., Daniel, I. (2014). Efficiency of melon production in Oredo and Egor Local Government Area of Edo State, Nigeria. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 2(5), 732-738.
- Adewumi, M. O., Omotesho, O. A. (2002). An analysis of production objectives of small scale rural farming households in Kwara State, Nigeria. *Journal of Rural Development/Nongchon-Gyeongje*, 25(4), 201-211. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.288176>.
- Agbugba, I. K., Okechukwu, F. O., Solomon, R. J. (2011). Challenges and strategies for improving the marketing of indigenous leafy vegetables in Nigeria. *Journal of Home Economics Research*, 15, 11-20.
- Ajepe, G. B., Adekunle, O. A., Ajibola, B. O., Komolafe, S. E. (2016). Women participation in the activities of melon (*Colocynthis citrullus* L.) value chain enterprises in Kwara State, Nigeria. *Journal of Agriculture Faculty Gaziosmanpasa University*, 33(2), 1-8. <https://doi.org/10.13002/jafag862>.
- Akanbi, S.O., Oloruntola, S. D., Olatunji, O. S., Mukaila, R. (2020). Economic analysis of poultry egg production in Kwara State, Nigeria. *Journal of Economics and Allied Research*, 4(3), 57-71.
- Bankole, S.A. & Adebajo, A. (2003). Mycotoxin contamination of food in West Africa: Current situation and possibilities of controlling it. *African Journal of Biotechnology*, 2(9), 254-263.
- Gbigbi, T.M. (2021). Technical efficiency and profitability of cassava production in Delta state: a stochastic frontier production function analysis. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(1), 21-31. <https://doi.org/10.33462/jotaf.693249>.
- Ghosh, B.B. (2021). Changing scenario of crop diversification in Nepal: Delineating the role of trade openness, urbanization and rural infrastructure. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(4), 599-612. <https://doi.org/10.33462/jotaf.746464>.
- Eze, C. C., Orebiyi, J. S. (2005). Profitability of pineapple marketing in Owerri, Imo State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Science*, 3(2), 151-157 <https://doi.org/10.4314/jafs.v3i2.41640>.
- Eze, E. I., Adamade, C. A., Anyaeji, F. O., Mohammed, B. T., Ozumba, I. C. (2017). Socio-economic Characteristics of Processor Use of Melon Sheller in Edu Local Government Area, Kwara State, Nigeria. *International Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2(1), 11-14.
- Falola, A., Mukaila, R., Abdulhamid, K.O. (2022a). Informal finance: its drivers and contributions to farm investment among rural farmers in Northcentral Nigeria. *Agricultural Finance Review*. <https://doi.org/10.1108/AFR-08-2021-0116>.
- Falola, A., Mukaila, R., Ahmed, A.O. (2022b). Commercialization of Bambara nut production in Nigeria. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(2), 351-361. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1094883>
- FAO (2011). The state of food and agriculture 2010-2011 (SOFA). pp 16-17. Rome.
- Iwuchukwu, J. C. Ekeh, G. O. (2017) Characterization and Challenges of Melon Farmers in Enugu Ezike Agricultural Zone of Enugu State, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 15(1), 1-9. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2017/29309>.
- Ladele, A. A., Ayoola, G. B. (1997). Food marketing and its role in food security in Nigeria. In: Shaib, B., Adedipe, N. A., Aliyu, A., & Jir MM, (Eds.). *Integrated agricultural production in Nigeria: Strategies and Mechanisms for Food Security*. NARP Monograph, Nigeria, pp. 88-103.
- Mbanasor, J.A. & Kalu, K.C. (2008). Economic efficiency of commercial vegetable production system in Akwa Ibom State, Nigeria: A translog stochastic frontier cost function approach. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8(3), 313-318
- Mohammed, B.T. (2013). Socio-economic analysis of melon production in Ifelodun Local Government Area, Kwara State, Nigeria. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 3(8), 362-367.
- Mukaiila, R., Falola, A., Egwue, L. O. (2021). Income diversification and of rural smallholder farmers' income in Enugu state Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21(3), 585-592.
- Mukaiila, R., Obetta, A.E., Awoyelu, F.E., Chiemela, C.J., Ugwu, A.O. (2021). Marketing analysis of vegetables: The case of carrot and cucumber marketing in Enugu State, Nigeria. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(2), 346-351. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i2.346-351.4000>.
- Mukaiila, R., Arene, C.J. (2022). The impact of real effective exchange rate misalignments on agricultural export in Nigeria. *Estudios de Economia Aplicada*, 40(2), 1-17. <https://doi.org/10.25115/eea.v40i2.6263>.
- Mukaiila, R., Falola, A., Akanbi, S.O., Aboaba, K.O., Obetta, A.E. (2022). Drivers of poverty among rural women in Nigeria: Implications for poverty alleviation and rural development. *Journal of Rural and Community Development*, 17(1), 32-48.
- Mutandwa, E., Wibabara, S. (2016). Natural resources and household incomes among rural women: analysis of communities domiciled near national parks in Rwanda. *Journal of International Women's Studies* 17(4): 79-90.
- National seminar on woman farmer – NSWF. (2014). Proceeding of National seminar on woman farmer. 4th – 6th February. P.1-25. Junagadh

---

Agricultural University, Junagadh, Gujarat.

- Obetta, A. E., Mukaila, R., Onah, O.G., & Onyia, C.C. (2020). Challenges of melon processing among women processors in Enugu-Ezike Agricultural Zone of Enugu State, Nigeria. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(11), 2421-2425. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2421-2425.3707>.
- Obetta, A. E., Achike, A. I., Mukaila, R., & Taru, B. (2020). Economic analysis of marketing margin of banana and plantain in Enugu State, Nigeria. *African Journal of Agriculture and Food Science*, 3(4), 52–62.
- Ogbonna P. E. and Obi I. U. (2007). Effect of time to planting and poultry manure application on growth and yield of Egusi melon (*Colocynthis Citrullus L.*) in a derived savannah Agro-Ecology. *Agro-Science Journal*, 6(2), 33-38. <https://doi.org/10.4314/AS.V6I2.1568>.
- Ogbonna, P. E (2013). Floral habits and seed production characteristics in “Egusi” melon (*Colocynthis citrullus L.*) *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 4(6), 137-140. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2013.0381>.
- Oyediran, W. O., Sodiya, C. I., & Omoare, A. M. (2014). Determinants of melon production in Iseyin Local Government Area of Oyo. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 1(2), 42–49.
- Oyediran, W.O., Omoare, A.M. & Ajabe, B.O. (2016). Factor affecting sustainability of melon (egusi) production in rural farming households of Southwest, Nigeria. *American Journal of Agricultural Research*, 1(01), 0001-0012.
- Reimers, M. & Klasens, S. (2013). Revisiting the role of education for agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(1), 131-152. <https://doi.org/10.1093/ajae/aas118>
- Sanusi, S. M. (2015). Profit efficiency of egusi melon (*Colocynthis citrullus var . lanatus*) production in Bida Local Government Area of Niger State, Nigeria. *Indian Journal of Economics Development* 11(2), 543–552. <https://doi.org/10.5958/2322-0430.2015.00062.1>
- Ugwumba, C. O. A. (2010). Allocative efficiency of ‘egusi’ melon (*Colocynthis citrullus lanatus*) production inputs in Owerri West Local Government Area of Imo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences* 1(2): 95–100.
- Yusuf, O., Sanni, S. A., Ojuekaiye, E. O., Ugbabe, O. O. (2008). Profitability of ‘egusi’ melon (*Citrullus Lanatus* Thunb. Mansf) production under sole and mixed cropping systems in Kogi state, Nigeria. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3(2): 14–18.

## Isparta Elma Bahçelerinde Zararlı *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Spiromesifen+Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi

Determination of Spiromesifen+Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Resistance Levels of Pest *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae) Populations in Isparta Apple Orchards


Kevser ULUKAYA<sup>1</sup> Recep AY<sup>2</sup>

### Öz

İki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) elma bahçelerinde ekonomik kayıp oluşturan önemli zararlılardan birisidir. Kısa süreli biyolojileri nedeniyle kullanılan akarisitlere çok kısa sürede direnç geliştirmektedirler. Bu nedenle etkili bir kimyasal mücadele için *T. urticae* popülasyonlarının akarisitlere gösterdikleri duyarlılık düzeyleri periyodik olarak izlenmelidir. Bu çalışmada, Isparta ili ve ilçelerinden yoğun elma üretimi yapılan alanlardan toplanan 10 farklı *T. urticae* popülasyonunun spiromesifen + abamectin karışım formülasyonuna, spirodiclofen ve milbemectin' e karşı direnç oranları belirlenmiştir. Bu popülasyonların spiromesifen + abamectin karşısına, spirodiclofen ve milbemectin' e karşı direnç olup olmadığını belirlemek için öncelikle *T. urticae*' nin hassas yeşil formu (German susceptible strain; GSS) popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri ilaçlama kulesi - yaprak disk yöntemi ile belirlenmiştir. Hassas popülasyon belirlenen LC<sub>90</sub> değeri ayrıcı doz olarak kabul edilmiş ve toplanan *T. urticae* popülasyonlarına uygulanarak direnç olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıcı dozda %80' den daha az ölüm olan popülasyonlar dirençli kabul edilmiş ve LC<sub>50</sub> değerleri belirlenmiştir. Bu bahçe popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerleri hassas GSS popülasyonunun LC<sub>50</sub> değerine oranlanarak direnç oranları bulunmuştur. Ayrıcı doza göre spirmesifen + abamectin karışımına elma bahçelerinden toplanan 10 adet *T. urticae* popülasyonundan 6 popülasyon, spirodiclofen' e 6, milbemectin' e ise 3 popülasyon direnç geliştirmiştir. Bu bahçe popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerleri spiromesifen + abamectin karışımına 1.01-168.35 mg a.i. l<sup>-1</sup>, spirodiclofen'e 0.43-3.32 mg a.i. l<sup>-1</sup> ve milbemectin'e 1.41-2.79 mg a.i. l<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Direnç oranları ise spiromesifen + abamectin karışımına 1.89 - 315.31 kat, spirodiclofen'e 6.49 - 13.01 kat, milbemectin' e 2.98 - 5.89 kat arasında olmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre spiromesifen+abamectin karışımına bazı popülasyonlarda direnç gelişimi başlamış, bazılarında direnç gelişmiştir. Spiromesifen+abamectin karışımına direnç gelişmiş popülasyonlarda spirodiclofen ve milbemectin' e de çapraz direnç gelişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Direnç, Karışım formülasyon, Milbemectin, Spirodiclofen, Spiromesifen+abamectin, *Tetranychus urticae*

<sup>2</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Recep AY, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çünür, 32260 İSPARTA. E-mail: [recepaty@isparta.edu.tr](mailto:recepaty@isparta.edu.tr)  ORCID: 0000-0001-9483-7255

<sup>1</sup>Kevser ULUKAYA., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çünür, 32260 İSPARTA. E-mail: [kvsrulky45@gmail.com](mailto:kvsrulky45@gmail.com)  ORCID: 0000-0000-0000-000X

**Atıf/Citation:** Ulukaya K., Ay, R. Isparta Elma Bahçelerinde Zararlı *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Spiromesifen + Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 632-643.

\*Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is one of the important pests that cause economic losses in apple orchards. Due to their short-term biology, they develop resistance to acaricides used in a very short time. Therefore, for an effective chemical control, the susceptibility levels of *T. urticae* populations to acaricides should be monitored periodically. In this study, resistance rates of 10 different *T. urticae* populations collected from areas with intensive apple production in Isparta province and its districts against spiromesifen + abamectin mixture, spiroticlofen and milbemectin were determined. In order to determine whether these populations are resistant to spiromesifen + abamectin, spiroticlofen and milbemectin, first of all, the LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> values of the susceptible green form (German susceptible strain; GSS) population of *T. urticae* were determined by spray tower-leaf disc method. The LC<sub>90</sub> value determined in the susceptible population was accepted as the differential dose and applied to the collected *T. urticae* populations to determine whether there was resistance. Populations with less than 80% mortality at the differential dose were considered resistant and LC<sub>50</sub> values were determined. Resistance rates were found by dividing the LC<sub>50</sub> values of these orchard populations to the LC<sub>50</sub> value of the susceptible population. According to the diagnostic dose, 6 populations from 10 *T. urticae* populations collected from apple orchards to the spiromesifen + abamectin mixture, 6 populations to spiroticlofen and 3 populations to milbemectin were developed resistance. The LC<sub>50</sub> values of these orchard populations ranged from 1.01-168.35 mg a.i. l<sup>-1</sup> for spiromesifen + abamectin mixture, 0.43-3.32 mg a.i. l<sup>-1</sup> for spiroticlofen, and 1.41-2.79 mg a.i. l<sup>-1</sup> for milbemectin. The resistance rates were 1.89 - 315.31 fold for spiromesifen + abamectin mixture, 6.49 - 13.01 fold for spiroticlofen, 2.98 - 5.89 fold for milbemectin. According to these results, some populations started to develop resistance to the spiromesifen + abamectin mixture, while resistance developed in some populations. Cross-resistance has also developed in spiroticlofen and milbemectin in populations resistant to the spiromesifen+abamectin mixture.

**Keywords:** Resistance, Mixture formulation, Milbemectin, Spiroticlofen, Spiromesifen + abamectin, *Tetranychus urticae*

## 1. Giriş

Türkiye' nin Orta Anadolu Bölgesi Niğde, Konya, Karaman ve Güneyde ise özellikle Isparta illerinde yoğun olarak elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye' de 2020 yılında toplam 4.300.486 bin ton elma üretimi yapılmıştır ve bunun yaklaşık 486 bin tonu Isparta bölgesine aittir (Anonim, 2021). Elma, dekar alandan alınan ürünün fazla olması, bol çeşitli olması, soğuk iklimlere dayanıklı olması bakımından önemli ve üretici tarafından tercih edilen bir meyve türüdür (Özongun ve ark., 2014). Elmanın üretim koşulları dışında ayrıca kalitesini ve verimini etkileyen birçok zararlısı da bulunmaktadır. Kırmızı örümcekler elma bahçelerinde elma iç kurdundan sonra en çok zarar yapan ve ilaç uygulanan zararlılardır (Yorulmaz ve ark., 2010).

*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), sebze ve süs bitkilerinde, sera alanlarında, meyve bahçeleri vb. alanlarda ekonomik kayıplara neden olan polifag bir zararlıdır. *Tetranychus urticae*' nin yaşam döngüsü yumurta, larva, iki nimf dönemi (protonimf ve deutonimf) ve erginden oluşmaktadır (Fasula ve Denmark, 2003). Elma bahçelerinde yaprakların alt yüzeyinde beslenmeyi tercih eden *T. urticae* gövde ve yapraklarda ağ örür ve bitkinin özsuynunu sokup emerek yaprak hücrelerini deler, klorofil pigmentlerine zarar verir, fotosentezi engeller, yapraklar renk değiştirir, sararır, solar, kurur ve bitki ölür.

*Tetranychus urticae*, konukçu ve ekolojik koşulların uygun olması halinde bir yılda birden fazla döl verebilmektedir. Kısa yaşam döngüsünden dolayı savaşımında kullanılan kimyasallara direnç geliştirmektedirler (Van Leeuwen ve ark., 2005). İnsektisit direnci, zararlı popülasyonlara karşı etkili olan kimyasalların uzun süre kullanılması sonucunda zararlı popülasyonlarda kullanılan kimyasala karşı hassasiyet kaybının oluşması durumudur. İnsektisit direncini "Dünya Sağlık Örgütü (WHO); normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyondaki bireylerinin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi şeklinde tanımlamıştır" (Ay ve Gürkan, 2005).

Direnç geliştirme nedenlerinin belirlenmesi için insektisitlerin etki mekanizmalarının bilinmesi de önemlidir. Zararlıların insektisitlere karşı direnç geliştirmesine neden olan etki mekanizmaları; zararlının ilacı vücuduna az alması, detoksifikasyonun artması ve hedef bölgenin duyarsızlaşmasıdır. Direnç mekanizmalarının bilinmesi iki açıdan önemlidir: çapraz direnç oluşup oluşmadığını belirlemek ve alternatif insektisitlerin seçimini kolaylaştırmaktadır (Ay ve Kara, 2009).

Dünya' da olduğu gibi ülkemizde de *T. urticae* ile mücadelede alternatif savaşım yöntemleri olmasına rağmen günümüzdeki üreticiler kısa sürede etki gösteren, uygulamanın kolay olduğu kimyasal mücadele yöntemini daha çok tercih etmektedirler. Kullanılan kimyasalların avantajlarının yanında bazı dezavantajları da vardır. Yoğun, bilinçsiz ve kontrolsüz uygulanan kimyasallar çevre kirliliğine, hedef dışı organizmaların olumsuz etkilenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına ve birçok böcek, akar türünde direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Kimyasal uygulamalar dışında çevre koşulları, fizyolojik etkenler, kalıtsal etkenler ve biyolojik etkenlerde direnci etkileyen faktörlerdendir (Turan ve ark., 2016).

Dünya' da ve ülkemizde kırmızı örümceklerin savaşımında birçok kimyasal ilaç ruhsatlandırılmıştır (Ay, 2006). Ayrıca son yıllarda üretici firmalar ve üreticiler karışım ilaçları direnç yönetiminde çözüm olarak görmektedir. Ancak ülkemizde ve dünyada kırmızı örümceklerin karışım ilaçlara karşı direnç durumları ile ilgili çalışma bulunmamaktadır (Anonim, 2022). Bu çalışmada, Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan farklı alanlardan toplanan *T. urticae* popülasyonlarında bir karışım ilaç olan spiromesifen+abamectin ve onların karışımları ile aynı gruptan olan milbemectin ve spirodiclofen ilaçlarına karşı duyarlılık düzeyleri ve bu ilaçların arasında bir çapraz direnç olup olmadığı incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, 2020 yılında Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan alanlardan toplanan *T. urticae* yeşil formu popülasyonları ile akarisitlerden spiromesifen+abamectin karışımı, spirodiclofen ve milbemectin etkili maddeye sahip formülasyonlar oluşturmuştur.

### 2.1.1. *Tetranychus urticae*' nin toplanması ve üretilmesi

Çalışmada kullanılan popülasyonların isimleri, yerleri ve toplanma tarihleri *Tablo 1*' de verilmiştir. Bütün *T. urticae* popülasyonları Isparta ili elma bahçelerinden toplanmıştır. Toplanan popülasyonlar buz kutusu içerisinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümündeki Böcek Toksikolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Popülasyonlar binoküler altında incelenerek değişik dönem *T. urticae* bireyleri seçilmiş ve fırça yardımıyla barbunya bitkisine aktararak kültürler oluşturulmuştur. Bu çalışmada kullanılan hassas *T. urticae* (GSS) popülasyonu Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde ilaçsız bir ortam da üretimi uzun yıllardır devam ettirilmektedir. *T. urticae* hassas popülasyonu 1965 yılından itibaren, bölümümüzde ise 20 yıldır ilaç uygulaması yapılmadan iklim kabinlerinde yetiştirilmektedir. Kültürler  $26 \pm 1$  °C sıcaklıkta %60-65 orantılı nem ve floresan lambalarla 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda iklim odalarında yetiştirilmiştir.

**Tablo 1. Toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarına ait bilgiler**

Table 1. Collection details of *Tetranychus urticae* populations

Popülasyonun adı	Toplandığı yer	Toplandığı tarih
GL-1	Gelendost	08.08.2020
GL-2	Gelendost	20.07.2020
TP	Eğirdir-Tepeli köyü	20.07.2020
BK	Eğirdir-Balkırı köyü	08.08.2020
GN-1	Gönen	27.07.2020
GN-2	Gönen	27.07.2020
GN-3	Gönen	27.07.2020
GN-4	Gönen	27.07.2020
ŞK	Şarkikaraağaç	08.08.2020
OK	ISUBÜ, Zir. Fak. Araş. Uyg. Çift.	08.08.2020

### 2.1.2. Akarisitler

Çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin karışım formülasyonu (Interrupt SC 240; spiromesifen 228.6 g/l + abamectin 11.4g/l, Bayer CropScience) 2014 yılında, spirodiclofen (Envidor 240 g/l; spirodiclofen 240g/l, Bayer CropScience) 2004 yılında ve milbemectin E.C. (Milbeknock E.C.; milbemectin 9.3 gr/l, Sumi Agro) 2007 yılında ülkemizde ruhsatlandırılan insektisit-akarisitlerdir.

### 2.2. Metot

Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının çalışmada kullanılan akarisitlere dirençli olup olmadıklarını belirlemek için ayırıcı doz kullanılmıştır. Hassas popülasyonun %90' nını öldüren ve bahçe popülasyonlarında %80' den daha az ölüme neden olan doz ayırıcı doz olarak kabul edilmiştir (Dennehy ve ark., 1987; Ay, 2005). Bu amaçla önce hassas GSS popülasyonunun çalışmada kullanılan akarisitlere göstermiş olduğu LC<sub>90</sub> dozu belirlenmiş ve bahçe popülasyonlarında ayırıcı doz olarak kullanılmıştır. Bu dozlarda %80' den az ölüm olan popülasyonlar ise dirençli popülasyon olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan akarisitler etki mekanizmalarına göre *T. urticae*' nin larva veya ergin dönemlerine ve en az üç tekerrürlü olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubu için sadece saf su uygulanmıştır. Abbott (1925)' e göre etki belirlenmiştir ve etkinin %80' den az olduğu popülasyonlar dirençli olarak kabul edilmiştir. Dirençli kabul edilen popülasyonlarda aşağıda belirtilen yöntem ile LC değerleri belirlenmiştir. Abbot (1925) formülü (Eş.1);

$$\text{Düzeltilmiş \% ölüm} = \frac{X-Y}{X} \times 100 \quad \text{Eş.1}$$

X: Kontrol gruplarındaki canlılık yüzdesi Y: İlaç uygulanan gruptaki canlılık yüzdesi

### 2.2.1. Biyoassay çalışmaları

#### 2.2.1.1. İlaç konsantrasyonunun hazırlanması

*Tetranychus urticae*' nin spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerini belirlemeden önce ön çalışmalar yapılarak yaklaşık %90-99 ölüm veren dozlar saptanmıştır. Belirlenen bu doz her seferinde 1/2 oranında saf su ile seyreltilmiştir. LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin belirlendiği çalışmalarda bu dozların



popülasyonlarda yaklaşık %10 ve %90-99 ölüm veren dozlar arasında dağılım göstermesi sağlanmıştır. Ergin ve larva dönemi denemelerinde 5-7 doz + 1 kontrol (saf su uygulanan)' de 3 tekrerrür olacak şekilde kurulmuştur. Herbir tekrerrürde yaklaşık 25-30 adet birey olması sağlanmıştır. Çalışmada spiromesifen+abamectin ve milbemectin ergin döneme etkili olduğu için biyoassay denemeleri ergin dönemde yapılmıştır. Spirodiclofen ise ergin dönemin yanında larva döneminde etkili olduğu için biyoassay denemeleri larva döneminde yapılmıştır.

### **2.2.1.2. İlaçları larva dönemine uygulanması**

Spirodiclofen etkili maddelerine sahip pestisitler *T. urticae* larva dönemine uygulanmıştır. İlaçların uygulanmasında ilaçlama kulesi-yaprak disk yöntemi kullanılmıştır. Çapı 6 cm olan petrilere %1' lik agar hazırlanarak ve üzerine 4 cm çapında barbunya yaprak diskleri konulmuştur. Denemelerde kullanılacak aynı dönem larvaları elde etmek için hazırlanan yaprak disklere 10 adet ergin dişi bireyler binoküler altında bir fırça yardımıyla aktarılmış ve 24 saat sonra ergin dişi bireyler uzaklaştırılmıştır. Bırakmış oldukları yumurtalar her gün gözlenerek larva çıkışı belirlenmiştir. Yumurtalardan çıkan 0-24 saatlik larvalar hazırlanan yaprak diskler üzerine yaklaşık 25 adet olacak şekilde binoküler altında fırça yardımıyla aktarılmıştır. Petrilere hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama kulesi (Auto Loaded Burkard Scientific England) kullanılarak 1 bar basınç da her petriye 2 ml ilaç püskürtülerek ilaçlanmıştır. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Petrilere yaklaşık 30 dk. havalandırılarak,  $26 \pm 1$  °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyod koşullarına sahip iklim kabinlerine aktarılmıştır. Ölü canlı değerlendirmesi 7. günde yapılmıştır (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014).

### **2.2.1.3. İlaçların ergin döneme uygulanması**

Spiromesifen+ abamectin ve milbemectin etkili maddelerine sahip akarisitler *T. urticae* ergin dönemine uygulanmıştır. İlaçların uygulanmasında ilaçlama kulesi-yaprak disk yöntemi kullanılmıştır. Çapı 6 cm olan petrilere %1' lik agar hazırlanarak ve üzerine 4 cm çapında barbunya yaprak diskleri konulmuştur. Yaprak disklerinin her birine tesadüfen seçilen yaklaşık 25 adet *T. urticae* ergin dişiler binoküler altında bir fırça yardımı ile aktarılmıştır. Petrilere hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama kulesi (Auto Loaded Burkard Scientific England) kullanılarak 1 bar basınç da her petriye 2 ml ilaç püskürtülerek ilaçlanmıştır. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Petrilere yaklaşık 30 dk. havalandırılarak,  $26 \pm 1$  °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyodik koşullarına sahip iklim kabinlerine aktarılmıştır. Ölü canlı değerlendirmesi 48 saat sonra yapılmıştır (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014).

*Tetranychus urticae* popülasyonlarının ergin dönemleri için 48 saat ve larva dönemleri için 7 gün sonunda yapılan ölü canlı değerlendirmesinden yararlanılarak PoloPlus bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri belirlenmiştir. Denemede kullanılan bütün *T. urticae* popülasyonları için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin standart hassas popülasyona ait LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine oranlanması ile spiromesifen+abamectin ve milbemectin için popülasyonların direnç oranları elde edilmiştir (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014). Popülasyonların benzerlik karşılaştırmasında PoloPlus' a göre yapılmıştır.

## **3. Araştırma Sonuçları**

Bu çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin ilaçlarının hassas GSS popülasyonunda LC<sub>90</sub> değerleri belirlenmiştir. Belirlenen LC<sub>90</sub> değeri ayrıcı (diagnostik) doz olarak kabul edilmiştir. Ayrıcı doz, hassas akarları öldürmek için gerekli olan minimum veya tüm duyarlı bireyleri öldürerek, dirençli bireylerin hayatta kalmasına izin veren dozdur (Devine ve Oğusoku, 2009). Dolayısı ile toplanan *T. urticae* popülasyonlarına karşı direncin varlığını belirlemede ayrıcı doz önemlidir. *T. urticae*' nin hassas GSS popülasyonunda belirlenen ayrıcı dozlar *Tablo 2*' de verilmiştir. Her ilaç için hassas popülasyonlarda belirlenen LC<sub>90</sub> değeri Isparta ili ve çevresindeki farklı bölgelerden toplanan 10 adet *T. urticae* popülasyonuna uygulanmıştır. Elma bahçelerinden toplanan popülasyonlarda %80' den daha az ölüm olanlar dirençli kabul edilmiştir ve bu popülasyonların direnç oranları belirlenmiştir.

**Tablo 2. Tetranychus urticae' nin hassas popülasyonu GSS' de akarsitlerin belirlenen ayırıcı dozları**  
 Table 2. Determined diagnostic doses of acaricides in the susceptible population (GSS) of Tetranychus urticae

Populasyon	Akarisit	n <sup>a</sup>	X <sup>2</sup> /DF/ P <sup>b</sup>	H <sup>c</sup>	Slope ± SE	LC <sub>90</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>d</sup> )
GSS	Spiromesifen + abamectin	432	6.9770/4/0.1371	1.7442	1.839±0.237	2.66 (1,53-9.09)
	Spirodiclofen	975	4.5165/4/0.3406	1.1291	2.133±0.190	1.64 (1.28- 2.27)
	Milbemectin	1077	6.1337/5/0.2934	1.2267	1.634±0.105	2.88 (2.17-4.18)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b:ki kare/serbestlik derecesi /p-değeri; c:heterojenlik; d: güven aralığı

Bahçe popülasyonlarında spiromesifen+abamectin karışımının hassas GSS popülasyonunda belirlenen ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan GN-1, BK, GL-1, GL-2, TP ve ŞK popülasyonları spiromesifen+abamectin karışımının dirençli kabul edilmiştir. Bu popülasyonların LC<sub>50</sub> değerleri belirlenerek hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değerine oranlanarak direnç oranları bulunmuştur. GN-3, GN-2, OK ve GN-4 popülasyonları spiromesifen+abamectin karışımının ayırıcı dozunda %80' den fazla ölüm olduğu için dirençsiz kabul edilmiştir (Tablo 3).

Dirençli olarak kabul edilen bahçe popülasyonların LC<sub>50</sub> değerlerine göre spiromesifen+abamectin' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 1.89-315.31 kat arasında değişmiştir. Spiromesifen+abamectin karışım ilacına karşı en yüksek direnç oranı GL-2 popülasyonunda, en düşük direnç oranı GN-1 popülasyonunda belirlenmiştir. *T. urticae* spiromesifen+abamectin' e karşı belirlenen LC değerleri ve direnç oranları Tablo 4' de verilmiştir.

Popülasyonların spiromesifen+abamectin göstermiş oldukları tepkiler, yapılan benzerlik testine göre bütün populasyonlar hassas GSS popülasyonundan farklı olmuştur (P<0.05). Doz-tepki grafiklerinin eğimleri karşılaştırıldığında BK ve TP popülasyonlarının eğimleri hassas GSS popülasyonu ile paralel olmuştur (P>0.05). GN-1, ŞK, GL-1 ve GL-2 popülasyonlarının doz-tepki grafiklerinin eğimleri ise hassas GSS popülasyonun eğiminden önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0.,05).

**Tablo 3. Tetranychus urticae popülasyonlarının spiromesifen+abamectin' in ayırıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranları**

Table 3. Mortality rates of Tetranychus urticae populations at diagnostic dose of spiromesifen+abamectin

Toplanan popülasyonlar	% Ölüm Etkisi
GN-1	59.28
BK	59.81
GN-3	81.28
GN-2	87.48
OK	92.71
GN-4	91.98
GL-2	0.00
TP	8.21
GL-1	6.13
ŞK	62.36

Elma bahçerinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen' in ayırıcı dozundaki ölüm oranları Tablo 5' de verilmiştir. Spirodiclofen' nin ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan BK, OK, GL-1, GL-2, TP, GN-2 ve ŞK popülasyonları dirençli ve %80' den fazla ölüm olan GN-3, GN-1 ve GN-4 popülasyonları dirençsiz kabul edilmiştir.

**Tablo 4. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spiromesifen+abamectin' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranları**

*Table 4. Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against spiromesifen+abamectin*

Population	n <sup>a</sup>	X <sup>2</sup> /DF/ P <sup>b</sup>	H <sup>c</sup>	Eğim± SE	LC <sub>50</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>d</sup> )	LC <sub>90</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>d</sup> )	RR LC <sub>50</sub> <sup>e</sup>	RR LC <sub>90</sub> <sup>e</sup>
GSS	432	6.98/4/0.14	1.74	1.84±0.24	.	2.66 (1.53-9.09)	-	-
BK	561	6.33/5/0.28	1.27	2.27±0.40	2.77 (1.46-3.84)	10.14 (6.84-26.89)	5.18 (3.51- 7.65)	3.82 (2.22- 6.57)
GN-1	494	7.00/4/0.14	1.75	2.82±0.30	1.01 (0.69-1.35)	2.87 (2.04-5.33)	1.89 (1.36- 2.61)	1.089 (0.68- 1.71)
ŞK	480	3.00/4/0.56	0.75	3.45±0.44	1.16 (0.96-1.34)	2.72 (2.28-3.52)	2.17 (1.578- 3.00)	1.03 (0.65-1.61)
TP	621	4.03/5/0.55	0.81	1.89±0.18	64.04 (51.23-78.04)	304.14 (234.68-428.05)	119.94 (84.60- 170.04)	114.51 (69.67- 188.22)
GL-1	667	2.30/6/0.89	0.38	1.34±0.11	23.04 (17.32-29.56)	209.67 (153.26-312.00)	43.14 (29.31-63.51)	78.94 (46.33- 134.52)
GL-2	718	7.97/6/0.24	1.33	1.05±0.11	168.35 (107.87-255.41)	2818.29 (1385.90-9581.70)	315.31 (210.70- 471.85)	1061.09 (503.29- 2237.11)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterojenlik; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri/ hassas GSS popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri)

Ayrıcı dozda %80' den az ölüm olan bahçe popülasyonlarının spirodiclofen' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları LC<sub>50</sub> dozuna göre 1.03-13.001 kat arasında değişmiştir. Spirodiclofen' e karşı en yüksek direnç oranı ŞK popülasyonunda, en düşük direnç oranı GN-2 popülasyonunda belirlenmiştir. *Tetranychus urticae* spirodiclofen' e karşı belirlenen LC değerleri ve direnç oranları *Tablo 6'* de verilmiştir. GN-2 popülasyonun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin güven aralığına göre spirodiclofen' e hassas GSS popülasyonla benzer tepki göstermiştir. Diğer popülasyonların ise hepsi hassas popülasyondan farklı olmuştur (p<0.05)

**Tablo 5. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spirodiclofen' in ayrıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranları**

*Table 5. Mortality rates of *Tetranychus urticae* populations at diagnostic dose of spirodiclofen*

Toplanan popülasyonlar	% Etki
GN-1	81.33
BK	19.82
GN-3	77.71
GN-2	66.77
OK	25.87
GN-4	91.37
GL-2	0.00
TP	4.44
GL-1	28.45
ŞK	45.96

Popülasyonların spirodiclofen doz-tepki testlerine göre GN-2 popülasyonu hassas (GSS) popülasyon ile benzer tepki göstermiş, doz-tepki grafiği paralel olmuş ve popülasyonlar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (P>0.05). ŞK popülasyonu ise hassas (GSS) ile birbirinden farklı çıkmıştır (P<0.05) ve doz-tepki grafiği ise paralel olmuştur (P>0.05). TP, BK, GL, GL-2 ve OK popülasyonları hassas (GSS) popülasyonu ile eşit değildir ve doz-tepki eğrileri paralel olmamıştır (P<0.05).

**Tablo 6. Tetranychus urticae popülasyonlarının spirodiclofen' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranları**Table 6. Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against spirodiclofen

Populasyon	N <sup>a</sup>	X <sup>2</sup> /DF/ P*	H**	Eğim ± SE	LC <sub>50</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>b</sup> )	LC <sub>90</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>b</sup> )	RR LC <sub>50</sub> <sup>c</sup>	RR LC <sub>90</sub> <sup>c</sup>
GSS	975	4.52/4/0.34	1.13	2.13±0.19	0.41 (0,27- 0.55)	1.64 (1.28-2.27)	-	-
BK	645	7.08/5/0.22	1.42	4.88±0.60	2,86 (2,28-3.38)	5.24 (4,35-7,23)	6.94 (5.40- 8.93)	3.19 (2.51- 4.04)
OK	557	4.32/4/0.36	1.08	3.47±0.38	2.82 (2,24-3,39)	6.59 (5,25-9,56)	6.83 (5.27- 8.87)	4.01 (3.07- 5.23)
ŞK	663	8.76/5/0.12	1.75	2.49±0.24	5,36 (3,76-6,99)	17.55 (12,94-28,64)	13.00 (9,83- 17,22)	10.67 (8,04- 14,17)
TP	481	1.94/3/0.59	0.65	4.94±0.68	3.32 (2,87±3,73)	6.04 (5,28±7,37)	8.06 (6,24- 10,41)	3.67 (2,87- 4,69)
GL-1	658	1.15/5/0.95	0.23	3.80±0.38	2.67 (2,37-2,99)	5.81 (5,01-7,08)	6.49 (5,05- 8,34)	3.53 (2,75- 4,55)
GL-2	669	8.63/4/0.07096	2.16	3.20±0.27	2.93 (2,23-3,72)	7.37 (5,49-12,35)	7.10 (5,52- 9,13)	4.48 (3,46- 5,80)
GN-2	470	4.3238/3/0.2286	1.44	2.05±0.190	0.43 (0,21-0,67)	1.80 (1,16-3,34)	1.03 (0,73-1,47)	1.09 (0,80-1,50)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterogenite; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri/ hassas GSS popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri)

Bahçe popülasyonlarında milbemectin' in ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan TP, GL-1 ve GL-2 popülasyonları dirençli ve %80' den fazla ölüm olan GN-3, GN-1, GN-2, BK, ŞK, OK ve GN-4 popülasyonları dirençsiz kabul edilmiştir. nan *T. urticae* popülasyonlarına milbemectin' in ayırıcı dozundakiölüm oranları *Tablo 7'* da verilmiştir.

**Tablo 7. Tetranychus urticae popülasyonlarının milbemectin' in ayırıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranı**Table 7. Mortality rates of *Tetranychus urticae* populations at diagnostic dose of milbemectin

Toplanan popülasyonlar	% Etki
GN-1	97.00
BK	97.25
GN-3	98.52
GN-2	96.96
TR	98.53
GN-4	98.44
GL-2	62.48
TP	19.28
GL-1	68.11
ŞK	100.00

Ayrıcı dozda %80' den az ölüm olan bahçe popülasyonlarının Mibemectin' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 2.98-5.89 kat arasında değişmiştir. Milbemectin' e karşı en yüksek direnç oranı GL-2 popülasyonunda, en düşük direnç oranı GL-1 popülasyonunda belirlenmiştir. Milbemectin direnç oranları *Tablo 8'* de verilmiştir.

Popülasyonların milbemectin dozlarına göstermiş oldukları tepkilere göre TP ve GL-2 popülasyonları hassas (GSS) popülasyonuna eşit değildir (P<0.05) ve ancak doz-tepki grafikleri paralel olmuştur (P>0.05). GL popülasyonu ise hassas (GSS) popülasyonu ile eşit değil ve doz-tepki grafikleri paralel olmamıştır (P<0.05).

**Tablo 8. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının milbemectin' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranları**

Table 8. LC Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against milbemectin

Population	n <sup>a</sup>	X <sup>2</sup> /DF/P <sup>b</sup>	H <sup>c</sup>	Slope ± SE	LC <sub>50</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>d</sup> )	LC <sub>90</sub> (mg a.i. l <sup>-1</sup> ) (95% CI <sup>d</sup> )	RR LC <sub>50</sub> <sup>e</sup>	RR LC <sub>90</sub> <sup>e</sup>
GSS	1077	6.13/5/0.29	1.23	1.634±0.105	0.47 (0.36-0.59)	2.88 (2.17-4.18)	-	-
TP	644	7.23/5/0.20	1.45	2.04±0.25	1.86 (1.14-2.57)	7.91 (5.38-16.24)	3.93 (2.93- 5.26)	2.75 (1.87- 4.04)
GL-1	580	1.50/5/0.91	0.30	2.11±0.23	1.41 (1.14-1.69)	5.69 (4.40-8.18)	2.98 (2.30- 3.86)	1.98 (1.35- 2.89)
GL-2	480	1.63/4/0.98	0.41	1.49±0.21	2.79 (2.12-3.75)	20.15 (12.08-46.99)	5.89 (4.25- 8.17)	6.99 (3.53- 13.87)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterogenite; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri/ hassas GSS popülasyonu LC<sub>50</sub> veya LC<sub>90</sub> değeri)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

*Tetranychus urticae* sebze ve süs bitkilerinde, sera alanlarında, meyve bahçeleri vb. alanlarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kısa yaşam döngüsünden dolayı savaşımında kullanılan akarisitlere çok kolay direnç kazanabilme yeteneğine sahiptir. Dolayısı ile kullanılan kimyasalların etki mekanizması, dozu oldukça önemlidir. Bu çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin karışım ilacı son yıllarda bölgedeki elma bahçelerinde *T. urticae*' ye karşı yoğun olarak kullanılmaktadır. Örnek toplama sırasında görüştüğümüz üreticilerinden edindiğimiz bilgi ve diğer çalışmalar sırasında edindiğimiz izlenimde bu yöndedir. Çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e üçüne birlikte üç popülasyonda (TP, GL-1 ve GL-2) direnç belirlenmiştir. TP, GL-1 ve GL-2 spiromesifen+abamectin karışımına karşı en yüksek direnç gösteren üç popülasyondur. Bu sonuçlara göre spiromesifen+abamectin karışımına direnç gösteren popülasyonlarda spirodiclofen ve milbemectin' e karşıda çapraz direnç geliştiğini göstermektedir. İki popülasyonda (GN-3 ve GN-4) ise spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e karşı duyarlılık kaybı olmamıştır. Spiromesifen+abamectin' e karşı elma bahçelerinden toplanan 10 popülasyonundan 6' sında direnç gelişimi veya direnç belirlenmiştir. Koh ve ark. (2009)' a göre; direnç oranları RR≤10 zayıf, 10<RR≤40 orta, 40<RR≤160 yüksek ve 160<RR ise çok yüksek direnç olarak sınıflandırılmıştır. Spiromesifen+abamectin karışımına karşı üç popülasyon düşük (BK, GN-1 ve ŞK), iki popülasyon yüksek (TP ve GL-1), bir popülasyon çok yüksek (GL-2) direnç belirlenmiştir.

Son yıllarda *T. urticae* gibi pestisitlere direnç geliştiren türlere karşı farklı etki mekanizmalarına sahip etkili maddelerin karışım formülasyonları kullanılmaktadır. Pestisitlerin karışım şeklinde kullanılması direnç yönetiminde bir strateji olarak görülmektedir (South ve Hastings, 2018). Ancak karışım formülasyonların sürekli kullanılmasının ne gibi sorunlara neden olacağı tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışma sonuçlarına göre spiromesifen+abamectin karışımına yüksek direnç gösteren popülasyonlarda bu ilaçlarla aynı gruptan olan spirodiclofen ve milbemectin' e karşı çapraz direnç gelişmiştir. Alsay (2021) laboratuvarında spiromesifen+abamectin karışımı ile selekte ettiği ve bu karışıma direnç geliştiren popülasyonlarda abamectin, milbemectin, spirodiclofen ve spiromesifen etkili maddeli ilaçlara çapraz direnç geliştiğini belirtmiştir. Literatür de spiromesifen+abamectin karışım formülasyonu ile bir direnç çalışmasının olmadığı belirlenmiştir. Ancak bu karışımda kullanılan etkili maddelere yapılmış direnç çalışmaları vardır. Sato ve ark., (2005) abamectin ile 5 kez selekte edilen *T. urticae* popülasyonunda abamectin' e karşı 342 kat direnç geliştiğini bildirmişlerdir. Sökeli ve ark., (2007) Isparta elma bahçelerinden toplamış oldukları *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e <1.0-1.4 kat direnç tespit etmişlerdir. Kim ve ark., (2007) *T. urticae* popülasyonunda 20 kez seleksiyon sonucunda abamectin' e 11- 29 kat direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Koh ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada 10 elma bahçesinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e düşük oranlarda direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çağatay ve ark., (2014) Isparta bölgesindeki elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* popülasyonlarında abamectin' e karşı 0.75-2.25 kat direnç bulmuşlardır. Ülkemizde sebze alanlarında zararlı olan *T. urticae* popülasyonlarında

abamectin direncini incelenmiş ve birçok popülasyonda direnç geliştiği belirlenmiştir (Ay, 2006; Altıok 2012; Turan ve ark., 2016; Yorulmaz Salman ve Kaplan 2014; Yorulmaz Salman ve Kocaman, 2017; Çağatay ve ark., 2018). Tirello ve ark., (2012) gül üzerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonunda abamectin' e karşı 1294 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Vassiliou ve Kitsis (2013) yaptığı çalışmada tarla ve seralardan topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında abamectin' e karşı 3822 kat ile 1320 kat arasında direnç geliştiğini bildirmişlerdir. Monteiro ve ark., (2015) *T. urticae* popülasyonunda iki yıl boyunca abamectin' e maruz bırakmışlar ve direnç oranı hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında 2406-8272 kat arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Solmaz ve ark., (2020) kesme çiçek seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e direnç oranları 1.60-850.12 kat arasında değişiklik göstermiştir. *T. urticae* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı direnç geliştirdiği birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Yorulmaz Salman ve Kaplan (2014) Isparta ilinde bulunan domates seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı 8.16-22.82 kat direnç geliştirdiğini rapor etmişlerdir. Yorulmaz ve Ay (2012) Isparta elma bahçelerinden topladıkları *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı 4.35- 7.61 kat direnç gösterdiğini bildirmişlerdir. Sato ve ark., (2016) spiromesifen ile 20 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda 121 kat direnç belirlemişlerdir.

Çalışmada kullanılan spiroadiclofen' e karşı toplanan 10 popülasyondan 6' si direnç göstermiştir. Spiroadiclofen ilacına karşı 5 popülasyon az (BK, OK, TP, GL-1 ve GL-2), bir popülasyon orta (ŞK) seviyelerde direnç göstermiştir. *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen' e karşı direnç geliştirdiği başka çalışmalarda ortaya konmuştur. Turan ve ark., (2016) kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen' e karşı 4.91-19.02 kat direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Yorulmaz-Salman ve Kocaman (2017) Isparta bölgesinde karanfil seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen'e 30.49-118.78 kat direnç belirlemişlerdir.

Çalışmada kullanılan milbemectin' e karşı toplanan 10 popülasyondan 3' ü dirençli bulunmuştur. Üç popülasyonda direnç seviyesi düşüktür ( $RR \leq 10$ ). Kim ve ark., (2007) 20 kez seleksiyon yapılan *T. urticae* popülasyonunda milbemectin' e karşı 11-29 kat direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Koh ve ark. (2009) *T. urticae* popülasyonlarının milbemectin' e karşı 6.4 kat direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Nicastro ve ark., (2010) milbemectin ile 6 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda direnç oranını 409 kat ulaştığını ve milbemectin ve abamectin arasında çapraz direnç olduğunu belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen ve milbemectin' e karşı Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan bahçelerden toplanan *T. urticae* popülasyonlarında direnç geliştiği belirlenmiştir. Spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen, milbemectin ilaçlarına karşı üç popülasyonda (TP, GL-1, GL-2) direnç belirlenmiştir. Spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen, milbemectin' e karşı iki popülasyonda (GN-3 ve GN-4) ise direnç belirlenmemiştir. Bölgede spiromesifen+abamectin' e karşı en yüksek direnç GL-2 popülasyonunda, spiroadiclofen' e karşı en yüksek ŞK popülasyonunda ve milbemectin' e karşı en yüksek GL-2 popülasyonunda belirlenmiştir. Bu çalışma sonucuna göre Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan bölgelerdeki kırmızı örümceklere karşı yaygın olarak kullanılan spiromesifen+abamectin karışım ilacının, insektisit spiroadiclofen' in ve akarisit milbemectin' in *T. urticae* popülasyonlarında duyarlılık kaybının olduğu görülmektedir.

Uygulamanın kolay olması, zamandan tasarruf edilmesi, maliyetin ve iş gücünün azalmasından dolayı kimyasal mücadele diğer mücadele yöntemlerine göre üreticiler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Mücadele yapılırken yapılan hatalar çevrenin kirlenmesine, hedef dışı organizmaların olumsuz etkilenmesine ve en önemlisi direnç problemine neden olmaktadır. Bu yüzden kimyasal mücadele yapılırken popülasyonların direnç düzeyleri sürekli belirlenmelidir. Bu sayede yanlış, bilinçsiz ilaç kullanımının ve direnç probleminin önüne geçilebilir. Zararlıların direnç geliştirmesini önlemek veya geciktirmek için üreticilerin bazı konularda bilinçlendirilmeli ve alternatif mücadele yöntemlerine yer verilmelidir (Şen vd., 2019; Sular ve ark. 2019 ve Balcı ve ark., 2020). Dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de uygulama dozu olup, söz konusu pestisitler sadece önerilen dozlarda uygulanmalıdır. Diğer yandan mücadele için çevrede kalıcı olmayan ve etki süresi kısa pestisitler seçilmeli, ilaç rotasyonu uygulanmalı, az sıklıkta ilaçlama yapılmalı, zararlıların dönemlerine uygun ilaç seçilmeli ve hedef dışı organizmalara etkisinin olmadığı bilinen seçici ilaçlar kullanılmalıdır. Kırmızı örümcek gibi doğal düşmanları olan zararlı gruplarında entegre mücadele yöntemlerine uygun mücadele yapılmalıdır. Entegre mücadele programları içerisinde direnç yönetim programları oluşturulmalı ve alternatif mücadele yöntemlerine daha çok yer verilmelidir.

### Kaynakça

- Abbott, W S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18 (2): 265-267.
- Alsay S. (2021). *Spiromesifen+abamectin ile selekte edilen Tetranychus urticae Koch popülasyonunda direnç gelişimi, biyokimyasal direnç mekanizması ve çapraz direnç*. (Yüksek Lisans Tezi) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta
- Altıok, Y. (2012). *Antalya ili örtü altı sebze üretim alanlarında zararlı olan Tetranychus urticae Koch (Acari:Tetranychidae)' nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Anonim (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-1.Tahmini-2020-33735TÜİK2020> (Erişim tarihi:18.04.2021)
- Anonim (2022). Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=536> (Erişim tarihi:06.02.2022)
- Ay, R. (2005). Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish–Potter tower method. *Journal of Pest Science* 78 (3): 139-143.
- Ay, R., Gürkan, M. O. (2005). *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının iki selektif akarisitlere karşı duyarlılıkları ve duyarlılık mekanizmaları üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 11 (2): 217-223.
- Ay, R. (2006). Antalya ili örtüaltı sebze üretim alanlarında zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı tepkileri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 12 (3): 301-306.
- Ay, R., Kara, F. E. (2009). Amitraz' a dirençli *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)' de çoklu direnç, kalıtım, sinerjizm ve detoksifikasyon mekanizmaları. *A. Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 15 (2), 148-156.
- Balcı, M. H., İnancı, M. A., Ay, R. (2020). Effects of some pesticides on *Tetranychus urticae* and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* in laboratory conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17 (2): 172-179.
- Çağatay, N. S., Yorulmaz Salman, S., Yaman, Y., Ay, R. (2014). Isparta elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin' e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4 (4):203-209.
- Çağatay, N. S., Menault, P., Riga, M., Vontas, J., Ay, R. (2018). Identification and characterization of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch populations from greenhouses in Turkey. *Crop Protection*, 112: 112-117.
- Dennehy, T. J., Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J., & Barbour, K. (1987). Practitioner-assessable bioassay for detection of dicofol resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 80 (5), 998-1003.
- Devine, G. J., Ogusuku, D. (2009). Adaptability is key when monitoring insecticide resistance. *Bulletin of the World Health Organization*, 87 (12): 887.
- Fasula, T. R. & Denmark, H. A. (2003). Twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences *EDIS* 2003(15).
- Kim, Y. J., Lee, S. W., Cho, J. R., Park, H. M., Ahn, Y. J. (2007). Multipleresistance and biochemical mechanisms of dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 10 (2): 165-170.
- Koh, S. H., Ahn, J., Im, J. S., Jung, C., Lee, S. H., Lee, J. H. (2009). Monitoring of acaricide resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Korean apple orchards. *Journal of Asia- Pacific Entomology* 12 (1):15-21.
- LeOra Software, (1994). Polo-pc: A User' s Guide to Probit or Logit Analysis Leora Software, Berkeley, 28 pp.
- Monteiro, V. B., Gondim Jr, M. G., Oliveira, J. E. D. M., Siqueira, H. A., Sousa, J. M. (2015). Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the lower middle São Francisco Valley. *Crop Protection* 69 (1): 90-96.
- Nicastro, R. L., Sato, M. E., Da Silva, M. Z. (2010). Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 50 (3): 231–241.
- Özongun, Ş., Dolunay, E., Öztürk, G., Pektaş, M. (2014). Eğirdir (Isparta) şartlarında bazı elma çeşitlerinin performansları. *Meyve Bilimi* 1 (2), 21-29.
- South, A., Hastings, I. M. (2018). Insecticide resistance evolution with mixtures and sequences: a model-based explanation. *Malaria Journal* 17 (1): 1-20.
- Sato, M. E., Silva, M. Z. D., Raga, A., Souza Filho, M. F. D. (2005). Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology* 34 (6), 991-998.
- Sato, M E., Veronez, B., Stocco, R. S., Queiroz, M. C. V., Gallego, R. (2016). Spiromesifen resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, stability, and monitoring. *Crop Protection* 89 (1), 278-283.

- Solmaz, E., Çevik, B., Ay, R. (2020). Abamectin resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from cut flowers greenhouses in Turkey. *International Journal of Acarology* 46 (2): 94-99.
- Sökeli, E., Ay, R., Karaca, İ. (2007). Isparta ilindeki elma bahçelerinde zararlı olan iki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch populasyonlarının bazı pestisitlere karşı direnç düzeylerinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (4): 326-331.
- Sular, M., Sağlam, Ö., Işıkber, A. A. (2019). Spinetoram' ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae)' a karşı rezidüel toksisitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 133-143.
- Şen. R., Işıkber, A. A., Bozkurt, H., Sağlam, Ö. (2019). Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. *Turkish Journal of Entomology*, 43(4): 441-450.
- Tirello, P., Pozzebon, A., Cassanelli, S., Van Leeuwen, T. Duso, C. (2012). Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. *Experimental and Applied Acarology* 57 (1): 53-64.
- Turan, İ., Yorulmaz Salman, S., Ay, R. (2016). Antalya ili kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) populasyonlarının abamectin ve spirodiclofen'e karşı direnç düzeyleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 7 (1): 254-261.
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S., Tirry, L. (2005). Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science* 61 (5): 499-507.
- Vassiliou, V. A., Kitsisi, P. (2013). Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) populations from Cyprus. *Journal of Economic Entomology* 106(4): 1848-1854.
- Yorulmaz, S., Kaplan, P., Boztürk, D., Çobanoğlu, S., Ay, R. (2010). Isparta elma bahçelerinden toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) populasyonlarının propargite ve cyhexatin' e karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (1): 17-23.
- Yorulmaz, S., Ay, R. (2012). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan avcı akar *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) populasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve direnç mekanizmaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 16 (2): 122-132.
- Yorulmaz Salman, S., Kaplan, K. B. (2014). Isparta ili merkez ilçesinde domates seralarından toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) populasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve detoksifikasyon enzimleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4(3): 185-195.
- Yorulmaz Salman, S., Ay, R. (2014). Determination of the inheritance, cross resistance and detoxifying enzyme levels of a laboratory-selected, spiromesifen-resistant population of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science* 70 (5): 819-826.
- Yorulmaz Salman, S., Kocaman, T. (2017). *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)' nin karanfil populasyonlarında abamectin ve spirodiclofen' e karşı duyarlılık düzeyleri. *Türk Entomoloji Bülteni* 7 (2): 135-142.



**Kireçli Topraklarda Farklı Kükürt Formları ile Biyokömür Uygulamalarının Turp Bitkisinin (*Raphanus sativus*) Gelişimine Etkisi**

The Effects of Different Sulfur Forms and Biochar Applications on The Development of Radish (*Raphanus sativus*) in Calcareous Soils

Ayşen AKAY\*

**Öz**

Turpun besin maddesi ihtiyacının karşılanması ve yüksek kalitede ürün alınmasında kükürt(S) önemli bir yer tutmaktadır. Biyokömür uygulamaları toprak kalitesini ve bitki gelişimini olumlu etkilemektedir. Çalışma; önemli bir tarım potansiyeline sahip olan ve İç Anadolu’da yer alan Konya kireçli topraklarında yetiştirilen turp bitkisinin kükürlü gübre isteğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada biyokömür uygulamasının bitkinin kükürten yararlanma durumuna ve bitki gelişimine etkisinin belirlenmesi ve turp için uygun kükürlü gübre dozunun tespiti de amaçlanmıştır. Çalışmada; elementel-S (0- 200-400 mg/kg), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S (0-25-50 mgkg<sup>-1</sup>) ve yetiştirme toprağına üç dozda biyokömür (0, %1 ve %2) uygulanmıştır. Bitki materyali 8TR-17 fındık turp (*Raphanussativus* var.) çeşididir. Elde edilen sonuçlara göre; artan S dozları ile yaprak klorofil SPAD değerleri, bitki boyu, yumru ağırlığı, deneme sonunda toprakta kalan kükürt konsantrasyonu değerleri kontrole kıyasla önemli farklılıklar göstermiştir. Biyokömür dozları ve S uygulama formları arasındaki etkileşimde; yaprak klorofil SPAD değerleri, bitki boyu, yumru ağırlığı ve toprakta kalan S (mgkg<sup>-1</sup>) değerleri kontrole kıyasla önemli oranda farklılıklar göstermiştir. Klorofil SPAD değeri 23.3-34.8; yaprak boyu 5.59-6.49 cm, yaprak sayısı 2.98-4.06 adetbitki<sup>-1</sup>, yaprak ağırlığı 6.01-10.45 gsaksı<sup>-1</sup>, gövde boyu 0.75-2.23 cmbitki<sup>-1</sup> ve gövde çapı da 1.5-15.24 cmbitki<sup>-1</sup> arasındadır. Yumru ağırlığı ortalamaları 0.136-4.566 grsaksı<sup>-1</sup> arasındadır ve biyokömür uygulamaları kontrole kıyasla artış sağlamıştır. Bu artışlar özellikle SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S uygulamasında önemlidir. Toprakta kalan S konsantrasyonu 13.40-94.43 mgkg<sup>-1</sup> arasındadır; S gübreleri, S dozları, biyokömür uygulamaları ile önemli farklılık göstermiştir (p<0.05). Deneme sonunda toprak pH değeri; kükürt dozlarına ait ortalama değerler dikkate alındığında kontrole kıyasla 0.07 birimlik bir düşüş göstermiştir ve bu değer istatistikî yönden de önemli olmuştur (p<0.01). Sonuç olarak fındık turpu yetiştiriciliğinde, eğer kum oranı düşük killi tınlı toprakta çalışılacaksa %2 dozunda biyokömür uygulaması ile iyi bir bitki gelişimi ve yumru teşekkülünün olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elementel kükürt, Sülfat kükürt, Biyokömür, Turp, Kireçli toprak

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ayşen Akay, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, Türkiye. E-mail: [aakay@selcuk.edu.tr](mailto:aakay@selcuk.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-2541-0167

**Atıf/Citation:** Akay,A. Kireçli Topraklarda Farklı Kükürt Formları ile Biyokömür Uygulamalarının Turp Bitkisi (*Raphanus sativus*) Gelişimine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 644-655.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

**Abstract**

Sulfur (S) has an important place in meeting the nutritional needs of radish and obtaining high quality products. Biochar applications affect soil quality and plant growth positively. The study was carried out to determine the sulfur fertilizer demand of the radish plant grown in the calcareous soils at Konya that located in Central Anatolia, which has an important agricultural potential. In the study, it was aimed to determine the effect of biochar application on the plant's use of sulfur and plant growth, and the appropriate sulfur(S) fertilizer dose for radish. In the study, elemental-S (0- 200-400 mgkg<sup>-1</sup>), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S (0-25-50 mgkg<sup>-1</sup>) and biochar (0- 1% - 2%) were applied to the cultivation soil. Plant material is 8TR-17 hazelnut radish (*Raphanus sativus* var.) variety. According to the results obtained, leaf chlorophyll SPAD values, plant height, tuber weight, the remaining S (mgkg<sup>-1</sup>) concentration in the soil at the end of the experiment were significantly different with increasing S doses compared to the control (p<0.01). Leaf chlorophyll SPAD values, plant height, tuber weight and the remaining S (mgkg<sup>-1</sup>) concentration in the soil(p<0.01) and stem diameter (p< 0.05) showed significant differences compared to the control at the interaction between biochar doses and S application forms. The chlorophyll SPAD value varied between 23.3 and 34.8, leaf length varied between 5.59 and 6.49 cm, the number of leaves varied between 2.98 to 4.06 piecesplant<sup>-1</sup> and leaf weight varied between 6.01 to 10.45 gpot<sup>-1</sup>. Stem length varied between 0.75 to 2.23 cmplant<sup>-1</sup> and stem diameter varied between 1.5 to 15.24 cmplant<sup>-1</sup>. Tuber weight averages ranged from 0.136 to 4.566 gpot<sup>-1</sup> and with the biochar applications increased compared to control. These increases are especially important in the SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S application. The remaining S (mgkg<sup>-1</sup>) concentrations in the soil are between 13.40 to 94.43 mgkg<sup>-1</sup>. These values showed significant differences with S fertilizers, S doses and biochar applications (p<0.05). At the soil pH value at the end of the experiment considering the mean values of sulfur doses, showed a decrease of 0.07 units compared to the control and this value was statistically significant (p<0.01). As a result, it is thought that good plant growth and tuber formation will be achieved with the application of 2% biochar in the cultivation of hazelnut radish, when the sand content is low and partially clayey loam soil will be used.

**Keywords:** Elemental sulfur, Sulfate sulfur, Biochar, Radish, Calcareous soil

## 1. Giriş

Turp (*Raphanussativus* L.), Brassicaceae (Cruciferae) familyasına ait olup; yaklaşık 3 bin yıl öncesine dayanan ekimine ait tarihi kayıtları ile bilinen en eski kök sebzelerden biridir. Büyük olasılıkla kökeni Avrupa'nın güneyi veya Asya'nın güneydoğusundadır. Bu sebze 16. yüzyılda İngiltere ve Fransa'da tanıtılmıştır, 19. yüzyıl döneminde ise bitkinin çeşitleri Amerika'da ve Brezilya'da bilinmekteydi (Camargo, 1981; Ramamurthy ve ark.,2015). Özellikle küçük çiftliklerde ve çok çeşitli kök mahsullerinin bulunduğu alanlarda yaygın olarak yetiştirilen bir bitkidir. Kısa döngüde üretim sistemlerinde rotasyon döngüsünün bir parçası olarak yetiştirilebildiğinden dolayı turp ilginç bir özelliğe sahiptir. En çok yenen kısmı kazık köklü olan bölümüdür, bu kısmı farklı şekil, renk ve iriliktir; görünümüne göre fındık, kestane, kırmızı, bayır turpu gibi isimleri bulunmaktadır (Vural ve ark., 2000); ancak bitkinin üst kısımları da yapraklı sebze olarak kullanılabilir. Geniş kullanım alanı olan turp; mükemmel bir karbonhidrat, protein, A-C vitaminleri, folik asit ve potasyum, B6, riboflavin, magnezyum ve kalsiyum kaynağı olduğu için, yüksek besin değerinden dolayı popülerlik kazanmıştır (Bakhsh ve ark., 2006). Kök, tohum, yaprak gibi farklı kısımları, tıbbi etkileri nedeniyle de insan sağlığı için kullanılan bir sebzedir (Akan ve ark.,2013).

Türkiye'de 2019 yılı sebze üretimi verilerine göre %0.7'lik bir paya sahiptir ve en fazla yetiştirilen çeşit kırmızı turptur (Anonim, 2019). Turp hemen her yerde yetiştirilmekle birlikte toprağın killi veya killi tınlı olması kök gelişimini olumsuz etkilemektedir. Gübre, vermikompost, kompost, biyogübreler ve düşük dozda kimyasal gübre ile birlikte organik gübre uygulaması; geleneksel kimyasal gübre kullanımına kıyasla turpun gelişim parametreleri ve kuru madde üretimini artırmıştır (Subramani ve ark.,2010; Imthiyas ve Seran,2015; Kiran ve ark.,2016; Barlas ve ark., 2018). Organik veya inorganik kimyasallarla kombinasyon halinde topraklara biyokömür uygulamasının bitki büyümesi ve veriminde belirgin bir etkisi olduğu bildirilmiştir (Chan ve ark., 2007). Biyokömürün toprak üzerinde olumlu etkilerine karşın; düşük besin bileşimi ve biyolojik bozunmaya karşı dirençli olması nedeniyle tek başına bir besin tedarikçisi olarak sınırlı olabilir (Partey ve ark., 2014).

Biyokömürün; hayvan gübresindeki  $NH_3$ ,  $NH_4^+$  ve  $NO_3^-$  'ı etkili bir şekilde tutabildiği (Steiner, 2010), gübrelerden N kaybını azalttığını (Pietikainen ve ark., 2000) ve aynı anda humifikasyonu arttırdığı (Ishizaki ve Okazaki, 2004), toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirebildiği (DeLuca ve ark., 2006), gaz halinde N emisyonunu (Yanai ve ark., 2007) ve besin maddelerinin yıkanmasını azalttığı (Zheng ve ark., 2013), ve ürün verimini arttırdığı (Major ve ark., 2010) belirtilmiştir. Biyokömür uygulamasının turpların biyokütle, kök ve sürgün verimlerini önemli ölçüde arttırdığı çalışmada; toprağın organik maddesi, kütle yoğunluğu, toplam azot, mevcut fosfor ve mevcut potasyum içeriği de önemli ölçüde arttığı ve  $20\text{ t ha}^{-1}$  biyokömür uygulamasının tavsiye edildiği Timilsina (2017) tarafından bildirilmiştir. Yüksek kalitede biyokömürün topraktaki karbon tutumu yoluyla verimi artırabileceği ve beyaz turp için en yüksek ağırlıkların  $2\text{ kg da}^{-1}$  biyokömür uygulamasında ölçüldüğü (Sriburi, 2017); biyokömür ve kanatlı gübresinin farklı kombinasyonlarının denendiği çalışmada ise, tek başına biyokömür uygulaması turpun yaprak besin konsantrasyonları ile verimini arttırdığı (Adekiya ve ark., 2019) görülmüştür. Odundan elde edilen biyokömürün kiraz turpta çimlenme oranını arttırdığı, taze sürgün ve kök biyokütlesinin ise çok etkilemediği; organik atıklarla kompost haline getirilen biyokömür uygulamalarının ise daha etkili olacağı belirtilmiştir (Ke ve ark., 2018). Tabakhane atıklarının ve biyokömürün turp verimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; turp kökü ve yer üstü biyokütlenin arttığı belirlenmiş, %5 tabakhane atığı ve  $2,5\text{ t ha}^{-1}$  biyokömür dozunda turp taze ve kuru madde ağırlığında önemli artış gözlenmiştir (Nabavinia ve ark., 2015). Başka bir çalışmada turpta en iyi çimlenmenin %50 biyokömür + %50 kompost uygulamasında olduğu (Gonzalez ve Kang, 2017); atık çamurdan elde edilen biyokömürün %1 ile %3 dozlarında bitki tepkisi en yüksek değerlere ulaşmıştır (Sousa ve Figueiredo, 2016). Chan ve ark.(2008), toprak düzenleyici olarak biyokömürün azotlu ve azotsuz uygulanması durumunda; turp verim artışının  $10\text{ t ha}^{-1}$  düzeyinde %42,  $50\text{ t ha}^{-1}$  düzeyinde ise %96 'ya ulaştığını belirtmişlerdir.

Bitki gelişimi ve büyümesi için önemli bir besin elementi olan kükürdün yetersizliğinde bitkide ürün miktarı ve kalitesi düşer (Scott ve ark., 1984). Kükürt uygulamasının turp bitkisinde glukosinolat, karotenoid, klorofil ve toplam fenolik madde içeriklerinde önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir (Zhou ve ark., 2013). Turp çeşitleri ile yapılan çalışmada; farklı dozlarda mikronizebentonitli kükürt uygulamalarının toplam verim, kök ağırlığı, kök uzunluğu, kök çapı ve bitki ağırlığında artışlar sağladığı görülmüştür. En yüksek değerler ise  $3.65\text{ kg m}^2$  ile 20 ve  $25\text{ kg da}^{-1}$  doz uygulamasından elde edilmiştir (Solmaz, 2017). Hindistan'da yapılan bir çalışmada; üç farklı

bölgesel turp çeşidi arasında Pusa Desi çeşidinde 45 kg S uygulaması ile en yüksek kök verimi elde edilmiş, büyüme ve kalite açısından da olumlu sonuçlar alınmıştır (Smriti ve ark., 2016). Başka bir çalışmada; kükürt oranı artışının, turp kök verimi ve kükürt alımını önemli ölçüde artırdığı; en yüksek değerlerin 25 ve 50 kg Sha<sup>-1</sup> uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Sriramachandrasekharan, 2012). Turpta 120 kg Sha<sup>-1</sup> gübrelemesinin köklerde polifenollerin birikimini ve ayrıca antiradikal aktiviteyi önemli ölçüde artırdığı görülmüştür (Stagnari ve ark., 2018). Yapılan arazi denemelerinde turp veriminde NPK (100-80-50kg/hauyulgama dozunun etkili olduğu belirtilmiştir (Nargave,2016).

Kireçli toprakta turp yetiştiriciliğinde, bitkinin kükürt ihtiyacının karşılanmasında uygun kükürtlü gübre dozunun belirlenmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Çalışmada ayrıca toprak yapısı üzerine olumlu etkisi olduğu çeşitli çalışmalarda belirlenmiş olan biyokömürün; killi tın tekstürdeki kireçli topraklar için uygulama dozunun belirlenmesi de amaçlanmıştır. Çalışmada farklı oranlarda biyokömür uygulaması yapılarak, biyokömürün bitki gelişimi parametrelerine ve yumru oluşumuna kükürtün farklı formları ve dozları ile birlikte etkisi fındık turp bitkisinde araştırılmış, uygun ve ekonomik kükürt dozunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Deneme materyalleri

Araştırma sera şartlarında yürütülmüştür. Konya -Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar çiftlik arazisinden 0-30 cm derinlikten alınan kireçli toprakta deneme yürütülmüştür. Toprak alındıktan sonra bez torbalara doldurularak seraya getirilmiş; daha sonra 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Topraktaki kil içeriği yüksek olduğundan dolayı; saksılara 2 birim toprak/1 birim dere kumu oranında olacak şekilde toprakla dere kumu karıştırılmış, daha sonra bu karışıma biyokömür (%0-%1-%2 dozlarında) ilave edilerek saksılara (3.5 kg/saksı) doldurulmuştur.

Bitki materyali olarak Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün 1983 yılında tescil ettirdiği, 8TR-17 fındık turp (*Raphanussativus* var.) çeşidi kullanılmıştır. Bu turpun meyve ağırlığı 45-50 gr, kabuk rengi açık kırmızı, et rengi beyaz ve olgunlaşma süresi 30-35 gündür. Türkiye'nin bütün bölgelerine tavsiye edilen bir çeşittir (Anonymous, 2021).

### 2.2. Denemenin kurulması

Deneme serada tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine dört göre tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede elementel toz kükürt (S1, S2, S3; 0- 200- 400 mgkg<sup>-1</sup>), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> formunda kükürt (SO1, SO2, SO3; 0- 25-50 mgkg<sup>-1</sup>) ve biyokömür (B0, B1, B2; 0- %1 - %2) uygulanmış olup; çalışma toplam 72 saksıda yürütmüştür. Gübrelerden elementel toz kükürt(% 100 S) saksılara ayrı ayrı tartılıp yetiştirme ortamı ile birlikte homojen olacak şekilde karıştırılıp saksılara doldurulmuştur. Sülfat formundaki kükürt ise amonyum sülfat, potasyum sülfat ve magnezyum sülfat gübreleri ile uygulama dozlarına göre hesaplanarak tartılmış ve saksılara uygulanmıştır. Ayrıca tüm saksılarda eşitlik olacak şekilde bitkilere N(21.7 mgkg<sup>-1</sup>), P(21.8 mgkg<sup>-1</sup>), K(7.6 mgkg<sup>-1</sup>), Mg(9.4 mgkg<sup>-1</sup>) ve mikroelement gübrelemesi yapılmıştır. Denemede biyokömür olarak ceviz kabuğunun 500 °C sıcaklıkta 12 saat bekletilmesi ile elde edilmiş olan materyal kullanılmış olup, 2 mm'lik elekten geçirilerek kullanılmıştır. Bu işlemlerden sonra bitki tohumları saksılara ekilmiş (Ekim 2020 tarihinde) ve bitkiler toprağın tarla kapasitesi dikkate alınarak düzenli şekilde sulanmıştır. Bitkilerde yeterli gelişim olduğunda her saksıda dört olgun yaprakta klorofil SPAD değeri ve yaprak boyu ölçümü alınmıştır. Bitki boyu, yaprak sayısı değerleri belirlenmiştir. Vejetasyon süresi sonunda her saksıdaki mevcut bitkilerde yaprak ve gövde ağırlıkları hassas terazide belirlenmiş; gövde boyu, gövde çapı değerleri ise dijital kumpas ile ölçülmüştür.

Deneme toprağında yapılan fiziksel ve kimyasal analizlere ait sonuçlar *Tablo 1'* de sunulmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre; deneme toprağı killi tın tekstürde, hafif alkalın pH'da ve tuzsuzdur. Organik madde içeriği az ve yüksek kireçli olan toprağın fosfor ve potasyum içeriği yeterli, bitkiye yararlı Fe, Zn, Cu, Mn içerikleri ise yetersiz veya azdır.

Turp gelişimi tamamlandıktan sonra bitkiler hasat edilmiş; daha sonra tüm saksılardan toprak örneği alınmış ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ile ekstrakte edilerek toprak örneklerinde kükürt spektrofotometrede okunarak SO<sub>4</sub> – S miktarı belirlenmiştir (Fox ve ark.,1964).Ayrıca tüm saksılardan alınan toprak örneklerinde pH (1:2.5 toprak:saf su) belirlenmesi yapılmıştır (Jackson, 1969).

Sera denemelerinden elde edilen sonuçlar ayrı ayrı MİNİTAB paket programları kullanılarak varyans analizi ve Tukey testleri yardımıyla karşılaştırılmıştır (Düzgüneş, 1963; Yurtsever, 1984).

**Tablo 1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri**

*Table 1 Physical and chemical properties of experimental soil*

Özellikler	Değer	AnalizMetodu
<b>Fizikselözellikler</b>		
Tekstürsınıfı	Killi tn	(Bouyoucos, 1951)
Tarlakapasitesi	26	(Cassel ve Nielsen,1986)
Solma noktası	14	(Cassel ve Nielsen, 1986)
<b>Kimyasalözellikler</b>		
pH	7.89	(Jackson, 1969)
(1:2.5 toprak:safsu) EC(dS/m)	0.92	(USSL Staff, 1954)
(1:2.5 toprak:safsu) Organikmadde (%)	1.98	Walkley veBlack'inmodifiyemetodu(Jackson , 1969)
CaCO <sub>3</sub> (%)	12.97	(Nelson, 1996)
Elverişli P(mg/kg)	23.63	(Olsenve Sommers, 1982)
Ekstrakte edilebilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	831.88	1 N. Nötramonyumasetadileeks. metodu
ElverişliZn(mgkg <sup>-1</sup> )	0.12	DTPA (Diethylene triamine penta acetic acid) ekstraksiyonmetodu
ElverişliFe(mg kg <sup>-1</sup> )	0.45	(Lindsay ve Norvell,1978)
ElverişliCu(mg kg <sup>-1</sup> )	0.43	
ElverişliMn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.91	

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

#### 3.1. Fındık turp bitkisi gelişim parametreleri

Deneme sonunda elde edilen verilere ait sonuçlar *Tablo 2,3 ve 4*'te sunulmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; yaprak klorofil SPAD değerleri artan kükürt dozları ile kontrole kıyasla önemli oranda artmıştır ( $p<0.05$ ); biyokömür uygulama dozları\*kükürt uygulama formlarının birlikte etkisi de önemli farklılıklar oluşturmuştur ( $p<0.01$ ; *Tablo 2 ve 3*). Biyokömür uygulamaları dikkate alındığında ise en yüksek ortalama değerler B2SO ve B1S uygulamalarında sırasıyla 32.7 ve 32.4 olarak belirlenmiştir ( $p<0.01$ ; *Tablo 2*). Tüm veriler dikkate alındığında kükürt dozlarındaki artış ile klorofil SPAD değerlerinin kısmen arttığı ama bu artışın istatistikî yönden önemli olmadığı görülmüştür (*Tablo 3*).

**Tablo 2. Biyokömür ve kükürtlü gübre uygulamalarının turp bitkisinin klorofil, bitki boyu, yaprak boyu, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığına etkisi**

*Table 2. The effects of biochar and sulfur fertilizer applications on chlorophyll, plant height, leaf height, number of leaves and leaf weight of radish plant*

Biyokömür	Kükürt	Klorofil	Bitki boyu(cm)	Yaprak boyu(cm)	Yaprak sayısı(adet)	Yaprak ağırlığı (g)
B0	S	31.9 ab	9.10 b	5.81	3.25	6.857
	SO	30.4ab	10.20 ab	6.49	3.42	6.957
B1	S	32.4a	11.28 a	6.34	3.21	7.446
	SO	27.3ab	8.98 b	5.62	3.28	8.134
B2	S	26.7b	10.96 a	5.59	3.27	6.944
	SO	32.7a	10.74 a	6.03	3.42	7.665
Tukey						
* $p<0.05$						
** $p<0.01$		**	**	-	-	-

Bitki boyu (cm) değerleri incelendiğinde; biyokömür, kükürt uygulama dozları, biyokömür\*kükürt formları, biyokömür\*kükürt dozları ve kükürt uygulaması\*kükürt dozları arasında önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ; *Tablo 2 ve 3*). Bitki boyu değerleri 8.13-13.41 cm arasında değişmiş, en yüksek bitki boyu değerleri B2S3 ve B2SO3 uygulamalarında görülmüştür (12.31–13.41 cm). Özellikle biyokömürün %2 uygulama dozunda, diğer %0 B ve %1 B uygulamalarına kıyasla bitki boyundaki artışın daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir (*Tablo 3*). Yaprak boyu değerleri; biyokömür ve kükürt uygulamaları ile değişiklik oluşturmamış; sadece kükürt uygulamaları ve artan kükürt dozlarının birlikte etkisi yaprak boyunda önemli farklılık göstermiştir ( $p<0.05$ ; *Tablo 2 ve 3*). Yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, gövde boyu değerleri; biyokömür, kükürt uygulamaları ve kükürt dozları ile farklılık göstermemiştir. Gövde çapı değerleri; biyokömür uygulamaları ve biyokömür\*kükürt uygulamaları ile önemli farklılıklar göstermiştir ( $p<0.05$ ; *Tablo 2, 3 ve 4*). Yaprak sayısı 2.98-4.06 adet/bitki<sup>-1</sup>; yaprak ağırlığı 6.010-10.446 g saksı<sup>-1</sup>, gövde boyu 0.75-2.23 cm bitki<sup>-1</sup> ve gövde çapı da 1.50-15.24 cm bitki<sup>-1</sup> arasındadır. Gövde çapı değerleri özellikle B2SO uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek olmuştur (*Tablo 3*).

**Tablo 3. Biyokömür ve kükürtlü gübre uygulamalarının turp bitkisinin gelişim verilerine etkisi**

Table 3. The effects of biochar and sulfur fertilizer applications on the growth data of radish plants

B	S	S doz	Klorofil	Bitki boyu (cm)	Yaprak boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Yaprak ağırlığı (g saksı <sup>-1</sup> )	Gövde boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yumurta yaş ağırlığı (g saksı <sup>-1</sup> )
B0	S	1	30.0	8.13	4.59	3.39	6.786	1.41	11.10	1.906
		2	32.4	10.73	5.40	3.19	7.120	1.49	11.86	1.648
		3	33.1	8.44	7.45	3.17	6.663	1.14	10.03	1.404
	SO	1	26.0	9.97	7.24	3.31	7.541	0.75	7.60	1.854
		2	31.7	11.09	6.75	3.29	6.884	1.14	5.15	1.912
		3	33.4	9.53	5.48	3.67	6.447	0.90	5.16	2.502
B1	S	1	32.1	11.72	5.45	2.98	7.465	1.85	10.55	2.179
		2	32.7	11.02	5.98	3.00	6.861	0.75	1.50	2.254
		3	32.4	11.10	7.60	3.67	8.011	1.24	8.52	2.572
	SO	1	25.9	8.22	5.61	3.25	7.451	1.18	8.27	2.780
		2	23.3	8.58	5.56	3.16	6.504	1.81	8.93	2.863
		3	32.7	10.16	5.69	3.45	10.446	1.30	5.55	3.309
B2	S	1	26.4	11.05	6.25	3.17	7.505	0.95	6.98	2.007
		2	26.4	9.51	5.10	3.55	7.316	1.30	10.80	1.540
		3	27.5	12.31	5.41	3.11	6.010	0.93	9.78	1.521
	SO	1	29.9	10.04	6.15	3.13	8.355	1.91	12.09	3.617
		2	34.8	8.77	5.15	3.04	8.525	2.23	15.24	4.281
		3	34.3	13.41	6.75	4.06	6.775	1.94	15.03	3.439
Tukey										
* $p<0.05$			-	-	-	-	-	-	-	-
** $p<0.01$										

**Tablo 4. Biyokömür ve kükürtlü gübre uygulamalarının turp bitkisinin gövde boyu, gövde çapı, yumru ağırlığı ve toprakta kalan kükürt miktarına etkisi**

Table 4. The effects of biochar and sulfur fertilizer applications on stem length, stem diameter, tuber weight of radish plant and the S (mg kg<sup>-1</sup>) concentrations remaining in the soil

Biyokömür	Kükürt	Gövde boyu (cm bitki <sup>-1</sup> )	Gövde çapı (mm bitki <sup>-1</sup> )	Yumru ağırlığı (gsaksı <sup>-1</sup> )	Toprakta kükürt (mg kg <sup>-1</sup> )
B0	S	1.35	10.99 ab	1.653 c	55.23 a
	SO	0.93	5.97 b	2.089 c	15.68 d
B1	S	1.28	6.86 b	2.335 bc	42.84 b
	SO	1.43	7.58 ab	2.984 b	24.89 c
B2	S	1.06	9.19 ab	1.689 c	39.49 b
	SO	1.95	13.79 a	3.779 a	22.03 cd
Tukey					
*p<0.05					
**p<0.01		-	*	**	**

Turpta kuru madde birikimine kompost kullanımının etkisi incelendiğinde; üst uygulama olarak kimyasal gübreler ile tavsiye edilen 20 t ha<sup>-1</sup> kompost uygulamasının, tek başına kimyasal gübrelere kıyasla daha fazla yaprak üretimi sağladığı ve yumru kök kuru madde birikimi üzerindeki etkisinden dolayı bir seçenek olabileceği belirtilmiştir (İmthiyas ve Seran, 2015). Bu çalışmada da %2 B uygulaması ile genel olarak bitki boyu, gövde boyu, gövde çapı ve yumru ağırlığı artmıştır; sonuçta biyokömür uygulaması bitki gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilemiştir.

Yumru yaş ağırlığı değerleri; biyokömür ve kükürt uygulamaları ile farklılık göstermiş, biyokömür\*kükürt uygulamaları arasındaki etkileşimden de önemli derecede etkilenmiştir (p<0.01; Tablo 4). Yumru ağırlığı değerleri 1.404-4.281 gsaksı<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Tablo 3). Biyokömür uygulamaları yumru ağırlığını kontrole kıyasla önemli oranda artırmış; özellikle SO<sub>4</sub>-S uygulamasında elementel-S'e kıyasla yumru ağırlığı önemli artış göstermiş ve en yüksek değer %2 B-SO<sub>4</sub> formunda kükürt uygulamasında görülmüştür (3.779 gsaksı<sup>-1</sup>; Tablo 4). Bu durumda biyokömürün toprak fiziksel özelliklerinde oluşturduğu iyileştirme ile %0 ve %1 biyokömür dozlarına kıyasla %2 B uygulamasında yumru ağırlığının arttığı; kükürtün sülfat formunda uygulamasının birlikte etkisinin de bitki gelişimini teşvik ettiği söylenebilir. Benzer durum bu çalışmada gövde çapı değerlerinde de gözlenmiştir.

Farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının turp gelişimine etkisinin araştırıldığı çalışmada; kök ağırlığında görülen farklılıkların gübre varyasyonlarının farklı olmasından ve gübrelerin besin içeriği bakımından farklılık göstermesinden kaynaklandığı ve kök ağırlığının artmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Çeşitli hayvan gübrelerinin daha fazla besin içeriğine sahip olması durumunda daha yüksek kök ağırlığı oluşumunu teşvik ettiği belirlenmiştir (Kiran ve ark.,2016). Olasekan ve ark. (2019) kanatlı gübresinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek turpun verim bileşenlerini de iyileştirdiğini, Basnet ve ark.(2021) ise %50 N'lu kimyasal gübre + %50 N kümes hayvanı gübresi uygulaması ile turptan en yüksek verimi aldıkları belirtmişlerdir. Tennakoon ve Bandara (2003) hayvan gübrelerinin besin içeriklerinin farklılık gösterdiği, varyasyon farklı organik kaynakların besin maddelerinin mevcudiyetinin önemli oranda farklılık gösterdiğine dikkat çekilmiştir (Lester, 2006).

### 3.2. Deneme sonunda toprakta kalan kükürt (mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonu

Deneme sonunda toprakta kalan kükürt konsantrasyonu (mg kg<sup>-1</sup>) dikkate alındığında kükürt ve biyokömür uygulamaları, kükürt dozları ile bu uygulamaların birlikte etkileşim değerleri arasında önemli farklılık olduğu gözlenmiştir (p<0.05 ve p<0.01; Tablo 4). Ortalama değerler dikkate alındığında; elementel kükürt uygulanan muamelelerde biyokömürün artan dozları toprakta kalan kükürt miktarını kontrole kıyasla kısmen azaltmıştır. Sülfat formunda kükürt uygulamalarında ise bu azalma daha fazla olmuştur. Burada bitkilerin ortamdaki kükürtü sülfat formunda daha kolay aldığı ve bu yüzden de toprakta kalan kükürt konsantrasyonunun elementel kükürte kıyasla daha az olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 1). Ayrıca biyokömürün B0, B1 ve B2 uygulamalarında artan dozlarda verilen

sülfat formundaki kükürt ile toprakta kalan kükürt konsantrasyonları değişmemiştir. Buna karşın elementel formda kükürt uygulamasında; kükürt dozlarındaki artış ile topraktaki kükürt konsantrasyonu önemli oranda artış göstermiştir ( $p < 0.01$ ). En yüksek artış %0 B - S0 uygulamasından ( $15.78 \text{ mg kg}^{-1}$ ), %0 B - S3 uygulamasına ( $94.43 \text{ mg kg}^{-1}$ ) geçişte gözlenmiştir. Elementel kükürtün artan dozları topraktaki kükürt konsantrasyonunu sülfat formunda uygulanan kükürte kıyasla daha fazla artırmıştır; değerler  $13.40 - 94.43 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. Bu verileri yumru yaş ağırlığı ile birlikte değerlendirdiğimizde; sülfat formunda kükürt uygulamalarında yumru yaş ağırlığının elementel kükürt uygulamalarına kıyasla daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bitkilerin ortamda hazır olarak buldukları sülfat kükürtünü daha kolaylıkla kullanmaları nedeniyle; toprakta kalan sülfat kükürt bu uygulamalarda daha azdır. Buna karşın elementel formdaki kükürtün sülfat formuna oksidasyon işleminin yavaş olması nedeniyle; bitki tarafından kullanımının daha az olmasından dolayı yumru yaş ağırlığının diğerine kıyasla düşük olduğu ve buna bağlı olarak da ; toprakta kalan kükürt miktarının daha fazla olduğu söylenebilir.

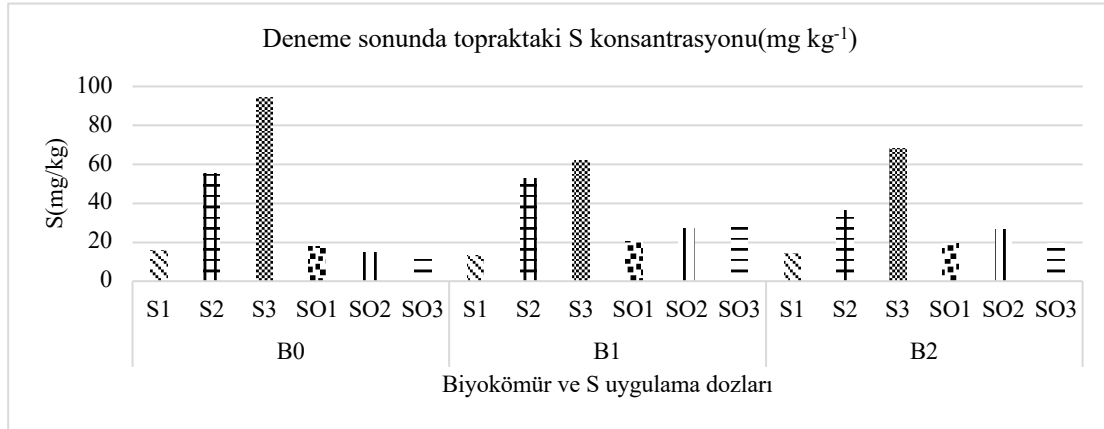


Figure 1. The effect of biochar and sulfur fertilizer applications on the S ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) concentrations remaining in the soil after the harvest of the radish plant

Şekil 1. Biyokömür ve kükürtlü gübre uygulamalarının turp bitkisinin hasadı sonrasında toprakta kalan kükürt konsantrasyonuna etkisi

### 3.3. Deneme sonunda topraktaki pH değişimi

Deneme sonunda topraktaki pH değişim durumu belirlendiğinde biyokömür uygulamaları arasında ve biyokömür\*S uygulamaları arasında farklılık bulunmamıştır. Buna karşın S uygulamaları, S dozları, biyokömür\*S dozları ve S uygulamaları\*S dozları arasında pH bakımından önemli farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Kükürt dozlarına ait ortalama değerler dikkate alındığında pH kontrole kıyasla 0.07 birimlik bir düşüş göstermiştir ve bu değer istatistikî yönden de önemli olmuştur (değerler sırasıyla S1:8.27, S2:8.24, S3:8.20). Biyokömür\*S uygulama dozlarına bağlı olarak toprak pH değerinde görülen değişim incelendiğinde en yüksek pH değerinde azalmanın %1 B ve %2 B uygulamalarındaki kükürtün üçüncü dozunda olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 2). Kükürt uygulamalarına ait ortalama değerler dikkate alındığında ise elementel kükürt uygulamalarında pH ortalaması 8.22 iken sülfat-S uygulamalarında 8.25'dir ( $p < 0.01$ ). Bu durumda elementel kükürtün toprak pH'sı üzerindeki etkisinin sülfat formundaki kükürt uygulamasına kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir.

Elemental S, kükürtlü gübreler arasında S kaynağı olarak artan oranda ilgi görüyor olmasına rağmen topraktaki oksidasyon süreci uzun sürmektedir. Elemental S'ün oksidasyonuna katkıda bulunan toprak fiziko-kimyasal özellikleri (McCaskill ve Blair, 1987; Zhao ve ark., 2015), kullanılan S kaynağının parçacık boyutu (Lefroy ve Sholeh, 1997) gibi faktörler; elemental S gübresinin etkin kullanımı için önemlidir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarda da sülfat -S uygulamalarında yaprak ağırlığı, gövde ağırlığının elementel-S uygulamalarına göre kısmen daha yüksek olduğu görülmüştür. Turp bitkisinin farklı topraklarda yetiştirildiği çalışmada amonyum sülfat, superfosfat, gypsumand potasyum sülfat S kaynakları arasında; jidaha yüksek S kullanım verimliliğine sahip olduğu ve gypsum formunda uygulanan  $50 \text{ kg S ha}^{-1}$  ile gübre S alım veriminin en yüksek olduğu belirtilmiştir (Sriramachandrasekharan, 2012). Başka bir çalışmada ise artan oranlarda kükürt uygulamalarının bazı büyüme parametrelerini artırdığı belirtilmiştir (Adiloğlu ve ark., 2013). Farklı biyokömür materyallerinin (pamuk sapı, fıstık dış kabuğu, mısır koçanı ve zeytin artıkları) uygulama dozlarına bağlı olarak, toprak pH'sını artırdığı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Brewer ve ark., 2011; Hmid ve ark., 2015; Saygan, 2017). Bu çalışmada da benzer



durum gözlenmekle birlikte; kükürdün artan dozları biyokömürün pH artırıcı etkisine karşı tepki göstererek pH'yı düşürmüştür (Şekil 2). Sonuç olarak toprak düzenleyici olarak biyokömür kullanıldığında beraberinde kükürt uygulamasının; biyokömürün pH'yı değiştirici etkisinin elimine edilebileceği söylenebilir.

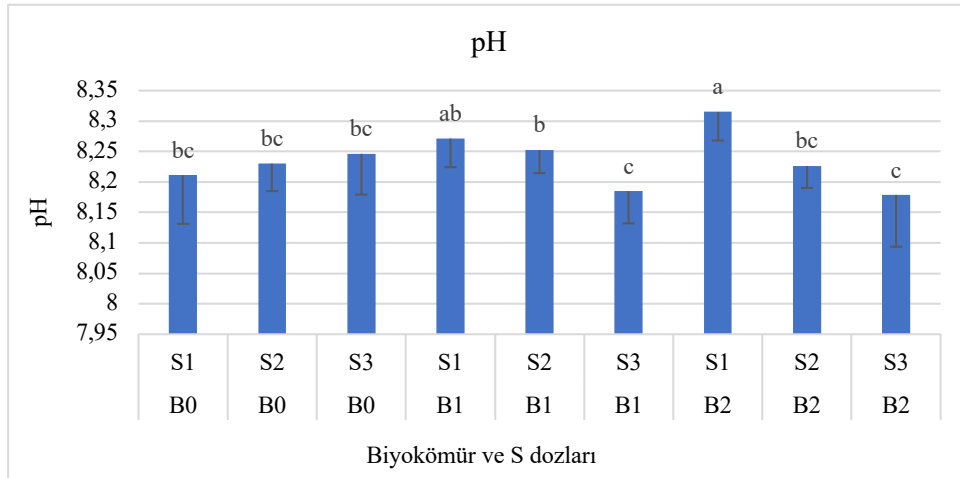


Figure 2. The effect of biochar and sulfur application doses on soil pH values at the end of the experiment  
Şekil 2. Biyokömür ve kükürt uygulama dozlarının deneme bitiminde toprak pH değerlerine etkisi

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak turp bitkisinin hemen her yerde yetiştirilebileceği bilinmekle birlikte; yetiştirme ortamındaki toprağın tekstürü ve organik madde içeriği bitki kök gelişimini sınırlandırmaktadır. Killi veya killi tın tekstürlü topraklar kök gelişimini olumsuz etkilemekte bu da ürün kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Turp yetiştiriciliğinde tek yönlü olarak kimyasal gübre kullanımına göre; organik gübre, vermikompost, kompost, biyogübreler ve düşük dozda kimyasal gübre ile birlikte organik gübre uygulamasının ürün gelişim parametreleri ve kuru madde üretimini artırdığı yukarıda da ifade edildiği gibi çeşitli çalışmalarda belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre biyokömürün %2 B uygulama dozunun; bitki boyu, gövde boyu, gövde çapı, yumru ağırlığı değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca kükürtlü gübre uygulamasında ise özellikle SO<sub>4</sub>-S uygulamasının elementel-S 'ye kıyasla yumru ağırlığında önemli artış gösterdiği ve en yüksek değer %2B - SO<sub>4</sub> formunda kükürt uygulamasında olduğu gözlenmiştir. Kireçli ve alkalın pH ya sahip topraklarda turp bitkisinin kükürt ihtiyacının karşılanmasında 50 mg kg<sup>-1</sup> SO<sub>4</sub>-S uygulaması tavsiye edilebilir. Ayrıca yetiştirme ortamına %2 dozunda biyokömür uygulaması ile de iyi bir bitki gelişimi ve yumru teşekkülünün olacağı düşünülmektedir. Arazide yapılacak üretim çalışmasında biyokömür temininde zorlanıldığında; belirtilen dozunda uygulanması bitki gelişim ortamı için daha yararlı olacaktır.

#### Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: 19201023).

## Kaynakça

- Adekiya, A.O., Agbede, T.M., Aboyeji, C.M., Dunsin, O., Simeon, V.T. (2019). Effects of biochar and poultry manure on soil characteristics and the yield of radish. *Scientia Horticulturae*, Volume 243, 3 January 2019: 457-463.
- Adiloğlu, S., Eryılmaz Açıkgöz, F., Adiloğlu, A. (2013). The effect of increasing doses of sulfur application of some nutrient elements, vitamin C, protein contents and biological properties of canola plant (*Brassica Napus* L.). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(3):59-63.
- Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö., Ellialtıoğlu, Ş. (2013). Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)* 2013, 23(3): 289-295.
- Anonim (2019). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>.
- Anonymous (2021). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Tescilli%20C3%87e%C5%9Filtirimiz/Turp/8TR-17.pdf>
- Bakhsh, K., Ahmad, B., Gill, Z.A., Hassan, S. (2006). Estimating indicators of higher yield in radish cultivation. *International Journal Of Agriculture & Biology*. 1560-8530/2006/08-6-783-787.
- Barlas, N.T., Cönkeröğlu, B., Unal, G., Bellitürk, K. (2018). The effect of different vermicompost doses on wheat (*Triticum vulgare* L.) nutrition. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(02):1-4.
- Basnet, B., Aryal, A., Neupane, A., Bishal, K.C., Rai, N.H., Adhikari, S., Khanal, P., Basnet, M. (2021). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of radish. *Journal of Agriculture and Natural Resources* 4(2): 167-174 ISSN: 2661-6270 (Print), ISSN: 2661-6289 (Online) DOI: <https://doi.org/10.3126/janr.v4i2.33712> 167 .
- Bouyoucos, G.J. (1951). A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy Journal*, 43 (9), 434-438.
- Brewer, C. E., Unger, R., Schmidt-Rohr, K., & Brown, R. C. (2011). Criteria to select biochars for field studies based on biochar chemical properties. *Bioenergy Research*, 4(4), 312-323. DOI 10.1007/s12155-011-9133-7.
- Camargo, L.S. (1981). *As hortaliças e seu cultivo*. Fundação Cargill, Campinas, 321 p.
- Cassel, D.K., Nielsen, D.R. (1986). Field capacity and available water capacity. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph No. 9, Soil Science Society of America, Madison, 901-926.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. (2007). Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment *Australian Journal of Soil Research*, 45: 629-634.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. (2008). Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research*, 46: 437-444.
- DeLuca, T.H., MacKenzie, M.D., Gundale, M.J., Holben, W.E. (2006). Wildfire-produced charcoal directly influences nitrogen cycling in ponderosa pine forests. *Soil Science Society of America Journal*, 70 (2): 448-453.
- Düzgüneş, O. (1963). *İstatistik - Prensipleri ve Metotları*. Ege Üniversitesi Matbaası.
- Fox, R.L., Olson, R.A., Rhoades, H.F. (1964). Evaluating the Sulfur Status of Soils by Plant and Soil Tests. <https://doi.org/10.2136/sssaj1964.03615995002800020034xCitations:133>.
- Gonzalez, V., Kang, J. (2017). Effects of biochar and compost aging on soil fertility and radish germination. *Journal of Environment and Bio Research*, 1 (1).
- Hmid, A., Al Chami, Z., Sillen, W., De Vocht, A., Vangronsveld, J. (2015). Olive mill waste biochar: a promising soil amendment for metal immobilization in contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(2), 1444-1456. DOI 10.1007/s11356-014-3467-6.
- Jackson, M.L. (1969). *Soil chemical analysis-advanced course: A Manual of Methods Useful for Instruction and Research in Soil Chemistry, Physical Chemistry of Soils. Soil Fertility and Soil Genesis*. ML Jackson.
- Imthiyas, M.S.M., Seran, T.H. (2015). Influence of compost with reduced level of chemical fertilizers on the accumulation of dry matter in leaves of radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Agricultural Science and Engineering*. Vol. 1(1):1-4.
- Ishizaki, S., Okazaki, Y. (2004). Usage of charcoal made from dairy farming waste as bedding material of cattle, and composting and recycle use as fertilizer. *Bulletin of Chiba Prefectural Livestock Research Center*, 4: 25-28.
- Ke, H., Zhang, Q., Liu, G. (2018). Effects of wood biochar addition on growth of cherry radish (*Raphanus sativus* L. var. *Radculus Pers*), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 128.
- Kiran, M., Jilani, M.S., Waseem, K. (2016). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth and yield of radish (*Raphanus Sativus* L) *Pakistan J. Agric. Res.* Vol. 29 No.4.
- Jackson, M.L. (1969). *Soil chemical analysis-advanced course: A Manual of Methods Useful for Instruction and Research in Soil Chemistry, Physical Chemistry of Soils. Soil Fertility and Soil Genesis*. ML Jackson.
- Lefroy, R.D.B., Sholeh, B.G. (1997). Influence of sulfur and phosphorus placement, and sulfur particle size, on elemental sulfur oxidation and the growth response of maize (*Zea mays*). *Aust J Soil Res* 48:485-495. doi:10.1071/A95054

- Lester, G. (2006). Organic versus conventionally grown produce: Quality differences, and guidelines for comparison studies. Hort. Sci. 41: 296-300.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper 1. Soil Science Society of America Journal, 42 (3), 421-428.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., Lehmann, J. (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. Plant and Soil, 333 (1-2), 117-128.
- McCaskill, M.R., Blair, G.J. (1987). Particle size and soil texture effects on elemental sulfur oxidation. Agron J 79:1079-1083. doi:10.2134/agronj1987.00021962007900060026x
- Nabavinia, F., Emami, H., Astaraee, A., Lakzian, A. (2015). Effect of tannery wastes and biochar on soil chemical and physicochemical properties and growth traits of radish. International Agrophysics, 29 (3), 333-339.
- Nargave, K. (2016). Effect of genotypes and nutrient levels on growth, yield and quality of radish (*Raphanus Sativus* L.). Department of Vegetable Science, Rajmata Vijayaraje Scindia Krishi Vishwa Vidyalaya, Gwalior College of Horticulture, Mandasaur (M.P.) – 458001.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of Soil Analysis, Part 3—Chemical Methods, 961-1010.
- Olasekan, A.A., Agbede, T.M., Aboyeji, C., Dunsin, O., Simeon, V.T. (2019). Effects of biochar and poultry manure on soil characteristics and the yield of radish. Scientia Horticulture, 243, 457-463. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.08.048.
- Olsen, L.E., Sommers, S.R. (1982). Phosphorus, methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph, Second Edition. No.9, 403-430.
- Partey, S.T., Preziosi, R.F., Robson, G.D. (2014). Short-term interactive effects of biochar, green manure, and inorganic fertilizer on soil properties and agronomic characteristics of maize. May 2014, Agricultural Research 3(2).
- Pietikainen, J., Kiikkila, O., Fritze, H. (2000). Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. Oikos, 89 (2), 231-242.
- Ramamurthy, M., Umavathi, S., Thangam, Y., Mathivanan, R. (2015). Effect vermicompost on tuber yield status of radish plant *Raphanus sativus* L. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 2, 50-55. <http://www.ijarbs.com/pdfcopy/aug2015/ijarbs7.pdf>.
- Sayğan, E. P. (2017). *Biyokömürün (biochar) toprak düzenleyicisi olarak kullanım potansiyellerinin belirlenmesi*. T.C.Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Scott, N. M., Dyson, P. W., Ross, J., Sharp, G. S. (1984). The effect of sulfur on the yield and chemical composition of winter barley. Journal of Agricultural Science, 103 (Dec), 699-702.
- Smriti, S., Sanjay, K., Verma, V. K., Kumar, P. V., Sutanu, M. (2016). Effect of different levels of sulphur on growth, yield and quality of some radish varieties. International Journal of Agriculture Sciences, 8 (51), 2189-2191.
- Solmaz, İ., Akbaş, F., Erköse, H., Sari, N., Dal, B. (2017). Farklı dozlarda kükürt uygulamasının turp (*Raphanus sativus* L.)'ta verim ve kalite üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi, 6, 257-262.
- Sousa, A.A.T.C., Figueiredo, C.C. (2016). Sewage sludge biochar: effects on soil fertility and growth of radish. Biological Agriculture & Horticulture, 32 (2), 127-138.
- Sriburi, T. (2017). Biochar production for white radish cultivation for higher productivity and CO<sub>2</sub> capture. Chulalongkorn University in Bangkok, Rewiev.
- Sriramachandrasekharan, V. (2012). Sulfur use efficiency of radish as affected by sulfur source and rate in typical ustifluent soil. Communications in Biometry and Crop Science, 7 (1), 35-40.
- Stagnari, F., Galieni, A., D'Egidio, S., Pagnani, G., Ficcadenti, N., Pisante, M. (2018). Defoliation and S nutrition on radish: growth, polyphenols and antiradical activity. Horticultura Brasileira, 36 (3), 313-319.
- Steiner, C. (2010). Biochar in agricultural and forestry applications in: biochar from agricultural and forestry residues – A Complimentary use of “Waste” Biomass. U.S.-Focused Biochar report: Assessment of Biochar's Benefits for the United States of America. 1-15.
- Subramani, A., Anburani, A., Gayathiri, M. (2010). Response of growth parameters of radish (*Raphanus sativus* L.) to various organic nutrients and biostimulants. The Asian Jour. of Horticulture, Vol.5(2), December: 464-466.
- Tennakoon, N.A., Bandara, S.D.H. (2003). Nutrient content of some locally available organic materials and their potential as alternative sources of nutrients for coconut. COCOS. 15: 23-30.
- Timilsina, S., Khanal, B.R., Shah, S.C., Shrivastav, C.P., Khanal, A. (2017). Effects of biochar application on soil properties and production of radish (*Raphanus Sativus* L.) on loamy sand soil. Journal of Agriculture and Forestry University, Volume 1 (2017) : 103-111.
- USSL Staff (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No 60, Agriculture Handbook, 60, 83-100. Washington DC, USA.

- 
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000). Kültürsebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir, 440s.
- Yanai, Y., Toyota, K., Okazaki, M. (2007). Effects of charcoal addition on N<sub>2</sub>O emissions from soil resulting from rewetting air-dried soil in short-term laboratory experiments. *Soil Science and Plant Nutrition*, 53 (2), 181-188.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metodları. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:121, Teknik Yayın No:56, Ankara.
- Zheng, H., Wang, Z.Y., Deng, X., Herbert, S., Xing, B.S. (2013). Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil. *Geoderma*, 206: 32-39.
- Zhou, C.G., Zhu, Y., Luo, Y.B. (2013). Effects of sulfur fertilization on the accumulation of health-promoting phytochemicals in radish sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (31): 7552-7559.
- Zhao, C., Degryse, F., Gupta, V.V.S.R., McLaughlin, M.J. (2015). Elemental sulfur oxidation in Australian cropping soils. *Soil Sci Soc Am J* 79:89–96. doi:10.2136/sssaj2014.08.0314

**RetScreen Programı Kullanılarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraatbiyotek Binasına Uygulanabilecek Fotovoltaik Tasarımın Fizibilite Analizi**


Feasibility Study of Photovoltaic System that can be Applied to Tekirdağ Namık Kemal University Ziraatbiyotek Building using RetScreen Program


**Bahar DİKEN<sup>1\*</sup> Birol Kayışoğlu**

**Öz**

Fosil kökenli yakıtların hızla azalması ve artan enerji talebi sonucunda ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yönelmiştir. Fosil kaynaklara alternatif ve çevre dostu olan yenilenebilir kaynaklar ise temiz ve tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Güneş enerjisi de bu alternatif enerji kaynaklarından birisidir. Bu çalışma; RetScreen programı ile PV sistemi kurulumu yapılmadan önce, sistemin uygunluğunu analiz etmeyi ve performansını gözlemleyebilmeyi amaçlamıştır. PV sistemlerin performansını etkileyen özellikler; panelin konumu, eğim açısı, gölgelenme ve panel tipi gibi etmenler dikkate alınarak tasarlanmıştır. Gölge analizi Helioscope programı ile yapılmıştır. Gölge analizinde, ilk olarak coğrafi konum tanımlanmıştır ve belirlenen parametreler sisteme girilmiştir. Ziraatbiyotek binası için 14 kW'lık güneş sistemin teknik, enerji ve ekonomik analizi yapılmıştır. Analiz 2 farklı senaryo şeklinde yapılarak, binada kurulacak güneş sistemin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya koyulmuştur. Çalışmanın yapıldığı Ziraatbiyotek binası Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesi Naip Mahallesi'nde kurulmuştur. Ziraatbiyotek laboratuvar binası için GES santrali 405 m<sup>2</sup> alana sahip 60 adet panel kullanılmıştır. Seçilen panelin markası Astronergy Solardır ve her biri 240 W güç kapasitesine sahiptir. RetScreen programına panel eğimi 30°, azimut açısı 0° olarak girilmiştir. İki farklı senaryoda da panel tipi olarak polikristal kullanılmıştır. İlk senaryoda emisyon azaltım desteği dahil edilmemiş ve sistemin geri ödeme süresi 10.4 yıl, diğerinde ise 15\$ tCO<sub>2</sub><sup>-1</sup> ile yıllık 142\$ destek dahil edilmiş ve sistemin geri ödeme süresi 9.8 yıl olarak elde edilmiştir. Program ile elde edilen sonuçlara göre güneş paneli sistem ile üretilen 20.1 Wh'lık enerji 9.5 tCO<sub>2</sub> sera gazı azalımı görülmüştür. Ziraatbiyotek binasına 14 kW'lık güneş enerjisi sistemi yapıldığı takdirde yıllık elektrik ihtiyacının yaklaşık %40'ını güneş enerjisinden karşılanmış olacağı elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** RetScreen, Helioscope, Ziraatbiyotek, Sera gazı, PV sistem

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Bahar DİKEN, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ANKARA/TÜRKİYE. E-Mail : [bahar.diken@tubitak.gov.tr](mailto:bahar.diken@tubitak.gov.tr)  ORCID:0000-0002-8087-7595

<sup>2</sup>Birol KAYIŞOĞLU, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, 59030 Tekirdağ/ TÜRKİYE.E-Mail: [bkayisoglu@nku.edu.tr](mailto:bkayisoglu@nku.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-2885-3174

**Atıf/Citation:** Diken,B ve Kayışoğlu,B. RetScreen Programı Kullanılarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraatbiyotek Binasına Uygulanabilecek Fotovoltaik Tasarımın Fizibilite Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 656-667.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ, 2022

## **Abstract**

As a result of the rapid decrease in fossil fuels and increasing energy demand, countries have turned to alternative energy sources. Renewable resources, which are alternative to fossil resources and are environmentally friendly, are clean and inexhaustible energy resources. Solar energy is one of these alternative energy sources. This study; With the RetScreen program, it is aimed to analyze the suitability of the system and observe its performance before the PV system is installed. Features affecting the performance of PV systems; It has been designed by considering factors such as the position of the panel, the angle of inclination, shading and panel type. Shadow analysis was performed with the Helioscope program. In the shadow analysis, firstly, the geographical location is defined and the determined parameters are entered into the system. Technical, energy and economic analysis of the 14 kW solar system for the Ziraatbiyotek building was made. The analysis was made in 2 different scenarios and the positive and negative aspects of the solar system to be installed in the building were revealed. The Ziraatbiyotek building, where the study was carried out, was established in the Naip District of the Süleymanpaşa district of Tekirdağ province. For the Ziraatbiyotek laboratory building, 60 panels of the GES power plant with an area of 405 m<sup>2</sup> were used. The brand of the selected panel is Astronergy Solar and each has a power capacity of 240 W. The panel inclination is 30° and the azimuth angle is 0° in the RetScreen program. Polycrystalline was used as the panel type in two different scenarios. In the first scenario, emission reduction support was not included and the payback period of the system was 10.4 years, and in the other, \$15 tCO<sub>2</sub><sup>-1</sup> and annual support of \$142 were included and the payback period of the system was 9.8 years. According to the results obtained with the program, 20.1 Wh energy produced by the solar panel system decreased 9.5 tCO<sub>2</sub> greenhouse gas emissions. It has been obtained that if a 14 kW solar energy system is installed in the Ziraatbiyotek building, approximately 40% of the annual electricity need will be met from solar energy.

**Keywords:** RetScreen, Helioscope, Ziraatbiyotek, Greenhouse gas, PV system

## 1. Giriş

Hızla artan nüfusun enerji ihtiyacının karşılanabilmesi ve gelişen teknoloji faaliyetlerini sürdürülebilmesi için enerji talebinin karşılanması gerekmektedir. Enerji ihtiyacı en fazla fosil kökenli kaynaklardan elde edilmektedir. Bu kaynaklar ise hem hızla tükenmesi hem de çevreyi olumsuz etkilemesi gibi dezavantajlara sahiptir. Ayrıca, enerji talebini karşılamayan dışa bağımlı ülkeler için fosil kökenli kaynaklar ciddi bir ekonomik maliyete mâl olmaktadır. Fosil kaynaklara alternatif ve çevre dostu olan yenilenebilir kaynaklar ise temiz ve tükenmeyen enerji kaynaklardır.

Yenilenebilir enerji tüketimi biyoyakıtlar ve hidro dışında hızlı bir şekilde artmıştır. 2018 yılındaki bu artış birincil enerjideki küresel büyümenin %40'ından fazlasını oluşturmuştur ve bu, diğer tüm yakıtlardan daha fazla oranda olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynakları enerjideki payını 2018'de %4.5'ten %5'e çıkarmıştır. Enerji kaynağına göre, en büyük büyüme 1.4 EJ rüzgâr üretiminde gerçekleşirken ardından güneş enerjisi 1.2 EJ katkı sağlamıştır. Diğer kaynaklar yenilenebilir elektrik (biyokütle ve jeotermal gibi) 0.3 EJ artarken, biyoyakıt tüketimi 0.2 EJ veya günde 100000 varil petrol eşdeğeri artmıştır (BP, 2020).

Giderek gelişen elektrik enerjisi sistemi ile enerji sektörü talebi etkileşim içindedir. 2050'ye kadar elektrik üretiminin %86'sı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacağı ve bunun %60'ını güneş ve rüzgâr enerjisinden sağlanacağı öngörülmüştür. Rüzgâr ve güneş (PV), 2050'de sırasıyla 6000 GW ve 8500 GW'ın üzerinde kurulu kapasiteler ile genişlemeye hâkim olacaktır (IRENA, 2019).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisinden en fazla yararlanan ülkelerin başında Çin gelmektedir. Bu ülkeyi sırayla Japonya, Almanya ve ABD takip etmektedir. Ülkemiz ise güneş enerjisinden yararlanma açısından Dünyada 19. sırada yer almaktadır. Almanya, ülkemizin yarısı kadar güneş enerjisi potansiyeline sahip olup 40000 MW GES kurulu gücü bulunmaktadır. Güneş enerjisinden 50000 GWh yıl<sup>-1</sup> elektrik enerjisi üretmektedir. Ülkemiz ilk aşamada güneş enerjisinden yılda 50000 GWh elektrik enerjisi üretecek olursa, elektrik enerjisi tüketiminin %18'ini güneş enerjisinden elde etmiş olacaktır (Kayıoğlu ve Diken, 2019).

Dünya'da yenilenebilir enerji maliyetleri hızla düşmeye devam etmektedir. Genel olarak, kamu hizmeti ölçeğindeki güneş fotovoltaik (PV) projelerinden elektrik maliyetlerindeki düşüş, küresel ortalama maliyetin %73 düşmesiyle dikkat çekicidir (IRENA, 2018). Rüzgâr ve güneş PV maliyetlerinin kilovat saat (kWh) başına 2-3 ABD sentine yaklaştığı Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri'nden Brezilya ve Amerika Birleşik Devletleri'ne (ABD) kadar çeşitli ülkelerde maliyet düşüşleri görülmüştür. Türkiye'de, hâlihazırda 2023 ulusal hedefini aşan toplam 5.1 GW için 1.6 GW kurulum gerçekleşmiş durumdadır. Bununla birlikte, Türkiye'nin, ulusal destek programlarına ilişkin belirsizlikler, arazi edinimi ile ilgili sorunlar, izin gibi çeşitli faktörler ve finansman kaynaklı gecikmeler nedeniyle 2017'ye göre %37 azalmıştır (REN21, 2020).

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının teşvik edilmesi, kaynak çeşitliliğini artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve yenilenebilir teknoloji üretim endüstrisinin artması için 6094 sayılı kanun ile enerji üretim sübvansiyonlarını artırılmış, GES için 13.3 ABD \$ cent kWh<sup>-1</sup>'ye çıkarmıştır (Anonim, 2018). Örneğin, Danimarka'da elektrik ihtiyacının yaklaşık %30'unu RES'den karşılamakta olup, sabit fiyat garantisi 8.06 Euro kWh<sup>-1</sup>'dir. Ülkemizde ise bu destek miktarı 7.3 Cent kWh<sup>-1</sup>'dir (Şen, 2017).

Yapılan çalışmalarda, UENR Nsoatre Kampüsü'ndeki 50 MW'lık şebekeye bağlı bir güneş fotovoltaik santralinin teknik ve ekonomik fizibilitesini araştırması amaçlanmıştır. Ekonomik analiz, RETScreen yazılımı ile üç PV sisteminde yapılmıştır. Sistemler tarafından üretilen enerjinin maliyeti mono-kristal, polikristalin ve ince film sistemleri için sırasıyla 12.4 cent kWh<sup>-1</sup>, 12.3 cent kWh<sup>-1</sup> ve 10.9 cent kWh<sup>-1</sup>'dir. Saha değerlendirme sonuçları, kampüs için alınan 2000 dönümlük alanın sırasıyla %9, %10 ve %13'ünü kapladığını göstermiştir (Obeng ve ark., 2020). Yapılan çalışmada; çatı alanı için teknik PV sistemi tasarımı yapılmıştır. Bu tasarım için PVsyst ve RETScreen programları kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, 1219 kWh kWp<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> (mono-si), 1280 kWh kWp<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> (poly-si) ve 1291 kWh kWp<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> (a-si) olarak elektrik üretimi elde edilmiştir (Eremkere ve Aktaş, 2020). Bu çalışmada, Irak'taki 20 lokasyon, Irak ulusal şebekesini ek nesillerle desteklemek için 100 MW'lık bir PV enerji santrali inşa etmek için test edildi. Bu lokasyonlar, güneş radyasyonu tahminleri, Irak'ın iklim koşulları, çevresel ve ekonomik yönleri, kurulum için arazi mevcudiyeti ve gelecekteki gelişmeler, su kaynakları ve iletim hatlarına, trafo merkezlerine ve otoyollara olan mesafeye göre farklı yerlerde seçilmiştir. Sonuçlar, RETScreen Expert paketi ile elde edildi. Sonuçlardan açıkça görüldüğü gibi, ortalama güneş ışıması 5.00394 kWh m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>

iken, güneş ışması ve yıllık üretilen enerji Necef bölgesinde sırasıyla 5.2546 ve 169.732 GWh değeriyle maksimum seviyededir (Al-akayshee ve ark., 2020). Bu alışmada, Doğu Azerbaycan ilindeki bir köyde bir fotovoltaiik sistem incelenmiştir. Bu alışma önce RetScreen programıyla simülasyonu gerçekleştirilmiş ve ardından sonuçlar test prototipi ile doğrulanmıştır. Simülasyonun sonuçlarına göre sistem yılda 8373 kWh enerji üretmektedir. Deneysel çalışmada ise, simülasyonda elde edilen sayıya çok yakın değer (8334 kWh) elde etmişlerdir (Darian ve ark., 2020).

Çevresel yönüyle literature bakıldığında; (Ahmed ve ark., 2020), NASA Meteorological Data, MATLAB / Simulink, Helioscope ve RETScreen yazılımı gibi araçları kullanarak tekno-ekonomik analizi yoluyla, enerji kullanıcılarının GHG azaltmadaki kilit rolünü araştırmaktır. Pakistan'da 25 yıllık ömrü boyunca 10 kW'lık PV sistemi, 7337 \$ sermaye maliyetini yaklaşık yıllarda geri kazanmış ve yılda 16832 kWh enerji üreterek kullanıcıya yıllık 1683 \$ kazanmıştır. Sistem, sera gazı emisyonlarını 2.4 ton geri dönüştürülmüş atığa, tkutilmeyen 16 varil ham petrol ve tkutilmeyen 2958.7 litre benzine eşdeğer azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ise, RETScreen yazılımını kullanarak her konum için enerji ve maliyet modelleri geliştirildi ve tabandan güneş PV tesisleri kaynaklanan GHG emisyonları analiz edildi. Yüksek enlem konumları için önerilen sistemlerin, düşük enlem konumlarına göre daha karlı olduğu görüldü. 25 lokasyon arasında, Gusau'da nerilen 100 MW'lık PV tesisi (11.88° N enlem 6.65 ° E boylam), 167307 MWh elektrikle en yüksek yıllık enerji üretimine sahip olduğu grlmştir ve yıllık 41195.2 tCO<sub>2</sub> bir GHG azalma potansiyeli saptanmıştır. Yıllık 108309 MWh olarak tahmin edilen elektrik üretiminde ise, GHG azaltma potansiyeli 26668.5 tCO<sub>2</sub> yıl<sup>-1</sup> olarak tahmin edilmiştir (Nijoki ve Omeke, 2020). Bu tezde, uluslararası Nergis niversitesinin enerji talebini karşılamak için rüzgar ve güneş enerjisinin potansiyelleri araştırılarak hibrit gc sistemi modelinin (güneş-rüzgar) ekonomik bir uyumluluğu sunulmuştur. Bu hibrit model, RetScreen adlı bir yazılım aracı kullanarak tasarlanmıştır ve toplam brüt yıllık emisyon azaltımı tCO<sub>2</sub>'nin % 75.5'dir (Shimu, 2019).

Bu çalışmadaki amaç; PV sistemi kurulumu yapılmadan önce, sistemin uygunluğunu analiz etmek, performansını gözlemleyebilmek ve yorumlamaktır. RetScreen simülasyon yazılımı kullanarak Ziraatbiyotek binası için PV tasarımı yapılmıştır. Bu simülasyon 2 farklı senaryo yapılarak, binada tasarlanacak olan PV sistemin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya çıkarılmıştır. İki farklı senaryoda panel tipi olarak poli-Si kullanılmıştır ve bu senaryoların birincisinde sera gazı azaltım emisyon desteği eklenmemiş, ikincisinde ise bu destek eklenerek yorumlamalar yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Tekirdağ ilinin GES zellikleri

Bu alışma kapsamında Tekirdağ iline ait GEPA şekil 1'de verilmiştir. Bu çalışmada esas alınan aylık ve günlük güneş radyasyonu ile ortalama sıcaklık değerleri şekil 2'de gösterilmiştir. Gneşlenmenin Aralık-Ocak aylarında minimum değerlerde gerçekleştiği, Temmuz ayında ise maksimum değere ulaştığı görülmektedir. Sıcaklık değeri 5.2 °C ile 23.7 °C arasında değişirken, günlük güneş radyasyonu 1.37 ile 7.06 kWh m<sup>-2</sup> değerleri arasında değişmektedir.



Figure 1. Solar energy potential atlas for Tekirdağ province (GEPA, 2019)

şekil 1. Tekirdağ ili için güneş enerji potansiyeli atlası (GEPA, 2019)



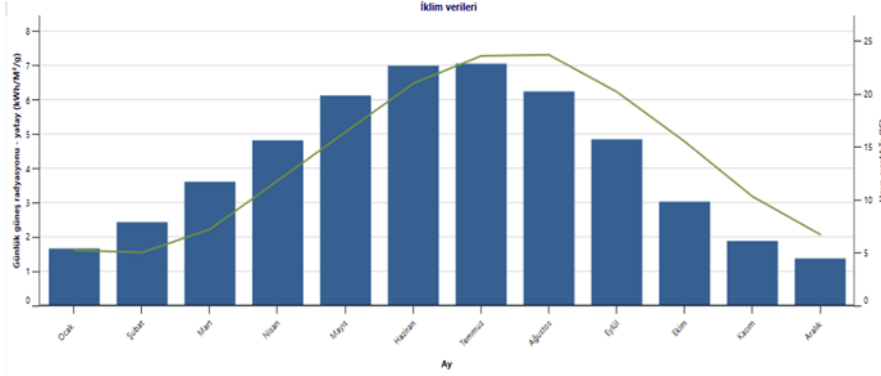


Figure 2. Monthly and daily solar radiation and average temperature values  
Şekil 2. Aylık ve günlük güneş radyasyonu ile ortalama sıcaklık değerleri

## 2.2 Ziraatbiyotek Binası

Çalışmanın yürütüldüğü Ziraatbiyotek binası Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesi Naip Mahallesi'nde kurulmuştur. 40.88° N enlem ve 27.42° E boylamında yer almaktadır ve deniz seviyesinden yüksekliği 24 metredir (Şekil 3). Ziraatbiyotek bünyesinde AR-GE laboratuvarı, modern seralar, bitki doku kültürü laboratuvarları, tam kontrollü bitki büyüme odaları ve eğitim salonları bulunmaktadır. Çalışma kapsamında fizibilite analizinin yapılacağı Ziraatbiyotek, iki binadan oluşup toplam çatı alanları yaklaşık 452 m<sup>2</sup>'dir.

## 2.3. Yöntem

Bu çalışmada, T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi bünyesinde bulunan Ziraatbiyotek binasının elektrik enerjisi kullanım miktarı tespit edilerek, PV sistemi tasarımının yapılabilmesi için birtakım parametreler belirlenmiştir. Bu amaçla PV sistemlerin performansını etkileyen özellikler; panelin konumu, eğim açısı, gölgelenme panel tipi ve meteorolojik verileri dikkate alınarak seçilen alanın güneş enerjisi potansiyeli tespit edilmiştir (Altan ve ark., 2021). Ziraatbiyotek binasının mimari projesi dikkate alınarak PV sisteminin kurulacağı çatıların alanları ve panel adeti belirlenmiştir. RETScreen yazılımına panellerin özellikleri, eğim açısı, azimut açısı ve konum bilgileri girilmiştir. PV sisteminin fizibilitesi yapılmıştır ve elde edilen veriler yorumlanarak projenin uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.



Figure 3. Determining the building location in the RetScreen program (Ziraatbiyotek building)

Şekil 3. RetScreen programında bina yerinin belirlenmesi (Ziraatbiyotek binası)

RETScreen'de mali analiz için bazı kabullenmeler yapılmıştır;

- ✓ Türkiye'de devlet 0.133 \$ kWh<sup>-1</sup> destek vermektedir.
- ✓ 30.12.2019 tarihinde 1 dolar 5.94 TL'dir.
- ✓ 1 euro 1.12 Dolar'dır.

- ✓ Sera gazı azaltma kredi oranı 15 \$ tCO<sub>2</sub><sup>-1</sup>,
- ✓ Temiz Enerji (TE) kredi oranı 0.007\$ kWh<sup>-1</sup>,
- ✓ TE Üretim Kredi Eskalasyon Oranı %2 'dir.

Azimut açısı PV sistemlerin güney yönünde olmasını göstermekte olup, panel yüzeyine düşen ışınım miktarını etkilemektedir. Türkiye'de güney pozisyonunda paneller için azimut açısı 0° olarak kabul edilmektedir (Eremkere ve Aktaş, 2020).

#### 2.4. Polikristal panel sistemin tasarımına yönelik sonuçlar

Ziraatbiyotek laboratuvar binası için GES santralinin kapasitesi 14 kW'tır. Santralda 452 m<sup>2</sup> alana sahip 60 adet panel kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan panelin ülkemizde bulunmasına dikkat edilmiştir. Seçilen panelin markası Astronergy solardır ve her biri 240 W güç kapasitesine sahiptir. RetScreen programına panel eğimi 30°, azimut açısı 0° olarak girilmiştir. Panel ile ilgili RETScreen verileri *Tablo 1*'de yer verilmiştir. Tasarım için gerekli olan ilk yatırım maliyeti ve diğer kalemler için mali hesaplamalardaki kabuller *Tablo 2*'de verilmiştir.

**Tablo 1. Panel özellikleri**

*Table 1. Panel properties*

Panel	
Tip	Poly-si
Maksimum güç (Wp)	240
Panel verimi (%)	14.67
Panel adedi	60
Çerçeve alanı (m <sup>2</sup> )	1.636
Toplam modül alanı (m <sup>2</sup> )	98
Nominal çalışma hücresi sıcaklığı (°C)	45
Çeşitli kayıplar	%10
<b>İnvertör</b>	
Verimlilik (%)	98
Kapasite (kW)	5*3
Çeşitli kayıplar (%)	1
<b>Özet</b>	
Kapasite faktörü (%)	16
İlk maliyetler (\$)	21516.5
İşletme ve bakım maliyetleri (\$)	616
Şebekeye verilen elektrik (MWh)	20.1
Elektrik ihraç geliri (\$)	2677

**Tablo 2. Tasarımda kullanılacak ekipmanlar ve diğer maliyetler (DBK Enerji)**

*Table 2. Equipment and other costs to be used in the design (DBK Energy)*

PV Sistem Maliyet Bileşenleri	Birim	Miktar
PV	€/W	0.54-0.64
İnvertör	€/W	0.2-0.25
Konstruksiyon	€/W	0.07-0.08
Kablolama DC-AC	€/W	0.05-0.07
Koruma Ekipmanları)	€/W	0.02-0.03
Trafo	€/W	0.02-0.03
Uzaktan İzleme, Sayaç, Panolar	€/W	0.06-0.07
İşçilik+nakliye	€/W	0.06-0.07
Toplam (Kdv hariç)	€/W	1.02-1.24

Toplam Panel Maliyeti = 0.59 \* 60 \* 240 = 8496 € = 9515.5\$'dir.

Toplam invertör Maliyeti = 0.225 \* 3 \* 5000 = 3.375€ = 3780\$'dir

Santralin diğer maliyet kalemleri toplam 3920-4900 € arasında hesaplanmıştır.

Ortalama değer 4410 € = 4939 \$ olarak hesaplara katılacaktır.

İlk yatırım maliyeti = 18.234 + KDV = 21516.1\$

Bakım onarım maliyeti hesabı için 0.044\$/W olarak kabul edilmiştir (Sulukan, 2019)

Bakım onarım Maliyeti = 0.044 \* 14000 = 616\$

## 2.5. Polikristal panellerde gölge analizi

Gölge analizi için Helioscope programı kullanılmıştır. Programa ilk olarak coğrafi konum tanımlanmıştır. Tasarımın yapılacağı binanın simülasyonda alan seçimi yapılmıştır (Şekil 4). Yazılıma coğrafi konum belirlendikten sonra, RetScreen programında belirlenen parametreler panel eğimi 30°, azimut açısı 0° ve panel markası Astronergy Solar olarak tanımlanmıştır. Her iki bina için belirlenen parametrelere göre gölge analizi yapılmıştır ve çıktılar değerlendirilmiştir (Şekil 5). Sonuçlar birinci bina için kullanılmayan teras alanı 47 m<sup>2</sup> 'dir. Birinci çatı alanı ≈318 m<sup>2</sup> 'de ise 51 panel (12 kWp) %8.5 gölge kaybı elde edilmiştir. İkinci binada ise çatı alanı ≈87 m<sup>2</sup> 'de 9 panel (2.2 kWp) %0.8 gölge kaybı ortaya çıkmıştır.

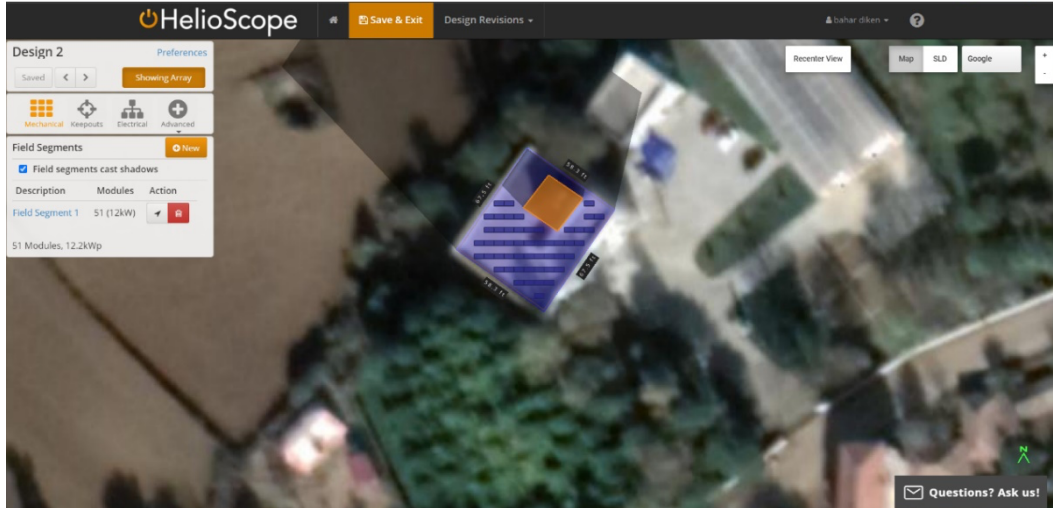


Figure 4. Selecting the building area in the Helioscope program

Şekil 4. Helioscope programında bina alanının seçilmesi

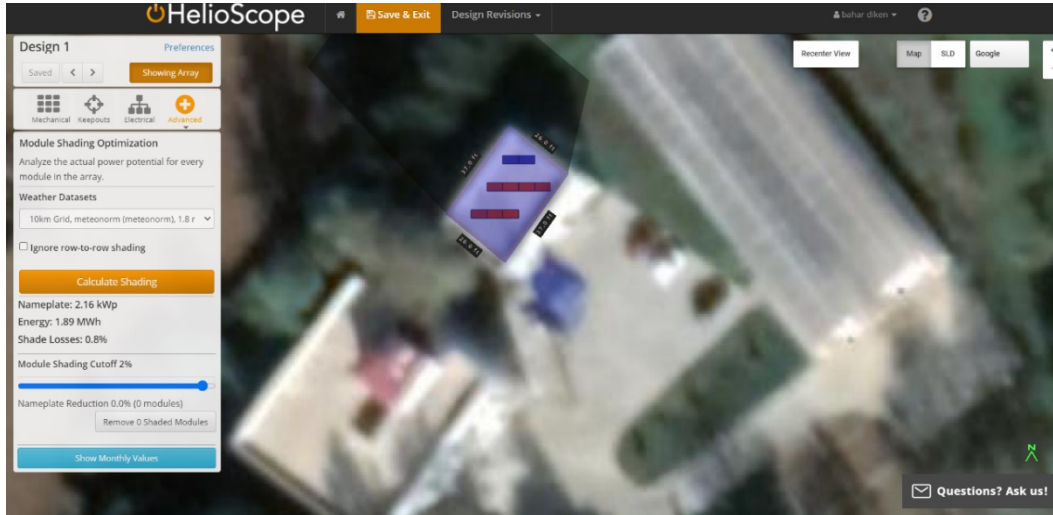


Figure 5. Shadow analysis in Helioscope program

Şekil 5. Helioscope programında gölge analizi

## 3. Tartışma ve Sonuç

### 3.1. Enerji Analiz Sonuçları

RetScreen programına meteorolojik değişkenler ve kullanılan panel özellikleri yazılıma girildikten sonra aylık ve yıllık toplam enerji üretimleri tespit edilmiştir. Tablo 3' de aylık bazdaki sonuçlara göre; Aralık ayında 0.816 MWh en az elektrik üretimi elde edilmiş olup, en yüksek elektrik üretimi ise 2.400 MWh ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. RETScreen yazılımı ile elde sonuçta yıllık toplam 20.126 MWh'lik elektrik üretimi elde edilmiştir.

**Tablo 3. Polikristal panelin aylık ve yıllık enerji üretim miktarları**

Table 3. Monthly and annual energy production amounts of the polycrystalline panel

Ay	Günlük güneş radyasyonu – yatay kWh/m <sup>2</sup> /g	Günlük güneş radyasyonu- eğimli kWh/m <sup>2</sup> /g	Şebekeye verilen elektrik MWh
Ocak	1.66	2.48	0.982
Şubat	2.43	3.23	1.151
Mart	3.61	4.25	1.650
Nisan	4.82	5.10	1.870
Mayıs	6.13	5.98	2.213
Haziran	7.00	6.56	2.297
Temmuz	7.06	6.74	2.400
Ağustos	6.25	6.44	2.292
Eylül	4.85	5.60	1.968
Ekim	3.03	3.89	1.460
Kasım	1.88	2.74	1.027
Aralık	1.37	2.06	0.816
<b>Yıllık</b>	<b>4.18</b>	<b>4.60</b>	<b>20.126</b>

### 3.2. Çevresel Analiz Sonuçları

Yapılan çevresel analize göre, PV sisteminden elde edilen 20.1 MWh'lık enerji 9.5 tCO<sub>2</sub> sera gazı salınımının azaltımı söz konusudur ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Ayrıca 22.1 kullanılmayan ham petrol varili veya 1.7 adet trafikte kullanılmayan araç ve kamyonet azlığı sağlanmıştır. Sistemin 20 yılda azaltacağı net sera gazı emisyonu 190 tCO<sub>2</sub> dir.

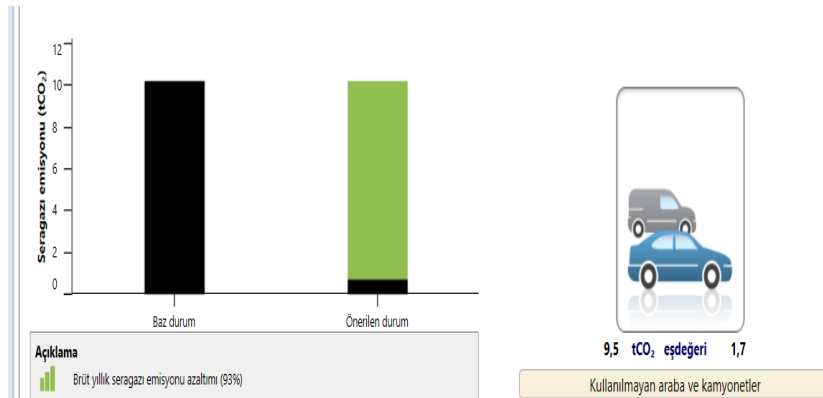


Figure 6. Greenhouse gas emission reduction

Şekil 6. Sera gazı emisyon azaltımı

### 3.3. Finansal Analiz Sonuçları

Türkiye'de devlet on yıl boyunca 0.133 \$ kWh<sup>-1</sup>'ten enerji alım garantisi vermektedir. Sistemin elde edeceği bir yıllık elektrik enerjisi miktarı dikkate alındığında santraldan yıllık 20.126 MWh x 133 \$ MWh<sup>-1</sup> = 2 676.8 \$ gelir sağlayacaktır. Bu gelire ilaveten sera gazı emisyon desteği eklendiğinde yıllık 2960 \$ gelir sağlanmıştır. Yapılan finansal analiz sonuçlarına göre; ilk senaryoda emisyon azaltım desteği dahil edilmemiş ve sistemin geri ödeme süresi 10.4 yıl, diğerinde ise 15\$ tCO<sub>2</sub><sup>-1</sup> ile yıllık 142\$ destek dahil edilmiş ve sistemin geri ödeme süresi 9.8 yıl olarak elde edilmiştir.

İki farklı senaryo için mali akış grafiği Şekil 7 ve Şekil 8'te verilmiştir. Finansal analiz sonuçları ise Tablo 4'te verilmiştir.

Literatür ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında; Delice ve Yaslıoğlu (2021), PVSOL programı kullanılarak ahır işletmesinde en düşük enerji üretimi ise Aralık ve Ocak aylarında gerçekleşmiş olsa bile ahır

ihtiyacının karşılayabilecek düzeyde elektrik üretimi sağlandığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada ise bu aylarda sırasıyla yaklaşık %11 ve %13 civarında elektrik ihtiyacının karşılandığı belirlenmiştir.

**Tablo 4. Finansal analiz sonuçları**

Table 4. Financial analysis results

Toplam ilk maliyet (\$)	21 516
Toplam yıllık maliyet (\$)	2 270
Enflasyon oranı	7.7
İskonto ve yeniden yatırım oranı	9
Proje ömrü-yıl	20
<b>Yıllık ciro</b>	
Elektrik ihraç geliri (\$)	2 677
Yıllık sera gazı azaltımı (tCO <sub>2</sub> )	9
Net sera gazı azaltımı – 20 yıllık	190
Sera gazı azaltım geliri (\$)	0
	<b>142</b>
TE üretimi (MWh)	20.1
TE üretim geliri -20 yıl (\$)	141
Toplam yıllık tasarruf ve gelir (\$)	2 818
	<b>2 960</b>
<b>Finansal sürdürülebilirlik</b>	
Vergi öncesi İGO varlıklar (%)	15.4
	<b>16.0</b>
Basit geri ödeme (yıl)	10.4
	<b>9.8</b>
Öz sermaye geri ödeme (yıl)	7.5
	<b>7.2</b>

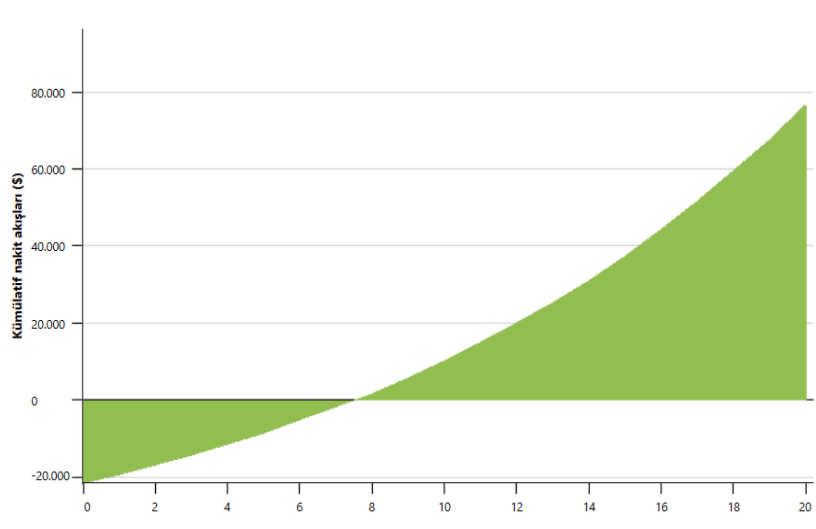


Figure 7. Financial flow chart for polycrystalline panel design (Without Greenhouse Gas Emission Support)

Şekil 7. Polikristal panel tasarımı için mali akış grafiği (Sera Gazı Emisyon Desteksiz)

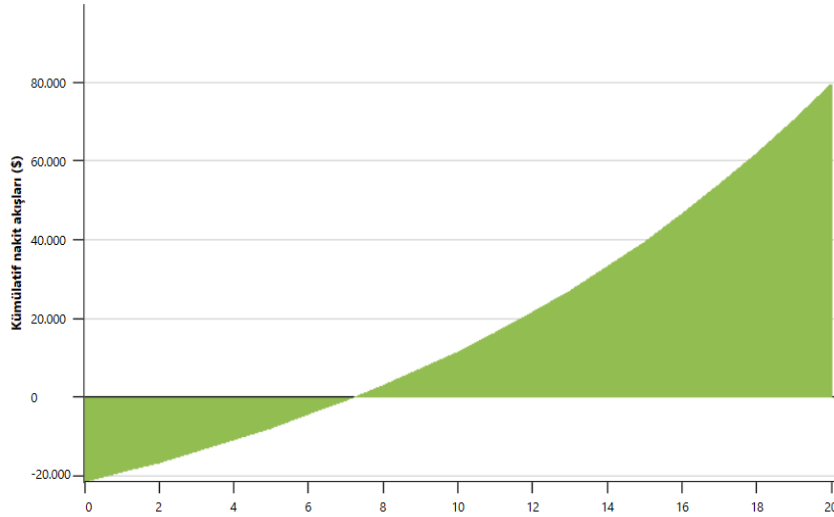


Figure 8. Financial flow chart for polycrystalline panel design (Greenhouse Gas Emission Supported)

**Şekil 8. Polikristal panel tasarımı için mali akış grafiği ( Sera Gazı Emisyon Destekli)**

NASA Meteorological Data, MATLAB/ Simulink, Helioscope ve RETScreen gibi yazılımları kullanılarak sera gazı emisyon azaltımının da yaklaşık yıllık 1683 \$ kazanmıştır (Ahmed ve ark., 2020). Büyükzeren ve ark. (2015) yaptığı çalışmada ise, RETScreen yazılımını kullanılarak sera gazı azaltım desteği dâhil edilmesi ile 10668\$ ek kar elde edilmiştir ve sistemin geri ödeme süresini azaldığı belirtilmiştir. Sisteme, sera gazı emisyonu desteği dâhil edildiğinde yıllık ek desteğin önemli faktör olduğu yapılan çalışmalar ile paralel şekilde elde edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Çalışmada, Ziraatbiyotek binasının aylık elektrik tüketim miktar verileri incelenmiştir. Naip Mahallesi Süleymanpaşa yerleşkesinde bulunan Ziraatbiyotek 2 binadan oluşmaktadır. Tablo 5'te yerleşkenin aylara göre yıllık elektrik tüketim miktarları gösterilmektedir.

**Tablo 5. Güneş Enerjisi Sistemi Verilerin Aylara Göre Yıllık Elektrik Tüketim Miktarları Karşılaştırılması**

Table 5. Comparison of Annual Electricity Consumption Amounts of Solar Energy System Data by Months

Aylar	Ziraatbiyotek Ges Elektrik Üretimi (kWh) RetScreen Sonuçlarına Göre	Şebeke Elektrik Tüketimi (kWh) GES'ten Önce	Şebeke Elektrik Tüketimi (kWh) GES'ten sonra	Elektrik Giderleri (TL) GES'ten önce	Elektrik Giderleri (TL) GES'ten sonra
Ocak	982	7363.4	6381.4	5017.6	4530.794
Şubat	1151	3492.9	2341.9	2685.2	1662.749
Mart	1650	5356.4	3706.4	3935.6	2631.544
Nisan	1870	4763.6	2893.6	3590.3	2054.456
Mayıs	2213	3145	932	2583.9	661.72
Haziran	2297	2784.8	487.8	2357.9	346.338
Temmuz	2400	3258.5	966.5	3017.3	686.215
Ağustos	2292	2889.8	921.8	2749.8	654.478
Eylül	1968	2690.4	1230.4	2589.2	873.584
Ekim	1460	3358.5	2331.5	3523.5	1655.365
Kasım	1027	4792.9	3765.9	4729.8	2673.789
Aralık	816	6940.56	6124.56	5430.6	4348.438
<b>Toplam</b>	<b>20126</b>	<b>50836.7</b>	<b>32083.7</b>	<b>42210.7</b>	<b>22779.4</b>

Bir fotovoltaik güneş enerjisi santralının uygulanmadan önce seçilen yerin uygunluğunun belirlenmesi ve fizibilite çalışmasının yapılması yatırımcılar için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Buna ilaveten, sera gazı azaltım desteği de eklendiği zaman PV sistemlerine ilgi gitgide artacaktır. Elde edilen sonuçlara göre, PV santralinden

yıllık toplam 20.1 MWh enerji üretilmiştir. Finansal kısmı değerlendirildiğinde; sisteme ikinci senaryodaki destek eklendiği zaman yıllık 142 \$ ek kar elde edildiği ve sistemin geri ödeme süresinin azaldığı görülmüştür. Ziraatbiyotek binasına 14 kW'lık güneş enerjisi sistemi kurulduğu takdirde yıllık elektrik ihtiyacının yaklaşık %40'ını güneş enerjisinden karşılanmış olacağı elde edilmiştir.

## Kaynakça

- Ahmed,W., Sheikh, J.A., Nouman, M., Ullah,M.F., Mahmud, M. A. P. (2020). Techno-Economic Analysis for the Role of Single End Energy User in Mitigating GHG Emission Researchsquare.
- Al-akayshee, A. S. Kuznetsov O. N. Sultan , H. M.Viability (2020). Analysis of Large Photovoltaic Power Plants as a Solution of Power Shortage in Iraq *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*.
- Altan, A. D., Diken, B., Kayaşoğlu, B. (2021). Prediction of Photovoltaic Panel Power Outputs Using Time Series and Artificial Neural Network Methods. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 18(3), 457-469.
- Anonim. Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi, (2018). <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/yed-nc--ulusal-b-ld-r-m-20190909092640.pdf>. Erişim tarihi 10.12.2018.
- BP, (2020). <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2020.pdf>. Erişim tarihi:10.04.2020.
- Büyükzeren, R., Altıntaş, H. B., Martin, K., & Kahraman, A. (2015). Binalardaki fotovoltaik uygulamasının teknik, çevresel ve ekonomik incelenmesi: Meram Tıp Fakóltesi Hastanesi örneği. *EMO Bilimsel Dergi*, 5(10), 9-14.
- Darian, M. M. M., Ghorreshi, A. M., Hajatzadeh, M. J. (2020). Evaluation of Photovoltaic System Performance: *A Case Study in East Azerbaijan, Iran rania (Iranica)* Journal of Energy and Environment, 11(1), 75-78.
- DBK Enerji (2020). "Güneş Enerjisi Uygulaması için Diğer Maliyet Kalemleri", <http://www.dbkenerji.com> Erişim tarihi: 05.02.2020.
- Delice H, Yashoglu E. (2021) The effect of building orientation on utilization of solar energy in dairy cattle barns. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 18 (3), 419-427.
- Eremkere, M., Aktaş, T. (2020). Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Üzüm Suyu İşleme Tesis çatısına uygulanabilecek fotovoltaik tasarımların teknik, ekonomik ve çevresel açılardan analizi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 7(1), 275-294.
- GEPA, (2019). Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> Erişim tarihi: 20.06.2019.
- IRENA, (2019). [https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA\\_Power\\_Generation\\_Costs\\_2019.pdf](https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf). Erişim tarihi:17.05.2020.
- IRENA, (2018).[https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf](https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf). Erişim tarihi:05.10.2019.
- Kayaşoğlu, B., Diken, B. (2019) Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 15(2), 61-65.
- Njoku, H. O., Omeke, O. M, (2020). Potentials and financial viability of solar photovoltaic power generation in Nigeria for greenhouse gas emissions mitigation *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22:481-492.
- Obeng,M., Gyamfi, S. , Derkyi,N.S. , Kabo-bah,A.T , Peprah,F. (2020). *Technical and economic feasibility of a 50MW grid-connected solar PV at UENR Nsoatre Campus Journal of Cleaner Production*, 247,119159.
- REN21, (2021). [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2020\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf) Erişim Tarihi: 20.05.2021
- Shimu, J. F. (2019). *Feasibility Study Of 100kw Solar Pv System Using Retscreen* doi: <http://dspace.daffodilvarsity.edu.bd:8080/handle/123456789/4793>.
- Sulukan, E. (2019). İstanbul'da bir fotovoltaik sistemin tekno-ekonomik ve çevresel analizi *Pamukkale Univ Muh Bilim Dergisi*, 26(1), 127-132.
- Şen, S . (2017) Incentives As A Fiscal Policy Tool In Renewable Energy Production: Experiences Of A Number Of Selected European Countries And Turkey . *Journal of Life Economics*, 4 (1) , 59-76 . DOI: 10.15637/jlecon.185.



## Comparison of Hatching Results, Growth Traits, and Slaughter-Carcass Characteristics of Japanese Quails Classified by Hatching Egg Weight

Kuluçkalık Yumurta Ağırlığına Göre Sınıflandırılan Japon Bildircinlerinde Kuluçka Sonuçları, Büyüme Özellikleri ve Kesim-Karkas Özelliklerinin Karşılaştırılması


Gülşah ÖZÇALIŞAN<sup>1\*</sup>, Fatih ŞAHİN<sup>2</sup>, Hasan KARAKELLE<sup>3</sup>, Doğan NARİNÇ<sup>4\*</sup>


### Abstract

The aim of this study is to determine the hatching characteristics, growth performance and slaughter-carcass traits of Japanese quails obtained from hatching quail eggs divided into four classes (G1: less than 8 g, G2: between 8-10 g, G3: between 10-12 g, and G4: heavier than 12 g) according to egg size. The animal material of the study consisted of chicks (60 birds were used in each group) obtained from a total of 525 eggs simultaneously obtained from a Japanese quail parent flock (random mated, not previously selection applied, at 16 weeks of age). The mean values of fertility in G2 and G3 were found to be higher than those of the other groups ( $P<0.05$ ). There were no differences between the egg weight groups for either early or late embryonic mortality means. Also, there was no difference between the groups in terms of hatchability. Quail chicks obtained from light eggs had the lowest average (96.43%) in terms of chick quality determined by the Tona score method ( $P<0.05$ ). A positive-linear relationship was found between egg weight and chick weights, and chick weight averages increased as egg size increased ( $P<0.05$ ). According to the results of the profile analysis performed using weekly body weight values, the chick weight difference between egg weight classes was also reflected in the growth profiles. The growth profile of quails obtained from heavy class eggs were higher than the others ( $P<0.05$ ). The mean values of asymptotic weight parameter and body weight at inflection point of Gompertz growth model were higher in quails obtained from heavy eggs (both  $P<0.05$ ). There was no difference between the experimental groups in terms of carcass yield and percentages of carcass parts, but the lowest abdominal fat ratio was found in the G1 group ( $P<0.05$ ). As a result, it can be thought that the use of higher weight hatching eggs in the incubation of Japanese quails raised for meat yield will provide economic benefits.


**Keywords:** Egg weight, Egg size, Tona score, Gompertz growth curve, Fertility

<sup>1</sup>Gülşah Özçalışan, Akdeniz University, Department of Animal Science, Antalya Turkey. E-mail: [gulsah-1999@hotmail.com](mailto:gulsah-1999@hotmail.com)  OrcID: 0000-0002-8928-194X

<sup>2</sup>Fatih Şahin, Akdeniz University, Department of Animal Science, Antalya Turkey. E-mail: [sahinfatih157@gmail.com](mailto:sahinfatih157@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-1620-0782.

<sup>3</sup>Hasan Karakelle, Akdeniz University, Department of Animal Science, Antalya Turkey. E-mail: [karakellehsn@gmail.com](mailto:karakellehsn@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-9883-0322

<sup>4</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Doğan NARİNÇ, Akdeniz University, Department of Animal Science, Antalya Turkey. E-mail: [dnarinc@akdeniz.edu.tr](mailto:dnarinc@akdeniz.edu.tr)

 OrcID: 0000-0001-8844-4412

**Atf/Citation:** ÖZÇALIŞAN, G., ŞAHİN, F., KARAKELLE, H., NARİNÇ, D. Comparison of hatching results, growth traits and slaughter-carcass characteristics in Japanese quails classified by hatching egg weight. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 668-677.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Öz

Bu çalışmanın amacı, yumurta büyüklüğüne göre dört sınıfa ayrılan (G1: 8 g'dan düşük, G2: 8-10 g arası, G3: 10-12 g arası ve G4: 12 g'dan ağır) kuluçkalık bıldırcın yumurtalarından elde edilen Japon bıldırcınlarının kuluçka özelliklerini, büyüme performanslarını ve kesim-karkas özelliklerini belirlemektir. Araştırmanın hayvan materyali, bir Japon bıldırcın ebeveyn sürüsünden (rastgele çiftleştirilmiş, daha önce seleksiyon uygulanmamış, 16 haftalık yaşta) eş zamanlı olarak toplanan 525 yumurtadan elde edilen civcivlerden (her grupta 60 bıldırcın) oluşmaktadır. G2 ve G3'te döllülük ortalamaları diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Erken ve geç dönem embriyonik ölüm ortalamaları için yumurta ağırlık grupları arasında fark bulunmamıştır. Benzer şekilde çıkış gücü açısından da gruplar arasında fark bulunmamıştır. Tona skor yöntemi ile belirlenen civciv kalitesi açısından hafif yumurtalardan elde edilen bıldırcın civcivleri en düşük ortalamaya (%96.43) sahip olmuştur ( $P<0.05$ ). Yumurta ağırlığı ile civciv ağırlıkları arasında pozitif-doğrusal bir ilişki bulunmuş ve civciv ağırlık ortalamaları yumurta ağırlığı arttıkça artmıştır ( $P<0.05$ ). Haftalık canlı ağırlık değerleri kullanılarak yapılan profil analizi sonuçlarına göre yumurta ağırlık sınıfları arasındaki civciv ağırlık farkı büyüme profillerine de yansımıştır. Ağır sınıf yumurtalardan elde edilen bıldırcınların büyüme profili diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ağır yumurtalardan elde edilen bıldırcınlarda, Gompertz büyüme modelinin bükülme noktasındaki canlı ağırlık ve asimptotik ağırlık parametresi ortalama değerleri daha yüksek olarak tahmin edilmiştir (her ikisi de  $P<0.05$ ). Deneme grupları arasında karkas randımanı ve karkas parçalarının oranları açısından fark bulunmazken, en düşük abdominal yağ oranı G1 grubunda bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Sonuç olarak et verimi için yetiştirilen Japon bıldırcınlarının kuluçkasında daha yüksek ağırlıkta kuluçkalık yumurtaların kullanılmasının ekonomik fayda sağlayacağı düşünülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yumurta ağırlığı, Yumurta büyüklüğü, Tona skoru, Gompertz büyüme eğrisi, Döllülük

## 1. Introduction

Incubation is one of the most important elements of commercial poultry production. There are many environmental and genetic factors that affect healthy embryo development, high hatchability, and high-quality chick numbers. One of them is the weight of hatching eggs (Çelik et al., 2015; Nariç and Aydemir, 2021a). It is known that there is a positive and strong relationship between increasing body size and egg weight in poultry, both within and between species. Egg weight and yolk content are also associated with incubation period, early development degree, and yolk reserves needed by the hatchling (Wilson, 1991).

Oral Toplu et al. (2007) reported that eggs that are smaller and larger than normal should not be used in order to obtain optimum hatchability. Sarı et al. (2010) and Hegab and Hanafy (2019) reported that the fertility and hatchability were higher in the heavy egg size group in Japanese quails. Sarı et al. (2010) reported that both early and late embryonic deaths increased as egg weight decreased. Petek et al. (2005) and Sari et al. (2010) found that the mortality value of quail chicks obtained from small eggs was also higher than other egg size groups. Elibol and Brake (2008) observed that fertility decreased as age of breeder flock and egg weight increased. This effect was partially explained by a relationship between breeder age and egg weight. Iqbal et al. (2016) divided broiler breeder eggs into three groups and claimed that the best results in terms of fertility, hatchability and embryonic mortality were obtained from small size eggs. Ulmer Franco et al. (2010) reported that low hatchability and high late embryonic mortality were observed in eggs larger than the average eggs of broiler breeders. On the other hand, Gahri et al. (2015) claimed that there was no difference between the groups classified according to egg weight in terms of fertility and hatchability in broiler hatching eggs.

In many studies, it has been reported that there is a positive and strong relationship between egg weight and hatch weight (Abiola et al., 2008; Alabi et al., 2012; Iqbal et al., 2016; Karaman and Bulut, 2018). In some studies (Petek et al., 2003; Alkan et al., 2008; Çağlayan and İnal 2006), it has been suggested that there is a positive-linear relationship between egg weight and weekly body weight values at the post-hatch period, and that the weight at the end of fattening is also affected by this. Abiola et al (2008) divided the hatching eggs into three different categories and reported that the carcass yield of broiler chickens hatched from heavy eggs was higher than the other groups, while the abdominal fat ratio of chickens in the small size egg group was the lowest. There are also studies reporting results contrary to these findings. Researchers claimed that heavy chicks obtained from heavy eggs tend to lose these characteristics with age (Yıldırım and Yetişir, 1998; Gürcan and Çobanoğlu, 2012; Duman and Şekeroğlu, 2017; Karaman and Bulut, 2018).

When the literature reports on the subject are examined, it is seen that there are conflicting results about the relationship between egg weight, hatching, growth and slaughter carcass characteristics in different poultry species. The aim of this study is to determine the hatching characteristics, growth performance and slaughter-carcass traits of Japanese quails obtained from hatching quail eggs divided into four classes (less than 8 g, between 8-10 g, between 10-12 g and heavier than 12 g) according to egg size.

## 2. Materials and Methods

The experiment was conducted at the Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Turkey. The care and use of animals were in accordance with laws and regulations of Turkey and approved by Ministry of Food, Agriculture and Livestock and Animal Experiments Local Ethics Committee of Akdeniz University (decision number 2020.04.117). The animal material of the study consisted of chicks obtained from a total of 525 eggs simultaneously obtained from a Japanese quail parent flock (random mated, not previously selected, at 16 weeks of age). A total of four egg weight groups were formed in the study. Eggs were classified according to their weight as being less than 8 g (G1), 8-10 g (G2), 10-12 g (G3) and heavier than 12 g (G4). The number of eggs in the experimental groups was 101, 135, 166 and 123, respectively. The hatching eggs were placed in a commercial incubator and maintained at a constant temperature of 37.5 °C and 55% relative humidity for the first 15 days, and 37.2 °C temperature and 70% relative humidity for the last three days. The number of chicks hatched at the end of incubation, the number of fertile eggs, early and late embryonic deaths were determined (Aygün et al., 2012). 60 quail chicks from each experimental group were selected by chance, their wing numbers were attached, and body weight measurements were made. All hatched chicks were examined to score using Tona method for quality (Tona et al., 2003). Tona chick quality score is a qualitative scoring system that assess total score index of 100 based on a wide

variety of visual parameters, such as activity, appearance, retracted yolk, eye condition, leg and feet condition, navel deformities and status, remaining egg membrane, beak condition, and remaining yolk (Narinç and Aydemir, 2021b). Individual body weight measurements of quails were made weekly. Quail chicks were housed in brooding cages (90 cm<sup>2</sup>/quail) for the first three weeks, after sex determination in the third week, then they were transferred to fattening cages (160 cm<sup>2</sup>/quail) and they were housed here until the slaughtering age of 42 day. A grower diet containing 24% CP and 2,900 kcal of ME/kg for the first 21 d, and a fattening diet containing 21% CP and 2,800 kcal of ME/kg were used. *Ad libitum* feeding, water and a 23-hours/day lighting program were applied from hatch to the end of the study.

To obtain the estimates of individual growth curve parameters, all quail were weighed weekly from hatching to 6 weeks of age. The Gompertz non-linear regression model (Eq. 1) was used to estimate growth curve of each quail (Narinç et al., 2010a; Narinç et al., 2017).

$$y_t = \beta_0 e^{(-\beta_1 e^{-\beta_2 t})} \quad (\text{Eq.1})$$

where  $y_t$  is the weight at age  $t$ ,  $\beta_0$  is the asymptotic (mature) weight parameter,  $\beta_1$  is the scaling parameter (constant of integration) and  $\beta_2$  is the instantaneous growth rate (per day) parameter (Akbaş and Yaylak, 2000; Narinç et al., 2010a). The Gompertz model is characterized by an inflection point in a manner such that  $\beta_0/e$  of the total growth occurs prior to it and the remainder occurring after. The coordinates of the point of inflection, age, and weight at inflection point (IPA and IPW, respectively), were obtained as follows (Eq 2,3):

$$\text{IPW} = \beta_0/e \quad (\text{Eq.2})$$

$$\text{IPA} = \ln(\beta_1)/\beta_2 \quad (\text{Eq.3})$$

At 6 weeks of age, the body weights of all birds were determined 4 hours after feed withdrawal and slaughtered in an experimental processing plant. The birds were manually cut, bled out, scalded (55°C, 2 min), defeathered with equipment, manually eviscerated, and the abdominal fat pad (from the proventriculus surrounding the gizzard down to the cloaca) was taken, chilled in an ice-water tank, and drained (Narinç et al., 2013). Next day, after carcass dissection, breast with bone and the remaining abdominal fat on cold carcasses were weighed using an electronic digital balance with a sensitivity of 0.01 g. Slaughter and dissection were performed by same experienced operators. Cold carcass, breast, leg, wing, and total fat pad yields were calculated in relation to body weight at 6 weeks of age.

Profile analysis technique, which is one of the multivariate analysis of variance (MANOVA) methods, was used to test the difference between groups in terms of growth samples according to weekly individual body weight values (Sabuncuoğlu et al., 2018). The nonlinear regression analyses for Gompertz growth curves of birds were performed using NLIN procedure of SAS 9.4 statistics software. The descriptive statistics, Shapiro Wilk normality tests, and hypothesis tests of the traits were obtained using UNIVARIATE and GLIMMIX procedures of SAS 9.4 statistics software (SAS Ins., 2009).

### 3. Results and Discussion

The average values of fertility, embryonic mortality, hatchability, chick quality and hatch weight of quails, and the results of variance analyses are given in *Table 1*. The mean values of eggs in G2 and G3 were found to be higher than those of the other groups in terms of fertility ( $P < 0.05$ ). Sarı et al. (2010) found the fertility rate higher in the heavy egg groups than the light egg groups in Japanese quails. In the study conducted by Petek et al. (2005), it was reported that there was no difference in terms of fertility characteristics between egg weight groups classified as small, medium, large, and jumbo. Researchers reported that the average fertility of eggs in these groups was 86.54%, 90.03%, 90.05% and 92.12%, respectively. Similarly, Mirahmetoğlu and Çelen (2017) divided quail eggs into three groups as smaller than 11 g and larger than 11.9 g, and reported that there was no difference in fertility rate between the experimental groups. There are many factors that affect fertility. These include breeder flock age, genotype, health status, feed content, rearing type, incubation conditions, egg storage period and conditions (Okur and Şamlı, 2013; Narinç and Aydemir, 2021a). Some studies investigated the effects of both breeder age and egg weight on fertility. In the study carried out by Sarı et al. (2010), it was determined that as the age of the parents increased, fertility decreased, and on the contrary, as the egg weight increased, fertility increased. In our study, eggs of quails at a fixed age (16 weeks of age) were evaluated, and the weight difference is only due to the genetic structure of the birds. In this case, it can be thought that optimum weight eggs should be used for maximum fertility.

**Table 1. The hatching results, and results of variance analysis**

Group	Fertility	EEM	LEM	Hatchability	Tona Score	Hatching Weight
G1	86.87 <sup>b</sup>	9.27	9.36	81.37	96.43 <sup>b</sup>	5.26 <sup>d</sup>
G2	91.25 <sup>a</sup>	8.92	9.11	81.97	98.24 <sup>a</sup>	6.65 <sup>c</sup>
G3	92.46 <sup>a</sup>	9.12	8.75	82.13	98.74 <sup>a</sup>	7.90 <sup>b</sup>
G4	87.71 <sup>b</sup>	9.01	9.13	81.86	98.56 <sup>a</sup>	8.94 <sup>a</sup>
SEM	0.16	0.05	0.06	0.09	0.11	0.06
P Value	0.001*	0.644	0.540	0.332	0.034*	0.000*

\*P<0.05, EEM: Early embryonic mortality, LEM: Late embryonic mortality, <sup>a-d</sup>: Different letters in the same column indicate statistical difference

There were no differences between the egg weight groups for either early or late embryonic mortality means (both P>0.05). In the study, early embryonic mortality was between 8.92% and 9.27%, and late embryonic mortality was between 8.75% and 9.36% (Table 1). Iqbal et al. (2016) and Gahri et al. (2015), who classified broiler breeder eggs into three groups according to their weight, reported that the highest mean values of embryonic mortality were in large eggs. However, Othman et al. (2014) claimed that the lowest late embryo mortality was in large eggs in the results of their study, which divided Japanese quail hatching eggs into three classes. Oral Toplu et al. (2007), who found similar to our results, reported that there were no differences between the groups in terms of early and late embryonic mortality in quail hatching eggs divided into three egg weight groups. In many similar studies (Çağlayan and İnal, 2006; Çağlayan et al., 2009; Duman and Şekeroğlu, 2017; Karaman and Bulut, 2018; Kırıkçı et al., 2018), it has been reported that egg weight classes have no effect on embryo mortality.

In the study, the average values of hatchability in all groups were found between 81.37% and 82.13% (Table 1). There was no statistical difference between egg weight groups in terms of hatchability (P>0.05), which represents the ratio of chicks hatched from fertile eggs. Similarly, Çağlayan and İnal (2006) and Oral Toplu et al. (2017) in quails, Gahri et al. (2015) in broilers, and Kırıkçı et al. (2018) in partridges divided the breeder eggs into various weight classes, and reported that there was no difference between the egg weight groups in terms of hatchability. There are conflicting reports in the literature regarding the relationship between egg weight and hatchability in poultry. Many researchers (Elibol and Brake, 2008; Alkan et al., 2008; Çağlayan et al., 2009; Sari et al., 2010; Iqbal et al., 2016) who classified quail and chicken eggs according to their weight reported that the highest average hatchability was in light eggs. Abiola et al. (2008) and Alabi et al. (2012) reported that the highest hatchability rate in hatching chicken eggs was in the medium weight class. On the contrary, Petek et al. (2005) and Hegab and Hanafy (2019) found the highest hatchability rate in quail hatching eggs in the high egg weight groups. The reasons for these different results may be the genetic improvement status of the birds, the storage conditions and duration of hatching eggs, and breeder flock age.

Chick quality is a characteristic that directly determines the number of saleable chicks and can be measured by both qualitative (Tona, Pasgar) and quantitative methods (various morphological measurements). Chick quality primarily depends on breeder age due to changes in hatching egg weight and egg quality characteristics (İpek and Sözcü, 2013). As the breeder flock age increases, egg and yolk weight increase and shell thickness decreases (Peebles et al. 2000). As the breeder age increases, the chick weight also increases, but the quality of the chick declines (Tona et al., 2004). Because of this dilemma, it is thought that the chick quality determined by qualitative methods is more consistent than quantitative methods (Nariç and Aydemir, 2021b). In this study, chicks obtained from light eggs had the lowest average (96.43%) in terms of chick quality determined by the Tona score method (P<0.05). Elibol and Brake (2008), who divided broiler breeder eggs into three categories as small, medium, and large according to their weight classes, reported that the rates of second quality chicks were 2.86%, 2.13%, and 2.03%, respectively. The researchers found that the quality of chicks from light hatching eggs was poor, which is in agreement with the findings of this study.

In the study, a linear relationship was found between egg weight categories and chick weights (Table 1), and chick weight averages increased as egg category increased (P<0.05). Similar results have been obtained in many studies on the subject (Yıldırım and Yetişir, 1998; Petek et al., 2003; Çağlayan and İnal, 2006; Oral Toplu et al.,

2007; Abiola et al., 2008; Alkan et al., 2008; Alabi et al., 2012; Gahri et al., 2015; Iqbal et al., 2016; Duman and Şekeroğlu, 2017; Iqbal et al., 2017; Karaman and Bulut, 2018; Kırıkçı et al., 2018; Hegab and Hanafy, 2019). In some of these studies, it has been reported that heavy chicks obtained from heavy eggs maintain these advantages until the end of fattening (Petek et al., 2003; Çağlayan and İnal, 2006; Abiola et al., 2008; Alkan et al., 2008). In some studies, it has been reported that the difference in hatch weight disappears over time and the slaughter weight is not affected by egg weight size. According to the results of the profile analysis performed using weekly body weight values in our study, the chick weight difference between egg weight classes was also reflected in the growth profiles (Table 2). Statistical differences were found between the growth profiles of quails and the growth profile of quails obtained from heavy class eggs were higher than the others (P<0.05).

**Table 2. The mean values of weekly body weight, and results of profile analysis**

Sequential Week	G1	G2	G3	G4	SE	P Value <sup>1</sup>
1-7	17.82 <sup>c</sup>	20.31 <sup>b</sup>	19.51 <sup>b</sup>	22.68 <sup>a</sup>	0.39	0.000*
7-14	31.19 <sup>c</sup>	37.81 <sup>b</sup>	37.12 <sup>b</sup>	44.94 <sup>a</sup>	0.80	0.000*
14-21	48.80 <sup>c</sup>	59.57 <sup>b</sup>	55.65 <sup>b</sup>	66.50 <sup>a</sup>	1.04	0.000*
21-28	77.24 <sup>c</sup>	95.78 <sup>b</sup>	96.61 <sup>b</sup>	110.19 <sup>a</sup>	1.40	0.000*
28-35	108.11 <sup>c</sup>	127.61 <sup>b</sup>	132.57 <sup>b</sup>	148.73 <sup>a</sup>	1.62	0.000*
35-42	131.12 <sup>d</sup>	155.01 <sup>c</sup>	165.58 <sup>b</sup>	178.78 <sup>a</sup>	1.62	0.000*
Overall <sup>2</sup>						0.001*

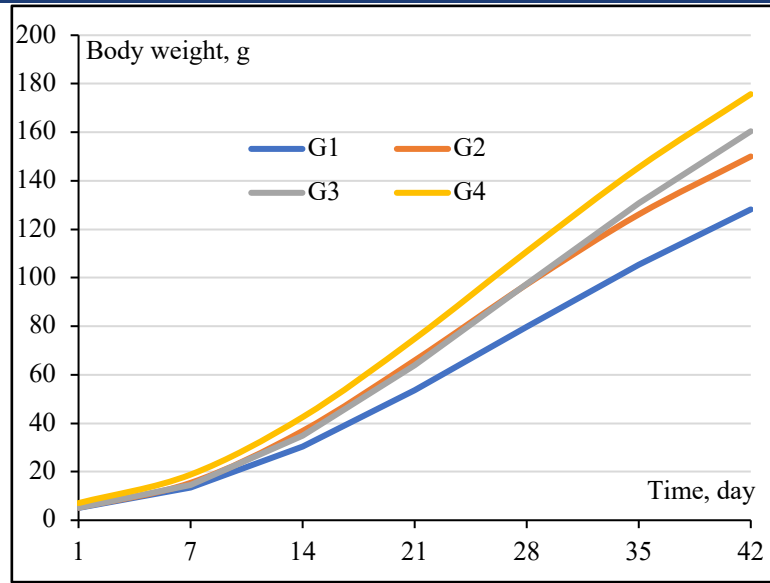
\*P<0.05, <sup>1</sup> MANOVA results, <sup>2</sup> Profile analysis result (P value of Lawley–Hotelling Trace), <sup>a-d</sup>: Different letters in the same row indicate statistical difference

**Table 3. The parameters of Gompertz growth curve**

Group	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	IPW	IPA
G1	202.45 <sup>d</sup>	3.87	0.051	74.70 <sup>c</sup>	26.62
G2	212.91 <sup>c</sup>	3.93	0.058	78.56 <sup>c</sup>	23.77
G3	256.28 <sup>b</sup>	3.99	0.052	94.57 <sup>b</sup>	25.34
G4	269.63 <sup>a</sup>	3.84	0.052	99.50 <sup>a</sup>	25.75
SEM	4.12	0.21	0.001	1.56	0.57
P Value	0.000	0.245	0.365	0.000	0.124

\*P<0.05,  $\beta_0$ ,  $\beta_0$ ,  $\beta_0$ : Gompertz model parameters, IPW: Weight of point of inflection, IPA: Age at point of inflection <sup>a-d</sup>: Different letters in the same column indicate statistical difference

The results of Gompertz growth curve analyzes performed using weekly body weight data of quails in the experimental groups are given in Table 3. The coefficients of determination in all nonlinear regression analyzes were found to be between 0.992 and 0.998 (not included in any table). In this case, it was determined that the Gompertz growth curve model was quite sufficient to explain the quail data. The mean values of mature (asymptotic) weight parameter ( $\beta_0$ ) of the Gompertz growth model were estimated as 202.45, 212.91, 256.28, and 269.63 g for G1, G2, G3, and G4 respectively (Table 3). A positive linear relationship was determined between the  $\beta_0$  parameter of the Gompertz model and egg weight classes, and an increase in the mature weight parameter was determined as the egg size increased (P<0.05). To our best knowledge, there is no study in the literature that analyzed growth using nonlinear regression models in poultry from eggs separated by weight class. In studies in which the growth of Japanese quails was examined with the Gompertz model, the mature weight parameter was found in the range of 208.30-265.78 g (Akbaş and Oğuz, 1998; Nariç et al., 2010b; Alkan et al., 2009; Kaplan and Gürcan, 2018; Nariç and Genç, 2021). In the study,  $\beta_0$  parameter averages (241.57-260.23 g) obtained from all three experimental groups were found to be compatible with mature weight parameter values reported in the literature.



**Figure 1. Growth curves estimated by the Gompertz model by experimental groups**

The growth curves of the quails in the experimental groups drawn with the Gompertz model are presented in *Figure 1*. In the study, no statistical differences were found between the experimental groups in terms of shape parameter ( $\beta_1$ ) and instantaneous growth rate parameter ( $\beta_2$ ) of the Gompertz function (both  $P > 0.05$ ). In the study, the integration coefficient parameter ( $\beta_1$ ) of the Gompertz growth function for quail growth samples was estimated in the range of 3.84-3.99. The results obtained were found to be compatible with the estimated values (3.65-4.00) for randomly mating flocks that were not selected by many researchers (Akbaş and Oğuz, 1998; Balcıoğlu et al., 2005; Alkan et al., 2009; Nariņ et al., 2010a; Nariņ and Genç, 2021). Small values for  $\beta_2$  parameter indicate late maturation and high adult weight. On the other hand, high  $\beta_2$  values represent early maturation and lower adult weight (Akbaş and Yaylak, 2000). In the study, the  $\beta_2$  parameter of the Gompertz model was found to be between 0.051 and 0.058. These values are in line with the results (0.046-0.065) reported by many researchers (Beiki et al., 2013; Gürcan et al., 2017; Kaplan and Gürcan, 2018; Nariņ and Genç, 2021; Nariņ and Sabuncuoğlu, 2022) fitting growth in Japanese quails using the Gompertz model.

A statistical difference was found between the egg weight groups in terms of the body weight of the inflection point of the sigmoid Gompertz model ( $P < 0.05$ ). The highest mean value (99.50 g) of point of inflection weight was observed in the G4 group, while the G1 quails had the lowest mean value (74.70 g) of the body weight of the inflection point. This supports the view that chicks hatching from heavy eggs maintain their superior body weight values. In addition, no statistical difference was found in the experimental groups in terms of the inflection point age of the Gompertz model. The estimated inflection point ages in the experimental groups were between 23.77 days and 26.62 days. In the study, the estimated values for the inflection point age of the Gompertz model in quails in different groups were found to be compatible with the results (21.20-27.88 days) of many studies (Alkan et al., 2009; Kaplan and Gürcan, 2018; Nariņ and Sabuncuoğlu, 2022).

The carcass characteristics of quails obtained from eggs classified according to their size, determined by slaughtering at the end of the 42-day fattening period, are presented in *Table 4*. The cold carcass yields of quails in G1, G2, G3 and G4 groups were 70.14%, 69.88%, 70.08%, and 69.84%, respectively. No difference was observed between the experimental groups in terms of carcass yield ( $P > 0.05$ ). Duman and Şekeroğlu (2017), who divided the breeder broiler eggs into three weight groups, reported that there was no difference between the groups in terms of carcass yields of chickens slaughtered at the end of the experiment. Alabi et al. (2012), who obtained similar results, divided the hatching eggs of a domestic chicken breed into three groups, and reported that there was no difference between the carcass yields of the chicks at the end of fattening. The finding for carcass yield in our study is consistent with the results reported by Duman and Şekeroğlu (2017) and Alabi et al. (2012).

**Table 4. The mean values of slaughter-carcass traits, and results of variance analysis**

Group	Carcass (%)	Abdominal Fat (%)	Breast (%)	Leg (%)	Wing (%)
G1	70.14	0.89 <sup>c</sup>	26.32	15.96	6.12
G2	69.88	1.11 <sup>b</sup>	26.42	16.08	6.25
G3	70.08	1.15 <sup>b</sup>	26.76	15.88	6.14
G4	69.84	1.43 <sup>a</sup>	26.81	15.81	6.31
SEM	0.22	0.08	0.18	0.12	0.10
P Value	0.322	0.012*	0.654	0.755	0.486

\*P<0.05, <sup>a-d</sup>: Different letters in the same column indicate statistical difference

The averages determined for the abdominal fat ratio (proportioned to slaughter weight) in the study were 0.89%, 1.11%, 1.15%, and 1.43% in the G1, G2, G3, and G4 groups, respectively (*Table 4*). Among the experimental groups, the highest abdominal fat ratio (1.43%) was obtained from the quails in the G4 group, while the abdominal fat ratio (0.89%) of the quails in the G1 group was the lowest (P<0.05). Abiola et al. (2008), reporting a concordant result, found that broiler chickens hatched from small eggs had the lowest abdominal fat percentage at the end of the fattening period.

There were no differences between egg weight groups in terms of the mean values of breast, thigh, and wing percentage, which are other important parts of the carcass (all P>0.05). Similar to our findings, Alabi et al. (2012) and Duman and Şekeroğlu (2017) who examined the slaughter-carcass characteristics of broiler chickens obtained from hatching eggs divided into classes, also reported that no differences between treatment groups were determined for breast, thigh and wing characteristics.

#### 4. Conclusions

As a result of the incubation of hatching quail eggs divided into weight classes, it was determined that the best results were obtained from eggs with optimum size (G2 and G3 groups) according to fertility and chick quality characteristics. No negative results were encountered in heavy eggs in terms of hatchability and embryo deaths. Besides, the highest values in terms of hatch weight, weekly body weight values and general growth were determined in quails obtained from heavy eggs (G1 group). As a result, it can be recommended to use heavy hatching eggs in order to obtain better performance from quails planned to be reared for fattening.

#### Acknowledgment

This work supported by the TÜBİTAK Research Project 2209A - University Student Research Projects Support Program



## References

- Abiola, S., Meshioye, O. O., Oyerinde, B. O., Bamgbose, M. A. (2008). Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Archivos de Zootecnia* 57 (217): 83-86.
- Akbaş, Y., Oğuz, I. (1998). Growth curve parameters of lines of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), unselected and selected for four-week body weight. *Archiv fuer Gefluegelkunde* 62 (3):104-109.
- Akbas, Y., & Yaylak, E. (2000). Heritability estimates of growth curve parameters and genetic correlations between the growth curve parameters and weights at different age of Japanese quail. *Archiv fuer Gefluegelkunde* 64 (4):141-146.
- Alabi, O. J., Ng'ambi, J. W., Norris, D., Mabelebele, M. (2012). Effect of egg weight on hatchability and subsequent performance of Potchefstroom Koekoek chicks. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 7 (8): 718-725.
- Alkan, S., Mendeş, M., Karabağ, K., Balcıoğlu, M. S. (2009). Effect of short-term divergent selection for 5-week body weight on growth characteristics of Japanese quail. *Archiv fuer Gefluegelkunde* 73 (2):124-131.
- Alkan, S., Karabağ, K., Galic, A., Balcıoğlu, M. S. (2008). Effects of genotype and egg weight on hatchability traits and hatching weight in Japanese quail. *South African Journal of Animal Science* 38 (3): 231-237.
- Aygün, A., Sert, D., Copur, G. (2012). Effects of propolis on eggshell microbial activity, hatchability, and chick performance in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Poultry Science* 91 (4): 1018-1025.
- Balcıoğlu, M. S., Kızılkaya, K., Yolcu, H. I., Karabağ, K. (2005). Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. *South African Journal of Animal Science* 35 (2): 83-89.
- Beiki, H., Pakdel, A., Moradi-Shahrbabak, M., Mehrban, H. (2013). Evaluation of growth functions on Japanese quail lines. *The Journal of Poultry Science* 50 (1): 20-27.
- Çağlayan, T., İnal, Ş. (2006). Bildircinlarda kuluçkalık yumurta ağırlığının kuluçka sonuçları ile büyüme ve yaşama gücüne etkisi. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences* 22 (1-2): 11-19.
- Çağlayan, T., Garip, M., Kırkçı, K., Günlü, A. (2009). Effect of egg weight on chick weight, egg weight loss and hatchability in rock partridges (*A. graeca*). *Italian Journal of Animal Science* 8 (4): 567-574.
- Çelen, M. F., Mirahmetoğlu, Ç. (2017). Japon bildircinlerinde (*Coturnix coturnix japonica*) kuluçkalık yumurta ağırlığı ve kuluçkanın son döneminde oksijen eklenmesinin kuluçka sonuçları ve çıkış sonrası performansa etkileri. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 7 (2/2): 137-148.
- Çelik, Ş., İnci, H., Şengül, T., Söğüt, B. (2015). Bildircin yumurtalarında bazı kalite özellikleri ile tüy rengi arasındaki ilişkinin diskriminant analizi ile incelenmesi. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty* 12 (3): 47-56.
- Duman, M., Şekeroğlu, A. (2017). Effect of egg weights on hatching results, broiler performance and some stress parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science* 19 (2): 255-262.
- Elibol, O., Brake, J. (2008). Effect of egg weight and position relative to incubator fan on broiler hatchability and chick quality. *Poultry Science* 87 (9): 1913-1918.
- Gahri, H., Gader, N., Farzam, D. (2015). Effect of egg weight of broiler breeder on egg characteristics and hatchery performance. *International Journal of Biosciences* 6 (1): 42-48.
- Gürcan, E. K., Çobanoğlu, Ö. (2012). Japon Bildircinlerinde (*Coturnix coturnix japonica*) çıkım ağırlığı ve boyu ile canlı ağırlık performansı arasındaki ilişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 22 (2): 85-90.
- Gürcan, E. K., Çobanoğlu, Ö., Kaplan, S. (2017). Flexible alternatives to models widely used for describing growth in Japanese quail. *Journal of Animal & Plant Sciences* 27 (1): 48-56.
- Hegab, I. M., Hanafy, A. M. (2019). Effect of egg weight on external and internal qualities, physiological and hatching success of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science* 21 (3): 1-8.
- Iqbal, J., Khan, S. H., Mukhtar, N., Ahmed, T., Pasha, R. A. (2016). Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *Journal of Applied Animal Research* 44 (1): 54-64.
- Iqbal, J., Mukhtar, N., Rehman, Z. U., Khan, S. H., Ahmad, T., Anjum, M. S., Pasha, R.H., Umar, S. (2017). Effects of egg weight on the egg quality, chick quality, and broiler performance at the later stages of production (week 60) in broiler breeders. *Journal of Applied Poultry Research* 26 (2): 183-191.
- İpek, A., Sözcü, A. (2013). Broiler chick quality and scoring methods. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27 (2): 131-137.
- Kaplan, S., Gürcan, E. K. (2018). Comparison of growth curves using non-linear regression function in Japanese quail. *Journal of Applied Animal Research* 46 (1): 112-117.
- Karaman, M., Bulut, M. (2018). Japon Bildircinlerinde Kuluçkalık Yumurta Ağırlığının Kuluçka ve Kuluçka Sonrası Performans Özelliklerine Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 21 (1): 13-19.

- Kırıkçı, K., Mustafa, Ç., Başer, E., Akbulut, N. K., Bilgiç, M. A. (2018). Kınalı keklıklarlerde yumurta ağırlığının kuluçka sonuçları üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 7 (1): 1-6.
- Narınç, D., Aksoy, T., Karaman, E. (2010a). Genetic parameters of growth curve parameters and weekly body weights in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (3): 501-507.
- Narınç, D., Karaman, E., Firat, M. Z., Aksoy, T. (2010b). Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9 (14): 1961-1966.
- Narınç, D., Aksoy, T., Karaman, E., Aygun, A., Firat, M. Z., Uslu, M. K. (2013). Japanese quail meat quality: Characteristics, heritabilities, and genetic correlations with some slaughter traits. *Poultry Science* 92 (7): 1735-1744.
- Narınç, D., Narınç, N. Ö., Aygün, A. (2017). Growth curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal* 73 (2): 395-408.
- Narınç, D., Aydemir, E. (2021a). Chick quality: an overview of measurement techniques and influencing factors. *World's Poultry Science Journal* 7 (2): 313-329.
- Narınç, D., Aydemir, E. (2021b). Genetic parameter estimates of chick quality, growth, and carcass characteristics in Japanese quail. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 72 (4): 1-8.
- Narınç, D., Genç, B. A. (2021). Genetic parameter estimates of fear, growth, and carcass characteristics in Japanese quail. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 45 (2): 272-280.
- Narınç, D., Sabuncuoğlu, K. (2022). Comparison of growth and developmental stability traits of Japanese quails reared in conventional and enriched cages. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 69 (1): 33-41.
- Okur Ağma A., Şamlı, H. E. (2013). Effects of storage time and temperature on egg quality parameters and electrical conductivities of eggs. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty* 10 (2): 78-82.
- Oral Toplu, H., Dereli Fidan, E., Nazlıgül, A. (2007). Japon bildircinlarında kuluçkalık yumurta ağırlığı ve depolama süresinin kuluçka özellikleri ve civciv çıkış ağırlığı üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 4 (1): 11-16.
- Othman, R. A., Amin, M. R., & Rahman, S. (2014). Effect of egg size, age of hen and storage period on fertility, hatchability, embryo mortality and chick malformations in eggs of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 7 (1): 101-106.
- Peebles, E. D., Gardner, C. W., Brake, J., Benton, C. E., Bruzual, J. J., & Gerard, P. D. (2000). Albumen height and yolk and embryo compositions in broiler hatching eggs during incubation. *Poultry Science* 79 (10): 1373-1377.
- Petek, M., Başpınar, H., Oğan, M. (2003). Effects of egg weight and length of storage on hatchability and subsequent growth performance of quail. *South African Journal of Animal Science* 33 (4): 242-247.
- Petek, M., Başpınar, H., Oğan, M. M., Balcı, F. M. (2005). Effects of egg weight and length of storage period on hatchability and subsequent laying performance of quail. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29 (2): 537-542.
- Sabuncuoğlu, K. M., Korkmaz, F., Gürcan, E. K., Narınç, D., Şamlı, H. E. (2018). Effects of monochromatic light stimuli during embryogenesis on some performance traits, behavior, and fear responses in Japanese quails. *Poultry Science* 97 (7): 2385-2390.
- Sarı, M., Tilki, M., Saatci, M., Işık, S., Önk, K. (2010). Japon bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) ebeveyn yaşı, yumurta ağırlığı ve şekil indeksinin kuluçka özellikleri ve yaşama gücü üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 24 (2): 93-97.
- SAS Institute Inc., 2009. SAS / STAT User's Guide, Version 9. 4<sup>th</sup> ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Tona, K., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V. M., Buyse, J., Onagbesan, O., Decuyper, E. (2003). Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poultry Science* 82 (5): 736-741.
- Tona, K., Onagbesan, O., De Ketelaere, B., Decuyper, E., Bruggeman, V. (2004). Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. *Journal of Applied Poultry Research* 13 (1): 10-18.
- Ulmer-Franco, A. M., Fassenko, G. M., Christopher, E. O. D. (2010). Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. *Poultry Science* 89 (12): 2735-2742.
- Wilson, H. R. (1991). Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 47 (1): 5-20.
- Yıldırım, İ., Yetişir, R. (1998). Effects of hatching egg weight and parental age on the hatching weight and 6th week live weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 22 (4): 315-320.

## Yetiştirici Koşullarındaki Kilis Keçilerinin Laktasyon Süt Verimi ve Süt Kalite Özellikleri Üzerine Bir Çalışma

A Study on Lactation Milk Yield and Milk Quality Characteristics of Kilis Goats in Farm Conditions


İrfan DAŞKIRAN<sup>1</sup>, Ayhan YILMAZ<sup>2</sup>, Veysel Serkan GÜNBEY<sup>1</sup>


### Öz


Keçi, diğer çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında elverişsiz çevre koşullarına yüksek seviyede uyum sağlayan ve diğer türlerin yararlanamadığı besin maddelerini süt, et, deri ve kıl gibi değerli hayvansal ürünlere dönüştürebilme yeteneği yüksek bir türdür. Kilis keçisinin yetiştirilme bölgelerindeki geleneksel dondurma üretimi ve keçi peynirine olan talep dikkate alındığında, süt bileşenleri üzerinde yapılacak araştırmalarda seleksiyon ölçütü olarak bu kriterlerin üzerinde durulmasını büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma, Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve süt kalite özellikleri arası ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Süt verimi ve laktasyon süresinin saptanmasında Kilis merkezde bulunan iki farklı işletmeden toplam 170 baş Kilis keçisi deneme materyali olarak kullanılmıştır. Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve süresine ilişkin tanımlayıcı değerler; 201.05±6.75 kg ve 225.22±7.75 gün olarak bulunmuştur. Çalışma materyali keçilerde, süt kalite özellikleri olarak değerlendirilen toplam kuru madde (TKM), yağ (%), protein (%), laktoz (%), kazein (%) değerleri sırasıyla; 12.175± 0.125, 4.025± 0.088, 3.346±0.054, 4.068± 0,027, 2.563±0,040 olarak belirlenmiştir. Araştırmamızda süt protein oranı ile süt kuru madde arasındaki korelasyon 0.88 (P<0.01) seviyesinde önemli bulunmuştur. Aynı çalışmada yağ bileşeni ile laktoz bileşeni arasındaki ilişki ise r =0.13 bulunmuştur. Ayrıca, süt kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin laktasyon dönemine göre değiştiği bildirilmiştir. Laktasyonun başında ve ortasında süt protein, süt laktoz ve süt kuru madde arasında önemli değişim gözlenmemekle birlikte laktasyonun son dönemlerinde süt yağ oranı artarken süt laktoz içeriğinde düşüş gözlenmektedir.

Araştırma sonucu, farklı keçi genotipleriyle karşılaştırıldığında, Kilis keçisinin gerek laktasyon süt verimi gerek süt bileşenleri açısından üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sütteki protein ve kazein oranının tatmin edici seviyede olması nedeniyle özellikle peynir üretiminde Kilis keçisinin önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kilis keçisi, Laktasyon, Süt kalitesi, Süt yağı, Kazein

<sup>1</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: İrfan DAŞKIRAN, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. E-mail: [irfan.daskiran@gmail.com](mailto:irfan.daskiran@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-3431-2745

<sup>2</sup> Ayhan YILMAZ, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Siirt, Türkiye. E-mail: [ayilmaz@siirt.edu.tr](mailto:ayilmaz@siirt.edu.tr)  OrcID: 0000-0000-0000-000X

<sup>1</sup> Veysel Serkan GÜNBEY, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. E-mail: [serkangunbey@gmail.com](mailto:serkangunbey@gmail.com)  OrcID: 0000-0002-7587-5026

**Atıf/Citation:** Daşkiran, İ., Yılmaz, A., Günbey, V.S., Yetiştirici Koşullarındaki Kilis Keçilerinin Laktasyon Süt Verimi ve Süt Kalite Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (3), 678-687.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

---

## **Abstract**

Considering the traditional ice cream production in Kilis goat breeding regions and the demand for goat cheese, it is very big importance to focus on these criteria as selection criteria in research on milk components. This study was carried out to determine the relationship between lactation milk yield and milk quality characteristics in Kilis goats. Animal material was consisting of 170 Kilis goat reared from two different farms in Kilis province. The least squares mean for lactation yield and lactation length were  $177.97 \pm 4.45$  kg and  $184.84 \pm 0.95$  days. The values for the total dry matter (TDM), oil (%), protein (%), lactose (%), casein (%) in Kilis goats were determined;  $12.175 \pm 0.125$ ,  $4.025 \pm 0.088$ ,  $3.346 \pm 0.054$ ,  $4.068 \pm 0.027$ ,  $2.563 \pm 0.040$ , respectively. In our study, the correlation between milk protein ratio and milk dry matter was significant at the level of 0.88 ( $P < 0.01$ ). In our study, the correlation between milk protein ratio and milk dry matter was significant at the level of 0.88 ( $P < 0.01$ ). In this study, the relationship between the fat component and the lactose component was found  $r = 0.13$ . In addition, it has been reported that the relationships between milk quality characteristics vary according to the lactation period. Although there is no significant change in milk protein, lactose and milk dry matter at the beginning and middle of lactation, milk fat ratio increases while lactose content decreases in the last periods of lactation.

As a result, Kilis goat have the high values for milk yield and characteristics of milk quality compared to several goat genotypes and even they had higher values that some goat genotypes. In addition to this, it is confirmed that Kilis goat have adequate values of protein and casein, especially for cheese production.

**Keywords:** Kilis goat, Lactation, Milk quality, Milk fat, Casein

## 1. Giriş

Keçi, diğer çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında elverişsiz çevre koşullarına yüksek seviyede uyum sağlayan ve diğer türlerin yararlanmadığı besin maddelerini süt, et, deri ve kıl gibi değerli hayvansal ürünlere dönüştürebilme yeteneği yüksek bir türdür. Türkiye keçi varlığı TÜİK verilerine göre 11.9 milyon baş olup, Avrupa ve Akdeniz ülkeleri arasında birinci, dünyada ise 21. sıradadır (Anonim, 2020, 2021). Türkiye keçi varlığı içerisinde Kıl keçisi oranı %90 düzeyinde olup kalan %10'luk kısım Ankara keçisi, Kilis keçisi, Honamlı keçisi, Norduz ve Malta keçilerinde oluşmaktadır (Gül ve ark., 2016). Son on beş yılda keçi ürünlerine (keçi sütü ve peyniri) artan yoğun ilgi, başta Batı Anadolu olmak üzere birçok bölgede modern (entansif) süt keçisi işletmelerinin artmasına neden olmuştur (Gündüz ve ark., 2017). Yüksek süt verimli keçilerin hastalık ve olumsuz koşullara uyum kapasitelerinin düşük olması, yetiştirildikleri yerlere yüksek seviyede adapte olmuş ve aynı zamanda yüksek süt verimine sahip olan Kilis ırkı keçilerin önemini artırmıştır. Kilis keçisi; Kıl keçisi ile Suriye kökenli Halep keçisinin melezlenmesi ile elde edilmiş ve uzun yıllar kendi aralarında yetiştirilerek bugünkü ırk özelliklerini kazanmıştır. Kilis keçisi, Güneydoğu Anadolu bölgesinde ve özellikle Kilis, Şanlıurfa, Gaziantep ve Hatay illerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Gül ve ark., 2010; Keskin ve ark., 2017a). 1980'li yıllardaki bildirişlere göre sayısının 60-70 bin dolayında olduğu tahmin edilmekle birlikte (Yalçın, 1986; Akçapınar, 2000; Aktepe, 2009; İriadam, 2004; Kaymakçı ve ark., 2005; Ceyhan ve Karadağ, 2009, Sönmez ve ark., 1970, Daşkiran ve Yılmaz, 2018; Daşkiran ve ark., 2018), günümüzde batı illerinde de ırka olan talebin artmasıyla birlikte hemen hemen Türkiye'nin her tarafında Kilis keçisine rastlamak mümkün hale gelmiş ve sayısının son yıllarda 100 bin başı geçtiği bildirilmektedir (Anonim, 2018).

İki bin onlu yıllara kadar özellikle keçi-orman ilişkileri dikkate alındığında ormanlık alanlarda ve orman kenarı yerleşimlerde keçi yetiştiriciliğinin yapılması zorlaşmış dolayısıyla zaman zaman alınan kararlar doğrultusunda keçi varlığının azaltılmasına yönelik politikalar uygulamaya konulmuştur. Ormanın tek zararlısının keçi olarak görülmesi ve bu durumun keçi yetiştiricilerine mal edilmesi mevcut keçi varlığının kıl keçisinden daha özelleşmiş, özellikle süt verim yönlü ırklara dönüştürülmesi çalışmalarını zorunlu kılmıştır (Keskin ve ark., 2017b). Ülkemiz mevcut keçi ırklarının genetik ıslahına ilişkin çalışmalar, 1960 yılında başlamış olup, özellikle süt keçiciliğinin geliştirilmesi doğrultusunda yönlendirilmesi temel hedef olarak belirlenmiş ve bu yöndeki çalışmalar devam ettirilmeye çalışılmaktadır (Kaymakçı ve ark., 2005; Tölu ve ark., 2009; Keskin ve ark., 2019). Mevcut keçi ırklarımızın genetik ıslahına ilişkin çalışmalar, yerli gen kaynaklarımızın verim özellikleri bakımından tanımlanması, üzerinde durulan verim özellikleri bakımından seleksiyon potansiyelinin ortaya konulması bilinci ile birlikte değerlendirilmesi can alıcı bir konudur (Şengonca ve ark., 2003; Kaymakçı ve ark., 2005; Anonim, 2008, Araç ve Daşkiran, 2010; Gül ve ark., 2021). Özellikle son yıllarda artan keçi sütü ve peyniri gibi ürünlere artan talep, Türkiye süt tipi keçileri içerisinde önemli bir ırk olan Kilis keçisinin süt verim ve özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde irdelenmesini ve ırk üzerinde yapılacak ıslah çalışmalarında bu özellikler dikkate alınarak yön verilmesini gerektirmektedir. Kilis keçisinin yetiştirilme bölgelerindeki dondurma üretimi ve keçi peynirine olan talep dikkate alındığında, süt bileşenleri üzerinde yapılacak çalışmalarda seleksiyon ölçütü olarak bu kriterlerin üzerinde durulması büyük önem arz etmektedir. Tüm bu gerekçeleri dikkate alan bu araştırma, Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve süresi ile süt kalite özelliklerini saptamak, mevcut bilgi ve uygulamalara katkı sağlamak ve bugüne kadar yapılan çalışmalar ile mevcut durumun karşılaştırılması amacıyla düzenlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmanın hayvan materyalini Kilis merkez ilçede bulunan iki farklı işletmedeki toplam 170 baş Kilis keçisi oluşturmuştur.

Çalışmanın yapıldığı yetiştirici işletmesindeki sürülerde geleneksel besleme yöntemleri kullanılmakta ve besleme meraya dayalı olarak yürütülmektedir. Kilis ve civarında yetiştiriciler hemen hemen meranın elverişli olduğu tüm yıl mera ve otlakları kullanmakta ayrıca nadas alanlarını hayvanlar için etkin biçimde kullanmaktadırlar. Hububat ekli alanlarda otlatma yapılabildiği gibi pamuk vb. ekilen arazilerde de otlatma yapılmaktadır. Kışları yoğun geçen Aralık-Ocak aylarında sınırlı miktarda arpa ve saman beslemede kullanılmaktadır. Bu kapsamda 100 baş hayvana 30-35 kg/gün arpa kırması verilmektedir. Yazın erken saatlerde meraya çıkarılan hayvanlar bazı sürülerde akşamları merada geçirmekte bir kısım sürülerde ise ağıllara dönmektedirler. Kışın ise güneşli geçen tüm gün merada kalan zayıf ve yetersiz vejetasyonu değerlendirmektedirler.

Çalışma yürütüldüğü iki sürüde yetiştiriciye ek külfet getirmeden sağım kontrolleri yapılmış olup 5 kez ayda bir kez olmak üzere sağımlar tekrarlanmıştır.

Çalışma yapılan sürülerde tesadüfi örnekleme ile süt numuneleri alınarak İl Gıda Kontrol laboratuvarında temel süt bileşenlerinin analizleri yapılmıştır. Yapılan analizde asitlik tayini Gravimetrik yöntemle, yağ tayini Gerber yöntemi kullanılarak Gerber Santrifüjünde, kuru madde tayini yine Gravimetrik yöntemle Etüv kullanılarak, pH analizi pH meter ile ölçülmüştür. Sütte laktoz, kazein ve üre tayini HPLC-RID yöntemi ile yüksek performanslı sıvı kromatografi kullanılarak, protein tayini ise Kjeldahl yöntemi ile Kjeldahl cihazı kullanılarak yapılmıştır

### 2.1. Yöntem

Keçilerde sağım elle ve günde tek sağım olarak yapılmıştır. Dolayısıyla bu süt miktarı kontrol günü süt verimi olarak kabul edilmiştir. Laktasyon süt verimi ve süresi İsveç yöntemine göre hesaplanmıştır (Berger ve Thomas, 2005). İsveç metodu için laktasyon süt verimi eşitlik 1' e göre hesaplanmıştır.

$$X = a \sum_{i=1}^n ki - \left(\frac{a}{2} - A\right) k1 \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlik (1)'de;

X: Laktasyon süt verimi,

a: Kontrol aralığı,

n: Kontrol sayısı,

ki: Herhangi bir kontrolde elde edilen süt miktarı,

k1: İlk kontrolde elde edilen süt verimi,

A: Doğum tarihi ile ilk kontrol arasında geçen süredir.

### 2.2. Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri Minitab (Anonim, 2013) istatistik paket programında belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve süresine ilişkin tanımlayıcı değerler *Tablo 1*'de verilmektedir. Buna göre Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi 201.05±6.75 kg, laktasyon süresi ise 225.22±7.75 gün olarak bulunmuştur.

**Tablo 1. Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve süresine tanımlayıcı değerler**

*Table 1. Lactation milk yield and some descriptive parameters in Kilis goats*

Özellikler	n	$\bar{x} \pm S_x$	Min	Max
Laktasyon süt verimi (kg)	170	201.05±6.75	51.35	542.10
Laktasyon süresi (gün)	138	225.22±7.75	60.00	330.00

Bu çalışmada Kilis keçilerinde saptanan laktasyon süt verimi Alman Alaca x Kıl keçilerinden elde edilen 308.94±41.751 kg; Damascus (Şam) keçilerinden elde edilen 330.73±51.121 kg laktasyon süt verimlerinden daha düşüktür (Güler ve ark., 2007). Aynı keçi genotipleri için laktasyon süresi sırasıyla 257.6 ± 1.93 gün ve 244.5 ± 0.48 gün olarak bildirilmiş olup, mevcut çalışmada Kilis keçisi için saptanan 225.22±7.75 gün değerinden yüksek bulunmuştur. Muhtemelen çalışmadaki süt verim değerlerinin yetiştirici koşullarında elde edilmesi değerlerin düşük çıkmasına neden olmuş gibi gözükmemektedir (Güler ve ark., 2007). Benzer şekilde Şengonca ve ark. (2002) Ege Üniversitesi araştırma ve uygulama çiftliğinde yetiştirilen Bornova süt keçilerinde yaptıkları çalışmada laktasyon süt verimi ve laktasyon süresini sırasıyla 353.26±10.43 kg 232.75±7.79 gün olarak belirlemişlerdir (Şengonca ve ark., 2002). Çalışmada saptanan süt verimi değeri (*Tablo 2*), Toggenburg, Anglo Nubian, Sarda Keçisi, Beetal, Barbari ve Jamunapari gibi keçi genotiplerinden daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bu açıdan Kilis keçilerinin süt verimi bakımından genetik kapasitesinden yeterince yararlanılmadığı söylenebilir.

Araştırmada Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi için saptanan değer Keskin ve ark. (1996)'nın Kıl, Kilis keçisi ve melezleri için bildirdiği 80-100 kg değerinden yüksek; bununla birlikte Özcan ve ark.'nın (1975) bildirdiği 204.5 kg ve 206.4 kg değerlerinden düşük bulunmuştur. Aynı zamanda Sönmez (1974), Şengonca'nın (1974), Tuncel ve ark. (1983) ve Özcan (1989) tarafından Kilis keçileri için bildirilen değerlerden oldukça yüksek olmuştur. Keskin (2000), Hatay'da yetiştirilen Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi ve laktasyon süresini sırasıyla 348-395 kg ve 247.8 gün olarak bildirilmiştir. *Tablo 2'*den de görüleceği üzere Kilis keçilerinde laktasyon süt verimi açısından orta sıralarda yer almakta ve sahip olduğu yüksek çevreye uyum yeteneği ile diğer ırklar arasında öne çıkmaktadır.

**Tablo 2. Bazı süt keçisi ırklarında laktasyon süt verimi ve süresine ilişkin referans değerler.**

*Table 2. References values for lactation milk yield and lactation period in dairy goat breeds*

Irklar	Menşei	LSV	LS	Kaynak
Damascus	Türkiye	330.7	244.5	Güler ve ark., 2007
Damascus	Tunus	211	171	Najari ve.ark.,2000
Alman Alaca x Kıl Keçi (G1)	Türkiye	308.9	257.6	Güler ve ark., 2007
Bornova Keçisi	Türkiye	353.2	232.7	Şengonca ve ark.,2002
Beetal	Hindistan	174	182	Acharya,1987
Barbari	Hindistan	96	152	Acharya,1987
Jamunapari	Hindistan	158	188	Acharya,1987
Maltız	İtalya	357	172	Rubino ve Claps, 1995
Maltız	Türkiye	275-330	239-264	Tölu ve ark., 2010
Sarda Keçisi	İtalya	199	68	Rubino ve Claps, 1995
Saanen Keçisi	İtalya	551	198	Rubino ve Claps, 1995
Saanen Keçisi	Türkiye	383	273	Bolacalı ve Küçük., 2012
Türk Saanen	Türkiye	409-522	275-288	Tölu ve ark., 2010
Garganica	İtalya	135	50	Rubino ve Claps, 1995
Alpine	İtalya	493	180	Rubino ve Claps, 1995
Mongolian Keçisi	Çin	150-180	90-150	Ying ve ark.,1987
Skopelos Ada Keçisi	Yunanistan	181	241	Papadimitriou ve Rogdakis, 1991
Anglo Nubian	ABD	414	200	Majid ve ark. 1994
Anglo Nubian	Şili	191	165	Hernandez-Naus ve ark., 1987
Murciano Granadina	İspanya	290	170	Serradilla, 2001
Murciano Granadina	İspanya	416	210	León ve ark., 2012
Toggenburg	Venezuela	115	192	Garcia ve ark. 1996

LSV: Laktasyon süt verimi (kg) LS:Laktasyon süresi (gün)

Çalışmada Kilis keçilerinde süt kalite özelliklerine ilişkin değerler *Tablo 3'*de verilmiştir. Buna göre süt kuru madde (%), yağsız kuru madde (%), yağ (%), protein (%), laktoz (%), kazein (%), üre (%), özgül ağırlık, pH, serbest yağ asitleri (%), sitrik asit (%) ve donma noktası değerleri sırasıyla 12.17±0.12, 7.99±0.06, 4.02±0.08, 3.34±0.05, 4.06±0.02, 2.56±0.04, 0.06±0.002, 1027.6±0.204, 1027.6±0.204, 6.20±0.16, 4.49±0.18, 0.06±0.001 ve 0.47±0.04 olarak belirlenmiştir.

Özkan ve ark. (2020), farklı laktasyon dönemlerindeki Damascus keçilerinde süt özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada yağ (%) oranını laktasyonun erken, orta ve son dönemleri için sırasıyla; 4.05±0.31, 4.45±0.23 ve 3.69±0.20 olarak belirlemişlerdir. Bildirilen değerler çalışmamızdaki yağ oranı ile benzer olup sadece laktasyonun orta dönemdeki değerinden kısmen düşüktür. Aynı çalışmada bildirilen laktoz değerleri ise çalışmamızda belirlenen 4.068 değerinden farklı laktasyon dönemleri için daha yüksek seviyede bildirilmiştir.

Keskin ve ark. (2004) Damascus (Şam) keçilerinde sütteki kalite özelliklerinden kuru madde, protein, yağ, laktoz ve kül oranlarını sırasıyla 12.2 ± 0.16, 3.5± 0.07, 4.3 ± 0.12, 3.6 ± 0.08, 0.77 ± 0.02, Alman keçilerinde ise aynı sırayla; 12.4 ± 0.28, 3.4 ± 0.11, 4,1 ± 0.23, 4.2 ± 0.11, 0.72 ± 0.03 olarak bulmuşlardır. Araştırmada süt kalite özelliklerinden süt kuru madde, protein, yağ ve laktoz değerleri araştırma bulgularıyla uyumlu görülmüştür.

**Tablo 3. Kilis keçilerinde süt kalite özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler**  
 Table 3. Descriptive values for milk quality characteristics in Kilis goats

Özellikler	n	$\bar{x} \pm S_x$	En küçük	En büyük
Top. Kuru Mad. TKM (%)	61	12.175± 0.125	10.496	15.060
Yağsız KM (%)	61	7.998±0.061	7.001	9.584
Yağ (%)	61	4.025± 0.088	2.548	6.342
Toplam Protein (%)	61	3.346±0.054	2.464	4.739
Laktoz (%)	61	4.068± 0.027	3.261	4.544
Kazein (%)	61	2.563±0.040	1.880	3.662
Üre (%)	61	0.061±0.002	0.036	0.089
Özgül ağırlık (g/mL)	61	1027.6± 0.204	1024.0	1030.9
pH (Asitlik)	61	6.202±0.169	3.640	9.520
Serbest yağ asitleri (mmol/10 l süt)	61	4.499± 0.188	0.027	7.466
Sitrik asit (%)	61	0.068± 0.001	0.007	0.122
Donma noktası (°C)	61	0.474±0.004	0.410	0.590

Farklı keçi genotiplerinde süt kalite özelliklerine ilişkin değerler *Tablo 4*'de verilmiştir. Kilis keçilerinde toplam kuru madde için saptanan %12.17'lik değer Alpin ve Saanen için belirlenen değerlerden yüksek, Nubian keçilerininkine ise benzer; bununla birlikte Boer, Murciana-Granadina ve Beetal keçilerde elde edilen değerlerden ise düşüktür. Kilis keçilerinde süt yağ oranı ise Mestawet ve ark. (2012) melez keçiler için bildirdiği % 3.65 değerinden yüksektir. Aynı şekilde Kilis keçilerinde süt yağ oranı için saptanan değer *Tablo 4*'de Alpin, Maltız ve Saanen keçiler için sırasıyla bildirilen 2.76, 3.5 ve 3.4-3.6 değerlerinden yüksektir (*Tablo 4*).

**Tablo 4. Farklı keçi ırklarının süt bileşimlerine ait değerler**

Table 4. Values of milk compositions of different goat breeds

İrk	Ölçülen Özellikler (%)					Referans
	TKM	Yağ	Protein	Kazein	Laktoz	
Boer	15.44	4.70	4.05	3.17	4.96	Mestawet ve ark. 2012
Arsi-Bale	16.27	5.15	4.8	3.85	4.93	Mestawet ve ark. 2012
Maltız	-	3.5	3.4	-	4.6	Carnicella ve ark., 2008
Maltız	14.45	5.19	3.42	-	-	Tölu ve ark., 2010
Alpin	10.1	2.76	2.53	2.20	-	Soryal ve ark., 2005
M.Granadina	13.6	5.1	3.3	2.39	-	Salama ve ark., 2003
Nubian	13.45	4.37	3.87	3.47	-	Soryal ve ark., 2005
Beatal	14.2	4.5	3.4	-	5.5	Prasad ve ark, 2005
Saenen	11.7	3.6	2.9	-	4.1	Lôbo ve ark., 2017
Saenen	11.7	3.4	3.4	-	4.3	Kesenkaş ve ark. 2010
Türk Saanen	12.45	4.04	3.22	-	-	Tölu ve ark., 2010
Beetal x Jamunapari	14.7	4.9	3.8	-	5.2	Prasad ve ark, 2005
Beetal x Black	15.7	5.5	3.7	-	5.8	Prasad ve ark, 2005
Bengal						

Süt protein değeri bakımından araştırmamızda saptanan değer, Alpin, Saanen, Boer, Arsi-Bale ve Nubian keçilerinden yüksek; Maltız, Murciano-Granadina ve Beetal keçilerine ise benzer olduğu görülmektedir (*Tablo 4*).

Tölu ve ark. (2010), Gökçeada, Maltız ve Türk Saanen keçileri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, laktasyon protein oranını (%); Gökçeada, Malta ve Türk Saanen keçileri için sırasıyla 3.29, 3.41 ve 3.24 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda bulunan 3.346'lık değer Gökçeada ve Türk Saanen keçilerinkinden yüksek ancak Maltız keçilerinin protein değerinden küçük bir farkla düşük olarak gerçekleşmiştir.



Kazein peynir üretiminde oldukça önemli bir kalite bileşenidir (Şekerden ve ark., 1999). Morand-Fehr ve ark. (1991) peynir üretimindeki artışın %75 oranında kazein miktarı ile ilgili olduğunu geri kalan % 25'lik kısmın ise süt yağ oranıyla ilgili olduğunu bildirmiştir. Lykke ve Pederson (1991) peynir üretiminde kazein miktarının çok önemli olduğunu kazein miktarındaki %1'lik artışın aynı miktar süttten elde edilen peynir miktarını % 1.2 artırdığını bildirmiştir. Buna karşılık, Soryal ve ark. (2004) süt yağ içeriğinin yüksek derecede peynir verimi ile korelasyona ( $r = 0.60$ ) sahip olduğunu ve bu ilişkinin süt proteininden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızda Kilis keçileri için saptanan süt kazein değeri (% 2.56) Alpin ve Murciano-Granadina keçilerinden yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla yetiştirildikleri bölgelerde peynir üretiminde önemli bir kaynak olarak düşünülmelidir. Laktoz seviyesi bakımından elde edilen ortalama 4.068 (Min:3.261, Mak:4.5) değeri Maltız keçileri için bildirilen 4,6 değeri ile benzerdir (Carnicella ve ark., 2008).

Araştırmamızda süt protein oranı ile süt kuru madde arasındaki korelasyon 0,88 ( $P < 0.01$ ) seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Bu yüksek korelasyon Guo ve ark., (2001) ile Soryal ve ark., (2004) tarafından farklı keçi ırklarındaki bulgular ile benzer şekilde saptanmıştır. Prasad ve ark. (2005) Beetal, Jamunapari, Barbari ve siyah Bengal keçilerinin melezleri ile yaptıkları çalışmalarında; süt yağı ile protein arasındaki korelasyonu ( $r = 0.35$ ) istatistik olarak önemli ( $P < 0.01$ ) bulmuşlardır. Aynı çalışmada yağ bileşeni ile laktoz bileşeni arasındaki ilişki ise  $r = 0.13$  bulunmuştur. Araştırmada süt kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin laktasyon dönemine göre değiştiği bildirilmiştir. Örneğin laktasyonun başında ve ortasında süt protein, süt laktoz ve süt kuru madde arasında önemli değişim gözlenmemekle birlikte laktasyonun son dönemlerinde süt yağ oranı artarken süt laktoz içeriğinde düşüş gözlenmektedir.

**Tablo 5. Kilis keçilerinde süt kalite özellikleri arası korelasyon değerleri**  
Table 5. Correlation values between milk quality characteristics in Kilis goats

	TKM	YKM	Y	P	L	K	ÖZA	pH
YKM	0,8**							
Y	0,91**	0,49**						
P	0,76**	0,88**	0,51**					
L	.	0,25*	.	.				
K	0,83**	0,95**	0,56**	0,98**				
ÖZA	.	0,66**	.	0,39**	0,65**	0,49**		
pH	0,75**	0,80**	0,53**	0,86**	.	0,85**	0,23*	
SYA	-0,38**	.	-0,44**	.	.	.	0,15	-0,19
SA	.	.	.	.	.	.	.	0,26*
DN	0,81**	0,91**	0,55**	0,81**	0,25*	0,87**	0,50**	0,76**

\*  $P < 0.05$  \*\* $P < 0.01$

YKM: Yağsız Kuru Madde, Y: Yağ, P: Protein, L: Laktoz, K:Kazein, ÖZA: Özgül Ağırlık, pH: Asitlik, SYA:Serbest Yağ Asitleri, SA: Sitrik Asit ,DN: Donma Noktası

#### 4. Sonuç

Türkiye süt keçiciliğinde ve keçi peyniri üretiminde önemli yeri olan Kilis keçisi diğer keçi genotipleriyle karşılaştırıldığında, gerek laktasyon süt verimi gerek süt bileşenleri açısından geri kalmadığı ve hatta bazı keçi genotiplerinden üstün özelliklere sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Sütteki protein ve kazein oranının tatmin edici seviyede olması nedeniyle özellikle peynir üretiminde Kilis keçisinin önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

## Kaynakça

- Acharya, R.M. (1987). Breeds of goats and research programmes for their improvement in India. Proceedings 4th International Conference on Goats. Vol. 1. Departamento de Difusao de Tecnologia, Brasilia (Brazil), pp. 773–803.
- Anonim, (2020). [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1002](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002). (Erişim Tarihi: 20 Aralık 2021).
- Anonim (2021). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. (Erişim tarihi: 23 Aralık 2021).
- Anonim (2013). MINITAB 17, Minitab Inc. USA.
- Anonim (2008). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvancılık Araştırmaları Program değerlendirme Toplantısı. 25-28 Şubat, Antalya.
- Anonim, 2018. <http://www.organicgroup.eu/?dizayn=detay&id=295>. Erişim Tarihi: 23.02.2018
- Akçapınar, H. (2000). Keçi Yetiştiriciliği Ders Notları. Ank.Üniv.Vet.Fak.Ankara.
- Aktepe, T. (2009). Kilis keçilerinde anatomik morfolojik ve fizyolojik adaptasyon parametrelerinin saptanması üzerine bir araştırma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Arac, B., Daşkıran, İ. (2010). Diyarbakir ili keçicilik işletmelerinin Yapısal Özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Yıl 2010-7 Sayı (3): S: 173-179
- Barıtçı İ (2001). Kilis keçilerin oğlaklarında doğumda, 3 ve 6 aylık yaşta vücut ölçüleri arasındaki ilişkilerin kanonik korelasyon metodu ile araştırılması (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Berger YM, Thomas D.L (2005). Milk testing, calculation of milk production and adjustment factors. [http://www.uwex.edu/ces/animalscience/sheep/Publications\\_and\\_Proceedings\\_symposium](http://www.uwex.edu/ces/animalscience/sheep/Publications_and_Proceedings_symposium) (Erişim Tarihi: 15.04.2017).
- Bolacalı M, Küçük, M (2012). Fertility and Milk Production Characteristics of Saanen Goats Raised in Muş Region. Kafkas Univ Vet Fak Derg 18 (3): 351-358.
- Carnicella D, Dario M, Ayres, MCC, Laudadio V, Dario C (2008). The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. Small Rum. Res., 77(1): 71–74
- Ceyhan A, Karadağ O (2009). Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Saanen Keçilerin Bazı Tanımlayıcı Özellikleri. Tarım Bilim. Derg. 15 (2): 196-203.
- Daşkıran, İ., Yılmaz, A. (2018). Ekstansif koşullarda yetiştirilen kilis keçilerinde canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyonlar ve bazı tanımlayıcı ölçüler (Some descriptive parameters and correlations between live weight and some body measurements of kilis goats in semi-intensive conditions) Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 2018: 15 (01).
- Daşkıran İ, Savaş T, Koyuncu M, Koluman N, Keskin M, Esenboğa N, Konyalı A, Cemal İ, Gül S, Elmaz O, Koşum N, Dellal G, Bingöl M. (2018). Goat Production systems of Turkey; Nomadic to Industrial Small Ruminant Research, 163; 15-20
- Garcia B, Garcia BE, Bravo J, Bradford, E (1996). Analysis of a crossbreeding trial with Criollo and imported goats. 7. Milk yield and evaluation of the breed types. Rev. Fac. Agron. Luz., 13(5): 611– 625.
- Gül S, Keskin M, Biçer O. (2010). Farklı Keçi Genotiplerinin Doğu Akdeniz Koşullarında Performanslarının Karşılaştırılması, 2 Verim Özellikleri. Ulusal Keçicilik Kongresi (Sözlü Bildiri) 24-26 Haziran; s. 211-214, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Çanakkale.
- Gül S, Keskin M, Gündüz Z. (2016). Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Keçi Irkları. Tarım Türk Dergisi, (Mayıs- Haziran), Yıl, 11 Sayı:59, Sy: 64-70.
- Gül S, Keskin M, Kaya S. (2021). Effects of environmental factors on growth performance of kilis goat Gaziantep province. II. International Livestock Studies Congress. 29-30 October, Antalya, Turkey.
- Gündüz Z, Gül S, Keskin M. (2017). Tüketicilerin Artan Farkındalığı; Keçi Sütü. Koyun & Keçi Dünyası, Yıl: 3, Sayı 4, 54-56.
- Güler Z, Keskin M, Masatçıoğlu T, Gül S, Biçer O. (2007). Effects of Breed and Lactation Period on Some Characteristics and Free Fatty Acid Composition of Raw Milk from Damascus Goats and German Fawn × Hair Goat B1 Crossbreds. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 31(5): 347-354.
- Guo MR, Dixon PH, Park YW, Gilmore JA, Kindstedt PS (2001). Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. J. Dairy Sci., 84: 79-83.
- Hernández-Naus A, Aljaro M, Ruiz G (1987). First official milk recording lactation of selected crossbred goats. Proceedings 4th International Conf.on Goats, Brasilia.
- İriadam M (2004). Kilis keçilerine ait bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 51: 83–85.
- Kaymakçı M, Eliçin A, Işın F, Taşkın T, Karaca O, Tuncel E, Ertuğrul M, Özder M, Güney O, Gürsoy O, Torun O, Altın T, Emsen H, Seymen S, Geren H, Odabaşı A, Sönmez R (2005). Türkiye küçükbaş hayvan yetiştiriciliği üzerine teknik ve ekonomik yaklaşımlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara.
- Kesenkas H, Dinkçi N, Kınık Ö, Gönç S, Ender G (2010). Saanen Keçisi Sütünün Genel Özellikleri. Akademik Gıda, 8 (2): 45-48.

- Keskin M, Kaya Ş, Biçer, Özcan L (1996). Hatay bölgesinde yetiştirilen keçilerin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine bir Araştırma, 1996, Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Temel Alanı. Zootečni. .MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.
- Keskin M (2000). Adana, Hatay bölgesinde yoğun yetiştirme koşullarında Damascus keçilerinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerinde bir araştırma. M.K.Ü.Ziraat Fak. Dergisi, 1(1): 69–84.
- Keskin M, Şahin A, Biçer O, Gül S (2004). Comparison of the behaviour of Awassi lambs in cafeteria feeding system with single diet feeding system. Appl. Anim. Beh. Sci., 85: 57-64.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, Daşkıran İ (2017a). Some reproductive, lactation, and kid growth characteristics of Kilis goat under semiintensive conditions. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 41; 248-254.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, Gündüz Z. (2017b). Kıl Keçisi Yetiştiriciliğinin Organik Üretim Bakımından Uygunluğu. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. (Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology-TURJAF), 5 (13): 1700-1704, 2017.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, Gündüz Z. (2019). Relationship between forest with goat breeding in Turkey and the effects of this relationship on goat breeding. 1 st International Livestock Science Congress (Oral presentation). p.114-117. 31 Oct-3 Nov. Antalya, Turkey.
- León JM, Macciotta NPP, Gama LT, Barba C, Delgado JV (2012). Characterization of the lactation curve in Murciano-Granadina dairy goats. Small Rum. Res., 107: 76-84.
- Lôbo AMBO, Lôbo RNB, Facó O Souza V, Alves AAC, Costa AC, Albuquerque MAM (2017). Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. Small Rum. Res., 153: 9–16
- Lykke T, Pedersen J (1991). Production of casein by Red Danish Danish Friesian and Danish Jersey cattle breeds. 42 Annual Meeting of the EAAP, 8-12 Sep 1991, Berlin.
- Majid AM, Cartwright TC, Yazman JA, Fitzhugh Jr HA (1994). Performance of five breeds of dairy goats in southern US II.lactation yield and curves. World. Rev. Anim. Prod., 29: 29–37
- Mestawet TA, Girma A, Ådnøy T, Devold G, Narvhus JA, Vegarud GE (2012). Milk production composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. Small Rum. Res., 105: 176-181
- Morand-Fehr P, Bas P, Blanchart G, Daccord R, Giger-Reverdin S, Gihad EA, Hadjipanayiotou M, Mowlen A, Remeuf F, Sauvant D (1991). Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In: Morand-Fehr P (Ed) Goat Nutrition: Pudoc, 209–224
- Najari S, Ben Hammouda M, Khaldi G, Khorchain T (2000). Improvement of goat production in arid regions by the use of exotic breeds Proceedings 7th International Conference on Goats, France, 211–213.
- Papadimitriou T, Rogdakis E (1991). Reproduction traits milk studies on the adaptation of various daily goats and their production and milk composition of the Skopelos goat under intensive husbandry conditions. Epit Zootec Epist, No:8
- Rubino R, Claps S (1995). Goat husbandry systems in Southern Italy In: El Aich A Landau S Bourbouze A Rubino R Morand-Fehr P (Eds) Goat Production systems in the mediterranean EAAP publication, 71: 68–81
- Özcan L, Pekel E, Güney O (1975) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Yetiştirilen Kilis Kıl ve GS1 Tekelerinden Olma Oğlaklarında Gelişimle İlgili Bazı Özellikler Üzerinde Karşılaştırılmalı Araştırmalar. ÇÜZF Yıllığı Yıl (6), Adana
- Özcan L (1989). Küçükbaş Hayvan Yetiştirme-I (Keçi Üretimi). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ders Kitabı, Adana
- Sönmez R (1974). Melezleme yolu ile Kıl keçilerinin süt keçisine çevirme olanakları Ege Üniv Zir Fak Yay., İzmir.
- Özkan, H., Yakan, A., Çamdeviren, B. ve Karaaslan, İ. 2020. Milk traits of damascus goats at different lactation stages: 1. Somatic cell counts and milk quality parameters. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 17(3).318-324, 2020. DOI:10.32707/ercivet.828849.
- Prasad H, Tewaria HA, Sengar OPS (2005). Milk yield and composition of the beetal breed and their crosses with Jamunapari Barbari and Black Bengal breeds of goat Small Rum. Res. 58: 195-199.
- Salama AAK, Such X, Caja G, Rovai M, Casals R, Albanell E, Marín MP, Martí A (2003). Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. J. Dairy Sci., 86: 1673–1680
- Serradilla JM (2001). Use of high yielding goat breeds for milk production. Livest. Prod. Sci., 71: 59–73
- Soryal K, Bayene FA, Zenge S, Bah B, Tesfai K (2005). Effect of goat breed and milk composition on yield sensory quality fatty acid concentration of soft sheese during lactation. Small Rum. Res. 58: 275-281
- Soryal K, Bayene FA, Zeng SS, Min BR, Hart SP, Beyene FA (2004). Effect of feding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. Small. Rum. Res., 54: 121-129
- Sönmez R, Şengonca M, Apbaz AG (1970). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yetiştirilen Saanen süt keçilerinin çeşitli özellikleri ve verimleri üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fak Dergisi, 7 (1):
- Sönmez R (1974). Melezleme yolu ile Kıl keçilerinin süt keçisine çevirme olanakları Ege Üniv Zir Fak Yay., 71: 115-134
- Şekerden Ö, Erdem H, Kankurdan B, Özlü B (1999). Anadolu mandalarında süt kompozisyonunu etkileyen faktörler ve süt kompozisyonunun laktasyon dönemlerine göre değişimi. Turk J Vet Anim Sci., 23: 505-509

- 
- Şengonca M, Sönmez R, Alphaz AG (1970). EÜ Ziraat Fakültesinde yetiştirilen SaanenxKıl ve Malta x Kıl G1 melezlerinin çeşitli özellikleri ve verimleri üzerinde mukayeseli bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7: 69-90.
- Şengonca M (1974). Keçi Yetiştirme Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay., İzmir.
- Şengonca M, Taşkın T, Koşum N (2003). Saanen x Kıl keçi melezlerinin ve saf kıl keçilerinin kimi verim özelliklerinin belirlenmesi üzerine eş zamanlı bir araştırma Turk J Vet Anim Sci., 27: 1319-1325.
- Şengonca M, Kaymakçı M, Koşum N, Turgay T, Steinbach J (2002). Batı Anadolu için bir süt keçisi Bornova keçisi. Hayvansal Üretim, 43(2): 79-85.
- Tölu, C., Yurtman, İ.Y., Savaş, T. 2009. Türk Saanen keçilerinde canlı ağırlık ve değişimi üzerinde değerlendirmeler. Hayvansal Üretim 50 (1): 9-17.
- Tölu, C., Yurtman, İ.Y., Savaş, T. 2010. Gökçeada, malta ve Türk saanen keçi genotiplerinin süt verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. Hayvansal Üretim 51(1):8-15,2010.
- Tuncel E, Eker M, Cengiz F (1983). Saanen ve Saanen x Kilis melezi G1 tekeler kullanılarak Kilis keçilerinin ıslahı olanakları. Doğa Veteriner ve Hayvancılık Dergisi, 7: 2
- Yarkın İ (1965). Keçi- Deve- Domuz Yetiştirme Ank Üniv Zir Fak Yay., Ankara.
- Yalçın BC (1986). Sheep and Goat in Turkey. FAO Animal Production and Health, 60: 168 p
- Ying J, Min A, Shiquan W (1987). Goat production in China. Proceedings 4th International Conference on Goats, Brazil, 1: 747-772

## Yüksek Nemli Dane Mısıra Bakteriyel İnokulant İlavesinin Silolama Süresi ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri

Effects of Bacterial Inoculant Addition to High Moisture Grain Corn on Ensiling Time and Aerobic Stability


Cemal POLAT<sup>1\*</sup>, Sinan GÜRİSOY<sup>2</sup>, Berrin OKUYUCU<sup>3</sup>

### Öz

Bu çalışma, yüksek nemli dane mısıra homofermantatif + heterofermantatif özelliklere sahip iki farklı inokulantın ilave edilmesinin, farklı açım dönemlerinde (15 ve 30 gün) fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla düzenlenmiştir. Araştırma materyalini yaklaşık %64.84 kuru madde (KM) içeriğine sahip kırılmış yüksek nemli dane mısır oluşturmuştur. Laktik asit bakteri inokulantı olarak Pioneer 11CFT (*Lactobacillus plantarum* ATCC 55944, *Lactobacillus buchneri* ATCC PTA-6138) ve Lalsil combo (*Lactobacillus plantarum* CNCM MA 18/5U, *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788) kullanılmıştır. İnokulant firma önerisi doğrultusunda silajlara ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 5'er tekrar olmak üzere plastik torbalara vakumlanarak doldurulmuştur. Paketler laboratuvar koşullarında 20 ± 2 °C sıcaklıkta depolanmışlardır. Fermantasyonun 15. ve 30. günü açılan silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Açım dönemi sonrası silajlara 5 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, silolama süresine bağlı olarak silajların pH değeri, amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), *lactobacilli* (LAB) ve maya içerikleri artarken, KM içerikleri ise düşmüştür (P< 0.001). Katkı maddesi ilaveli silajların, NH<sub>3</sub>-N, SÇK, laktik asit (LA), LAB ve maya içerikleri kontrol grubu silajlarına oranla daha yüksek, pH değerleri ise daha düşük tespit edilmiştir (P<0.001). Aerobik stabilite dönemi üzerinde silolama süresi etkili olmuş, süreye bağlı olarak silajların pH değeri, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimi ve maya içerikleri düşmüştür (P<0.001). Aerobik stabilite döneminde Pioneer 11CFT inokulantı kullanılan yüksek nemli dane mısır silajlarında CO<sub>2</sub> üretimini azaltmıştır. Katkı maddesi ilaveli silajların aerobik stabilite döneminde maya içerikleri arttırmıştır, ancak katkı maddesi ilavesi küf gelişimini ise tamamen önlemiştir. Yüksek nemli dane mısır silajlarına, katkı maddesi ilave edilmesinin özellikle küf gelişimini önlemesi araştırmanın önemli bulgularından birisidir.


**Anahtar Kelimeler:** Yüksek nemli mısır, Silolama süresi, İnokulant, Aerobik stabilite, Küf gelişimi

<sup>1\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Cemal POLAT, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: [cpolat@nku.edu.tr](mailto:cpolat@nku.edu.tr)

 OrcID: 0000-0002-7419-2864

<sup>2</sup>Sinan GÜRİSOY, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: [sinangursoy85@gmail.com](mailto:sinangursoy85@gmail.com)  0000-0001-6238-9101

<sup>3</sup>Berrin OKUYUCU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: [berinokuyucu25@hotmail.com](mailto:berinokuyucu25@hotmail.com)

 0000-0001-8322-5050

**Atıf/Citation:** POLAT C., GÜRİSOY S., OKUYUCU, B. Yüksek Nemli Dane Mısıra Bakteriyel İnokulant İlavesinin Silolama Süresi ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 688-696.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## **Abstract**

This study was designed to determine the effects of adding of two different inoculants with homofermentative + heterofermentative properties to high humidity grain maize on fermentation and aerobic stability at different opening periods (15 and 30 days). Crushed high moisture grain corn with approximately 64.84% DM content constituted the research material. Pioneer 11CFT (*Lactobacillus plantarum* ATCC 55944, *Lactobacillus buchneri* ATCC PTA-6138), and Lalsil combo (*Lactobacillus plantarum* CNCM MA 18/5U, *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788) were used as lactic acid bacteria inoculants. Inoculant was added to silages in line with the company's recommendation. After adding the additive, the silage samples were vacuum packed into plastic bags, with 5 replications in each treatment group. The bags were stored at 20±2°C under the laboratory conditions. Chemical and microbiological analyzes were made on silage samples opened on 15 and 30 days of fermentation. After the opening period, aerobic stability test was applied to the silages for 5 days. As a result of the research, pH, NH<sub>3</sub>-N, WSC, LAB and yeast contents of silages increased, while DM contents decreased (P<0.001) depending on the ensiling time. The pH (excluded), NH<sub>3</sub>-N, WSC, LA, LAB and yeast contents of the silages with additives were higher than the control silages (P<0.001). The ensiling time was effective on the aerobic stability period, and the pH, CO<sub>2</sub>, yeast contents of the silages decreased depending on the time (P<0.001). It reduced CO<sub>2</sub> production in high moisture grain maize silages using Pioneer 11CFT inoculant during the aerobic stability period. Yeast contents of silages with additives increased during the aerobic stability period, but the addition of additives completely prevented mold growth. One of the important findings of the research is that the addition of additives to high moisture grain corn silages prevents mold growth.

**Keywords:** High moisture grain maize, Ensiling time, Inoculant, Aerobic stability, Development of mold

## 1. Giriş

Yüksek nemli dane mısırın kurutma maliyetlerini azaltmak amacı ile silolanması hayvan beslemede alternatif bir yöntemdir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, kurutmaya oranla silolanmasının besin madde sindirilebilirliği, büyüme performansı ve dışkı kompozisyonu açısından daha iyi sonuçlar verdiği yönündedir (Engelke ve ark., 1984; Vilari ve ark., 2009). Ancak yüksek nemli dane mısırın yapısında yer alan yüksek oranda nişasta ve nem içeriği yemleme döneminde, aerobik bozulmaya karşı duyarlılığı açısından önemli bir riski oluşturmaktadır (Wardynski ve ark., 1993; Dawson ve ark., 1998; Taylor ve Kung, 2002; Canibe ve ark., 2013). Yemleme döneminde, laktik asit bakterilerinin yoğunluğunun azalması, pH'nın yükselmesi ile düşük pH'da inhibe olan mikroorganizmaların çoğalmaya başlaması ise, besin madde kayıplarına ve hayvan performansına ilişkin olumsuzluklara neden olmaktadır (Hoffman ve Ocker, 1997; Whitlock ve ark., 2000). Bu nedenle, özellikle yüksek nemli dane mısır silajlarının fermentasyon ve aerobik stabilitesini geliştirmek amacıyla silaj katkı maddeleri kullanılmaktadır. Silaj katkı maddesi olarak en yaygın kullanılan katkı maddeleri ise inokulantlar ve organik asitlerdir (Taylor ve Kung, 2002; Canibe ve ark., 2013).

Ülkemizin ekolojik şartları silaj üretimine uygun birçok yem bitkisinin yetiştirilmesine olanak vermekle birlikte, birim alan veriminin yüksekliği, silaj yapımına uygunluğu ve elde edilen silajın besleme değerinin yüksekliği gibi nedenlerden dolayı silaj yapımı için tercih edilen türler arasında birinci sırayı mısır bitkisi almaktadır. Silolama yeteneği dikkate alındığında mısır yüksek kuru madde (KM) ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) kapsamı ve düşük tampon kapasitesine sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir yem materyali grubundadır. Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (Mc Donald ve ark., 1991). Silaj fermentasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde birçok bakteriyel inokulant (bakteriyel kültür) geliştirilmiştir. İlk üretim dönemlerinde bakteriyel inokulantlar şekerlerin laktik asite dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri popülasyonlarını içeren homofermantatif laktik asit bakterilerinden (<sup>ho</sup>LAB) oluşmaktaydı. <sup>ho</sup>LAB çoğunlukla *Lactobacillus*, *Pedococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Bu inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, silajların pH'larını hızla düşürdüğü, LA ve laktik asit/asetik asit (LA/AA) oranını arttırdığı, asetik asit (AA), bütirik asit (BA), amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N) ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve LAB içeriklerini arttırarak silaj fermentasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Meeske ve Basson, 1998; Filya ve ark., 2000; Filya, 2001a; Filya, 2001b). Aynı zamanda <sup>ho</sup>LAB inokulantlarının silaj fermentasyonunu geliştirmesinin yanında ruminantların süt verimini, canlı ağırlık artışını ve yem değerlendirmede de gelişme sağladıkları bildirilmektedir (Kung ve ark., 2003). Silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar <sup>ho</sup>LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Meeske ve Basson, 1998), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini veya olumsuz mikroorganizmaların üremesini durdurduğunu ilk olarak 1995 yılında ortaya çıkarmış ve bu katkı maddelerinin 1996 yılında silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer ve ark., 2003). *L. buchneri* asetik asit (AA) üretir, ayrıca bitki hücre duvarını enzimatik hidrolize zayıflatabilen bir enzim olan ferüle-esteraz üretir, SÇK'nın silaj fermentasyon işleminde kullanılabilirliğini veya rumende kullanımını arttırmaktadır (Santos ve ark., 2008).

Bu çalışmada homofermantatif + heterofermantatif özelliklere sahip iki farklı içerikteki inokulantın yüksek nemli dane mısıra ilavesinin farklı silolama sürelerinde fermentasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Yem Materyali

Araştırma materyalini yaklaşık %64.84 KM içeriğine sahip kırılmış yüksek nemli dane mısır oluşturmuştur. Deneme başlangıcında yaklaşık 60 kg örnek laboratuvar ortamına getirilerek taze materyal analizi için örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller 3 muamele grubuna bölünmüştür. 20 kg taze materyal 1x3 m temiz bir alana yayılmıştır. 1. grup kontrol grubu olup katkı maddesi içermemektedir. 2. grupta, Lalsil combo (*Lactobacillus plantarum* CNCM MA 18/5U, *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788)'den 20 mg tartılarak üzerine 20 ml saf su konarak iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. 3. grupta Pioneer 11CFT (*Lactobacillus plantarum* ATCC 55944, *Lactobacillus buchneri* ATCC

PTA-6138)'de 20 mg, 2. grupta açıklandığı gibi taze materyale uygulanmıştır. Kontrol grubuna diğer muamele gruplarına eşdeğer 20 ml saf su ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilavesinden sonra silaj örnekleri her muamele grubunda 5'er tekerrür olmak üzere plastik torbalara (CAS CVP-260PD) marka laboratuvar tipi paket silaj makinesi ile vakumlanarak doldurulmuştur (Tan, 2021; Büyüktosun ve Tan, 2015). Paketler laboratuvar koşullarında 20±2 °C sıcaklıkta depolanmışlardır.

## 2.2. Yem analizleri

Fermantasyonun 15. ve 30. günü açılan silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Her açım dönemi sonrası silajlara 5 günlük aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Araştırma süresince örnekler üzerinde pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH<sub>3</sub>-N), ham protein (HP), ham kül (HK), laktik asit bakterisi (LAB), maya ve küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Araştırmada pH, KM, HP ve HK analizi Akyıldız (1984), tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. NH<sub>3</sub>-N ve SÇK analizleri Anonim (1986), LA spektrofotometrik metot (Koç ve Coşkuntuna, 2003) kullanılmıştır. Maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark. (1990)'nın önerdiği yöntemler takip edilmiştir. Aerobik stabilite testi Ashbell vd. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde 2 x 3 Faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak hesaplanmıştır (Soysal, 1998). Bu amaçla SPSS 15.0 (2007) paket programı kullanılmıştır. İstatistiksel model (Eş.1) aşağıda gösterilmiştir.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \tau\gamma_{ij} + e_{ijl}, \quad (\text{Eş.1})$$

$\mu$  = genel ortalama;

$\tau_i$  =gün etkisi i;

$\gamma_j$  = katkı etkisi j;

$\tau\gamma_{ij}$  =gün × katkı interaksyonu; ve  $e_{ijl}$  =hata

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### 3.1. Başlangıç Materyaline İlişkin Analizler

Tablo 1'de yüksek nemli dane mısır silajının başlangıç analiz sonuçları verilmiştir. Başlangıç materyaline ilişkin değerler sırası ile KM, pH, HP, HK, SÇK, LAB ve maya içerikleri %64.84 TM, 4.00, %10.15 KM, %1.05, %5.90 g/kg<sup>-1</sup> KM, 6.39 kob/g<sup>-1</sup> KM, 6.91 kob/g<sup>-1</sup> KM olarak saptanmıştır. Araştırmada başlangıç materyallerinde küf tespit edilmemiştir.

**Tablo 1. Başlangıç materyalinin kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonu**

*Table 1. Chemical and microbiological composition of starting materials*

Parametreler	Değer
KM, %TM	64.84
pH	4.00
HP, %KM	10.15
HK, %KM	1.05
SÇK, g/kg <sup>-1</sup> KM	5.90
LAB, kob/g <sup>-1</sup> KM	6.39
Maya, kob/g <sup>-1</sup> KM	6.91

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, LAB: Laktik asit bakterisi, TM: Taze materyal

### 3.2. Yüksek Nemli Dane Mısırın Fermantasyon Parametrelerine İlişkin Analizler

Tablo 2'de yüksek nemli dane mısırın fermantasyon kalitesi ve kimyasal kompozisyonuna ilişkin analizler sunulmuştur. Katkı maddesi ilavesi, silajların pH, NH<sub>3</sub>-N, SÇK ve LA içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Katkı maddesi ilaveli silajların pH dışında, NH<sub>3</sub>-N, SÇK ve LA içerikleri kontrol grubu silajlara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0.001). Fermantasyon süresi katkı interaksyonu ise KM, pH, NH<sub>3</sub>-N, SÇK ve LA içerikleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).



Suda çözünür karbonhidratların silolama sırasında laktik asit bakterileri tarafından kullanılan en önemli enerji kaynağı olduğu bildirilmektedir (McDonald, 1991). Bu çalışmada da katkı maddesi ilave edilen silajların SÇK içerikleri ve buna paralel olarak LAB sayıları daha yüksek tespit edilmiştir.

Silajı yapılacak bitkinin kapatılması sonrasında, proteinlerin bitkisel enzimler aracılığı ile parçalanması devam etmektedir. Proteolitik aktivitenin boyutları ve bu bağlamda da proteinlerin yıkım miktarı ortamdaki asidik koşullarla ilişkili olup, silolamanın başlangıcındaki kritik dönemde pH değerindeki düşüşün hızı önemli bir faktördür (Pettersson, 1988; McDonald ve ark., 1991; Davies ve ark., 1998). Bu çalışmada katkı maddesi ilavesi silajların pH değerlerinin kontrole kıyasla daha düşük olmasına sebep olmuştur.

**Tablo.2. Silajların fermantasyon kalitesi ve kimyasal kompozisyonu**  
*Table 2. Fermentation quality and chemical composition of silages*

Gün	Katkı	% KM	pH	HK, %KM	HP %KM	NH <sub>3</sub> -N, g/kg TN	SÇK g/kg KM	LA. g/kg KM
15.		64.83a	3.49b	1.27	9.55	11.65b	2.36b	7.52
30.		63.82b	3.62a	1.29	9.71	14.35a	3.11a	7.38
<i>SEM</i>		0.09	0.01	0.03	0.07	0.25	0.07	0.08
	Kontrol	64.21	3.61a	1.26	9.47	10.95b	2.33b	5.97c
	Lalsil	64.27	3.50c	1.29	9.69	14.16a	2.90a	7.40b
	Pioneer	64.48	3.56b	1.29	9.72	13.88a	2.98a	8.97a
<i>SEM</i>		0.10	0.01	0.04	0.09	0.30	0.08	0.10
15.	Kontrol	64.75a	3.58b	1.30	9.19b	10.40c	1.67d	6.36c
	Lalsil	64.81a	3.39d	1.31	9.65a	13.05b	2.32c	7.42b
	Pioneer	64.92a	3.50c	1.20	9.80a	11.49c	3.10b	8.77a
30.	Kontrol	63.67b	3.63a	1.21	9.75a	11.49c	3.00b	5.58d
	Lalsil	63.74b	3.60ab	1.27	9.74a	15.28a	3.49a	7.39b
	Pioneer	64.04b	3.62ab	1.39	9.65a	16.27a	2.85b	9.17a
<i>SEM</i>		0.15	0.02	0.06	0.13	0.43	0.12	0.15
	Gün	<0.001	<0.001	0.688	0.131	<0.001	<0.001	0.264
	Katkı	0.180	<0.001	0.783	0.128	<0.001	<0.001	<0.001
	G X K	<0.001	<0.001	0.223	0.031	<0.001	<0.001	<0.001

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, G: Gün, K: Katkı

### 3.3. Yüksek Nemli Dane Mısıra Mikrobiyolojik Parametrelerine İlişkin Analizler

Tablo 3'de yüksek nemli dane mısır silajlarının 15 ve 30 günlük silolama sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları verilmiştir. Silolama süresi silajların LAB ve maya içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Silolama süresine bağlı olarak silajların LAB ve maya içerikleri artmıştır (P<0.001). Silajların LAB popülasyonu bazı araştırmacıların (Kaya ve Polat, 2010; Silva ve ark., 2016) mısır silajında belirledikleri LAB popülasyonlarından (3.76–6.69 kob/g<sup>-1</sup> KM) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Katkı maddesi ilavesi ise silajların LAB ve maya içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Katkı maddesi ilaveli silajların LAB ve maya içerikleri kontrol grubu silajlara oranla daha yüksek tespit edilmiştir (P<0.001). Fermantasyon süresi katkı interaksyonu ise LAB ve maya içerikleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Mayaların silajda bulunmaları iki sebeple istenmemektedir. Bunlardan birincisi, silajın hava aldığı koşullarda bozulmasından sorumludurlar. İkincisi ise, LAB'leri ile rekabete girerek şekerleri hiçbir koruyucu özelliği olmayan etanole fermente etmeleridir (McDonald ve ark. 1991). Silajların maya içeriği, Kaya ve Polat (2010) bildirdiği (4.55 kob/g<sup>-1</sup> KM), Silva ve ark. (2016)'nın araştırmalarında belirlediği maya varlığından (5.23 kob/g KM) daha yüksek bulunmuştur.

Mevcut araştırmada, açılan hiçbir silajda küf gelişimine rastlanmamıştır. İyi kapatılmış düşük pH'lı ve anaerobik koşulların sağlandığı silo koşulları küflerin gelişmesine uygun değildir. Küfler genellikle silonun hava almaya açık olan yerlerinde ve yüzey kısımlarında gelişirler. Küflerin silaj ortamında bulunmaları istenmez. Çünkü küfler normal solunum yolu ile sadece şekerleri ve laktik asidi parçalamakla kalmazlar, selüloz ve diğer hücre duvarı bileşenlerini de hidrolize ederler.

**Tablo 3. Silajlarının gün mikrobiyolojik analiz sonuçları (kob/g KM)**  
**Table 3. Microbiological composition of silages (cfu/g DM)**

Gün	Katkı	Lactobacilli	Maya
15.		7.50b	7.68b
30.		7.78a	7.92a
<b>SEM</b>		0.01	0.01
	Kontrol	7.54c	7.71b
	Lalsil	7.71a	7.85a
	Pioneer	7.67b	7.85a
<b>SEM</b>		0.01	0.01
15.	Kontrol	7.44d	7.55d
	Lalsil	7.61c	7.74c
	Pioneer	7.44d	7.76c
30.	Kontrol	7.63c	7.86b
	Lalsil	7.82b	7.95a
	Pioneer	7.90a	7.94a
<b>SEM</b>		0.01	0.01
	Gün	<0.001	<0.001
	Katkı	<0.001	<0.001
	G X K	<0.001	<0.001

KM: Kuru madde, G: Gün, K: Katkı

### 3.4. Yüksek Nemli Dane Mısırın Aerobik Stabilite Özelliklerine İlişkin Analizler

Tablo 4'de yüksek nemli dane mısır silajlarının 15 ve 30 günlük silolama sonrası 5 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları verilmiştir. Silolama süresi silajların pH, CO<sub>2</sub>, maya ve küf içerikleri üzerinde etkili olmuştur. Silolama süresine bağlı olarak silajların pH, CO<sub>2</sub>, maya içerikleri düşerken silajlarda küf tespit edilmemiştir (P<0.001)

**Tablo 4. Silajların aerobik stabilite parametreleri**

**Table 4. Aerobic stability parameters of silages**

Gün	Katkı	% KM	pH	CO <sub>2</sub> g/kg KM	Maya kob/g KM	Küf kob/g KM
15.		65.14a	6.00a	76.49a	9.15a	2.42a
30.		64.61b	4.79b	6.26b	8.94b	0.00b
<b>SEM</b>		0.17	0.07	0.15	0.01	0.01
	Kontrol	64.81	5.48	43.61b	8.88b	3.62a
	Lalsil	64.68	5.35	44.51a	9.11a	0.00b
	Pioneer	65.14	5.36	35.99c	9.13a	0.00b
<b>SEM</b>		0.20	0.09	0.18	0.01	0.02
15.	Kontrol	64.68	5.69b	78.19b	8.85e	7.25a
	Lalsil	65.10	6.10a	83.82a	9.32a	0.00b
	Pioneer	65.63	6.22a	67.45c	9.27b	0.00b
30.	Kontrol	64.94	5.26c	9.03d	8.91d	0.00b
	Lalsil	64.26	4.60d	5.20e	8.91d	0.00b
	Pioneer	64.64	4.51d	4.54e	8.99c	0.00b
<b>SEM</b>		0.29	0.12	0.25	0.01	0.02
	Gün	0.035	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Katkı	0.276	0.549	<0.001	<0.001	<0.001
	G X K	0.047	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

KM: Kuru madde, CO<sub>2</sub>: Karbondioksit, G: Gün, K: Katkı

Silaj bünyesinde kullanılmadan kalan şekerler ile yüksek düzeyde oluşan LA, aerobik stabiliteyi düşürmektedir. Bazı maya ve küfler artan şekerler ile LA'ı besin maddesi olarak kullanıp silajlarda CO<sub>2</sub> üretimine yol açmakta, bunun sonucunda ortam pH'sında ve sıcaklığında artış meydana gelmektedir (Ashbell ve ark., 1987). Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmaları destekler niteliktedir (Uriarte, 2001; Koç ve ark., 2009; Wilkinson ve Davies, 2012; Toruk ve ark.2010). Pahlow ve ark. (2003), yüksek nemli mısır silajlarında maya sayısının (3-5 kob/g) düzeyinde olduğunu ve yüksek oranda maya sayısının, özellikle yüksek sıcaklıklarda aerobik stabiliteyi

düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yüksek nemli dane mısır silajlarının maya içeriklerinin yüksek olmasının nedeni tam olarak belirlenememiş olmakla beraber, daneye fiziksel zarar verilmesinin mikroorganizmalar için substrat oluşturmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Teller ve ark., 2012).

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada homofermantatif + heterofermantatif özelliklere sahip iki farklı içerikteki inokulantın yüksek nemli dane mısır ilavesinin farklı silolama sürelerinde fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Silolama süresine bağlı olarak kontrol grubu da dahil tüm silajların pH, NH<sub>3</sub>-N, SÇK, LAB ve maya içerikleri artmış, KM içerikleri ise düşmüştür. Laktik asit bakteri inokulantı ilave edilen silajların NH<sub>3</sub>-N, SÇK, LA, LAB ve maya içerikleri kontrol grubu silajlara oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Aerobik stabilite dönemi üzerinde silolama süresi etkili olmuş, fermantasyon süresindeki artışına bağlı olarak silajların pH değeri, CO<sub>2</sub> üretimi ve maya sayıları azalmıştır. Aerobik stabilite döneminde Pioneer 11CFT inokulantı kullanılan yüksek nemli dane mısır silajlarında CO<sub>2</sub> üretimini azaltmıştır. Gerek Pioneer 11CFT gerekse de Lalsil inokulantı ilavesi aerobik stabilite döneminde yüksek nemli dane mısır silajlarının maya içerikleri artırmış, ancak küf gelişimini ise tamamen önlemiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, özellikle silolama süresinin daha uzun süreli olacağı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından NKUBAP.03.YL.21.298 Nolu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

### Kaynakça

- Akyıldız, A. R. (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:859, 236, Ankara.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell G, Pahlow G, Dinter B (1987). Dynamics of orange peel fermentation during ensilage. *J. Applied Bact.*, 63:275-279.
- Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Azrieli, A., Hen, Y., and Horev, B. (1991). A Simple System to Determine the Aerobic Determination of Silages. *Can. Agric. Eng.* 33: 391–395.
- Büyüktosun, N., Tan, F. (2015). Farklı özelliklerdeki Polietilen Malzemelerin paket silajlarda kullanımı ve yem kalitesi üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(3):62-67.
- Canibe N, Kristensen NB, Jensen BB, Vils E. (2013). Impact of silage additives on aerobic stability and characteristics of high-moisture maize during exposure to air, and on fermented liquid feed. *Journal of Applied Microbiology* 116, 747-760.
- Dawson TE, Rust SR, Yokoyama MT. (1998). Improved fermentation and aerobic stability of ensiled, high moisture corn with the use of propionibacterium acidipropionici. *J. Dairy Sci.*, 81, 1015–1021.
- Davies, D.R., R.J. Merry, A.P. Williams, E.L. Bakewell, D.K. Leemans! and Tweed, (1998). Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *J Dairy Sci*, 81 (2):!444I453.
- Engelke GL, Jurgens MH, Speer VC. (1984). Performance of growing finishing swine fed high-moisture or artificially dried corn in complete and free-choice diets. *J. Anim Sci* 58, 1307–1312.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y, Weinberg ZG (2000). The Effect of Bacterial Inoculants on The Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 88:39-46.
- Filya, İ. (2001a). Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci.* 679-687.
- Filya, İ. (2001b). Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Hoffman PC, Ocker SM. (1997). Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. *J. Dairy Sci.* 80:(Suppl. 1)234. (Abstr.).
- Holzer, M., Mayrhuber, E., Danner, H. ve Braun, R. (2003). The role of lactobacillus buchneri in forage preservation. *Trends in Biotechnol.* 21(6): 282–287.
- Kaya, Ö., Polat, C. (2010). Tekirdağ ili koşullarında I. ve II. ürün olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin silaj fermantasyon özellikleri ve yem değerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3): 129-136.
- Koc F, Coskuntuna L, Ozduven ML, Coskuntuna A, Samlı HE (2009). The Effects of Temperature on the Silage Microbiology and Aerobic Stability of Corn and Vetch Grain Silages. *Acta Agriculture Scand Section*, 59: 239-246.
- Koç F, Coşkuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.
- Kung, Jr, L., Taylor, C.C., Lynch, M. P. ve Neylon, J. M. (2003). The effect of treating alfalfa with lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86 (1), 336-343.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. (1991). The Biochemistry of Silage. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Meeske, R. ve Basson, H.M. (1998). The effects of a lactic acid bacteria inoculant on maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 70: 239-247.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H., Spoelstra, S.F. (2003). Microbiology of ensiling. Silage additives. In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (Eds.), *Silage Science and Technology*. Agronomy Series. No. 42. American Society of Agronomy, Madison WI, USA, 31-93.
- Petterson K. (1988). *Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala.
- Santos, E.M., Zanine, A.M., Ferreira, D.J., Oliveira, J.S., Pentead, D.C.S. ve Pereira, O.G. (2008). Activated inoculant improves Tanzania grass (*Panicum maximum*) silage. *Arch. Zootec.* 57, 35–42.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F. (1990). Methods for the microbiological analysis of silage. The Eurobac Conference. 12-16 August, P.147. Uppsala, Sweden.
- Silva, V.P., Pereira, O.G., Leandro, E.S., Da Silva, T.C., Ribeiro, K.G., Mantovani, H.C. and Santos, S.A. (2016). Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. *Journal of Dairy Science*, 99: 1895-1902.
- Soysal, M. İ. (1998). *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*, Yayın No:95, Ders Kitabı No:64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, s.331, Tekirdağ.

SPSS (2007). SPSS 15 for Windows. SPSS Inc.

Tan, F. (2021). Laboratory type silage making Technique. Sustainable Agriculture And Livestock For Food Security Under The Changing Climate. İksad publishing House, P.85-106. Ankara.

Taylor CC, Kung J. (2002). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *J Dairy Sci.*, 85, 1526–1532.

Teller RS, RJ Schmidt, LW Whitlow, L Kung Jr (2012). Effect of physical damage to ears of corn before harvest and treatment with various additives on the concentration of mycotoxins, silage fermentation, and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 95:1428–1436.

Toruk, F., Koç, F., Gönüol, E. (2010). Aerobik stabilite süresince paket silajlarında renk değışimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(1):23-30.

Uriarte ME (2001). Aerobic Stability of Corn Silage. Kansas State University Unpublished Ph.D. Thesis, Manhattan.

Vilariño M, Patrick C, Foucault J, Skiba F. (2009). Valeur energetique du mais grain ensile humide et effet varietal chez le porc charcutier. *Journées Rech Porc En France* 41, 1–2.

Wardynski FA, Rust SR, Yokoyama MT. (1993). Effect of microbial inoculation of high-moisture corn on fermentation characteristics, aerobic stability, and cattle performance. *J Anim Sci.*, 71, 2246–2252.

Whitlock LA, Wistuba TJ, Seifers MK, Pope RV, Bolsen KK. (2000). Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage diets. *J. Dairy Sci.* 83 (Suppl. 1):110. (Abstr.)

Wilkinson JM, Davies DR (2012). The aerobic stability of silage: Key finding and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.

**Tekirdağ İli Park ve Süs Bitkilerinde Akar (Acari) Türleri ve Konukçularının Belirlenmesi**

The Determination of Mite (Acari) Species and Their Hosts on Park and Ornamental Plants in Tekirdag Province (Türkiye)

Pınar GENÇER GÖKÇE<sup>1</sup>, Nihal KILIÇ<sup>2\*</sup>, Sultan ÇOBANOĞLU<sup>3</sup>


**Öz**


Tekirdağ il merkezinde park, fidanlık ve yeşil alanlarda bulunan süs bitkilerinde, yaprağını döken ağaçlarda ve çalimsı bitkilerde (47 bitki türü) zararlı, avcı ve nötr akar türleri (Acari) tespit edilmiştir. Survey sonuçlarına göre Tetranychidae familyasına ait 2 tür (*Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus ulmi* Koch); Tenuipalpidae familyasına ait 8 tür (*Cenopalpus spinosus* Donnadieu, *C. irani* Dosse (1971), *C. bakeri* Düzgüneş, *C. pennasitesus* Wainstein, *Pentamerismus oregonensis* McGregor, *P. taxi* Haller, *Brevipalpus lewisi* McGregor); Phytoseiidae familyasına ait 7 tür (*Phytoseius finitimus* Ribaga, *Kampimadromus aberrans* Oudemans, *Euseius finlandicus* Oudemans, *Amblyseius andersoni* Chant, *Typhlodromus athiasae* Porath and Swisrki, *Paraseiulus triporus* Chant and Yoshida-Shaul ve *P. soleigner* Ribaga); Tydeidae familyasından 2 tür (*Tydeus californicus* Banks, *T. caudatus* Duges), Ascidae'den *Blattisocius tarsalis* Berlese ve Acaridae'den *Tyrophagus putrescentiae* Schrank olmak üzere toplam 20 akar türü tespit edilmiştir.


Çalışmada *Tetranychus urticae* %47 bulunuş oranı ile en yaygın zararlı tür olarak belirlenmiştir. *T. urticae*'nin en çok tercih ettiği konukçuların ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) ve gül (*Rosa gallica*) olduğu tespit edilmiştir. *Cenopalpus bakeri* ikinci en sık görülen fitofag türdür (%30). Predatör ve nötr akarların bulunuş oranı %57'dir. En yaygın predatör akar türü 172 birey ve % 56.21 bulunuş oranı ile *Kampimodromus aberrans*'tır ve 17 farklı bitki türünden toplanmıştır. *Catalpa bignonioides*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum* ve *Tilia tometosa* akarın en çok kolonize olduğu bitkiler olmuştur. *K. aberrans*'ı avcı akar türleri *Euseius finlandicus* ve *Phytoseius finitimus* takip etmiştir.

Araştırmada Tekirdağ merkezindeki yeşil alanlarda bulunan park ve süs bitkilerinin zararlı akarlarla bulaşık oldukları, bununla birlikte ciddi sayıda olmadıkları için daha yüksek popülasyona sahip avcı akarlar tarafından kontrol altına alabilecekleri kanısına varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Acari, Tetranychidae, Tenuipalpidae, Phytoseiidae, Fitofag, Predatör

<sup>2\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nihal KILIÇ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: [nkili@nku.edu.tr](mailto:nkili@nku.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-7538-7444

<sup>1\*</sup>Pınar GENÇER GÖKÇE Lüleburgaz İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kırklareli, Türkiye E-mail: [gencer.zm@windowslive.com](mailto:gencer.zm@windowslive.com)  ORCID: 0000-0002-1213-129X.

<sup>3</sup>Sultan ÇOBANOĞLU Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, Türkiye E-mail: [coban.sultan@gmail.com](mailto:coban.sultan@gmail.com)  ORCID: 0000-0002-3470-1548.

**Atıf/Citation:** Gökçe Gencer, P., Kılıç, N ve Çobanoğlu, S. Tekirdağ İli Park ve Süs Bitkilerinde Akar (Acari) Türleri ve Konukçularının Belirlenmesi *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 697-711.

\* Bu çalışma Pınar Genç Gökçe'nin Yüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir. Bir bölümü Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresinde, bir bölümü 8th Symposium of the European Association of Acarologists (EURAAC)'de özet olarak basılmıştır.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

## Abstract

Harmful, predatory and neutral mites were identified of ornamental plants, defoliant trees, shrubs (47 plant species) of in parks, nurseries and green areas in centre of Tekirdag province.

According to the survey results, totally 20 mite species were identified as follows: two species belonged to the Tetranychidae family (*Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus ulmi* Koch), eight species belonged to the Tenuipalpidae family (*Cenopalpus spinosus* Donnadieu, *C.irani* Dosse (1971), *C.bakeri* Düzgüneş, *C.pennasitesus* Wainstein, *Pentamerismus oregonensis* McGregor, *P. taxi* Haller, *Brevipalpus lewisi* McGregor); 8 species belonged to the Phytoseiidae family (*Phytoseus finitimus* Ribaga, *Kampimadromus aberrans* Oudemans, *Euseius finlandicus* Oudemans, *Amblyseius andersoni* Chant, *Typhlodromus athiasae* Porath and Swisrki, *Paraseiulus triporus* Chant and Yoshida-Shaul ve *P.soleigner* Ribaga); 2 species belonged to the Tydeidae family (*Tydeus californicus* Banks, *T.caudatus* Duges), *Blattisocius tarsalis* Berlese from Ascidae and *Tyrophagus putrescentiae* Schrank from Acaridae.

*Tetranychus urticae* was found as the most common harmful mite species with 47% prevalence rate in the study. Firethorn (*Pyracantha coccinea*) and the rose (*Rosa gallica*) were determined as the most preferred host plants by *T.urticae*. *Cenopalpus bakeri* was the second common phytophagus species (30%). Prevalance rate of predatory and neutral mites was estimated as 57%. The most common predatory mite species found as *Kampimodromus aberrans*, with 172 individuals and 56.21% frequency and they were collected from 17 different plant species. *Catalpa bignonioides*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia tometosa* were the most preferred hosts to colonise by this species. *K. aberrans* was followed by predatory mite species *Euseius finlandicus* and *Phytoseius finitimus*.

The study showed that park and ornamental plants, in green areas in centre of Tekirdag are infested with harmful mite species; however, since they were not in substantial numbers, it was believed that predatory mite their higher population species might probably control them because of densities.

**Key Words:** Acari, Tetranychidae, Tenuipalpidae, Phytoseiidae, Phytophagus, Predatory

## 1. Giriş

Kentleşmenin başlamasıyla çevre sorunlarının ortaya çıkması ve doğadan uzaklaşan insanların yeşil alanlara özleminin artması süs bitkileri ve orman ağaçlarının önemini daha da arttırmıştır.

Şehirlerin yeşil alanları birçok çevresel ve ekolojik hizmetlerinin yanı sıra, kent halkına önemli sosyal ve psikolojik fayda sağlarlar (Chiesura, 2004). Yeşil alanlarda hem görüntü bakımından hem de güneş ışığını absorbe etme ve yansımayı önleme, ortam nemini artırma, erozyon kontrolü gibi fiziksel özellikleri nedeniyle çeşitli tasarım bitkileri kullanılmaktadır (Yılmaz, 2006). Parkların kolay ulaşılabilir olması, farklı yaş gruplarına hitap etmesi, her mevsim kullanılabilir olması, bakımlı olması parklara ilgiyi daha da arttıracaktır (Şişman ve Gültekin, 2014).

Yeşil alanlarda bulunan bitkiler ve ağaçlara zarar veren pek çok canlı türü bulunmaktadır. Zararlılar arasında özellikle akarlar çoğu bitkide olduğu gibi hemen hemen tüm süs bitkileri ve orman ağaçlarında da karşımıza çıkmaktadır. Akarlar gözle zor görülebilen çok küçük canlılardır, bitkiyi stiletleri vasıtasıyla sokup öz suyunu emerek beslenir ve zarar verirler. Beslenme sonucu yapraklarda önce beyaz sonra sarı ve sonra da kahverengi lekeler meydana gelir, bu lekeler birleşerek yaprağın kuruyup dökülmesine sebep olur, çiçekler açmaz ya da renksiz ve soluk kalır (Baker ve Wharton 1952, Jeppson ve ark. 1975, Çobanoğlu ve Bayram, 1999). Bazı türler ağ ördükleri için yaprakların üzeri ağlarla örtülür, yapraklar dökülür, zarar ilerledikçe bitkiler tamamen kuruyup ölebilirler. Ayrıca bazı türler salgıladıkları toksik maddelerle bitki dokusunda ur, gal ve çeşitli deformasyonlar meydana getirirken bazı türler ise bitki virüs hastalıklarının vektörüdür (Toros 1992).

Dünyada ve ülkemizde yeşil alanlarda bulunan ağaçlar, çalimsı bitkiler ve süs bitkilerindeki akarlar ilgili bazı çalışma bulunmaktadır (Kropczynska ve ark. 1985, Ripka 1997, Çobanoğlu ve Bayram 1999, Cobanoğlu ve Kazmierski, 1999, Uysal ve ark. 2001, Labanowski ve Soika 2003, Cobanoğlu 2004, Faraji ve ark., 2011). Süs bitkilerinde sıklıkla görülen Tetranychidae, Tenuipalpidae, Phytoseiidae, Tydeidae familyalarına ait akar türlerinin tespiti ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2011, Sağlam ve Çobanoğlu 2007, Çobanoğlu ve ark., 2016, Çobanoğlu ve ark., 2019). Aralarında Tekirdağ ilinde bulunduğu Trakya Bölgesi illerinde çeşitli bitkilerde Phytoseiidae türlerinin tespit edildiği geniş kapsamlı surveyde, 5 avcı türün ülkemizde ilk kez kayıt edilmesi ile birlikte toplam 19 avcı akar türün varlığının saptanması Tekirdağ ilinin predatör akarlarca zengin olduğunu ortaya koymuştur (Çobanoğlu, 2004). Önemli Phytoseiid akarların teşhis kriterleri ve ülkemizdeki dağılımları ile ilgili yapılan geniş kapsamlı çalışmada Tekirdağ ilinde bulunan bazı predatör türler de yer almıştır (Faraji ve ark., 2011).

Ayrıca Tekirdağ ilinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zararlı akar türleri (Kılıç ve Çobanoğlu, 2016), sert çekirdekli meyve ağaçlarında zararlı ve faydalı akar türleri (Kılıç ve ark, 2019), badem ağaçlarındaki akar türleri (Uçan ve Kılıç, 2019) daha önceki çalışmalarda tespit edilerek ilin bitki örtüsündeki bazı zararlı ve faydalı akarların varlığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra yine Tekirdağ ilinde yaptığımız surveyde ateş dikeninde tespit edilen *Cenopalpus pennasitesis* ve *C.irani* ülkemiz akar faunası için ilk kayıtlardır, bu kayıtlar ilde farklı akar türlerinin bulunma potansiyeli bakımından önemlidir (Çobanoğlu ve ark., 2019).

Tekirdağ ilinde park ve yeşil alanlardaki bitkilerde zararlı akarlar ile avcı türler ile konukçuları hakkında kapsamlı survey bulunmadığı için bu bitkilerdeki akar faunasının tespit edilmesi gerekliliği doğmuştur. Çalışmanın konusunu il merkezindeki orman ağaçları, çalimsı bitkiler, tek yıllık ve çok yıllık süs bitkileri üzerinde bulunan zararlı ve faydalı akarlar oluşturmaktadır. Adı geçen bitkilerde akar türlerinin teşhis edilmesi ve konukçu dizileri ile tercih ettikleri bitkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

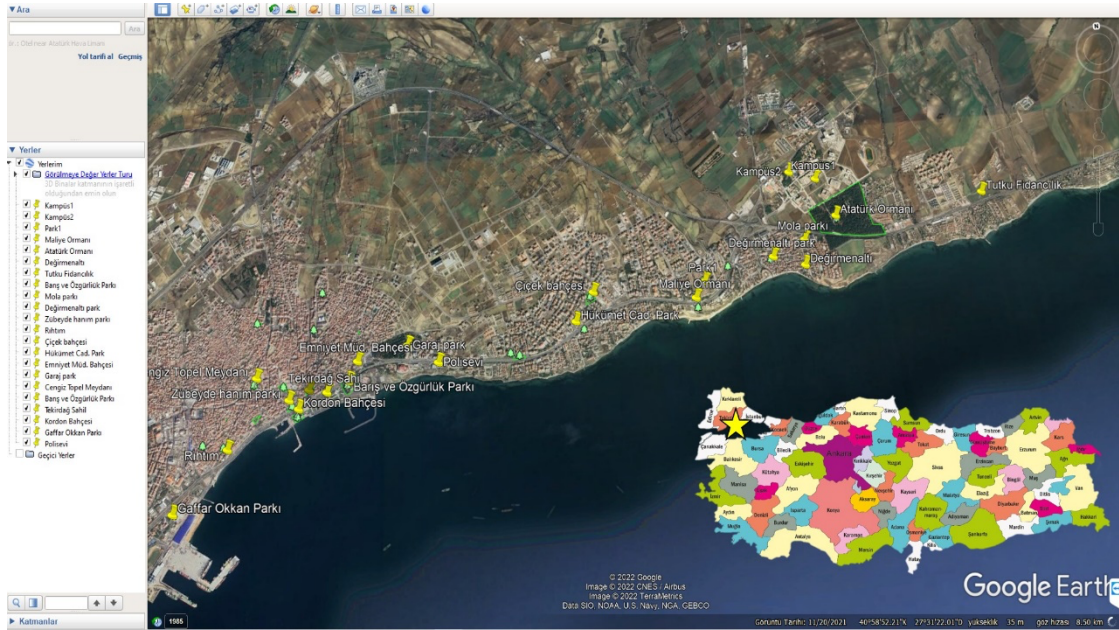
Bu çalışmanın ana materyalini Tekirdağ ili merkezindeki parklar, yeşil alanlar, refüjler, özel fidanlıklar ve Namık Kemal Üniversitesi Kampüsünden alınan (*Şekil 1*) tek ve çok yıllık süs bitkileri ile peyzaj planlaması için kullanılan çalimsı bitkiler, dar ve geniş yapraklı ağaçlardan alınan yaprak örneklerindeki zararlı ve faydalı akar türleri oluşturmaktadır.



## 2.2. Metot

Doğada akarların çıkışları göz önüne alınarak örnekler Nisan ayında toplanmaya başlanmış ve Ekim ayına kadar iki haftada bir periyodik olarak devam edilmiştir. Örnekler bitkilerin yaprak ve çiçeklerinden rastgele toplanmıştır. Alınan örnekler konukçu bitkinin ismi, toplandığı yer ve tarihi belirtecek şekilde etiketlenerek kâğıt torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvara getirilen örnekler stereo mikroskop altında inceleninceye kadar +4 derecede muhafaza edilmiştir. Yapraklar hızlı bir şekilde incelenerek üzerlerindeki akarlar 00 nolu fırça yardımıyla içinde %70'lik alkol ve etiket bulunan küçük tüplere aktarılmıştır. Preparatlar Düzgüneş (1980)'e göre yapılmıştır.



Şekil 1. Tekirdağ il merkezinde örnekleme yapılan lokaliteler  
Figure 1. Sampling locations of centre of Tekirdag Province

Çalışmada saptanan akar türlerinin teşhislerinde, Pritchard ve Baker (1958), Baker (1965), Düzgüneş (1963, 1965), Jeppson ve ark. (1975), Rowell ve ark. (1978), Arutunjan (1977), Beglyarov (1981), Chant and Yoshida-Shaul (1987), Meyer (1987), Seeman ve Beard (2011), Çobanoğlu ve ark. (2015, 2016)'dan yararlanılmıştır.

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Tekirdağ merkezindeki park ve yeşil alanlarda bulunan tek ve çok yıllık süs bitkileri ile çalimsız bitkiler, dar ve geniş yapraklı ağaçlarda zararlı ve faydalı akar faunasına ait türlerin saptanması amacıyla yapılan survey çalışmasının sonucunda 47 farklı bitki türünden 274 adet örnek toplanmış ve bu örneklerden 144 adedinde (%52) akarlar rastlanmıştır.

Preparat haline getirilen akarlardan 7 familyaya ait 20 akar türü tespit edilmiş, bunun yanı sıra sadece cins düzeyinde belirlenebilen 9 cinse ait önemli sayıda akar bireyleri de saptanmıştır (Tablo 1).

Fitofag türlerden Tenuipalpidae (7 tür) ve Tetranychidae (2 tür) familyaları öne çıkarken predatör ve nötr akarlardan Phytoseiidae familyasından 7 tür, Tydeidae familyasından 2 tür, Acaridae ve Ascidae familyalarından birer tür belirlenmiştir.

Surveyler sonucunda tespit edilen toplam 631 akarın 272'si zararlı, 359'u faydalı ve nötr akardır. Bulunuş oranı olarak bakıldığında %57'si faydalı ve nötr, %43'si zararlı akarlar aittir.

Çalışma sırasında zararlı akar türlerinden Tetranychidae familyasından *P.ulmi*, *Turticae*, Tenuipalpidae familyasından *Cenopalpus bakeri*, *C.pennasitesus*, *C.irani*, *C.spinusus*, *Pentamerismus oregonensis*, *P.taxi*, *Brevipalpus lewisi* tespit edilmiştir. *Tetranychus*, *Eotetranychus*, *Oligonychus* cinslerine ait tür teşhisi yapılamamış bireyler de bulunmaktadır. Zararlı akar türlerinin bulunuş oranları Şekil 2' de verilmiştir. *Turticae* en yaygın görülen zararlı akar türüdür ve *C.bakeri* onu takip etmiştir.

**Tablo 1. Tekirdağ ili merkezinde süs bitkilerinde tespit edilen akar türleri**  
 Table 1. Determined mite species on ornamental plants in centre of Tekirdag province

Takım	Alt takım	Familiya	Türler						
Zararlı akarlar	Acariformes	Prostigmata	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>Panonychus ulmi</i> Koch <i>Tetranychus</i> Dufour, 1832 sp. <i>Eotetranychus</i> Oudemans, 1931 sp. <i>Oligonychus</i> Berlese, 1886 sp.					
			Tenuipalpidae	<i>Cenopalpus spinosus</i> Donnadieu <i>Cenopalpus bakeri</i> Düzgüneş <i>Cenopalpus pennasitesus</i> Wainstein <i>Cenopalpus irani</i> Dosse 1971 <i>Pentamerismus oregonensis</i> McGregor <i>Pentamerismus taxi</i> Haller <i>Brevipalpus lewisi</i> McGregor <i>Pentamerismus</i> McGregor, 1949 sp.					
			Faydalı ve nötr akarlar	Parasitiformes	Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Phytoseius finitimus</i> Ribaga <i>Kampimadromus aberrans</i> Oudemans <i>Euseius finlandicus</i> Oudemans <i>Amblyseius andersoni</i> Chant 1957 <i>Typhlodromus athiasae</i> Porath and Swisrki <i>Paraseiulus soleigner</i> Ribaga <i>Paraseiulus triporus</i> Chant and Yoshida-Shaul		
						Ascidae	<i>Blattisocius tarsalis</i> Berlese <i>Blattisocius</i> Keegan, 1944 sp.		
						Acariformes	Prostigmata	Astigmata	<i>Tyrophagus putrescentiae</i> Schrank <i>Tyrophagus Oudemans</i> 1924, sp.
								Tydeidae	<i>Tydeus caudatus</i> Duges <i>Tydeus californicus</i> Banks <i>Tydeus</i> Koch, 1835 sp.
						Acariformes	Prostigmata	Stigmaeidae	<i>Agistemus</i> Summer, 1960 sp. <i>Zetzellia</i> Oudemans 1927 sp.

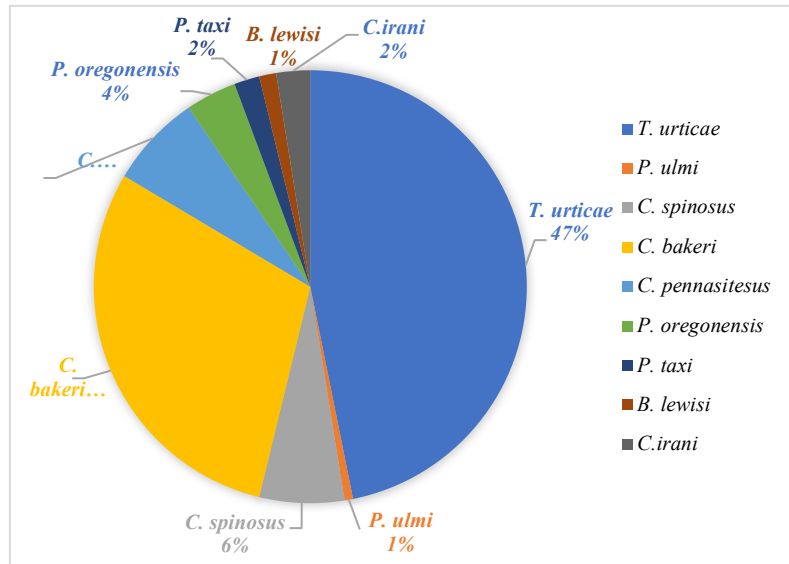


Figure 2. Prevalence of harmful mite species of ornamental plants in Tekirdag (%)

Şekil 2. Tekirdağ ili süs bitkilerinde zararlı akar türlerinin bulunuş oranları (%)

Araştırmamızda tespit edilen ve Mesostigmataya bağlı olan 8 predatör türden *K.aberrans* 172 birey ve %56.21 bulunuş oranı ile avcı türler arasında en yaygın olarak gözlenmiştir (Şekil 3). Bu türü *E.finlandicus* ve *P. finitus* takip etmiştir. Bilindiği üzere predatör türler zararlı türlerin popülasyonlarını belli oranda baskı altına alabilmektedir.

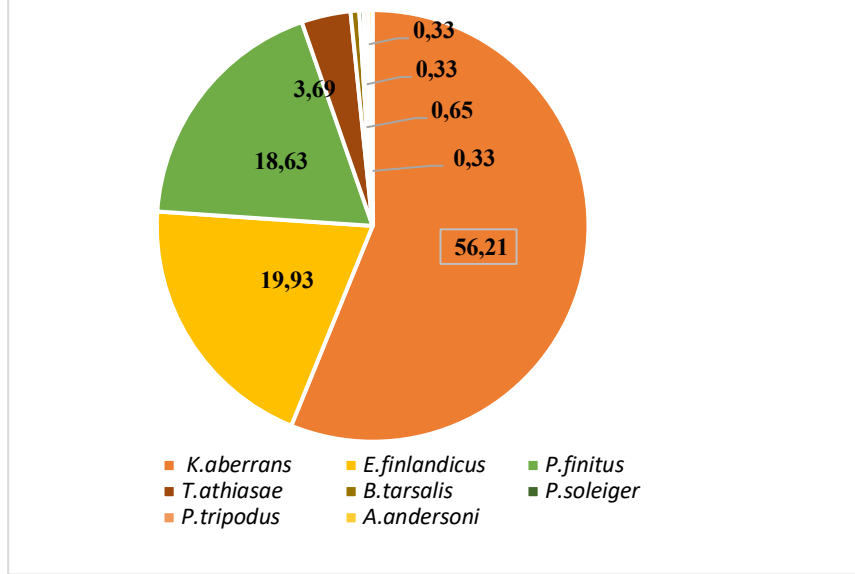


Figure 3. Prevalence of the predatory mite species of ornamental plants in Tekirdag (%)

Şekil 3. Tekirdağ ili süs bitkilerinde predatör akar türlerin bulunuş oranları (%)

Tydeidae familyasından *T. californicus* ve *T. caudatus* ise nötr türler olarak adlandırılan grup arasındadır.

Konukçu bitkilerin akarlarla bulaşık olma durumları incelendiğinde üzerinde 83 birey (11 zararlı, 72 faydalı ve nötr birey) tespit edilen dişbudak akarlarının kolonize olmak için en çok tercih ettiği konukçu olmuştur. Ateş dikeninde 79 birey (47 zararlı, 32 faydalı ve nötr birey); gülde ise 76 birey (72 zararlı, 4'ü faydalı ve nötr) bulunmuştur. Zakkumda sadece bir akara rastlanmıştır.

Surveyler sonucunda zararlı akarlardan Tetranychidlerin yaprağını döken ağaçlarda Tenuipalpidlerin ise ibrelilerde daha yoğun oldukları tespit edilmiştir, bu sonuç İstanbul ili yeşil alanlarında yapılan araştırma ile oldukça benzerlik göstermektedir (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2011).

Familya: Tetranychidae

#### ***Tetranychus urticae* Koch, 1836**

İncelenen materyal: İğde (*Elaeagnus angustifolia*) 16(♀♀) 1(♂) 14.07.2011 (40°58'21.42"K 27°30'29.80"D); akşam sefası (*Mirabilis jalapa*) 2(♀) (40°58'45.52"K 27°31'25.46"D); diş budak (*Fraxinus excelsior*) 1(♀) 18.07.2011 (40°58'32.07"K 27°30'59.79"D); kasımpatı (*Chrysanthemum* sp) 1(♂), gül (*Rosa gallica*) 17(♀) 4(♂♂), 19.07.2011 40°59'8.10"K 27°34'37.26"D); kral ağacı (*Paulownia tomentosa*) 13(♀) 8(♂♂), 1 nimf 06.08.2011 (40°58'51.71"K 27°33'3.81"D); küpe çiçeği (*Fuchsia triphylla*) 2(♀♀), ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 4(♀) gül (*Rosa gallica*) 1(♀) 26.05.2012 (40°59'8.10"K 27°34'37.26"D)

Konukçuları ve dağılımı: Dünyada ve ülkemizde çok sayıda kültür bitkisinde ve süs bitkisinde saptanmıştır (Jeppson ve ark. 1975, Uysal ve ark. 2001, Zhang ve Henderson 2002, Elma ve Alaoğlu 2008, Yeşilayer 2009, Migeon ve ark., 2011, Çobanoğlu ve Kumral 2014, Kumral ve Çobanoğlu 2015, 2016, Çobanoğlu ve ark., 2020, Kılıç ve ark., 2019).

#### ***Panonychus ulmi* Koch, 1836**

İncelenen materyal: Dut (*Morus nigra*) 1(♀) 04.08.2012 (40°59'34.08"K 27°35'2.03"D)

Konukçuları ve dağılımı: İstanbul'da bodur yıldız çalışında tespiti yapılmıştır (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2011). Bu tür daha çok elma, incir, kiraz, vişne, şeftali, erik, ayva, ahlat, muşmula meyve ağaçlarını tercih etmektedir (Düzgüneş 1954, Yiğit ve Uygun 1982, İncekulak ve Ecevit 2002, Yanar ve Ecevit 2005, Kasap ve ark. 2004, Kumral 2005).

Familiya: Tenuipalpidae

Yassı akarlar olarak bilinen Tenuipalpidae familyası türleri portakal renginden kırmızıya kadar değişen renklere, yaklaşık 200 µ- 400 µ, oldukça küçük, vücutlarının dorsali genellikle ağ gibi görünümde olan ve yavaş hareket eden akarlardır (Jeppson ve ark. 1975, Zhang 2003). Araştırmamızda bu familyaya ait 7 tür tespit edilmiştir.

***Cenopalpus spinosus* Donnadieu, 1875**

İncelenen materyal: Süs eriği *Prunus ceracifera* 10(♀) 03.05.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D).

Konukçuları ve dağılımı: İstanbul'da akçaağaç, dişbudak, muşmula ve servide (Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2011), Tokat'ta şeftali, vişne, kiraz, erik ve mahlepte (Erdoğan 2013), İngiltere, Danimarka, Hollanda, Portekiz, Avusturya, Bulgaristan, Libya, İran, Sicilya, Kıbrıs, Mısır, İsrail, Türkiye, Yunanistan, Ukrayna, Irak'ta çeşitli bitkilerde kayıt edilmiştir (Pritchard ve Baker 1958, Jeppson ve ark. 1975).

***Cenopalpus irani* Dosse 1971**

İncelenen materyal: Ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 4(♀) 04.08. 2012 (40°59'40.0"K, 27°34'46.3"D)

Konukçuları ve dağılımı: Dünyada incir, erik, kiraz, elma, armut, ayva, zeytin süs bitkileri kavak, asmada (Khanjani ve ark., 2012) tespit edilen bu tür ülkemizde ilk defa Tekirdağ ilinde ateş dikeninde, Ankara'da kiraz, badem, kayısı ağaçlarında kayıt edilmiştir (Çobanoğlu ve ark., 2019), ülkemiz için ilk kaydının Tekirdağ'da olması önemlidir.

***Cenopalpus bakeri* Düzgüneş 1967**

İncelenen materyal: Süs elması *Malus floribunda* 8(♀♀) 26.04.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 33(♀) 1 nimf 04.08.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); kurt bağı (*Ligustrum vulgare*) 8(♀) 12.08.2012 (40°58'21.42"K 27°30'29.80"D)

Konukçuları ve dağılımı: İran'da erik, ayva, asmada (Khanjani ve ark., 2012) ülkemizde elma, böğürtlen ve crateagusta (Cobanoğlu ve ark 2016) tespit edilmiştir.

***Cenopalpus pennasitiesis* Wainstein 1958**

İncelenen materyal: Ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*), 3(♀) 2(♂♂) 04.07.2011 (40°59'40.0"K, 27°34'46.3"D) 4(♀♀) 2(♂♂) 12. 07. 2011 (40°59'14.3"K, 27°34'33.8"D)

Konukçuları ve dağılımı: Bu tür de ülkemizde ilk defa Tekirdağ'da ateş dikeninde ve Ankara'da kara kavakta kayıt edilmiştir (Çobanoğlu ve ark., 2019). Dünyada *Salix aegyptiaca* (Khosrowshahi ve Arbabi 1997; Kamali et al. 2001; Khanjani et al. 2013), *Populus* sp. (Hatzininkolis ve Emmanouel 1987)' de tespit edilmiştir.

***Pentamerismus oregonensis* Mc Gregor, 1949**

İncelenen materyal: Mazı (*Biotola orientalis*) 4(♀♀)2(♂) 09.09.2012 (4 40°59'12.99"K 27°34'52.85"D).

Konukçuları ve dağılımı: Ülkemizde ilk olarak *Cupress* sp. ve *Juniperus* sp.'de (Bayram ve Çobanoğlu 2007), daha sonra *Cupressus arizonica*, *Cedrus atlantica*, *C.libani*, *A.rich*, *Cupressus cyparis leylandii* *Euonymus fortunei*, *Juniperus* sp., *Picea pungens*, *Pinus pinea*, *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, *Alnus glutiniosa* gibi bitkilerde (Sağlam ve Çobanoğlu, 2007, Yeşilayer ve Çobanoğlu 2011) bulunmuştur.

***Pentamerismus taxi* Haller, 1877**

İncelenen materyal: Mazı (*Biotola orientalis*) 3(♀) 09.09.2012 (4 40°59'12.99"K 27°34'52.85"D).

Konukçuları ve dağılımı: Birkaç ülkede ve ülkemizde porsuk (Pritchard ve Baker 1958, Ehara 1962, Yeşilayer ve Çobanoğlu 2011 ve ardıçta (Uysal ve ark. 2001) tespit edilmiştir.

***Brevipalpus lewisi* McGregor, 1949**

İncelenen materyal: Acem borusu (*Campis radicans*) 2(♀) 16.09.2012 (40°59'8.10"K 27°34'37.26"D)

Konukçuları ve dağılımı: Tokat'ta kirazda (Erdoğan 2013), Ankara'da yasemin ve keçi sakalında saptanmıştır (Uysal ve ark. 2001).

Familiya: Phytoseiidae

Özellikle Phytoseiidae familyası türleri Tetranychid, eriophid gibi önemli zararlı akarlarla beslenen türlere sahiptir. Ülkemizde Phytoseiid akarların belirlenmesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Düzgüneş ve Kılıç 1983, Şekeroğlu 1984, Cobanoğlu 1989, 2001, 2004; Çobanoğlu 1993a, b, c; Alaoğlu 1996). Araştırmamızda bu familyadan 7 avcı akar türü teşhis edilmiştir.

#### ***Kampimadromus aberrans* (Ouedemans 1930)**

İncelenen materyal: At kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 19 (♀) 04.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 2(♀), akçaağaç (*Acer* sp.) 3(♀); cennet ağacı (*Ailanthus altissima*) 1(♀) 04.07.2011; süs eriği (*Prunus cerasifera*) 1(♀) 2(♂♂), çınar (*Platanus orientalis*) 4(♀) 06.07.2011 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 27(♀) 1(♂); ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 1(♀) 12.07.2011; kiraz (*Prunus avium*) 2(♀) 13.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D); İhlamur (*Tilia tomentosa*) 13(♀) 04.07.2011 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); ihlamur (*Tilia tomentosa*) 7(♀) 1(♂) 14.07.2011 40°58'3.39"K 27°30'8.47"D); ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 1(♀♀) 1(♂) 14.07.2011 (40°58'45.52"K 27°31'25.46"D); gül (*Rosa* sp.) 1(♀) 14.07.2011 (40°58'37.84"K 27°31'4.16"D); dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 18(♀♀) 14.07.2011 (40°58'32.07"K 27°30'59.79"D), 3(♀♀) 2(♂) (40°58'3.39"K 27°30'8.47"D) 2(♀) (40°58'21.42"K 27°30'29.80"D); akçaağaç (*Acer* sp.) 3(♀), incir (*Ficus carica*) 2(♀♀) 1(♂) 13.08. 2011 (40°59'1.11"K 27°33'12.57"D); akasya (*Robinia pseudoacacia*) 2(♀), siyah dut (*Morus nigra*) 10(♀♀) 2 nimf, ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) 3(♀), akçaağaç (*Acer* sp.) 1(♀) 23.09.2011, siyah dut (*Morus nigra*) 8(♀♀) 2(♂♂) 1 nimf 24.04.2012 akçaağaç (*Acer* sp.) 2(♀) 29.05.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); incir (*Ficus carica*) 4(♀) 23.09.2011, dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 3(♀), incir (*Ficus carica*) 1(♀), gelin çiçeği (*Zantedeschia aethiopica*) 1(♀) 2 nimf, 07.07.2012 (40°58'49.04"K 27°31'48.04"D); köpek üzümü (*Solanum nigrum*) 1(♀), Akçaağaç (*Acer* sp.) 1(♀) 16.06. 2012 (40°58'37.84"K 27°31'4.16"D); kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*) 1(♀) 12.08.2012 (40°58'21.42"K 27°30'29.80"D); mürver (*Sambucus nigra*) 16 (♀) 16.09.2012 40°59'8.10"K 27°34'37.26"D)

Konukçuları ve dağılımı: Çeşitli ülkelerde ve ülkemizde oldukça yaygın bir avcı akar türüdür, çeşitli meyve ağaçları, çalimsı bitkilerde tespit edilmiştir (Swirski ve Amitai, 1982, Çobanoğlu 1991, Alaoğlu 1996, Tsolakis ve ark. 2000, Çobanoğlu 2004, Kasap ve ark. 2004, Barbar ve ark. 2005, Kabicek 2008, Yeşilayer 2009, Kasap ve ark. 2013, Kılıç ve ark., 2019) saptanmıştır. Bu avcı tür özellikle Eriophyidae, Tarsenomidae ve Tenuipalpidae kolonileriyle birlikte bulunmaktadır (Çobanoğlu 2004).

#### ***Euseius finlandicus* Oudemans, 1965**

İncelenen materyal: Akçaağaç (*Acer* sp.) 7(♀), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 2 (♀♀) 04.07.2011, süs eriği (*Prunus cerasifera*) 1(♀), çınar (*Platanus orientalis*) 1(♀) 06.07.2011, at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 1(♀) 08.07.2011, puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 2(♀) 12.07.2011 (40°59'34.08"K 27°35'2.03"D); puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 5(♀) 12.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D); at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 14 (♀) 4(♂♂) 14.07.2011, 40°59'1.14"K 27°34'3.82"D); çınar (*Platanus orientalis*) 1(♀), 14.07.2011 (40°58'45.52"K 27°31'25.46"D); dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 1(♀), akasya (*Robinia pseudoacacia*) 1(♀) 14.07.2011, ağaç hatmi (*Hibiscus syriacus*) 2(♀) 18.07.2012, dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 1(♀), gül (*Rosa gallica*) 2(♀) 19.07.2011 (40°59'8.10"K 27°34'37.26"D); acem borusu (*Campsis radicans*) 1(♀), begonya (*Begonia semperflorens*) 1(♀), çınar (*Platanus orientalis*) 1(♀), 09.09.2012 (40°58'37.84"K 27°31'4.16"D); defne (*Laurus nobilis*) 2(♀) 15.07.2011 (40°58'42.65"K 27°32'1.49"D); ağaç hatmi (*Hibiscus syriacus*) 1(♀), dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 2(♀♀) 1(♂), süs elması (*Malus floribunda*) 1(♀) 23.09.2011, asma (*Clematis vitalba*) 1(♀) 26.04.2012, ceviz (*Juglans regia*) 1(♀) 03.05.2012, 1(♀) 29.05.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D)

Konukçuları ve dağılımı: İlk olarak Orta Anadolu, Marmara ve Karadeniz Bölgesinde (Swirski ve Amitai, 1982, Düzgüneş ve Kılıç 1983, Şekeroğlu 1984) saptanmış, daha sonra çeşitli bölgelerde elma, fındık, armut, turuncgil ve asmalarda (Çobanoğlu 1989, Yanar ve Ecevit, 2005), Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illerinde pek çok bitkide fitofag akarlarla birlikte bulunduğu bildirilmiş (Çobanoğlu, 2004), akçaağaçta (Yeşilayer 2009), sert çekirdekli meyve ağaçlarında da tespit edilmiştir (Erdoğan 2013, Kılıç ve ark. 2019).

Diğer bazı konukçuları; *Acer* sp., *Aesculus hippocastanum*, *Campanula* sp., *Citrus* spp., *Convolvulus* sp., *Cornus mas*, *C.avellana*, *Crataegus* sp., *C. oblonga*, *Elaeagnus* sp., *Eriobotrya japonica*, *Ficus carica*, *Fragaria vesca*, *J. regia*, *M. communis*, *Malus floribunda*, *Morus alba*, *Platanus* sp., *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Prunus cerasus*, *P. domestica*, *P.persica*, *Punica* sp., *P.communis*, *Rhamnus* sp., *Ribes* sp., *Rosa* sp., *Salix* sp., *S.ebulus*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus campestris*, *Ulmus* sp., *Viburnum opulus*, *Vitis vinifera* (Alaoğlu, 1996, Çobanoğlu 1991, 1993a, 2004, Incekulak and Ecevit 2002, Kasap ve Çobanoğlu, 2009, Kumral ve Kovancı, 2007, Ozman ve Çobanoğlu, 2001, Faraji ve ark, 2011).

Akarın Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Bitlis, Burdur, Bursa, Edirne, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, İçel, Isparta, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kırklareli, Konya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Tokat, Van Gölü çevresi, Yalova illerinde de bulunduğu bildirilmektedir (Faraji ve ark, 2011).

#### ***Phytoseius finitimus* Ribaga, 1904**

İncelenen materyal: Puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 1 (♀) 04.07.2011, 2 (♀) kivi (*Actinidia chinensis*) 12(♀♀) 1(♂) 11.07.2011, ıhlamur (*Tilia tomentosa*) 1 (♀) 12.07.2011, asma (*Clematis vitalba*) 1(♀), süs elması (*Malus floribunda*) 1(♀) 13.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D); dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 2(♀♀) 1 nimf, 40°58'56.06"K 27 °33'59.23"D); gül (*Rosa gallica*) 1(♀), acem borusu (*Campsis radicans*) 12(♀♀) 1(♂) 19.07.2011, ateş Dikeni (*Pyracantha coccinea*) 17(♀) 6(♂♂) 26.05.2012, Akçaağaç (*Acer* sp.) 4(♀♀) 6(♂♂) 16.09.2012 (40°59'8.10"K 27°34'37.26"D); asma (*Clematis vitalba*) 6(♀♀) 1(♂) 1 nimf 26.04.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D)

Konukçuları ve dağılımı: Bu tür Amerika, Kuzey ve Orta Avrupa ile Akdeniz ülkelerinde çeşitli konukçularda (Jeppson ve ark. 1975), Ankara'da elma (Çobanoğlu 2004), Hakkari'de gülden (Kasap ve Çobanoğlu 2009), İstanbul'da gürgen ve servide (Yeşilayer, 2009), Tekirdağ'da erik, vişne ve kiraz (Kılıç ve ark. 2019), Ordu'da erik, kiraz ve şeftali ağaçlarında (Altunç ve Akyazı, 2019), Diyarbakır'da 26 konukçuda (Miroğlu ve Çıkman, 2022) tespit edilmiştir.

Akarın bulunduğu diğer konukçu bitki türlerinden bazıları *Clematis vitalba*, *C.mas*, *C.avellana*, *C.vulgaris*, *F.carica*, *M.communis*, *Morus nigra*, *Prunus communis*, *P.domestica*, *Prunus spinosa*, *S.melongena*, *Ulmus campestris*, *Vitis vinifera* gibi bitkilere (Faraji ve ark., 2011).

Adana, Adapazarı, Amasya, Antalya, Amasya, Aydın, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Erzincan, Giresun, Gümüşhane, İçel, Isparta, İzmir, Kastamonu, Konya, Muğla, Niğde, Rize, Tekirdağ, Tokat illerinde Alaoğlu (1996), Çakmak ve Aksit (2003), Çobanoğlu (1989a, b, 1991, 1991-1992), Düzgüneş ve Kılıç (1983), Gençer ve ark., (2002), Göven ve ark., 1999, Incekulak ve Ecevit (2002), Kasap ve Çobanoğlu (2009), Kumral ve Kovancı (2007), Ozman ve Çobanoğlu (2001), Sekeroğlu (1984) tarafından da tespit edilmiştir.

#### ***Typhlodromus athiasea* Porath and Swirski, 1965**

İncelenen materyal: Akçaağaç (*Acer* sp) 1(♀) 04.07.2011, mazi (*Biota orientalis*) 2(♀♀) 1(♂) 07.07.2011, (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D); göknar (*Abies* sp) 1(♀), süs elması (*Malus floribunda*) 1(♀) 13.07.2011 (40°58'35.08"K 27°30'55.56"D); mazi (*Biota orientalis*) 1(♀) 04.08.2012 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D); mazi (*Biota orientalis*) 3(♀), köpek üzümü (*Solanum nigrum*) 3(♀) (40°58'37.84"K 27°31'4.16"D)

Konukçuları ve dağılımı: İlk olarak McMurty (1977) tarafından Antalya'da turuncgillerde saptanmıştır. İstanbul yeşil alanlarında Phytoseiid akarlar arasında en yaygın tür olarak ve 10 farklı konukçuda kaydedilmiştir (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2009).

Ayrıca Adana, Antalya, Aydın, Bursa, İçel, İzmir, Manisa, Muğla illerinde, *Citrus* spp., *C.oblonga*, *F.ananassa*, *M.communis*, *O.europaea*, *Pinus* sp., *P.avium*, *P.domestica*, *P.persica*, *P.communis*, *V.vinifera* gibi konukçularda çeşitli araştırmacılar tarafından varlığı bildirilmiştir (Çakmak ve ark., 2003), Çobanoğlu, 1989b), Göven ve ark., 1999, Kumral ve Kovancı, 2007), Kumral ve ark., 2010, Madanlar, 1991, Sekeroğlu (1984), Faraji ve ark., 2011).

#### ***Amblyseius andersoni* Chant 1957**

İncelenen materyal: Puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 1(♀) 12.07.2011 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D).

Konukçuları ve dağılımı: *A.andersoni* ilk olarak Marmara, Karadeniz, Akdeniz Bölgelerinde saptanmış (Şekeroğlu, 1984, Çobanoğlu 1989, 1991, 1992) *Eriophyes* sp. ve *Panonychus ulmi* ile de beraber tespit edilmiştir (Çobanoğlu 1993a), Tekirdağ, Edirne, Kırklareli illerinde kayın, fındık, ceviz, *Convolvulus*, mürver gibi bitkilerde (Çobanoğlu 2004), Bartın'da *Pinus nigra*'da (Bayram and Çobanoğlu (2007) kartopu ve gürgende (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2009), vişne, şeftali, erik, kiraz, kayısı ve mahlepte (Erdoğan 2013) rastlanılmıştır.

Diğer konukçuları *Citrus* spp., *Convolvulus* sp., *Cydonia oblonga*, *Fagus orientalis*, *Fragaria ananassa*, *Lycopersicum esculentum*, *Malus communis*, *Populus canadensis*, *Prunus* sp., *Pyracantha* sp., *Pyrus communis*, *Rubus idaeus*, *Solanum nigrum*, *Tilia* türleri olup Adana, Adapazarı, Antalya, Bolu, Bursa, Giresun, Hatay, Rize, Sakarya, Trabzon illerinde de tespit edilmiştir (Faraji ve ark, 2011).

#### ***Paraseiulus triporus* Chant and Yoshida-Shaul, 1982**

İncelenen materyal: Dut (*Morus nigra*) 1(♀) 23.09.2011 (40°59'37.59"K 27°34'50.12"D)

Konukçuları ve dağılımı: Ülkemizde ilk kez Tekirdağ'da ayva ve kızılıçıkta, Edirne'de ayva ve elmada kayıt edilmiştir (Çobanoğlu 2004), Bursa'da erik ve şeftalide, Sivas'ta armut ve elmada, Tokat'ta erik, vişne ve kiraz yapraklarında bulunmuştur (Kumral 2005, Özsayın 2012, Erdoğan 2013).

Bursa, Edirne, Tekirdağ, Van illerinde *C.vulgaris*, *M.communis*, *P.avium*, *P.domestica*, *P.persica*'da saptandığı bildirilmektedir (Kasap ve Çobanoğlu, 2007, Kumral ve Kovancı, 2007, Faraji ve ark, 2011).

#### ***Paraseiulus soleiger* (Ribaga 1904)**

İncelenen materyal: At kestanesi (*Aesculus hippocastanum*) 1(♀) 14.07.2011 (40°59'1.14"K 27°34' 3.82"D).

Konukçuları ve dağılımı: Bursa'da Ulmus türlerinde (Çobanoğlu 2004), yine Bursa'da erik ve şeftalide (Kumral 2005), Tokat'ta erik, vişne ve mahlepte (Erdoğan 2013), Erzurum'da *Salix* türlerinde tespit edilmiştir (Çobanoğlu ve ark, 2020).

Akar ayrıca Adana, Ankara, Amasya, Burdur, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Isparta, İstanbul, Kastamonu, Konya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Tekirdağ, Van Gölü çevresinde tespit edilmiştir (Faraji ve ark., 2011).

Familiya: Ascidae

Ascidae familyası predatör olarak toprak, bitki, kültür mantarları ve depolanmış ürünlerde bulubur. Bazı türleri nematodlar üzerinde predatör olarak belirlenmiştir (Çobanoğlu 2001).

#### ***Blattisocius tarsalis* Berlese, 1918**

İncelenen materyal: Puro ağacı (*Catalpa bignonioides*) 1(♀) 12.07.2011 ve süs elması (*Malus floribunda*) 1(♀) 13.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D) tespit edilmiştir

Konukçuları ve dağılımı: Bu türe İstanbul'da kara çamda da rastlanmıştır (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2009).

Familiya: Acaridae

Bu familiya dünya üzerine yayılmış oldukça geniş bir familyadır ve 400 den fazla tür içerir (Hughes, 1976)

#### ***Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781**

İncelenen materyal: İhlamur (*Tilia tomentosa*) 1(♀) 04.07.2011, diş budak (*Fraxinus excelsior*) 1(♀) 23.09.2011 (40°59'34.08"K 27°35'2.03"D); asma (*Clematis vitalba*) 1(♀) 07.07.2011 (40°59'24.24"K 27°36'20.13"D); gül (*Rosa gallica*) 1(♀) 14.07.2011 (40°58'42.76"K 27°30'41.46"D)

Konukçuları ve dağılımı: Ülkemizde ilk olarak kuru incirlerde kayıt edilmiş, İzmir, Malatya, Elazığ ve Tekirdağ illerinde un ve undan mamül ürünler ve kuru meyvelerde saptanmıştır (Özer ve ark. 1986, Çobanoğlu 2008, Kılıç ve Toros 2000). Depolanmış ürünler dışında elma, armut, kiraz, ayva, şeftali ve erik ağaçlarında (Kumral 2005), süs bitkileri ve çok yıllık çalimsı bitkilerde (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2009), elma (Yanar ve Ecevit 2005) şeftali, vişne, kiraz, kayısı ve mahlepte tespit edilmiştir (Erdoğan 2013).

Familiya: Tydeidae

Tüm dünyada yayılma özelliği gösteren ve yosun, liken, bitki yaprakları üzerinde, humus, toprak, bitki artıkları ve depolanmış ürünlerde bulunan akarlardır (Baker 1965). Küçük böcekler ve akarlar ile bunların yumurtalarıyla beslenen türlerin yanı sıra bitki, fungus, tatlımsı ve çürümekte olan maddelerle beslenen türleri de bulunmaktadır (Jeppson ve ark. 1975).

#### ***Tydeus caudatus Duges, 1834***

İncelenen materyal: Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 2(♀♀) (40°58'32.07"K 27°30'59.79"D)

Konukçuları ve dağılımı: Adana, İzmir ve Trakya'da (Düzgüneş 1977, Madanlar 1991, Cobanoğlu ve Kazmierski 1999) tespit edilmiştir.

#### ***Tydeus californicus Banks, 1904***

İncelenen materyal: Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) 1(♀) 14.07.2011 (40°58'21.42"K 27°30'29.80"D); 1(♀) 18.07.2011, 16(♀♀) 19.07.2011 (40°58'32.07"K 27°30'59.79"D); Akçaağaç (*Acer* sp.) 4(♀♀) 02.10.2011, acem borusu (*Campsis radicans*) 1(♀) 07.07.2012 (40°58'49.04"K 27°31'48.04"D)

Konukçuları ve dağılımı: Fındık (Akyazı, 2003) ve zeytin bahçelerinde (Kumral ve Kovancı 2004), incir, söğüt, gürgen ve karaağaç (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2009), sert çekirdeklielerde (Kılıç ve ark. 2019), *Salix* sp., *Malus cronaria* (Cobanoğlu ve ark, 2020) üzerinde saptanmıştır.

#### **4. Sonuç**

Tekirdağ ili merkezinde park, bahçeler ve yeşil alanlarda yapılan sürveylerde 29 familyaya ait 47, süs bitkisi ve çok yıllık çalimsı bitkiden 274 adet örnek toplamış ve bu örneklerin 144'nünde akar tespit edilmiştir.

Toplanan bitki örneklerinden 631 akar bireyi elde edilmiş bu bireylerin 562'si dişi, 55'i erkek ve 14'ü nimf olarak saptanmıştır. Tespit edilen akar popülasyonlarında dişi bireyler erkek bireylere oranla oldukça yüksek olarak bulunmuştur.

Tespit edilen akarların 272'si zararlı akar faunasına aittir. Zararlı türler arasında *Tetranychus urticae* en sık görülen tür olurken en çok kral ağacı ve gülden rastlanmıştır. *Panonychus ulmi*'nin ise sadece 1 bireyi saptanmıştır. Tenuipalpidae familyasından 7 zararlı tür tespit edilmiştir. Ateş dikeninde tespit ettiğimiz Tenuipalpid akar türlerinden *C.pennasitesus* ve *C. irani* ülkemize ilk kayıt olarak geçmiştir (Cobanoğlu ve ark, 2020).

Phytoseiid akarların tespit edildiği ve listelendiği Tekirdağ ilindeki türleri de kapsayan ayrıntılı çalışmalara (Cobanoğlu, 2004, Farajı ve ark, 2011) ek olarak bizim çalışmamızda da önemli avcı akar türleri saptanmıştır. *Kampimadromus aberrans* (172), *Euseius finlandicus* (61), *Phytoseius finitimus* (59) rastlanılan avcı akar türleridir. *K. aberrans*'in, dişbudak, puro ağacı, ihlamur ve at kestanesi ağaçlarında yoğun olarak kolonize olduğu saptanmıştır.

Araştırmamızda incelenen 47 bitki türü arasında akarların en çok tercih ettikleri konukçu bitkiler dişbudak (*Fraxinus excelsior*), ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*) ve gül (*Rosa* sp.) olarak saptanmıştır.

Bu çalışma ile Tekirdağ ili merkezindeki park ve yeşil alanlarda bulunan ağaçlar, çalimsı bitkiler ve süs bitkilerinde zararlı ve faydalı olan akar faunası hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olunmuş ve türlerin konukçuları ve en çok tercih ettikleri bitkiler tespit edilmiştir. Araştırmada faydalı akarların dikkat çekici oranda bulunması zararlı türlerin biyolojik mücadele ile baskı altına alınabilmesi için umutvar görünmektedir.

Zararlı akarların kontrolünde avcı akarların popülasyonlarının korunması öncelik taşınmalıdır. Doğadaki dengenin faydalı canlılar lehine çevrilebilmesi bilinçsiz ve gereksiz ilaç kullanımından kaçınılması ile gerçekleştirilebilir. Halka açık yerlerde biyolojik mücadele uygulamalarının yapılması güvenli ve çevreci bir yaklaşımdır. Ayrıca süs bitkilerinin yetiştirildiği yerlerde akarların yurtiçi ve yurtdışına transferlerinde karantina önlemlerine dikkat edilmesi gerekmektedir (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2010).

İleride yapılacak çalışmalarda bu çalışmada tespit edilen avcı türler ile zararlı türler arasındaki ilişkilerin ayrıntılı olarak araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından NKUBAP.00.24.YL.12.06 Nolu Yüksek Lisans Projesi olarak desteklenmiştir.



## Kaynakça

- Akyazı F (2003). *Samsun, Ordu ve Giresun İllerinde Fındık Bahçelerinde Görülen Akar Türleri ve Yoğunluklarının Belirlenmesi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 82 s.
- Alaoğlu Ö (1996). Erzurum ve Erzincan İllerinde Phytoseiidae (Acarina) Faunası Üzerinde Çalışmalar. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (11): 7-14.
- Altunç, YE ve Akyazı, R (2019). Ordu ilinde sert çekirdekli meyve ağaçlarında bulunan akar türleri. Anadolu Tarım Bilim. Derg. 34:18-34
- Arutunjan, E. S. (1977). Key to phytoseiid mites of agricultural crops in the Armenian USSR. Publishing House of the Academy of Sciences, Armenian SSR, Erevan, 112 pp.
- Baker EW, Wharton GW (1952). An Introduction to Acarology. The Macmillan Company, New York. 439 s.
- Baker EW (1965). The Genus *Tydeus*: Subgenera and Species Groups With Description of New Species (Acarina: Tydeidae). Annals of the Entomological Society of America, 63 (1): 163-177.
- Barbar Z, Tixier MS, Cheval B (2005). Diversity Phytoseiid Mites in Uncultivated Areas Adjacent to Vineyards. Acarologia Vol 45No: 2-3 pp, 145-154.
- Bayram S, Çobanoğlu S (2007). Mite Fauna (Acari; Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata) of Coniferous Plants in Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 31 (4): 279-290.
- Beglyarov, G. A. (1981). Keys to the determination of phytoseiid mites of the U.S.S.R. Information, Bulletin, Internal Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, East Palaearctic Section, 2(1): 97 pp.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning. 68:129-138.
- Chant, D. A. and E. Yoshida-Shaul. (1987). A world review of the soleiger species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae). Canadian Journal Zoology 65: 1770-1804.
- Çakmak, İ ve Akşit, T, 2003. Aydın ilinde incir ağaçlarında zararlı akar türleri, doğal düşmanları ve önemlilerinin populasyon değişimleri üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 27 (1) : 27-38.
- Çobanoğlu, S. (1989a). Determination of the phytoseiid (Acarina: Mesostigmata) species from vegetable growing areas of Antalya. Bitki Koruma Bülteni. 29: 47-64
- Çobanoğlu, S. (1989b). Some phytoseiid mite species (Acarina, Phytoseiidae) determined in citrus orchards in some regions of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi. 13: 163-178
- Çobanoğlu, S. (1989c). Three new predatory mite species (Acari, Phytoseiidae) for Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi 13: 229-238
- Çobanoğlu, S. (1991). The distribution of phytoseiid species (Acari: Phytoseiidae) in important apple growing areas of Turkey. pp. 565-570. In: F., Dusbabek and V.V. Bukva (Eds.). Modern Acarology. Academia. Vol. 1. Prague and SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- Çobanoğlu, S. 1991-1992. An annotated list of mites on hazel of Turkey. Isr. J. Entomol. 25-26: 35-40.
- Çobanoğlu S (1993a). Türkiye'nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar I. Türkiye Entomoloji Dergisi, 17 (2): 41-44.
- Çobanoğlu S (1993b). Türkiye'nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar II. Türkiye Entomoloji Dergisi, 17 (2): 99-106.
- Çobanoğlu S (1993c). Türkiye'nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar III. Türkiye Entomoloji Dergisi, 17 (3): 175-192.
- Çobanoğlu, S (1997). New phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) for Turkish fauna. Turk. J. Agric. For. 21: 361-370.
- Çobanoğlu, S (2002). *Amblyseius astutus* (Beglarov, 1960) (Acarina: Phytoseiidae), a new record for the predatory mite of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi. 26: 115-120.
- Çobanoğlu S (2004). New Phytoseiid Mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) of Turkey. Israel Journal of Entomology, Vol. 34: 38-107.
- Çobanoğlu S (2008). Mites (Acari) Associated with Stored Apricots in Malatya, Elazığ and İzmir Provinces of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 2008, 32 (1):3-20.
- Çobanoğlu S ve Bayram Ş (1999). Mite Species Associated With Cultivated and Wild Rose Plants in Çamlıdere. Entomologist's Monthly Magazine, Turkey, 135:245-248.
- Çobanoğlu S ve Kazmierski A (1999). Tydeidae ve Stigmaidae (Acarina; Prostigmata) From Orchards, Trees and Shrubs in Turkey. Biological Bulletin of Ponzan, 36 (1): 71-82, 1999.
- Çobanoğlu, S. and. Ozman. S. K (2002). Beneficial mite species of hazelnut orchard ecosystems from the Black Sea Region of Turkey. Proceedings of the 2nd meeting WG 4: Bio-Control of Arthropod Pests in the Stored Products; 30-31 May 2002; Prague. pp. 91-99.

- Çobanoğlu, S., C. Uysal and E. Okten. 2003. The complex of the beneficial mite fauna of ornamental trees and shrubs in Ankara, Turkey. Entomol. Mon. Mag. 139: 7–12.
- Çobanoğlu S, Ueckermann EA, Kumral NA. (2015). A new *Tetranychus* Dufour (Acari: Tetranychidae) associated with Solanaceae from Turkey. Turkish Journal of Zoology 39:565–570.
- Çobanoğlu; S, E. A. Ueckermann, Sağlam H. D. (2016) The Tenuipalpidae of Turkey, with a key to species (Acari: Trombidiformes). Zootaxa 4097 (2): 151–186.
- Cobanoğlu, S, Erdogan, T and Kilic, N, (2019). Four new flat mite records for the mite fauna of Turkey (Acari: Tenuipalpidae). International Journal of Acarology. 45 (3) 159–175
- Çobanoğlu, S, Akçakoyunluoğlu, K ve Çalmaşur, Ö (2020). Mite Diversity (Acari) from Ornamental Plants in Erzurum in Turkey. Tarım Bilimleri Dergisi. 26(2) :236-245.
- Düzgüneş Z (1954). Orta Anadolu Meyve Ağaçlarına Zarar Veren Tetranychidae Familyası Türleri Üzerinde Sistematik ve Biyolojik Çalışmalar ve Mücadele Denemeleri. Ziraat Vekaleti Neşriyat ve Haberleşme Müdürlüğü, Sayı: 706, 104 s.
- Düzgüneş, Z. (1963). Türkiye’de yeni bulunan akarlar. Bitki Koruma Bülteni, 3 (4), 237–246.
- Düzgüneş, Z. (1965). Türkiye’de bitkilere zarar veren Tenuipalpidae Sayed familyasi türleri üzerinde incelemeler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yilligi, 15 (3), 120–148.
- Düzgüneş Z (1977). Çukurova’da Çeşitli Kültür Bitkilerinde Zarar Veren Akarlar ve Mücadeleleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 100, 25 s.
- Düzgüneş Z, (1980). Küçük Arthropodların Toplanması, Saklanması ve Mikroskopik Preparatlarının Hazırlanması. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Matbaa Şubesi Müdürlüğü, Ankara, 77 s.
- Düzgüneş Z ve Kılıç S (1983). Türkiye’nin Önemli Elma Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Acarina) Türlerinin Tespiti, Bunlardan *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae) ile ilişkileri Bakımından En Önemli Türün Etkinliği Üzerinde Araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, 8: 193-205.
- Ehara S (1962). Tetranychoid Mites of Conifers in Hokkaido. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 6, Zool., 15: 157-177.
- Elma F.N ve Alaoğlu Ö (2008). Konya İlinde Peyzaj Alanlarındaki Ağaç ve Çalılarda Bulunan Zararlı Akar Türleri ve Doğal Düşmanları. Türkiye Entomoloji Dergisi, 32 (2): 115-129.
- Erdoğan H (2013). Tokat İlinde Taş Çekirdekli Meyvelerde Bulunan Akar Türlerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Sonuç Raporu, Proje No: 2010/102.
- Faraji F, Çobanoğlu S, Çakmak İ (2011). A checklist and a key for the Phytoseiidae species of Turkey with two new species records (Acari: Mesostigmata). International Journal of Acarology 37: 221-243.
- Gençer, N. S., Coşkunç., K. S ve Kumral, N. A. (2002). Studies on fig mites and their natural enemies on Bursa Siyahı fig in Bursa province. Türkiye Entomoloji Dergisi 26: 229–239.
- Göven, M. A., Çobanoğlu, S, Güven, B ve M. Topuz. (1999). Investigations on the fauna of phytoseiid mites on vineyards in Aegean Region. Proceedings of the 4th Turkish National Congress of Biological Control; Adana. pp. 491–500
- Hatzinikolis E N, Emmanouel N.G. (1987). A revision of genus *Cenopalpus* in Greece (Acarina: Tenuipalpidae). Entomologia Hellenica. 5:13–26.
- Hughes, A.M. 1976. The Mites of Stored Food and Houses. Ministry of Agric, Fisheries and Food Techn. Bull. 9 London, 400 s.
- İncekulak R, Ecevit O (2002). Amasya Elma Bahçelerinde Bulunan Akar Türleri ve Populasyon Dinamiklerinin Belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirimleri, 297-314.
- Jeppson L. R, Keifer H.H, Baker EW (1975). Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, 614 s.
- Kabicek J (2008). Cohabitation and Intraleaf Distribution of Phytoseiid Mites (Acari; Phytoseiidae) on Leaves of *Corylus avellana*. Plant Protect. Sci. Vol. 44, No. 1:32-36.
- Kamali, K., Ostovan, H., Atamehr, A. (2001) A catalogue of mites and Tick (Acari) of Iran. Islamic Azad University Scientific Publication Center, Tehran, 192 pp.
- Kasap, I. and S. Çobanoğlu. (2009). Phytoseiid mites of Hakkâri province, with *Typhlodromus (Anthoseius) tamaricis* Kolodochka, 1982 (Acari:Phytoseiidae), a new record for the predatory mite fauna of Turkey. Turk. J. Zool. 32: 301–308.
- Kasap İ, Çobanoğlu S, Aktuğ Y, Denizhan, E (2004). Van Gölü Çevresinde Elma Bahçelerinde Saptanan Zararlı ve Yararlı Akar Türleri. Bitki Koruma Kongresi, 104. Samsun.
- Kasap, I., R. Atlıhan, M. S. Özgökçe, M. B. Kaydan, E. Polat and A. Yarimbatman. (2007). Harmful and useful mite species determined in the walnut orchards of around Van Lake. Proceedings of the 2nd Plant Protection Congress; Turkey, Isparta. 256 pp.
- Kasap, I. and S. Çobanoğlu. 2007. Mite (Acari) fauna in apple orchards of around the Van Lake basin of Turkey. Turk. Entomol. Derg. 31: 97–109.
- Kasap İ, Çobanoğlu S, Pehlivan S (2013). Çanakkale ve Balıkesir illeri Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçları Ve Yabancı Otlar Üzerinde Bulunan Predatör Akar Türleri. Türk. Biyo. Muc. Derg., 2013, 4 (2), 109-124.

- Khanjani M, Farzan S, Asadi M, Khanjani M. 2013. Checklist of the flat mites (Acari: Trombidiformes: Tenuipalpidae) of Iran. *Persian Journal of Acarology*. 2:235–251. doi:10.22073/pja.v2i2.9957
- Khanjani M, Khanjani M, Saboori AR, Seeman OD. 2012. The false spider mites of the genus *Cenopalpus* Pritchard & Baker (Acari: Tenuipalpidae) from Iran. *Zootaxa*. 3433:1–59.
- Khosrowshahi, M. & Arbabi, M. (1997) The Tenuipalpidae (Acari) of Iran with introduction of new species for the world fauna and Iran. *Plant Pests and Diseases Research Institute Publication*, Tehran, 56 pp
- Kılıç N, Toros S (2000). Faunistic Investigation on the Mite Species of Stored Products in Tekirdağ province. XXI. International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26. Abstract book I. 12.
- Kılıç, N ve Çobanoğlu, S (2016). Plant parasitic mite species (Acarina:Prostigmata) of pome fruit trees of Tekirdağ-Turkey. 8th Symposium of the European Association of Acarologists (EURAAC) Valencia, Spain, 11th – 15th July 2016, p:83-84
- Kılıç N, Keskin M, Çobanoğlu S (2019). Tekirdağ ilinde bazı sert çekirdekli meyve ağaçlarında bulunan zararlı ve predatör akar türlerinin belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel araştırmalar Projesi, NKÜBAP.0024.AR.15.08. No.lu proje.
- Kropczynska D, Van De Vrie M, Tomczyk A (1985). “Woody Ornamentals, 385-393”. In: *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 1B* (Eds.: W. Hele and M. W. Sabelis)
- Kumral NA (2005). *Bursa İlinde Ilman İklim Meyvelerinde Bulunan Zararlı ve Doğal Düşman Akarların Saptanması ve Panonychus ulmi (Koch)'nin Bazı Pestisidlere Karşı Duyarlılığı Üzerinde Araştırmalar*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), 157 s.
- Kumral, N. A. and B. Kovancı. (2007). The diversity and abundance of mites in agrochemical-free and conventional deciduous fruit orchards of Bursa, Turkey. *Turk. Entomol. Derg.* 31: 83–95.
- Kumral, N. A., H. Susurluk and S. Çobanoğlu. 2010. Interactions among populations of predatory mites and insect and mite pests on olive trees in Turkey. *Internat. J. Acarol.* 36:463–471.
- Kumral N.A ve Çobanoğlu S (2015). The potential of the nightshade plants (Solanaceae) as reservoir plants for pest and predatory mites. *Turkish Journal Of Entomology* 39(1): 91-108
- Kumral N. A ve Çobanoğlu S (2016). The Mite (Acari) biodiversity and population fluctuation of predominant species in eggplant. *Journal of Agricultural Sciences*. 22: 261-274
- Labanowski G, Soika G (2003). Spider Mites (Tetranychidae) Recorded on Ornamental Trees and Shrubs in Nurseries. *Journal of Plant Protection Research*, 23 (2): 105-112.
- Madanlar N (1991). İzmir İlinde Turunçgil Bahçelerinde Bulunan Acarina Türleri ve Populasyon Yoğunlukları Saptanması Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 258 s.
- McMurty JA (1977). Some Predaceous Mites (Phytoseiidae) on Citrus in the Mediterranean Region. *Entomophaga*, 22 (1): 19-30.
- Migeon, A., Nougier E. and Dorkeld, F. 2011. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*: 557-560, (<http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/>).
- Meyer, M.K.P (1987). African Tetranychidae (Acari: Prostigmata) - with reference to the world genera. *Entomology Memoir*, Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa, 69, 1-175.
- Miroğlu, M. S ve Çıkman, E (2022). Hevsel Bahçelerinin (Diyarbakır) faydalı akar faunası. *Bitki Koruma Bülteni* 62 (1) :34-45.
- Özman S K ve Çobanoğlu S (2001). Current status of hazelnut mites in Turkey. *Acta Horticulturae* 556: 479-487
- Özsayın N (2012). *Kelkit Vadisinde Yer Alan Bazı İlçelerde Yumuşak Çekirdekli Meyveler Üzerindeki Akar Türleri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 85 s.
- Özer Aİ, Önder P, Sarıbay A, Özkut S, Gündoğdu M, Azeri T, Arıç Y, Demir T, Genç H (1986). Ege Bölgesi İncirlerinde Görülen Hastalık ve Zararlılar ile Savaşım Olanaklarının Saptanması ve Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, Tarım ve Ormancılık, 10 (2): 263-277.
- Pritchard AE, Baker EW (1958). The False Spider Mites (Acarina: Tenuipalpidae). *University of California, Publications in Entomology*, 14 (3): 1-274.
- Ripka G (1997). *Aphid and Mite Fauna of Ornamental Trees and Shrubs*. Pro. Dissertations, Budapest, 209 p.
- Rowell, H. J., D. A. Chant, Hansell, R. I. C. (1978). The determination of setal homologies and setal patterns on the dorsal shield in the family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). *Canadian Entomologist* 110: 859–876.
- Sağlam, H.D ve Çobanoğlu S (2007). Ankara İlinde Park ve Süs Bitkileri Üzerindeki Tenuipalpidae (Acari; Prostigmata) Türlerinin Saptanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 2010, 34 (1): 37-52.
- Seeman, O.D, Beard, J.J. (2011). Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae). *Zootaxa*, 2961, 1–72.

- Swirski, E. and Amitai, 1982. Notes on predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) from Turkey, with description of the male of *Phytoseius echinus* Wainstein and Arutunjan. Isr. J. Entomol. 16:55–62.
- Şekeroğlu E (1984). Phytoseiid Mites (Acarina: Mesostigmata) of Southern Anatolia, Their Biology and Effectiveness as a Biological Control Agent on Strawberry Plant. Doğa Bilim Dergisi D2, 8 (3): 320-336.
- Şişman, E.E ve Gültürk, P (2014) Tekirdağ Kent Merkezinde Bulunan Parkların Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Öneri Bir Peyzaj Projesinin Hazırlanması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2) :98-109.
- Toros S (1992). Park ve Süs Bitkileri Zararlıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1266, Ders Kitabı, 165 s.
- Tsolakis H, Raguso E, Di Chiara RS (2000). Distribution of Phytoseiid Mites (Parasitiformes; Phytoseiidae) on Hazelnut at Two Different Altitudes in Sicily (Italy) Environmental Entomology, Volume 29, Number 6, December 2000,
- Uçan, M ve Kılıç, N. (2022). Süleymanpaşa İlçesi (Tekirdağ) Badem Ağaçlarında Bulunan Akar Türleri. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12(3):1292-1305.
- Uysal C, Çobanoğlu S, Ökten ME (2001). Ankara Parklarında Zarar Yapan Tetranychoida (Acarina; Prostigmata) Türleri ve Konukçularının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 25 (2) 147-160.
- Yanar D ve Ecevit O (2005). Tokat İlinde Elma (*Malus communis*) Bahçelerinde Görülen Bitki Zararlısı ve Predatör Akar Türleri. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 20 (1): 18-23.
- Yeşilayer A (2009). *İstanbul İli Yeşil Alanlarında Zararlı Akar Türlerinin Tanımı, Yayılışı, Önemli Türün Populasyon Yoğunluğu ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar*. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Yeşilayer A ve Çobanoğlu S (2010). Major mite pests of quarantine importance to Turkey International Journal of Acarology. Volume 36., Issue 6. 483-486 p.
- Yeşilayer A, Çobanoğlu S (2011). İstanbul (Türkiye) İli Park ve Süs Bitkilerinde Saptanan Tenuipalpidae (Acari; Prostigmata) Türleri. Bitki Koruma Bülteni 2011, 51 (4): 315-330.
- Yılmaz, R (2006). Tekirdağ Halkının Tasarım Bitkilerine Olan Talebinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1):71-81.
- Yiğit A ve Uygun N (1982). Adana, İçel ve Kahramanmaraş İlleri Elma Bahçelerinde Zararlı ve Yararlı Faunanın Saptanması Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 22 (4): 63-177.
- Zhang ZQ, Henderson R (2002). Key to Tetranychidae of New Zealand. Landcare Research Private Bag 92170 Auckland New Zealand, 62 p.
- Zhang ZQ (2003). Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 244 p.