



# Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2022

Cilt (Volume) : 59

Sayı (Number) : 3

**EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi** (Director):

**Prof. Dr. Banu YÜCEL**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan  
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

**Sorumlu Müdür** (Publishing Manager)

**Doç. Dr. Ö. Hakan BAYRAKTAR**

**Baş Editör** (Editor-in-Chief):

**Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI**

**Yardımcı Editör** (Associate Editor)

**Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Yabancı Dil Editörleri** (Foreign Language Editors)

**Prof. Dr. Eftal DÜZYAMAN**

**Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU**

**İndeks Editörü** (Index Editor)

**Doç. Dr. Gülfem ÜNAL**

**Teknik Editör** (Technical Editor)

**Araş. Gör. Dr. Çağrı KANDEMİR**

**ISSN 1018-8851**

**e-ISSN 2548-1207**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO Clarivate Analysis ve Zoological Record, DOAJ tarafından taranan uluslararası hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO, Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record and DOAJ.

Dergimize yaptığınız atıflarda "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**" kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**".

## Konu Editörleri (Section Editors)

**Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI**

**Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ**

**Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Doç. Dr. Murat KILIÇ**

**Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU**

**Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE**

**Doç. Dr. Deniz EROĞUL**

**Doç. Dr. Arzu YAZGI**

**Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN**

**Doç. Dr. Sıdıka EKREN**

**Bitki Koruma**

(Plant Protection)

**Zootekni**

(Animal Science)

**Süt Teknolojisi**

(Dairy Technology)

**Tarımsal Yapılar ve Sulama**

(Agricultural Structures & Irrigation)

**Tarım Ekonomisi**

(Agricultural Economics)

**Peyzaj Mimarlığı**

(Landscape Architecture)

**Bahçe Bitkileri**

(Horticulture)

**Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği**

(Agricultural Machinery & Technologies)

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme**

(Soil Science & Plant Nutrition)

**Tarla Bitkileri**

(Field Crops)

**Yayın Tarihi: 30.09.2022**

**Yazışma Adresi**

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

e-mail: [ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr](mailto:ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr) – [ziraatbasinyayin@gmail.com](mailto:ziraatbasinyayin@gmail.com)

**Baskı:** Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679

**Danışma Kurulu**  
(Advisory Board)

**Banu YÜCEL**, Ege University, TURKEY  
**Uygun AKSOY**, Ege University, TURKEY  
**Eftal DÜZYAMAN**, Ege University, TURKEY  
**Tanay BİRİŞÇİ**, Ege University, TURKEY  
**Vedat CEYHAN**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY  
**Belgin ÇAKMAK**, Ankara University, TURKEY  
**Vedat DEMİR**, Ege University, TURKEY  
**Fikret DEMİRCİ**, Ankara University, TURKEY  
**Mehmet Rüştü KARAMAN**, Ankara University, TURKEY  
**Orhan KURT**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY  
**Barbaros ÖZER**, Ankara University, TURKEY

**Uluslararası Yayın Kurulu**  
(International Editorial Board)

**Boris BILCIK**, Slovak Academy of Sciences, SLOVAKIA  
**Alexander S. KONSTANTINOV**, USDA National Museum of Natural History, USA  
**Lenka KOURİNSKA**, Czech University of Science, PRAGUE  
**Timur MOMOL**, University of Florida, USA  
**Mirela Mariana NICULESCU**, University of Craiova, ROMANIA  
**Janusz PIECHOCKI**, Warmia and Mazury University in Olsztyn, POLAND  
**Anne Alison POWELL**, University of Aberdeen, SCOTLAND  
**Roman ROLBIECKI**, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, POLAND  
**Evangelia N. SOSSIDOU**, National Agricultural Research Foundation, GREECE  
**Ajit SRIVASTAVA**, Michigan State University, USA  
**Dietrich STEFFENS**, Justus-Liebig-Universität Gießen, GERMANY  
**Barbara SZULCZEWSKA**, Warsaw University of Life Sciences, POLAND  
**Terrence THOMAS**, North Carolina A&T State University, USA

## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

#### **Optimization of the performance of a metering unit for precision seeding of Coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) using Box-Behnken Design**

Kişniş tohumlarının (*Coriandrum sativum* L.) tek dane ekiminde ekici ünite performansının Box-Behnken dizaynı kullanılarak optimizasyonu

Hürkan Tayfun VAROL, Adnan DEĞİRMENCİOĞLU ..... 385

#### **A study on the comparison of kinetic energies calculated with some formulas using Fulljet nozzle**

Fulljet başlık kullanılarak bazı formüllerle hesaplanan kinetik enerjilerin karşılaştırılması üzerine bir çalışma

Gökçen YÖNTER, Marius H. HOUNDONUGBO ..... 397

#### **Cortical cells, xylem vessels, and chlorophyll biosynthesis improved by acetylsalicylic acid and sodium nitroprusside in peach leaves**

Şeftali yaprağındaki kortikal hücrelerin, ksilem damarların ve klorofil biyosentezin asetilsalisilik asit ve sodyum nitroprussid ile iyileştirilmesi

Servet ARAS ..... 409

#### **Sustainability of sheep farming: A case study of İzmir province**

Koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliği: İzmir ili örneği

Kenan KESKİNKILIÇ, Canan ABAY ..... 419

#### **Presence of '*Candidatus phytoplasma trifolii*' in pepper plants showing yellowing and bushy appearance from Iğdır province of Turkey**

Türkiye'nin Iğdır İli'nde sararma ve çalimsı görünüm gösteren biber bitkilerinde '*Candidatus phytoplasma trifolii*'nin varlığı

Abdullah GÜLLER, Mustafa USTA, Gülüstan KORKMAZ, Serap DEMİREL, Zeynelabidin KURT ..... 429

#### **Isolation of ascorbate peroxidase (APX) gene in lentil (*Lens culinaris* Medik.) and expression analysis under drought stress conditions**

Mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) askorbat peroksidaz geninin izolasyonu ve kuraklık stresi koşullarındaki ifadesinin belirlenmesi

Melike BAKIR, Cebrail YILDIRIM ..... 439

#### **Yaprak gübresinin buğday yapraklarında besin elementleri içeriğine etkisi**

Effect of foliar fertilizer on nutrient content on wheat leaves

Nurcan ŞAHİN TENİKECİER, Nureddin ÖNER ..... 449

|   |     |
|---|-----|
| <b>Etlik piliçlerde taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi: meta-analiz</b>   |     |
| Determination of the effect of transport stress on breast meat quality traits in broilers: a meta-analysis<br>Hüseyin Cem GÜLER, Çiğdem ŞEREMET TUĞALAY .....   | 457 |
| <b>Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde depolanmış buğday ve mısır zararlılarının belirlenmesi</b>   |     |
| Determination of pests in stored wheat and corn in Tarsus and Akdeniz districts of Mersin Province, Turkey<br>Mustafa Samet YETKİN, Ekrem ATAKAN.....   | 471 |
| <b>Türkiye’de koyun ırklarının mevcut durumu ve geleceği: Ege Bölgesi</b>   |     |
| Current situation and future of sheep breeds: Aegean Region<br>Turgay TAŞKIN, Çağrı KANDEMİR .....  | 485 |
| <b>Fındık üretiminde maliyet ve kârlılık analizi, Giresun İli örneği</b>  |     |
| Analysis of cost and profitability in hazelnut production, A case study of Giresun Province<br>Esin HAZNECİ, Emre NAYCI, Görkem ÇELİKKAN .....  | 499 |
| <b>İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin kırsal kalkınmaya yönelik hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Bergama ve Ödemiş ilçeleri örneği</b>  |     |
| Evaluation of service quality for rural development of İzmir Metropolitan Municipality: A case study on Bergama and Ödemiş districts<br>Selda GÖKÇE, Tülay TİTİZ, Fatih ÖZDEN, Ferruh İŞİN.....                                       | 513 |
| <b>Bazı Apiaceae uçucu yağlarının <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid &amp; White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)’ya karşı nematoksik etkisi</b>  |     |
| Nematotoxic activity of some Apiaceae essential oils against <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)<br>Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR, Bekir TOSUN, Arif ŞANLI, Tahsin KARADOĞAN ..... | 529 |
| <b>Farklı bölgelerden toplanan <i>Morchella</i> sp. cinsi mantarların askokarplarında ve toprakta besin elementi kapsamı</b>  |     |
| Nutrient contents of soils and ascocarps of <i>Morchella</i> sp. mushrooms collected from different regions<br>Ayperi DAĞTEKİN, Atilla Levent TUNA, Hakan ALLI.....   | 541 |
| <b>Üreticilerin iklim değişikliğine uyum çerçevesinde çevresel tutumlarının belirlenmesi: Küçük Menderes havzası örneği</b>   |     |
| Determination of the environmental attitudes of producers within the framework of adaptation to climate change: The case of Küçük Menderes Basin<br>Yarkın AKYÜZ, Ela ATIŞ .....  | 557 |



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):385-396  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1068974>

Hürkan Tayfun VAROL<sup>1</sup> 

Adnan DEĞİRMENCİOĞLU<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Ege University Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Machinery and  
Technologies Engineering, 35100,  
Bornova, İzmir, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[adnan.degirmencioğlu@ege.edu.tr](mailto:adnan.degirmencioğlu@ege.edu.tr)

# Optimization of the performance of a metering unit for precision seeding of Coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) using Box-Behnken Design

Kışniş tohumlarının (*Coriandrum sativum* L.) tek dane ekiminde ekici ünite performansının Box-Behnken dizaynı kullanılarak optimizasyonu

Received (Alınış): 06.02.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 25.02.2022

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to find out the seed spacing performance of a vacuum type precision metering unit for seeding coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.).

**Materials and Method:** In order to meet this objective, experiments were conducted in the laboratory conditions and a vacuum type precision seeder was used. Box-Behnken design based experiments with three independent variables, with three levels for each was conducted in the laboratory. These variables were considered to be the hole diameter on vacuum plate, forward speed of the seeder and the vacuum. The data obtained were evaluated for five different performance indicators for defining the seed spacing quality. The performance indices were selected to be quality of feed ( $I_{qf}$ ), multiple ( $I_{multi}$ ) and miss index ( $I_{miss}$ ), precision ( $I_p$ ) and coefficient of precision (CP3).

**Results:** Polynomial functions were tried to develop for each indicator. As a result of regression analysis for all indices, only one polynomial function for  $I_{qf}$  was obtained without lack of fit. From the polynomial function, the optimum diameter of the hole on vacuum plate, forward speed of the seeder and vacuum was found to be 1.75 mm, 1.5 ms<sup>-1</sup> and 47.7 mbar, respectively.

**Conclusions:** The  $I_{qf}$  value at these optimum points was calculated to be 94.7 % while the verification tests of these optimums experimentally resulted in an average value of 97.3%.

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) tohumlarının tek dane kiminde vakumlu tip bir ekici düzenin sıra üzeri tohum mesafesine ilişkin performansının belirlenmesidir.

**Materyal ve Yöntem:** Söz konusu amaca ulaşabilme yolunda, laboratuvar koşullarında denemeler yürütülmüş ve denemelerde vakumlu tip tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Box-Behnken deneme desenine uygun olarak her birimin üç seviyesi olan üç bağımsız değişkenle laboratuvar koşullarında denemeler yürütülmüştür. Bu değişkenler, vakum plakası üzerindeki deliklerin çapı, ekim makinası ilerleme hızı ve vakum olarak düşünülmüştür. Elde edilen veriler, tohum mesafesindeki kalitenin düzgünlüğünü ifade etmede kullanılan beş farklı performans kriteri açısından değerlendirilmiştir. Bu performans kriterleri de kabul edilebilir tohum aralığı ( $I_{qf}$ ), ikizlenme ( $I_{multi}$ ) ve boşluk oranı ( $I_{miss}$ ), hassasiyet ( $I_p$ ) ve 3 cm mod esasına dayalı hassasiyet katsayısı olan (CP3) olarak seçilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Her bir performans kriteri için polinomiyal fonksiyonların geliştirilmesi denenmiş olup sadece kabul edilebilir tohum aralığı ( $I_{qf}$ ) için uyum noksanlığı olmayan tek bir polinomiyal denklem geliştirilebilmiştir. Elde edilen ve kübik formdaki modelden optimum delik çapı, makina ilerleme hızı ve vakumun optimum değerleri sırasıyla 1.75 mm, 1.5 ms<sup>-1</sup> ve 47.7 mbar olarak bulunmuştur.

**Sonuç:**  $I_{qf}$  değeri yukarıda belirtilen optimum değerlerde 94.7% olarak hesaplanmış olup söz konusu optimumlarda yapılan sına denemelerinde ortalama olarak 97.3% değeri elde edilmiştir.

**Keywords:** Mathematical modelling, medicinal and aromatic plants, Response Surface Methodology, seed spacing accuracy

**Anahtar sözcükler:** Matematiksel modelleme, tıbbi ve aromatik bitkiler, Tepki Yüzeyleri Metodolojisi, tohum aralığında hassasiyet

## INTRODUCTION

Medicinal and Aromatic Plants (MAPs) are of special importance since they are used in traditional and modern medicine as a medicine for maintaining health, cure and prevent diseases for diseases. Additionally, they are consumed as herbal tea and flavor. MAPs have also special importance for cosmetic and perfumery industry. The demand for MAPs has increased significantly due to local and global interest. Hence, the market of MAPS has been growing in the world. The export value for MAPs and their products was 48.7 billion dollars in 2001 in the world but increased to 207.5. This increasing trend was also valid for the import value. The increase in export and import in the world was also observed in the foreign trade of Turkey. The export potential of MAPs for Turkey was 143.6 million dollars in 2001 and with a big increase it reached 1.02 billion dollars in 2019. In terms of the import value of MAPS, it was 282.7 million dollars in 2001 and it increased to 1.36 billion dollars in 2019 (Boztaş et al., 2021).

The reason for growing market in all over the world could be attributed to the fact that MAPs have versatile effects while they do not have side effects as compared to synthetically obtained substances (Anonymous, 2020).

The climate and ecological conditions of our country creates a big economical potential in terms of growing MAPs. Hence, Turkey has an important country for the production and trade of MAPs (Yaldız & Çamlıca, 2018) There are 347 MAPs species in our country and 30% of these is traded in the world market (Faydaoğlu & Sürücüoğlu, 2011).

One of these MAPS grown in our country is coriander and the production area significantly increased from 155 ha in 2019 to 2455 ha in 2020 while the yield fluctuated from one year to another and it was around 770 kg ha<sup>-1</sup> (Anonymous, 2022).

Coriander seeds can be spread by hand or incorporated into the soil by mechanical means. Mechanical means include the use of drills or precision seeders. Seeding with drills is achieved a certain seeding rate (kg ha<sup>-1</sup>) and seeds incorporated into the soil at specific segment lengths calculated based on row spacing and thousand seed mass. On the other hand, seeding with precision seeders, seeds are incorporated into the soil at equal distances. The main objective for using precision seeders is to have the highest yield with uniform seed spacing and reducing plant competition for moisture and nutrition to be obtained from the soil.

For coriander seeds, the row spacing and seeding rate can vary between 20-40 cm and 15-25 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. If seeding process will be achieved with precision seeders, the seed spacing varies between 10 and 15 cm (Anonymous, 2021).

There are many studies conducted about the performance of the metering unit of drills and precision seeders. The most common metering unit in drills is usually equipped with fluted or studded rolls. On the other hand, the most common precision seeder used in the world is the vacuum type seeders and many variables contribute to the performance of such seeders. The forward speed of the precision seeder (as linearly associated with the peripheral speed of the vacuum plate), seed plate position, the amount of vacuum, the diameter and number of holes on vacuum plate, seed tube geometry and the physical properties of seeds and the geometry of seed tube in disc opener seeders etc. Hence, to study such a complex performance phenomenon of the precision seeders by considering many factors requires an effective methodology. Response Surface Methodology is such a methodology that it significantly reduces the number of experiments. As a result, less labor and time is spent. There are different types of RSM designs and each design has its own features.

Ferreira et al. (2007) reviewed and compared different RSM designs and revealed the advantages and limitations of Box-Behnken design. They concluded that the Box-Behnken design and Doehlert matrix are slightly more efficient than the central composite design but much more efficient than the three-level full factorial designs. Hence, Box-Behnken design was used in this study.

The first study that used Response Surface (RSM) in a precision seeding problem was carried out by Yazgi & Degirmencioglu (2007). They used cotton seeds in order to study the performance of the vacuum type precision seeder. Similar to this study, Yazgi (2010) optimized the seed spacing accuracy of different crop seeds (corn, chickpeas, sunflower, soybean, sugar beet and canola) along with spherical materials in diameter of 4,6,8 and 10 mm.

In a latest study, Ahmad et al. (2021) focused on sowing uniformity of bed-type pneumatic planter at various seedbed preparation levels and planter forward speeds. They have found that the uniformity indices (missing, multiple, quality feed and precision index) were significantly affected by tillage levels and forward speed of the planter statistically.

Singh et al. (2005) studied the effects of factors such as rotational speed of seed meter, shape of seed entry and vacuum pressure on seed spacing as well as in miss and multiple indices. They have found that the hole diameter, peripheral speed of seed meter and vacuum were about 2.5 mm, 0.42 m s<sup>-1</sup> and 2 kPa, respectively.

There are significant number of studies about the performance of precision seeders as conducted with different crop seeds as mentioned above but there is no study in the literature about seeding of MAPs. Hence a study was conducted and the objective of this study was to find out the seed spacing uniformity performance of a vacuum type precision metering unit for seeding coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.).

Simerjeet et al. (2017) studied the seed meter performance at varying ground speeds and seeding rates. As a result of their study, they concluded that seed meter speed as a function of ground speed of the seeder and seeding rate Seed meter performance at a certain row spacing. The plant spacing and crop emergence were directly influenced by meter speed. An increase in meter speed caused a decline in crop emergence and seed/plant spacing uniformity.

## MATERIALS and METHOD

Experiments for the optimization of the performance of the vacuum type precision seeder were conducted in the laboratory and coriander seeds used for this study. The physical properties of the coriander seeds are tabulated in Table 1.

**Table 1.** Physical properties of coriander seeds

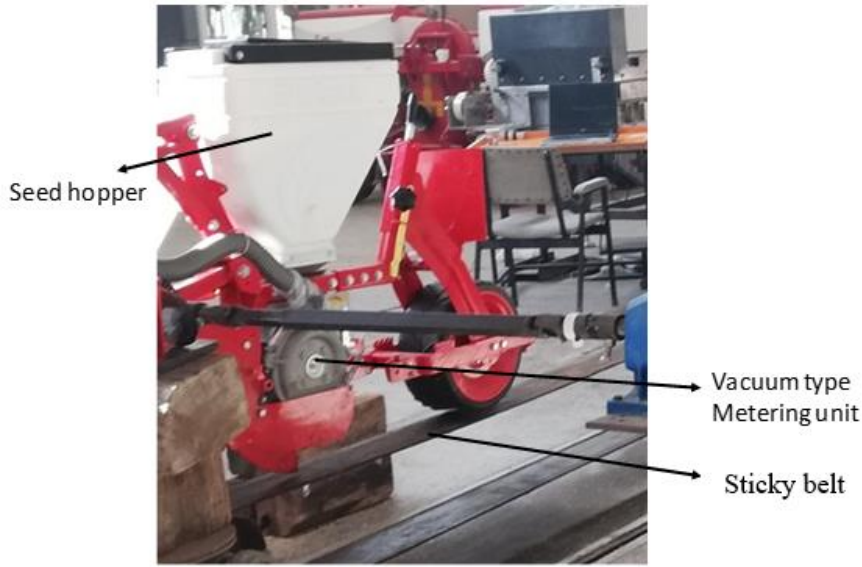
**Çizelge 1.** Kışniş tohumlarının fiziksel özellikleri

| Physical property      | Mean   | Standard error |
|------------------------|--------|----------------|
| Length (l; mm)         | 3.90*  | 0.346          |
| Width (w; mm)          | 3.43*  | 0.311          |
| Thickness (t; mm)      | 3.24*  | 0.313          |
| Sphericity (φ; %)      | 90.1*  | 2.976          |
| Thousand seed mass (g) | 9.68** | 0.899          |

φ: calculated as  $\frac{(lwt)^{1/3}}{l}$ ; \* Average of 100 and \*\* average of 10 measurements.

The precision seeder used for the experiments was a four-row seeder as illustrated in Figure 1. The main principle of such seeders is to use vacuum generated by a fan on the machine on one side of the metering unit that consists of a vertically operating circular plate. Seeds to be planted come from the hopper by gravity and held on holes on the other sides of the rotating plate. Then, seeds are dropped once they are released due to a vacuum block. A singulation device prevents more than one seed to be sucked on a hole.





**Figure 1.** A view of the vacuum type precision seeder used on sticky belt for seed spacing measurements.

**Şekil 1.** Yapışkan bant üzerinde tohumlar arası mesafe ölçümleri için kullanılan tek dane ekim makinasının bir görünümü.

Experiments to determine the seed spacings were achieved on sticky belt for this purpose in the laboratory. One of the metering unit of the four –row precision seeder was used during the experiments. Seed spacing measurements were made and a computerized measurement system designed and developed by Onal & Onal (2009) was used for this purpose. This system includes an optical mouse coupled with laser pointer and a laptop computer.

The data obtained from the sticky belt tests are sent to Microsoft Excel for further statistical analysis to calculate the performance indices. Sticky belt was 15 m long and the measurement of seed distances was carried out at a distance of 10 m approximately for each test. The sticky belt speeds are provided by a multi-speed drive arrangement. The belt and metering unit speed were synchronized and they were activated by a multi-speed drive system. The vacuum was provided by a fan electronically controlled mechanism driven by a shaft. The belt surface was made sticky by smearing grease oil so that the seeds released from the metering unit are captured. For each experiment, the vacuum level was measured with a manometer at the entrance point of the metering unit. The vacuum plate with a pitch diameter of 190 mm and 72 holes were used for seeding coriander seeds. The plates were manufactured by a private company and the holes were drilled on a laser cutting machine with a tolerance of  $\pm 0.1$  mm. The theoretical seed spacing ( $Z_t$ ) was set to 10 cm.

In order to optimize the seed spacing performance, experiments were carried out based on Box-Behnken design, one of the designs in Response Surface Methodology (RSM).

Response Surface Methodology is a mixture of statistical and mathematical techniques and it relates a response, or dependent variable(s) with a number of predictors, or input variables. This technique helps to explain the effects of the single or combine independent variables and create a model to explain the process (Box & Draper, 1987).

The response surface problem usually centers on an interest in some response  $y$ , which is a function of  $k$  independent variables.

Response surface can take the different forms according to the function types of response as in the following.

$$Y_k = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon_0 \quad (1)$$

where:

$Y_k$  : Response

$\beta_0$  : Intercept

$\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  : Regression coefficients

$X_i X_j$  : Coded variables

$\varepsilon_0$  : Error

Quadratic or cubic polynomial functions are developed from the data obtained based on design. Then, the optimum levels of the independent variables are calculated either by taking the partial derivatives with respect to each variable if the function is in quadratic form. If it has a cubic form, then finding the optimum level of each variable requires to use a mathematical software. For the development of polynomial function, each independent variable is transformed to coded values. The coding of independent variables into  $X_i$  is expressed by the following equation:

$$X_i = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{i0}}{s} \quad (2)$$

where;

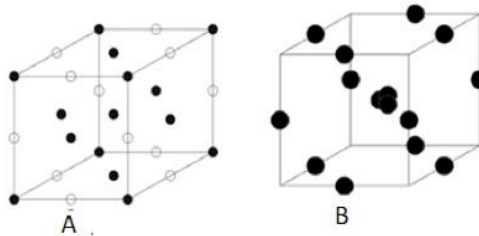
$X_i$  : coded variable (such as -1,0 ve +1)

$\varepsilon_i$  : actual value in original units

$\varepsilon_{i0}$  : mean value (center point of the variable in original unit)

$s$  : step value

For three independent variables and three levels for each as it was the case in this study, the required number of experiments for full factorial design with three replications is 81. On the other hand, Box-Behnken design requires 15 experiments (3 experiments at the center point). Considering three replications, the total number of experiments becomes 45. The schematic view of full factorial vs Box-Behnken design is depicted in Figure 2.



**Figure 2.** Schematic view of Full factorial (A) and Box-Behnken (B) design.

**Şekil 2.** Tam faktöriyel ve Box-Behnken dizaynının şematik gösterimi.

Three variables, hole diameter ( $D$ ), forward speed of the seeder ( $V$ ) and vacuum pressure ( $P$ ) were transformed into coded values as in the following;

$$X_1 = \frac{D-1.6}{0.6} \quad (3)$$

$$X_2 = \frac{V-1.5}{0.5} \quad (4)$$

$$X_3 = \frac{P-50}{20} \quad (5)$$

Based on these transformations the coded and uncoded values of the variables are given in Table 2.

**Table 2.** Independent variables and their coded levels

**Çizelge 2.** Bağımsız değişkenler ve kodlanmış seviyeleri.

| Variable                          | Code           | Step value (s) | Coded level |     |     |
|-----------------------------------|----------------|----------------|-------------|-----|-----|
|                                   |                |                | -1          | 0   | +1  |
| Hole diameter (mm)                | X <sub>1</sub> | 0.6            | 1           | 1.6 | 2.2 |
| Forward speed (ms <sup>-1</sup> ) | X <sub>2</sub> | 0.5            | 1           | 1.5 | 2   |
| Vacuum Pressure (mbar)            | X <sub>3</sub> | 20             | 30          | 50  | 70  |

Using the data from the experiments conducted based on Box-Behnken design, generally quadratic polynomial functions (equation 6; for three variables) are built. In some cases, cubic polynomial functions (equation 7; for three variables) can be developed.

$$Y_k = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1 X_2 + \beta_5 X_1 X_3 + \beta_6 X_2 X_3 + \beta_7 X_1^2 + \beta_8 X_2^2 + \beta_9 X_3^2 \quad (6)$$

$$Y_k = \text{quadratic function} + \beta_{10} X_1^2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2^2 + \beta_{13} X_1 X_3^2 + \beta_{14} X_2^2 X_3 + \beta_{15} X_2 X_3^2 + \beta_{16} X_1^3 + \beta_{17} X_2^3 + \beta_{18} X_3^3 \quad (7)$$

The seed spacing evaluations were achieved based on the ranges as a function of theoretical seed spacing ( $Z_t$ ) as tabulated in Table 3 while the classification of performance indices of  $I_{qf}$ ,  $I_{multi}$  and  $I_{miss}$  are given in Table 4.

**Table 3.** Seed spacing ranges and definitions (Kachman & Smith, 1995)

**Çizelge 3.** Tek dane ekimde tohumlar arası mesafe aralıkları ve tanımlaması (Kachman & Smith, 1995)

| Seed spacing     | Definition                         |
|------------------|------------------------------------|
| <0.5 $Z_t$       | Multiple index ( $I_{multi}$ )     |
| (0.5 -1.5) $Z_t$ | Quality of feed index ( $I_{qf}$ ) |
| >1.5 $Z_t$       | Miss index ( $I_{miss}$ )          |

$Z_t$ ; theoretical seed spacing

**Table 4.** Classification of performance indices

**Çizelge 4.** Performans göstergelerinin klasifikasyonu

| Quality of feed index ( $I_{qf}$ ; %) | Multiple index ( $I_{multi}$ ; %) | Multiple index ( $I_{multi}$ ; %) | Classification |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| >98.6                                 | <0.7                              | <0.7                              | Very good      |
| >90.4- ≤98.6                          | ≥0.7- <4.8                        | ≥0.7- <4.8                        | Good           |
| ≥82.3- ≤90.4                          | ≥4.8- ≤7.7                        | ≥4.8- ≤10                         | Moderate       |
| <82.3                                 | >7.7                              | >10                               | Insufficient   |

Another performance criterion as indicated in ISO 7256/1- 1984(E), namely "precision", was also evaluated along with the above mentioned indices in this study (ISO, 1984). The precision is the coefficient of variation ( $CV_m$ ) of the seed spacings measured as singles.

$$CV_m = \frac{s}{z_m} \cdot 100 \quad (8)$$

where:

s: standard deviation of the seed distribution

$Z_m$ : Mean seed distance of the seed distribution

It is recommended that  $CV_m$  value should be less than 29%. The last performance criterion is the CP3 and it is known as the 3-cm mode range, was used to determine the ability of the precision seeder to space seeds and includes only spacings within  $\pm 1.5$  cm of the theoretical spacing. For a good performance, it should be minimum 40% (Brinkmann et al., 1980).

## RESULTS and DISCUSSION

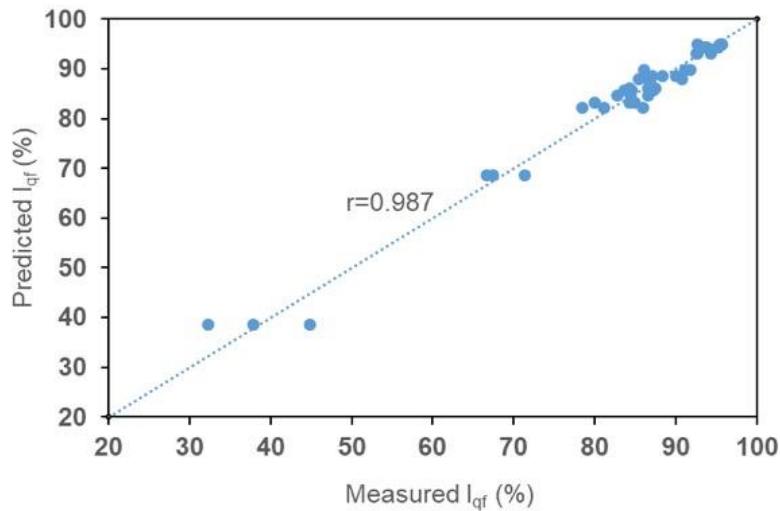
The performance indices obtained from the experiments based on Box-Behnken design are tabulated in table 5 and 6. As seen from the tables, the highest  $I_{qf}$  for Box-Behnken was 95.2 at the center point (1.6 mm hole diameter,  $1.5 \text{ ms}^{-1}$  forward speed and 50 mbar vacuum). It is noteworthy that two out of fifteen  $I_{qf}$  values ranged in a narrow range (81.8 and 95.2%). All precision values were lower than 29% and ranged between 13 and 20.8%. On the other hand, the CP3 values were mostly above 40% and varied between 30.2 and 83%.

The analysis for all performance indices were made separately and polynomial functions were tried to be developed in either quadratic or cubic form. But, only one model without lack of fit with an acceptable coefficient of determination ( $R^2$ ) was built only for  $I_{qf}$  data. The low coefficient of determination values and/or lack of fit occurred as a result of stepwise regression analysis for other performance indices. The reason for not obtaining polynomial functions for  $CV_m$  and CP3 could be attributed to the fact that they are independent of theoretical seed spacing.

The data obtained for all cases with replications (45 data points) were used and the following equation was obtained from the stepwise regression at a probability level of 95%:

$$\text{Log} \left( \frac{100}{100 - I_{qf}} \right) = 1.25 + 0.224X_1 - 0.0792X_2 + 0.0574X_1X_2 - 0.127X_1X_3 + 0.0712X_2X_3 - 0.439X_1^2 - 0.0721X_2^2 - 0.106X_3^2 + 0.14X_1^2X_3 - 0.125X_1X_2^2 - 0.076X_2X_3^2 \quad (9)$$

As seen from the model, log transformation (Rawlings, 1988) was applied to original  $I_{qf}$  (%) values. This transformation was necessary since it prevents the  $I_{qf}$  prediction values from greater than 100%. The sensitivity analysis which means the comparison of measured and predicted  $I_{qf}$  values are shown in Figure 3. As seen from the figure, the measured and predicted  $I_{qf}$  (%) values are in good agreement (correlation coefficient  $r = 0.987$ ).



**Figure 3.** Comparison of measured and predicted  $I_{qf}$  (%) values.

**Şekil 3.** Ölçülen ve tahmin edilen  $I_{qf}$  (%) değerlerinin kıyaslanması.

**Table 5.** Performance values of  $I_{qf}$ ,  $I_{miss}$  and  $I_{multi}$  obtained from the experiments based on Box-Behnken design**Çizelge 5.** Box-Behnken dizaynına göre yapılan deneylerden elde edilen  $I_{qf}$ ,  $I_{miss}$  and  $I_{multi}$  performans değerleri

| Run No | D – mm ( $X_1$ ) | V- m/s ( $X_2$ ) | P-mbar ( $X_3$ ) | $I_{qf}$ (%) | $I_{miss}$ (%) | $I_{multi}$ (%) |
|--------|------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1      | 1 (-1)           | 1 (-1)           | 50 (0)           | 83.1 [2.72]  | 15.3 [2.70]    | 1.6 [0.06]      |
| 2      | 2.2 (+1)         | 1 (-1)           | 50 (0)           | 86.1 [1.65]  | 8.9 [1.78]     | 4.9 [3.41]      |
| 3      | 1 (-1)           | 2 (+1)           | 50 (0)           | 68.5 [2.55]  | 30.0 [3.14]    | 1.4 [1.23]      |
| 4      | 2.2 (+1)         | 2 (+1)           | 50 (0)           | 84.6 [1.95]  | 11.9 [1.89]    | 3.4 [0.06]      |
| 5      | 1 (-1)           | 1.5 (0)          | 30 (-1)          | 38.3 [6.29]  | 61.7 [6.29]    | 0 [0]           |
| 6      | 2.2 (+1)         | 1.5 (0)          | 30 (-1)          | 87.6 [2.75]  | 10.1 [2.35]    | 2.2 [0.85]      |
| 7      | 1 (-1)           | 1.5 (0)          | 70 (+1)          | 81.8 [3.81]  | 17.0 [4.64]    | 1.2 [1.05]      |
| 8      | 2.2 (+1)         | 1.5 (0)          | 70 (+1)          | 88.5 [1.43]  | 5.7 [3.76]     | 5.7 [5.16]      |
| 9      | 1.6 (0)          | 1 (-1)           | 30 (-1)          | 94.6 [1.65]  | 2.9 [1.46]     | 2.4 [0.8]       |
| 10     | 1.6 (0)          | 2 (+1)           | 30 (-1)          | 85.1 [1.88]  | 14.8 [1.88]    | 0 [0]           |
| 11     | 1.6 (0)          | 1 (-1)           | 70 (+1)          | 93.1 [0.95]  | 3.4 [1.72]     | 3.3 [0.77]      |
| 12     | 1.6 (0)          | 2 (+1)           | 70 (+1)          | 89.7 [3.1]   | 6.0 [1.27]     | 4.2 [4.35]      |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 95.2 [0.04]  | 3.7 [0.9]      | 1.0 [0.92]      |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 94.1 [0.93]  | 5.2 [0.74]     | 0.6 [0.94]      |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 93.5 [0.06]  | 5.3 [1.83]     | 1.1 [1.86]      |

CP is the experiment at center points; the numbers in parenthesis are the coded values of the variables; the numbers in brackets are the standard deviations

**Table 6.** Performance values of  $CV_m$  and CP3 obtained from the experiments based on Box-Behnken design**Table 6.** Box-Behnken dizaynına göre yapılan deneylerden elde edilen  $CV_m$  and CP3 performans değerleri

| Run No | D – mm ( $X_1$ ) | V- m/s ( $X_2$ ) | P-mbar ( $X_3$ ) | $CV_m$      | CP3         |
|--------|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| 1      | 1 (-1)           | 1 (-1)           | 50 (0)           | 13.9 [2.19] | 72.2 [3.76] |
| 2      | 2.2 (+1)         | 1 (-1)           | 50 (0)           | 22.7 [1.01] | 48.0 [10.3] |
| 3      | 1 (-1)           | 2 (+1)           | 50 (0)           | 15.5 [3.15] | 37.0 [8.0]  |
| 4      | 2.2 (+1)         | 2 (+1)           | 50 (0)           | 18.9 [1.02] | 47.1 [3.58] |
| 5      | 1 (-1)           | 1.5 (0)          | 30 (-1)          | 15.5 [6.46] | 30.2 [5.44] |
| 6      | 2.2 (+1)         | 1.5 (0)          | 30 (-1)          | 16.6 [2.77] | 66.3 [2.94] |
| 7      | 1 (-1)           | 1.5 (0)          | 70 (+1)          | 16.6 [1.17] | 59.5 [4.02] |
| 8      | 2.2 (+1)         | 1.5 (0)          | 70 (+1)          | 20.8 [2.17] | 55.9 [6.49] |
| 9      | 1.6 (0)          | 1 (-1)           | 30 (-1)          | 13.0 [0.75] | 83.0 [3.56] |
| 10     | 1.6 (0)          | 2 (+1)           | 30 (-1)          | 15.3 [1.90] | 55.4 [4.12] |
| 11     | 1.6 (0)          | 1 (-1)           | 70 (+1)          | 15.6 [2.67] | 74.2 [8.53] |
| 12     | 1.6 (0)          | 2 (+1)           | 70 (+1)          | 18.0 [1.22] | 55.1 [4.07] |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 15.6 [1.30] | 70.7 [4.73] |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 15.7 [1.6]  | 59.9 [6.32] |
| CP     | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 50 (0)           | 17.8 [4.88] | 56.7 [11.2] |

CP is the experiment at center points; the numbers in parenthesis are the coded values of the variables; the numbers in brackets are the standard deviations

The details of the analysis of variance for  $I_{qf}$  model (Equation 9) are tabulated in Table 7. As seen from the Table,  $I_{qf}$  equation given above is governed by hole diameter on vacuum plate (D) since the two terms,  $D^2$  and D made the highest contribution into the model and they explained the 50.75 and 15.62% of the variation in the model, respectively. Yazgı & Değirmencioğlu (2007) and Yazgı et al. (2010) also came to the same conclusion that the hole diameter is the most effective term for the seeding performance of a precision seeder. The forward speed of the seeder (V) followed these two variables. The vacuum itself (P) did not entered into the model but its quadratic effect, interaction with forward

speed (V) and hole diameter (D) was brought into the model by the stepwise regression analysis at a probability level of 95%. The most important issue here is that the lack of fit was insignificant. This means that the model is adequate can be used for optimization and prediction purposes.

Using Maple (2005) package program, the optimum level of the variables in coded form was found as in the following:

$$X_1= 0.261; X_2=-0.01 \text{ and } X_3=-0.115 \quad (10)$$

Transforming them into original values using equations 4 thru 6, the optimum values for hole diameter (D), seeder forward speed (V) and vacuum (P) were found to be 1.75 mm, 1.5 ms<sup>-1</sup> and 47.7 mbar. At these optimum points in coded form given above, the I<sub>qf</sub> value was calculated to be 94.76%.

These optimums were also experimentally tested with three replications and the results from these tests are tabulated in Table 8. For the tests, the hole diameter of 1.75 mm and the vacuum level of 47.7 mbar was rounded up to 1.8 mm and 48 mbar, respectively.

**Table 7.** Results from the stepwise analysis for I<sub>qf</sub>

**Çizelge 7.** I<sub>qf</sub> verilerinin stepwise analiz sonuçları

| Variable                     | Contribution to the model | P-Value |
|------------------------------|---------------------------|---------|
| Regression (R <sup>2</sup> ) | 95.33%                    | <0.001  |
| D                            | 15.62%                    | <0.001  |
| V                            | 8.24%                     | <0.001  |
| DV                           | 0.98%                     | 0.013   |
| DP                           | 4.84%                     | <0.001  |
| VP                           | 1.51%                     | 0.003   |
| D <sup>2</sup>               | 50.75%                    | <0.001  |
| V <sup>2</sup>               | 1.13%                     | 0.003   |
| P <sup>2</sup>               | 3.13%                     | <0.001  |
| D <sup>2</sup> P             | 5.90%                     | <0.001  |
| DV <sup>2</sup>              | 2.35%                     | <0.000  |
| VP <sup>2</sup>              | 0.87%                     | 0.018   |
| Error                        | 4.67%                     |         |
| Lack-of-Fit                  | 0.05%                     | 0.547   |
| Pure Error                   | 4.62%                     |         |
| Total                        | 100.00%                   |         |

**Table 8.** Results from the verification tests of the optimums obtained from the I<sub>qf</sub> model

**Çizelge 8.** I<sub>qf</sub> modelinden elde edilen optimumlarını sınama testlerine ilişkin sonuçlar

| D – mm (X <sub>1</sub> ) | V- m/s (X <sub>2</sub> ) | P-mbar (X <sub>3</sub> ) | Replication no | I <sub>qf</sub> (%) | I <sub>miss</sub> (%) | I <sub>multi</sub> (%) | CV <sub>m</sub> | CP3   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-------|
|                          |                          |                          | 1              | 98.48               | 0                     | 1.52                   | 16.78           | 66.15 |
| ≅1.8* (0.261)            | ≅1.5 (-0.01)             | ≅48* (-0.115)            | 2              | 96.78               | 1.61                  | 1.61                   | 15.91           | 73.77 |
|                          |                          |                          | 3              | 96.83               | 3.17                  | 0                      | 18.90           | 59.67 |

\*rounded up values.

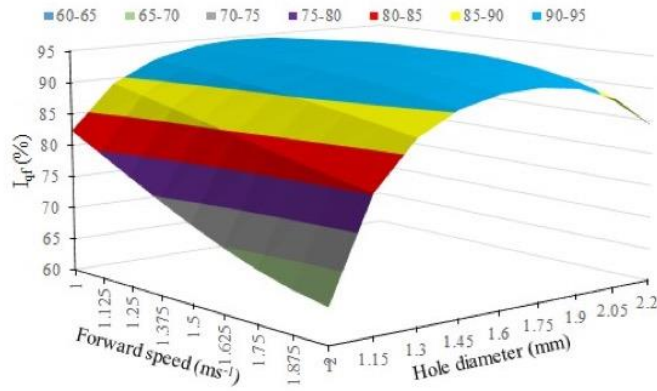
The I<sub>qf</sub> values obtained in these verification tests as seen from Table 8 are classified to be moderate quality seeding based on the classification given in Table 3. A view from the seed distributions obtained in one of the verification tests carried out at optimum values is depicted in Figure 4.



**Figure 4.** A view of seed distribution of coriander seeds on sticky belt at optimum level of the variables.

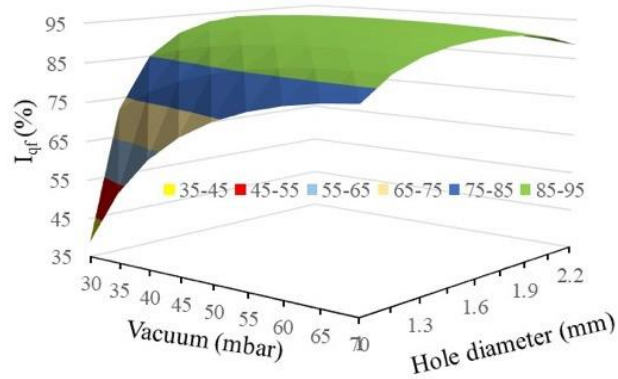
**Şekil 4.** Değişkenlerin optimumlarında yapışkan bant üzerinde gerçekleşen tohum dağılımının bir görünüm.

The response surfaces of  $I_{qf}$  as a function of hole diameter, seeder forward speed and vacuum level are depicted in Figure 5 thru 7. It should be stated that the values in figure axis are given in original units as transformed by equations 3 thru 5.



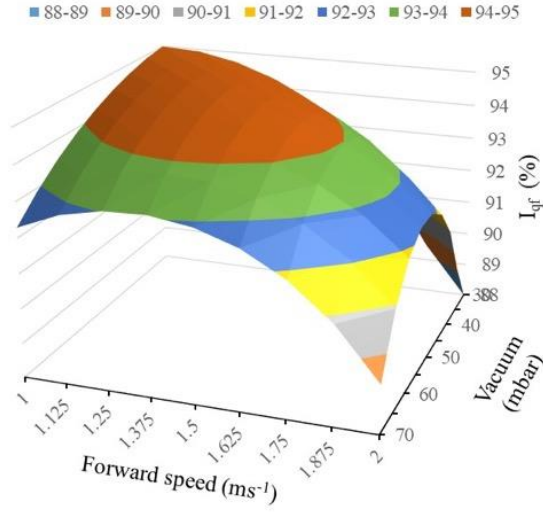
**Figure 5.** Quality of feed index ( $I_{qf}$ ) as a function of forward speed and hole diameter (Vacuum was kept constant at the optimum value of -0.115).

**Şekil 5.** Tek dane ekim makinası ilerleme hızı ve delik çapının bir fonksiyonu olarak kabul edilebilir tohum aralığı ( $I_{qf}$ ) değerleri (vakum, optimum değeri olan -0.115 kodlu değerinde sabit tutulmuştur).



**Figure 6.** Quality of feed index ( $I_{qf}$ ) as a function of vacuum and hole diameter (Forward speed of the seeder was kept constant at at the optimum value of -0.01).

**Şekil 6.** Tek dane ekim makinasında vakum ve delik çapının bir fonksiyonu olarak kabul edilebilir tohum aralığı ( $I_{qf}$ ) değerleri (Ekim makinası ilerleme hızı, optimum değeri olan -0.01 kodlu değerinde sabit tutulmuştur).



**Figure 7.** Quality of feed index ( $I_{qf}$ ) as a function of forward speed of the seeder and vacuum (Hole diameter was kept constant at at the optimum value of 0.261).

**Şekil 7.** Tek dane ekim makinasında ilerleme hızı ve vakumun bir fonksiyonu olarak kabul edilebilir tohum aralığı ( $I_{qf}$ ) değerleri (Delik çapı, optimum değeri olan 0.261 kodlu değerinde sabit tutulmuştur).

The  $I_{qf}$  model obtained from the Box-Behnken design was also verified at different level of the variables that are not used for developing the model. The comparison results are tabulated in Table 9.

**Table 9.**  $I_{qf}$  model verification tests performed at different levels of the variables that are not included in the Box-Behnken design

**Çizelge 9.** Box-Behnken deneme deseninde yeralmayan ve değişkenlerin farklı seviyelerinde gerçekleştirilen  $I_{qf}$  model sınamaları

| Verification Exp. No | D – mm ( $X_1$ ) | V- m/s ( $X_2$ ) | P- mbar ( $X_3$ ) | Measured $I_{qf}$ (%) | Predicted $I_{qf}$ (%) |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1                    | 2.2 (+1)         | 1.5 (0)          | 50 (0)            | 90.0 [1.35]           | 90.8                   |
| 2                    | 1.6 (0)          | 2 (+1)           | 50 (0)            | 86.8 [4.1]            | 92.0                   |
| 3                    | 1.6 (0)          | 1.5 (0)          | 70 (+1)           | 86.8 [4.1]            | 92.8                   |
| 4                    | 1.6 (0)          | 1.25 (-0.5)      | 40 (-0.5)         | 88.7 [1.5]            | 94.4                   |
| 5                    | 1.6 (0)          | 1.75 (+0.5)      | 60 (+0.5)         | 86.7 [2.8]            | 93.0                   |
| 6                    | 1.9 (+0.5)       | 1.25 (-0.5)      | 40 (-0.5)         | 91.1 [0.9]            | 94.4                   |
| 7                    | 1.9 (+0.5)       | 1.25 (-0.5)      | 60 (+0.5)         | 87.4 [1.7]            | 93.6                   |
| 8                    | 1.9 (+0.5)       | 1.75 (+0.5)      | 40 (-0.5)         | 90.9 [2.8]            | 92.9                   |

The numbers in parenthesis are the coded values of the variables, measured,  $I_{qf}$  values are the average of three replications; the numbers in brackets are the standard deviations

As seen from the table, the further verification tests performed on sticky belt indicate that the measured and predicted  $I_{qf}$  values are in good agreement. This shows how robust the  $I_{qf}$  model is.

## CONCLUSIONS

The followings were concluded from the study conducted:

- Only the model developed in this study for seed spacing performance was the  $I_{qf}$  (%) model and it allowed to calculate the optimum levels of the variables.
- Box-Behnken was found to be an effective design and allowed to optimize seeding performance of the precision metering unit.
- The most important variable that governs the seed spacing uniformity performance for seeding coriander seeds is the hole diameter. The diameter was found to be around 1.8 mm.



- The forward speed of the seeder was found to be  $1.5 \text{ ms}^{-1}$  and this could be considered as a good speed in order to have a maximized field capacity. The forward speed higher than  $1.5 \text{ ms}^{-1}$  caused a reduction in the performance of the seeder.
- The vacuum needed on vacuum plate for seeding corianders seeds is about 48 mbar.
- It is believed that the findings in this study will help conducting other studies for different Medicinal and Aromatic Plants if they can be seeded with a precision seeding concept.

## REFERENCES

- Ahmad, F., M. Adeel, B. Qiu, J. Ma, M. Shoaib, A. Shakoor & F. A. Chandio, 2021. Sowing uniformity of bed-type pneumatic maize planter at various seedbed preparation levels and machine travel speeds. *International Journal of Agriculture & Biological Engineering*, 14 (1): 165-171. Doi: 10.25165/ijabe.20211401.5054
- Anonymous, 2020. Medicinal and aromatic plants. (Web page: [https://gthmyo.bingol.edu.tr/en/programlar\\_/medicinal-and-aromatic-plants/#:~:text=Medicinal%20and%20aromatic%20plants%20are,herbal%20tea%2C%20flavor%20and%20condiment](https://gthmyo.bingol.edu.tr/en/programlar_/medicinal-and-aromatic-plants/#:~:text=Medicinal%20and%20aromatic%20plants%20are,herbal%20tea%2C%20flavor%20and%20condiment)) (Date accessed: December 2020).
- Anonymous, 2021. Kişniş Yetiştiriciliği ve Kullanım Alanları. (Web page: <https://yetistir.net/kisnis-yetistiriciligi-ve-kullanim-alanlari/>) (Date accessed: June 2021).
- Anonymous, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu (Web page: <https://www.tuik.gov.tr>) (Date accessed: February 2022).
- Box, G.E.P. & N. Draper, 1987. *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 688 pp.
- Boztaş, G., A. B. Avcı, O. Arabacı & E. Bayram, 2021. Tıbbi ve aromatik bitkilerin dünyadaki ve Türkiye'deki ekonomik durumu, *Teorik ve Uygulamalı Ormançılık*, 1: 27-33. Doi: 10.53463/tafor.2021vol1iss1pp27-33
- Brinkmann, W., E. Flake & W. Gehlen, 1980. Test: Einzelkornsaegete fuer Zuckerrueben. *DLZ Die Landtechnische Zeitschrift*, 3: 1-8.
- Faydaoğlu, E. & M.S. Sürücüoğlu, 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1): 52-67. (Web page: <https://dergipark.org.tr/pub/kastorman/issue/17236/180072>).
- Ferreira, S.L.C., R.E. Bruns, H.S. Ferreira, G.D. Matos, J.M. David, G.C. Brandao, E.G.P. da Silva, L.A. Portugal, P.S. dos Reis, A.S. Souza & W.N.L. dos Santos, 2007. Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Analytica Chimica Acta*, 597: 179-186. Doi:10.1016/j.aca.2007.07.011
- ISO, 1984. ISO 7256/1-1984(E) Standard. Sowing Equipment-Test Methods - Part One, Single Seed Drills (Precision Drills), 7256/1. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Kachman, S. D. & J.A. Smith, 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing planter using single seed metering. *Transactions of the ASAE*, 38: 379-387. Doi: 10.13031/2013.27843
- Maple, 2005. *Mapple Getting Started guide*. Canada. 88 pp. Minitab19, 2009. User Manual, Getting Started with Minitab 19 for Windows, [www.minitab.com](http://www.minitab.com), (V19; Free Trial Version), Pennsylvania, USA. 294 pp.
- Onal, O. & I. Onal, 2009. Development of a computerized measurement system for in-row seed spacing accuracy. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 33 (2): 99-109. Doi:10.3906/tar-0804-12
- Rawlings, J. O., (1988). *Applied Regression Analysis*. Pacific Grove, CA, USA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 553 pp.
- Simerjeet, S. V., J. P. Fulton, W. M. Porter & G.L. Pate, 2017. "Field validation of seed meter performance at varying seeding rates and ground speeds, Paper Number: 1701309: 1-9. 2017 ASABE Annual International Meeting (July 16-19, 2017, Spokane, Washington, USA).
- Singh, R. C., G. Singh & D. C. Saraswat, 2005. Optimisation of design and operational variables of a pneumatic seed metering device for planting cottonseed. *Biosystems Engineering*, 92 (4): 429-438. Doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.07.002
- Yaldız, G. & M. Çamlıca, 2018. Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Bahçe 47 (Özel Sayı 2: Uluslararası Tarım Kongresi, (UTAK 2018): 224-229.*
- Yazgı, A. & A. Değirmencioğlu, 2007. Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. *Biosystems Engineering*, 97: 347-356. Doi:10.1016/j.biosystemseng.2007.03.013
- Yazgı, A., 2010. Vakumlu Tek Dane Ekimde Optimizasyon ve Makina Performansının Matematiksel Modellemesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, İzmir, 189 s.



**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):397-408  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.950402>

Gökçen YÖNTER<sup>1</sup>

Marius H. HOUNDONOUGBO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege University Agricultural Faculty Soil Science and Plant Nutrition, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[gokcen.yonter@ege.edu.tr](mailto:gokcen.yonter@ege.edu.tr)

## A study on the comparison of kinetic energies calculated with some formulas using Fulljet nozzle

Fulljet başlık kullanılarak bazı formüllerle hesaplanan kinetik enerjilerin karşılaştırılması üzerine bir çalışma

Received (Alınış): 10.06.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 05.03.2022

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to compare kinetic energies calculated by different formulas with Rose's (reference) formula, using Fulljet type nozzle (½ HH-50 WSQ) at different pressures.

**Material and Methods:** A platform in the dimension of 1x1 m was used to place 17 cups (250 cm<sup>3</sup>) and inclined at a slope of 9%. Then, artificial rainfalls (at pressures of 30, 40, 50, 60 and 70 kPa) was applied with a ½ HH-50 WSQ nozzle for 5 minutes and each experiment was triplicated. Drop diameter, rainfall intensities, terminal velocities were determined and kinetic energies were calculated with different equations.

**Results:** In this study, it was found that rain intensities varied between 85- and 109 mm h<sup>-1</sup>, Christiansen coefficients (CU) (%) were 83-87 %, drop diameter (D<sub>50</sub>) were 1.77-2.05 mm, and terminal velocities were 6.08-6.67 m s<sup>-1</sup>. Average kinetic energies were also calculated between 9.94-46.59 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively.

**Conclusions:** The results obtained from this study (±5 %) were found to be in good agreement with the Rose (1960) formula and some kinetic energy formulas.

### ÖZ

**Amaç:** Farklı basınçlarda Fulljet tipi başlık (½ HH-50 WSQ) kullanılarak Rose (referans) formülü ile farklı formüllerle hesaplanan kinetik enerjilerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** %9 eğimli 1x1 m boyutunda platform üzerine 17 adet kap (250 cm<sup>3</sup>) yerleştirilmiştir. Daha sonra bu kaplara 5 dakika sürede yapay yağışlar (30, 40, 50, 60 ve 70 kPa basınçlarda), ½ HH-50 WSQ başlık ile 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Damla çapı, yağış şiddetleri, terminal hızlar belirlenmiş ve kinetik enerjiler farklı eşitliklerle hesaplanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Bu çalışmada yağış şiddetleri, 85-109 mm h<sup>-1</sup>, Christiansen katsayıları (CU) (%) %83-87, damla çapları (D<sub>50</sub>) 1.77-2.05 mm ve terminal hızlar 6.08-6.67 m s<sup>-1</sup> belirlenmiştir. Ortalama kinetik enerjiler de sırasıyla 9.94-46.59 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> arasında hesaplanmıştır.

**Sonuç:** Bu çalışmada, Rose (1960) formülü ile bazı kinetik enerji formülleri arasında çok yakın (%±5) ilişkiler bulunmuştur.

**Keywords:** Christiansen coefficients, kinetic energy, mean drop diameter, rain intensity, terminal velocity

**Anahtar sözcükler:** Christiansen katsayısı, kinetik enerji, ortalama damla çapı, yağış şiddeti, terminal hız

## INTRODUCTION

Erosion studies conducted in the field and laboratory conditions, rainfall simulators are being developed, especially as they can simulate natural rainfalls (Tossell et al., 1987). Numerous nozzles have been also developed with the development of rainfall simulators as Fulljet type nozzles. Christiansen (1942) suggested a method for calculating the uniform distribution of water in sprinkler irrigation systems. Uniformity coefficient is also used in many erosion studies to calculate the distribution of rainfall. Humphry et al. (2002) applied  $70 \text{ mm h}^{-1}$  of simulated rainfall at 28 kPa with the  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ type nozzle, and they found the uniformity coefficient was 93 %. Kuhn et al. (2003) applied  $60 \text{ mm h}^{-1}$  of simulated rainfall, using a  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzle, and they found that the mean drop diameter was 2.00 mm, the terminal velocity was  $8.10 \text{ m s}^{-1}$ , and the kinetic energy was  $0.33 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  ( $19.7 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), respectively. Omar et al. (2014) applied  $53 \text{ mm h}^{-1}$  simulated rainfall, using a Fulljet nozzle ( $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ) with 10 psi (68.9 kPa) pressure and 3 m height, and they reported that the CU% were between 80 and 95 %, the drop diameter was between 1.30 and 2.00 mm, respectively, and the rain simulator also gave 90 % of the kinetic energy of similar natural rainfall. Chouksey et al. (2017) applied  $100 \text{ mm h}^{-1}$  simulated rainfall from 3 m height with 2 Fulljet nozzles ( $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ), and they found that drop diameter was between 1 and 5 mm, CU was 79 %, and terminal velocity was between  $3.30$  and  $6.00 \text{ m s}^{-1}$ , respectively. Houndonougbo & Yönter (2020) applied simulated rainfall to the soil surface in erosion trays with Veejet and Fulljet nozzles in oscillating conditions, and researchers found that simulated rainfall intensities, Christiansen coefficients, runoff and soil losses were similar between these nozzles.

Rain drop diameter, rainfall intensity and kinetic energy are the most important parameters on soil erosion. Some researchers reported that kinetic energy can be used a parameter of rainfall to detach soil, but, rainfall kinetic energy cannot be measured directly from meteorological parameters without disdrometers which is very expensive system, and it's usually estimated from rainfall intensity, therefore some kinetic energy formulas have been developed to calculate the kinetic energies of rainfall according to rain intensity (Salles et al., 2002; Petan et al., 2010). In this study, the objective was (1) to determine simulated rainfall intensities, uniformity coefficients, median drop diameters and kinetic energy ratios, using a  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ type nozzle at different pressures (30, 40, 50, 60 and 70 kPa) and 2.00 m height, and (2) to compare kinetic energies calculated using formulas given by Wischeimer & Smith (1958), Hudson (1965), Carter et al. (1974), McGregor & Mutchler (1976), Park et al. (1980), Zanchi & Torri (1980), Kinnell (1981), Bollinne et al. (1984) Rosewell (1986), Onaga et al. (1988), Brandt (1990), Mclsaac (1990), Sempere-Torres et al. (1992), Smith & De Veaux (1992), Coutinho & Tomas (1995), Renard et al. (1997), Cerro et al. (1998), Uijlenhoet & Stricker (1999), Jayawerdena & Rezaur (2000), Steiner & Smith (2000), Uson & Ramos (2001), Petan et al. (2010) with the ones calculated according to Rose's (reference) formula for this nozzle, and (3) to reveal the kinetic energy formulas that give the similar results according to the drop diameter and precipitation intensity measured in laboratory conditions.

## MATERIAL and METHODS

### Material

In this study, a laboratory type rain simulator (Bubenzer & Meyer, 1965) and a  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ type nozzle that was mounted on it was used (Figure 1).  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzles apply rainfall in a square. In addition, these nozzles can apply drops in the range of 1.00-5.00 mm (Anonymous, 2019). In the rain simulator, there is a 500 L water reservoir fed from the network, a motor pump, a pressure reducing regulator, 3 manometers measuring the inlet-outlet pressures to the system, plastic hoses that transmit water, and an electric motor controlling them (Taysun, 1985). 17 aluminum containers (volume:  $250 \text{ cm}^3$ , height: 5 cm and diameter: 9 cm) were used to determine rainfall intensities in the experiment (Tossell et al., 1987).



**Figure 1.** Full Jet type (1/2 HH-50WSQ) spraying nozzle, laboratory type rainfall simulator and cups of used in experiment.

**Şekil 1.** Full Jet tipi (1/1 HH-50 WSQ) püskürtücü başlık, laboratuvar tipi yağış similatörü ve denemede kullanılan kaplar.

### Method

In this study, the method was applied in 3 stages. In the 1<sup>st</sup> stage; the position of nozzles is centered with a platform of 1x1 m square at a standard slope of 9 % (Tossell et al., 1987). Rainfall simulator were adjusted to 30, 40, 50, 60 and 70 kPa pressures, by controlling manometers and 5 minutes of rain was applied at each pressure. The amount of water collected in containers was weighed on a scale with an accuracy of  $\pm 0.01$  g and recorded. Each experiments was triplicated. The amount of water obtained from the experiment was converted to rain intensities with the following formula (Tossell et al., 1987).

$$I_p = 10 \left[ \frac{\sum V_i}{n} \times \frac{60}{t} \right] \quad (1)$$

Where,  $I_p$  is rainfall intensity ( $\text{mm h}^{-1}$ );  $V_i$  is rain water collected in the container ( $\text{cm}^3$ );  $A_g$  is cross sectional area of the container ( $\text{cm}^2$ );  $t$  is rainfall application time (minutes);  $n$  is number of cups; 10 is coefficient used to convert  $\text{cm h}^{-1}$  of rainfall intensity to  $\text{mm h}^{-1}$  of rainfall intensity. Christiansen uniformity coefficient was calculated according to the formula.

$$CU (\%) = 100 \times \left( 1 - \frac{\sum [l_i - l_m]}{n \times l_m} \right) \quad (2)$$

Where, CU is uniformity coefficient (Christiansen, 1942);  $l_i$  is rain intensity collected in each container ( $\text{mm h}^{-1}$ );  $l_m$  is mean rainfall intensity ( $\text{mm h}^{-1}$ ).

In the 2<sup>nd</sup> stage; mean drop diameters of simulated rainfall were determined by method of the flour pellet (Navas et al., 1990). In this method, a 25.4 cm diameter plate containing uncompact layer of flour (2.54 cm thick) was exposed to rainfall for 1 to 4 second. The small flour balls were dried for 24 hour at  $105^\circ\text{C}$ , and sieved (5000, 3000, 2000, 1000 and 250  $\mu\text{m}$ ), and the fractions were weighted, respectively.

The mean drop diameters and terminal velocities for natural rainfalls were taken from Kohnke & Bertnard (1959)'s tables. The terminal velocities of simulated rainfall were calculated by Uplinger (1981)'s formula as given below.

$$V = 4.854 D e^{(-0.195 D)} \quad (3)$$

Where, V is terminal velocity ( $\text{m s}^{-1}$ ), and D is average drop diameter (mm).

Meyer (1965) stated that median drop diameter ratio ( $D = \frac{D_s}{D_n}$ ), terminal velocity ratio ( $V = \frac{V_s}{V_n}$ ), moment ( $M = V \times 100$ ), kinetic energy ( $KE = V^2 \times 100$ ), moment per unit area ( $Mu = D \times V \times 100$ ) and kinetic energy per unit area ( $KEu = D \times V^2 \times 100$ ) to compare simulated rainfall and natural rain, respectively.

Where,  $D_s$  is mean drop diameter of simulated rainfall (mm),  $D_n$  is mean drop diameter of natural rain (mm),  $V_s$ : terminal velocity of simulated rainfall ( $m s^{-1}$ ),  $V_n$ : terminal velocity of natural rain ( $m s^{-1}$ ).

In the 3<sup>th</sup> stage, the kinetic energies of natural rains with the same rain intensities of simulated rainfalls were calculated using some formulas as tabulated in Table 1. Kinetic energies of natural rains were multiplied and kinetic energies of simulated rainfalls were calculated as in the following.

$$KE_s = KE (\%) \times KE_n \quad (4)$$

Where, KE % is kinetic energy per cent, I: Rainfall intensity ( $mm h^{-1}$ ),  $KE_s$ : Kinetic energy of simulated rainfall ( $J m^{-2} h^{-1}$ ), and  $KE_n$ : Kinetic energy of natural rainfall ( $J m^{-2} h^{-1}$ ).

In this study, Rose formula given below was chosen as the reference formula due to measured intensity, mean drop diameter by methods of the flour pellet and terminal velocity of simulated rainfall, easily.

$$KE = \frac{1}{2} I \cdot V^2 \quad (5)$$

where, KE: Kinetic energy ( $J m^{-2} h^{-1}$ ), I: Rainfall intensity ( $mm h^{-1}$ ), and V: Terminal velocity ( $m s^{-1}$ ).

**Table 1.** Relationships between kinetic energy and rain intensity (Sales et al, 2002; Petan et al, 2010)

**Çizelge 1.** Kinetik enerji ve yağış şiddeti arasındaki ilişkiler (Sales et al, 2002; Petan et al, 2010)

| Reference                 | KE ( $J m^{-2} h^{-1}$ )-I ( $mm h^{-1}$ ) relation                     | Location             | Range of I ( $mm h^{-1}$ ) |
|---------------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Wischeimer & Smith, 1958  | $I (11.87+8.73 \log_{10} I)$  | Washington, USA      | n.a                        |
| Rose, 1960                | $\frac{1}{2} I V^2$   | England              | n.a                        |
| Hudson, 1965              | $29.86 (I-4.29)$  | Zimbabwe             | n.a                        |
| Carter et al., 1974       | $11.32 I+0.5546 I^2-0.5009 \times 10^{-2} I^3+0.126 \times 10^{-4} I^4$ | South Central, USA   | 1-250                      |
| McGregor & Mutchler, 1976 | $I (27.3+21.68 e^{-0.048 I}-41.26 e^{-0.072 I})$                        | Mississippi, USA     | n a                        |
| Park et al., 1980         | $21.1069 I^{1.156}$   | USA                  | n.a                        |
| Zanchi & Torri, 1980      | $I (9.81+11.25 \log_{10} I)$  | Italy                | n.a                        |
| Kinnell, 1981             | $I (17.124+5.229 \log_{10} I)$  | Miami, Florida       | 1.89-309                   |
| //                        | $30.132 (I-5.484)$  | //                   | //                         |
| //                        | $29.31 I (1-0.281 e^{-0.018 I})$  | //                   | //                         |
| //                        | $I (9.705+9.258 \log_{10} I)$   | Rhodesia             | 18.5-228.6                 |
| //                        | $29.863 (I-4.287)$  | //                   | //                         |
| //                        | $29.22 I (1-0.894 e^{-0.0477 I})$                                       | //                   | //                         |
| Bollinne et al., 1984     | $12.32 I+0.56 I^2$  | Belgium              | 0.27-38.6                  |
| Rosewell, 1986            | $29 I (1-0.596 e^{-0.0404 I})$  | Gunnedah, Australia  | 1-145.9                    |
| //                        | $26.35 I (1-0.669 e^{-0.0349 I})$                                       | Brisbane, Australia  | 1-161.2                    |
| //                        | $24.48 (I-1.253)$   | Melbourne, Australia | n.a                        |
| //                        | $24.80 (I-1.292)$   | Cowra, Australia     | n.a                        |
| Onaga et al., 1988        | $I (9.81+10.6 \log_{10} I)$   | Okinawa, Japan       | n.a                        |
| Brandt, 1990              | $I (8.95+8.44 \log_{10} I)$   | USA                  | n.a                        |
| Mclsaac, 1990             | $28.8 I (1-0.45 e^{-0.033 I})$  | Panama               | 1.5-194                    |

**Table 1.** Relationships between kinetic energy and rain intensity (Sales et al, 2002; Petan et al, 2010) (continued)

**Çizelge 1.** Kinetik enerji ve yağış şiddeti arasındaki ilişkiler (Sales et al, 2002; Petan et al, 2010) (devamı)

| Reference                   | KE (J m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )-I (mm h <sup>-1</sup> ) relation | Location                                    | Range of I (mm h <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------|--|---|----------------------------------|
| Sempere-Torres et al., 1992 | 34 I-190   | Cevennes, France                            | 20-100                           |
| Smith & De Veaux, 1992      | 13 I <sup>1.21</sup>   | Oregon, USA                                 | n.a                              |
| //                          | 11 I <sup>1.23</sup>   | Alaska, USA                                 | n.a                              |
| //                          | 18 I <sup>1.24</sup>   | Arizona, USA                                | n.a                              |
| //                          | 11 I <sup>1.17</sup>   | New Jersey, USA                             | n.a                              |
| //                          | 10 I <sup>1.18</sup>   | North Carolina, USA                         | n.a                              |
| //                          | 11 I <sup>1.14</sup>   | Florida, USA                                | n.a                              |
| Coutinho & Tomas, 1995      | 35.9 I (1-0.559 e <sup>-0.034 I</sup> )                                  | Portugal                                    | 0-120                            |
| Renard et al., 1997         | 29 I (1-0.72 e <sup>-0.05 I</sup> )                                      | USA   | n.a                              |
| Cerro et al., 1998          | 38.4 I (1-0.538 e <sup>-0.029 I</sup> )                                  | Barcelona, Spain                            | n.a                              |
| Uijlenhoet & Stricker, 1999 | 7.20 I <sup>1.32</sup>   | Based on Marshall & Palmer parameterization | n.a                              |
| //                          | 8.53 I <sup>1.29</sup>   | //  | //                               |
| //                          | 8.46 I <sup>1.17</sup>   | //  | //                               |
| //                          | 8.89 I <sup>1.28</sup>   | //  | //                               |
| //                          | 10.8 I <sup>1.06</sup>   | //  | //                               |
| //                          | 7.74 I <sup>1.35</sup>   | //  | //                               |
| Jayawerdena&Rezaur,2000     | 36.8 I (1-0.691 e <sup>-0.038 I</sup> )                                  | Honk Kong                                   | 0-150                            |
| Steiner & Smith, 2000       | 11 I <sup>1.25</sup>   | Northern Mississippi, USA                   | n.a                              |
| Uson & Ramos, 2001          | 23.4 I-18  | NE, Spain                                   | <20                              |
| Petan et al, 2010           | 29.4 I (1-0.60 e <sup>-0.085 I</sup> )                                   | Koseze, Slovenia                            | 0.1-230                          |

In the next step, calculated kinetic energies were converted to J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> unit according to Rosewell 1986 formula.

$$KE_h = c.I.KEmm \quad (6)$$

where, KE<sub>h</sub>: kinetic energy (J m<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>), c: coefficient, I: rainfall intensity (mm h<sup>-1</sup>) and KE<sub>mm</sub>: kinetic energy (J m<sup>-2</sup>mm<sup>-1</sup>), respectively.

For comparing KE<sub>mm</sub>, deviation from the reference KE<sub>mm</sub> was found with the following formula (Petan et al., 2010).

$$df \% = \frac{KE_{eq}-KE_{ref}}{KE_{ref}} \times 100 \quad (7)$$

where, KE<sub>eq</sub>, are calculated with formulas, KE<sub>ref</sub> is calculated by Rose's ( $KE_{ref} = \frac{1}{2} I.V^2$ ) references formulas.

## RESULTS and DISCUSSION

Rainfall intensities, uniformity and variation coefficients, drop diameters, terminal velocities, moments, kinetic energies, as erosion forming powers (Taysun, 1985) moments per unit area and kinetic energies per unit area and their energies (J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>) are given in Table 2 and 3, respectively. In addition, average kinetic energies (J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>) calculated with different formulas of simulated rainfalls by using the Fulljet nozzle were given Table 4.

According to Table 2, rain intensity increased from 85 mm h<sup>-1</sup> to 109 mm h<sup>-1</sup>, uniformity coefficient increased from 83 % to 87 %, mean drop diameter of the simulated rainfall increased from 1.77 mm to 2.05 mm, the terminal velocity increased from 6.08 m s<sup>-1</sup> to 6.67 m s<sup>-1</sup>. According to Table 3, the kinetic energy ratio increased from 64 % to 77 %, respectively. On the contrary, variation coefficients decreased from 18 % to 16 % in this experiment.

According to Table 4, the kinetic energies were calculated between 9.94 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> and 46.59 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>. In some studies, it was determined that rainfall intensity was between 53 mm h<sup>-1</sup> and 100 mm h<sup>-1</sup>, drop diameter was between 1.00 mm and 5.00 mm, uniformity coefficient was between 79 % and 95 %, terminal velocity was between 3.30 m s<sup>-1</sup> and 8.10 m s<sup>-1</sup>, kinetic energy ratio was 90 % and kinetic energy was 33.00 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively (Humpry et al., 2002; Kuhn et al., 2003; Omar et al., 2014; Chouksey et al., 2017). There are similarities between the results of this study and the ones obtained in the literature. The t test results of the experiment are given in Table 5. According to Table 5, the lowest t tests and mean difference values are taken from formula of Renard et al. (1997) in this experiment.

**Table 2.** Rain intensities, uniformity and variation coefficients, dropp diameters and terminal velocities in the experiment

**Çizelge 2.** Denemede Fulljet Başlığın Yağış Şiddetleri, Uniformite ve Varyasyon Katsayıları, Damla Çapları ve Terminal Hızlar

| ½ HH-50 WSQ |                    |      |      |      |                |                |      |                   |                   |      |  |
|-------------|--------------------|------|------|------|----------------|----------------|------|-------------------|-------------------|------|--|
| P           | I                  | Std. | CU % | CV % | D <sub>s</sub> | D <sub>n</sub> | D    | V <sub>s</sub>    | V <sub>n</sub>    | V    |  |
| kPa         | mm h <sup>-1</sup> |      |      |      | mm             | mm             |      | m s <sup>-1</sup> | m s <sup>-1</sup> |      |  |
| 30          | 85                 | 15   | 85   | 18   | 1.85           | 2.85           | 0.65 | 6.26              | 7.47              | 0.84 |  |
| 40          | 93                 | 18   | 83   | 19   | 2.05           | 2.93           | 0.70 | 6.67              | 7.55              | 0.88 |  |
| 50          | 97                 | 16   | 86   | 16   | 1.83           | 2.97           | 0.62 | 6.22              | 7.59              | 0.82 |  |
| 60          | 101                | 17   | 86   | 17   | 1.77           | 3.01           | 0.59 | 6.08              | 7.63              | 0.80 |  |
| 70          | 109                | 17   | 87   | 16   | 1.97           | 3.09           | 0.64 | 6.51              | 7.71              | 0.84 |  |
| Mean        | 50                 | 97   | 86   | 17   | 1.89           | 2.97           | 0.64 | 6.35              | 7.59              | 0.84 |  |

**Table 3.** Moment and Kinetic Energy of Fulljet Nozzle, Moment Per Unit Area and Kinetic Energy per Unit Area in the experiment

**Çizelge 3.** Denemede Fulljet Başlığın Moment ve Kinetic Enerji, Birim Alana Düşen Moment ve Birim Alana Düşen Kinetic Enerjisi

| Erosion Forming Power (%) |      |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|------|----|----|----|----|----|----|
| Parameters                | Mean |    |    |    |    |    |    |
| M                         | 84   | 88 | 82 | 80 | 84 | 84 | 84 |
| KE                        | 71   | 77 | 67 | 64 | 71 | 70 | 70 |
| M <sub>u</sub>            | 54   | 62 | 51 | 47 | 54 | 54 | 54 |
| KE <sub>u</sub>           | 46   | 55 | 42 | 38 | 46 | 45 | 45 |

(P: Pressure; I: Rain intensity; Std.: Standard deviation; CU: Uniformity coefficient; CV: Variation coefficient; D<sub>s</sub>: Simulated rainfall drop diameter; D<sub>n</sub>: Natural rain drop diameter; D: Drop diameter ratio; V<sub>s</sub>: Simulated rainfall velocity; V<sub>n</sub>: Natural rainfall velocity; V: Velocity ratio; M: Moment; KE: Kinetic energy; M<sub>u</sub>: Moment in unit area; KE<sub>u</sub>: Kinetic energy in unit area)

**Table 4.** Average kinetic energies (J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>) calculated with different formulas of simulated rainfalls by using the Fulljet nozzle

**Çizelge 4.** Fulljet başlık kullanılarak yapay yağış şiddetlerinin farklı formüllerle hesaplanan ortalama kinetik enerjileri (J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>)

| Kinetic Energy Formulas | KE (J m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> ) | Deviation from the reference (%) | Kinetic Energy Formulas | KE (J m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> ) | Deviation from the reference (%) |
|-------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|--|----------------------------------|
| W-S (1958)              | 20.44                                    | 1.34                             | S-T (1992)              | 22.42                                    | 11.16                            |
| H (1965)                | 19.97                                    | -0.99                            | S-DV1 (1992)            | 23.76                                    | 17.80                            |
| Crt (1974)              | 20.59                                    | 2.08                             | S-DV2 (1992)            | 22.03                                    | 9.22                             |
| MG-M (1976)             | 19.23                                    | -4.66                            | S-DV3 (1992)            | 37.74                                    | 87.11                            |
| Prk (1980)              | 30.14                                    | 49.13                            | S-DV4 (1992)            | 16.75                                    | -16.96                           |
| Z-T (1980)              | 22.50                                    | 11.55                            | S-DV5 (1992)            | 15.94                                    | -20.97                           |
| K1 (1981)               | 19.25                                    | -4.56                            | S-DV6 (1992)            | 14.60                                    | -27.62                           |
| K2 (1981)               | 19.89                                    | -1.39                            | C-T (1995)              | 24.59                                    | 21.91                            |
| K3 (1981)               | 19.50                                    | -3.32                            | Rnd (1997)              | 20.18                                    | 0.05                             |
| K4 (1981)               | 19.66                                    | -2.53                            | Cer (1998)              | 25.98                                    | 28.81                            |
| K5 (1981)               | 19.97                                    | -0.99                            | U-S 1 (1999)            | 21.76                                    | 7.88                             |
| K6 (1981)               | 20.26                                    | 0.45                             | U-S 2 (1999)            | 22.48                                    | 11.45                            |
| Blln (1984)             | 46.59                                    | 130.99                           | U-S 3 (1999)            | 12.88                                    | -36.14                           |
| Rsw 1 (1986)            | 20.05                                    | -0.59                            | U-S 4 (1999)            | 22.38                                    | 10.96                            |

**Table 4.** Average kinetic energies ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ) calculated with different formulas of simulated rainfalls by using the Fulljet nozzle (continued)

**Çizelge 4.** Fulljet başlık kullanılarak yapay yağış şiddetlerinin farklı formüllerle hesaplanan ortalama kinetik enerjileri ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ) (devamı)

| Kinetic Energy Formulas                               | KE ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ) | Deviation from the reference (%) | Kinetic Energy Formulas | KE ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ) | Deviation from the reference (%) |
|---|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Rsw 2 (1986)  | 18.01                     | -10.71                           | U-S 5 (1999)            | 9.94                      | -50.72                           |
| Rsw 3 (1986)  | 16.91                     | -16.16                           | U-S 6 (1999)            | 26.83                     | 33.02                            |
| Rsw 4 (1986)  | 17.13                     | -15.07                           | J-R (2000)              | 25.29                     | 25.38                            |
| O (1988)  | 21.59                     | 7.04                             | S-S (2000)              | 24.14                     | 19.62                            |
| Brnt (1990)   | 17.99                     | -10.81                           | U-R (2001)              | 16.25                     | -19.43                           |
| Mcl (1990)  | 19.78                     | -1.93                            | P (2010)                | 20.58                     | 2.03                             |
| Rose (1960) Reference formula = 20.17 ( $mm h^{-1}$ ) |                           |                                  |                         |                           |                                  |

(W-S: Wischeimer & Smith; R: Rose; H: Hudson; Crt: Carter et al.; MG-M: McGregor & Mutchler; Prk: Park et al.; Z-T: Zanchi & Torri; K: Kinnell; Blln: Bolline et al.; Rsw: Rosewell; B-F: Brown & Foster; O: Onaga et al.; Brnt: Brandt; Mcl: Mc Isaac; Rnd: Renard; S-T: Sempere-Torres et al.; S-DV: Smith & DeVeaux; C-T: Coutinho & Tomas; Cer: Cerro et al.; U-S: Uijlenhoet & Stricker; J-R: Jayawerdana & Rezaur; S-S: Steiner & Smith; U-R: Uson & Ramos; P: Petan et al).

**Table 5.** The t test results of the experiment

**Çizelge 5.** Denemeye ait t testi sonuçları

| Formulas | N  | Mean  | Std. Deviation | Std. Error Mean | Test Value = 20.17 |    |                 |                 |   |         |
|----------|----|-------|----------------|-----------------|--------------------|----|-----------------|-----------------|---|---------|
|          |    |       |                |                 | t                  | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |         |
|          |    |       |                |                 |                    |    |                 |                 | Lower                                     | Upper   |
| R        | 15 | 20.17 | 1.40459        | 0.36266         | 0.00               | 14 | 1.000           | 0.00000         | -0.7778                                   | 0.7778  |
| WS       | 15 | 20.44 | 1.27265        | 0.32860         | 0.82               | 14 | 0.425           | 0.27000         | -0.4348                                   | 0.9748  |
| H        | 15 | 19.97 | 1.27099        | 0.32817         | -0.60              | 14 | 0.556           | -0.19800        | -0.9019                                   | 0.5059  |
| Crt      | 15 | 20.59 | 1.47213        | 0.38010         | 1.11               | 14 | 0.288           | 0.42000         | -0.3952                                   | 1.2352  |
| MGM      | 15 | 20.50 | 3.70740        | 0.95725         | 0.35               | 14 | 0.734           | 0.33200         | -1.7211                                   | 2.3851  |
| Prk      | 15 | 30.14 | 1.87043        | 0.48294         | 20.65              | 14 | 0.000           | 9.97200         | 8.9362                                    | 11.0078 |
| Z-T      | 15 | 22.46 | 1.42918        | 0.36901         | 6.21               | 14 | 0.000           | 2.29000         | 1.4985                                    | 3.0815  |
| K1       | 15 | 19.25 | 1.21192        | 0.31292         | -2.93              | 14 | 0.011           | -0.91800        | -1.5891                                   | -0.2469 |
| K2       | 15 | 19.89 | 1.25849        | 0.32494         | -0.86              | 14 | 0.407           | -0.27800        | -0.9749                                   | 0.4189  |
| K3       | 15 | 19.50 | 1.22557        | 0.31644         | -2.11              | 14 | 0.053           | -0.66800        | -1.3467                                   | 0.0107  |
| K4       | 15 | 19.65 | 1.22346        | 0.31590         | -1.63              | 14 | 0.126           | -0.51400        | -1.1915                                   | 0.1635  |
| K5       | 15 | 19.97 | 1.27099        | 0.32817         | -0.60              | 14 | 0.556           | -0.19800        | -0.9019                                   | 0.5059  |
| K6       | 15 | 20.26 | 1.28884        | 0.33278         | 0.28               | 14 | 0.782           | 0.09400         | -0.6197                                   | 0.8077  |
| Blln     | 15 | 46.59 | 3.75260        | 0.96892         | 27.27              | 14 | 0.000           | 26.42200        | 24.3439                                   | 28.5001 |
| Rsw1     | 15 | 20.05 | 1.27618        | 0.32951         | -0.37              | 14 | 0.717           | -0.12200        | -0.8287                                   | 0.5847  |
| Rsw2     | 15 | 18.01 | 1.13346        | 0.29266         | -7.37              | 14 | 0.000           | -2.15800        | -2.7857                                   | -1.5303 |
| Rsw3     | 15 | 16.91 | 1.09202        | 0.28196         | -11.55             | 14 | 0.000           | -3.25600        | -3.8607                                   | -2.6513 |
| Rsw4     | 15 | 17.13 | 1.10384        | 0.28501         | -10.67             | 14 | 0.000           | -3.04200        | -3.6533                                   | -2.4307 |
| O        | 15 | 21.59 | 1.34061        | 0.34614         | 4.12               | 14 | 0.001           | 1.42600         | 0.6836                                    | 2.1684  |
| Brnt     | 15 | 17.99 | 1.11839        | 0.28877         | -7.55              | 14 | 0.000           | -2.18000        | -2.7993                                   | -1.5607 |
| Mcl      | 15 | 19.78 | 1.25144        | 0.32312         | -1.21              | 14 | 0.245           | -0.39200        | -1.0850                                   | 0.3010  |
| S-T      | 15 | 22.42 | 1.41967        | 0.36656         | 6.14               | 14 | 0.000           | 2.25000         | 1.4638                                    | 3.0362  |
| S-DV1    | 15 | 23.76 | 1.46892        | 0.37927         | 9.47               | 14 | 0.000           | 3.59200         | 2.7785                                    | 4.4055  |
| S-DV2    | 15 | 22.03 | 1.36069        | 0.35133         | 5.31               | 14 | 0.000           | 1.86400         | 1.1105                                    | 2.6175  |
| S-DV3    | 15 | 37.74 | 2.33140        | 0.60196         | 29.18              | 14 | 0.000           | 17.56800        | 16.2769                                   | 18.8591 |
| S-DV4    | 15 | 16.75 | 1.03654        | 0.26763         | -12.79             | 14 | 0.000           | -3.42200        | -3.9960                                   | -2.8480 |
| S-DV5    | 15 | 15.18 | 2.11805        | 0.54688         | -9.11              | 14 | 0.000           | -4.98400        | -6.1569                                   | -3.8111 |
| S-DV6    | 15 | 14.60 | 0.91086        | 0.23518         | -23.68             | 14 | 0.000           | -5.56800        | -6.0724                                   | -5.0636 |
| C-T      | 15 | 24.59 | 1.55309        | 0.40101         | 11.03              | 14 | 0.000           | 4.42200         | 3.5619                                    | 5.2821  |
| Rnd      | 15 | 20.10 | 1.29500        | 0.33437         | 0.02               | 14 | 0.981           | 0.00800         | -0.7091                                   | 0.7251  |
| Cer      | 15 | 25.99 | 1.63046        | 0.42098         | 13.82              | 14 | 0.000           | 5.81800         | 4.9151                                    | 6.7209  |



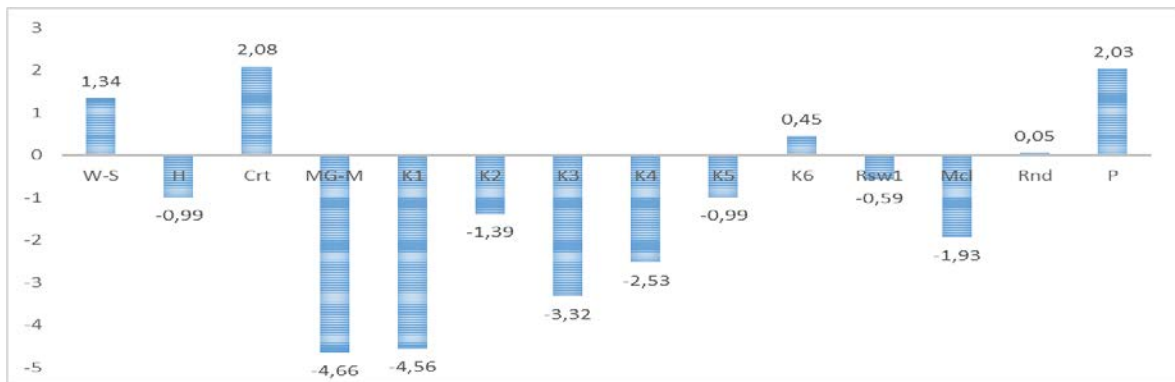
**Table 5.** The t test results of the experiment (continued)**Çizelge 5.** Denemeye ait t testi sonuçları (devamı)

| Formulas | N  | Mean  | Std. Deviation | Std. Error Mean | Test Value = 20.17 |    |                 |                 |   |         |
|----------|----|-------|----------------|-----------------|--------------------|----|-----------------|-----------------|---|---------|
|          |    |       |                |                 | t                  | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | 95% Confidence Interval of the Difference |         |
|          |    |       |                |                 |                    |    |                 | Lower           | Upper                                     |         |
| U-S1     | 15 | 21.76 | 1.35655        | 0.35026         | 4.54               | 14 | 0.000           | 1.59000         | 0.8388                                    | 2.3412  |
| U-S2     | 15 | 22.48 | 1.39313        | 0.35970         | 6.42               | 14 | 0.000           | 2.31000         | 1.5385                                    | 3.0815  |
| U-S3     | 15 | 12.85 | 0.77933        | 0.20122         | -36.39             | 14 | 0.000           | -7.32200        | -7.7536                                   | -6.8904 |
| U-S4     | 15 | 22.38 | 1.38568        | 0.35778         | 6.18               | 14 | 0.000           | 2.21000         | 1.4426                                    | 2.9774  |
| U-S5     | 15 | 9.94  | 0.62842        | 0.16226         | -63.01             | 14 | 0.000           | -10.22400       | -10.5720                                  | -9.8760 |
| U-S6     | 15 | 26.83 | 1.68658        | 0.43547         | 15.30              | 14 | 0.000           | 6.66200         | 5.7280                                    | 7.5960  |
| J-R      | 15 | 25.29 | 1.60099        | 0.41337         | 12.40              | 14 | 0.000           | 5.12400         | 4.2374                                    | 6.0106  |
| S-S      | 15 | 24.14 | 1.49234        | 0.38532         | 10.31              | 14 | 0.000           | 3.97200         | 3.1456                                    | 4.7984  |
| U-R      | 15 | 16.25 | 1.05082        | 0.27132         | -14.45             | 14 | 0.000           | -3.92000        | -4.5019                                   | -3.3381 |
| P        | 15 | 20.57 | 1.33280        | 0.34413         | 1.17               | 14 | 0.260           | 0.40400         | -0.3341                                   | 1.1421  |

(W-S: Wischeimer & Smith; R: Rose; H: Hudson; Crt: Carter et al.; MG-M: McGregor & Mutchler; Prk: Park et al.; Z-T: Zanchi & Torri; K: Kinnell; Blln: Bolline et al.; Rsw: Rosewell; B-F: Brown & Foster; O: Onaga et al.; Brnt: Brandt; Mcl: Mc Isaac; Rnd: Renard; S-T: Sempere-Torres et al.; S-DV: Smith & DeVeaux; C-T: Coutinho & Tomas; Cer: Cerro et al.; U-S: Uijlenhoet & Stricker; J-R: Jayawerdena & Rezaur; S-S: Steiner & Smith; U-R: Uson & Ramos; P: Petan et al).

Table 4 showed that while the lowest KE were obtained from Uijlenhoet & Stricker (1992) formula, the highest KE were obtained from Bollinne et al. (1984) formula, respectively. Salles et al. (2002) reported that Bollinne et al. (1984)'s formula predicted unrealistically high KE.

According to deviation from the reference (%), Wischmeier & Smith (1958), Hudson (1965), Carter et al. (1974), McGregor & Mutchler (1976), Kinnell (1981), 1<sup>st</sup> Rosewell (1986), Mclsaac (1990), Renard et al. (1997), and Petan et al. (2010) formulas showed very good performances within the range of  $\pm 5\%$  (Figure 2). According to this range, whereas the lowest KE was calculated from Renard et al. (1997) formula, the highest KE was calculated from McGregor & Mutchler (1976) formula.



**Figure 2.** Kinetic energies relative to  $\pm 5\%$  deviation in this study. (W-S: Wischeimer & Smith; R: Rose; H: Hudson; Crt: Carter et al.; MG-M: McGregor & Mutchler; K1, 2, 3, 4, 5, 6:Kinnell; Rsw1: Rosewell; Mcl: Mc Isaac; Rnd: Renard; P: Petan et al).

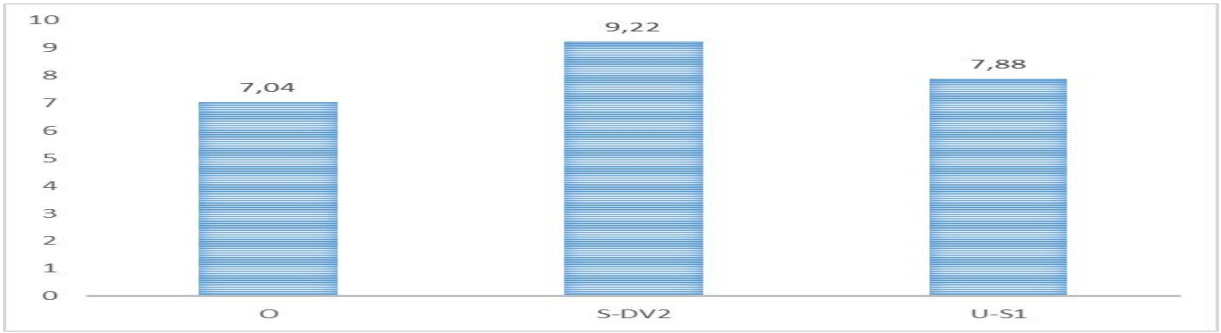
**Şekil 2.** Bu çalışmada  $\pm 5\%$  sapmaya göre kinetik enerjiler.

Onaga et al. (1988), 2<sup>nd</sup> Smith & De Veaux (1992), and 1<sup>st</sup> Uijlenhoet & Stricker (1999) formulas showed good performances within the range of  $\pm 10\%$  (Figure 3). According to this range, whereas the lowest KE was calculated from Onaga et al. (1988) formula, the highest KE was calculated from Smith & De Veaux (1992) formula.

Zanchi and Torri (1980), 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> Rosewell (1986), Brandt (1990), Sempere-Torres et al. (1992), 1<sup>st</sup> and 4<sup>th</sup> Smith & De Veaux (1992), 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> Uijlenhoet and Stricker (1999), Steiner and Smith (2000), and Uson and Ramos (2001) formulas showed poor performances and underestimated the range of  $\pm 20\%$  (Figure 4). According to this range, whereas the lowest KE was calculated from Rosewell (1986) and Brandt (1990) formulas, the highest KE was calculated from Uson & Ramos (2001) formula.

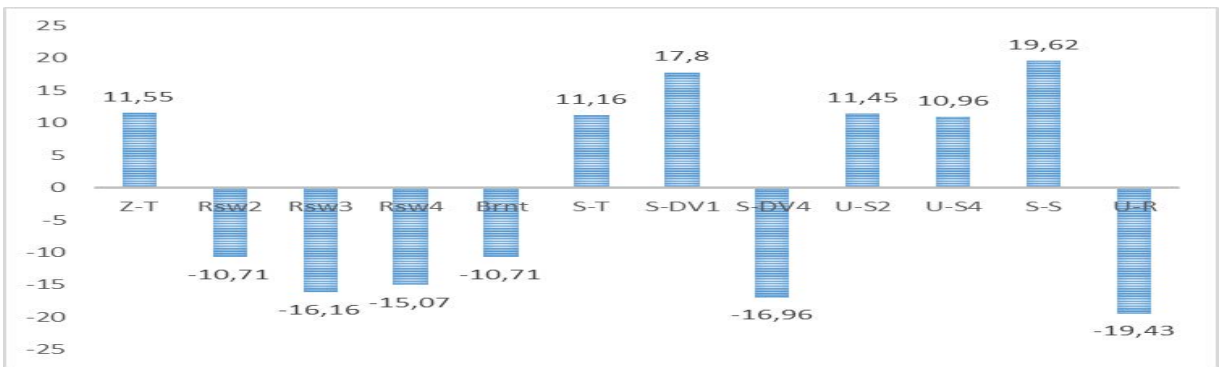
Park et al., (1980), Bollinne et al. (1984), 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> Smith and De Veaux (1992), Coutinho and Tomas (1995), Cerro et al. (1998), 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> Uijlenhoet & Stricker (1999), and Jayawardena & Rezaur (2000) formulas showed poor performances within overestimate the range of  $\pm 20\%$  (Figure 5), respectively. According to this range, whereas the lowest KE was calculated from Smith & De Veaux (1992) formula, the highest KE was calculated from Bollinne et al. (1984) formula.

According to this study, it was found that very closed relationships (0.05 %) between Rose (1980) and Renard et al., (1997) formulas for calculating kinetic energies in  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzle. Similar findings were found by Petan et al. (2010).



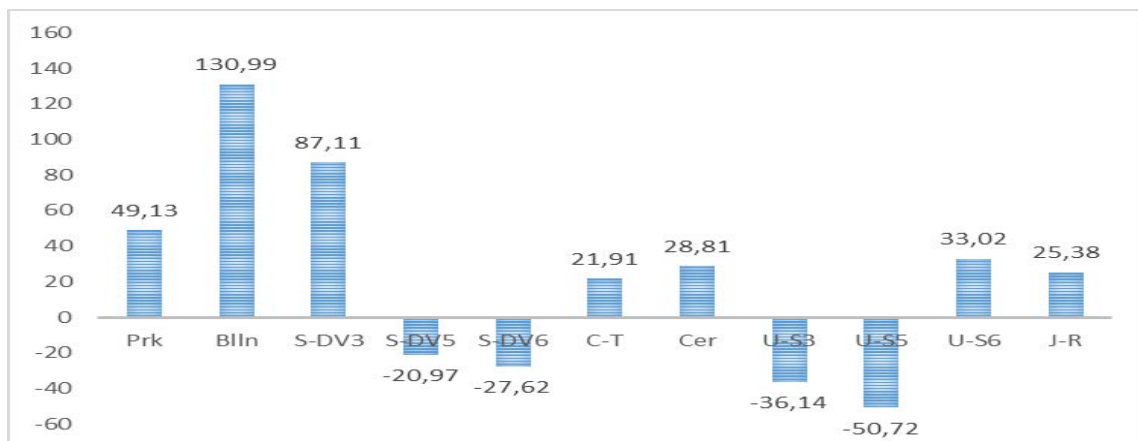
**Figure 3.** Kinetic energies relative to 5-10 % deviation in this study. (O: Onaga et al.; S-DV2: Smith & DeVeaux; U-S1: Uijlenhoet & Stricker).

**Şekil 3.** Bu çalışmada 5-10 % sapmaya göre kinetik enerjiler.



**Figure 4.** Kinetic energies relative to 10-20 % deviation in this study. (Z-T: Zanchi & Torri; Rsw2, 3, 4: Rosewell; Brnt: Brandt; S-T: Sempere-Torres et al.; S-DV1, 4: Smith & DeVeaux; U-S2, 4: Uijlenhoet & Stricker; S-S: Steiner & Smith; U-R: Uson & Ramos).

**Şekil 4.** Bu çalışmada 10-20 % sapmaya göre kinetik enerjiler.



**Figure 5.** Kinetic energies relative to >20 % deviation in this study. (Prk: Park et al.; Blln: Bolline et al.; S-DV3, 5, 6: Smith & DeVeaux; C-T: Coutinho & Tomas; Cer: Cerro et al.; U-S3, 5, 6: Uijenhoet & Stricker; J-R: Jayawerdena & Rezaur).

**Şekil 5.** Bu çalışmada >20 % sapmaya göre kinetik enerjiler.

## CONCLUSIONS

It is very difficult to measure the kinetic energy of natural rainfall directly today without disdrometers. Therefore, kinetic energy can be calculated with some empirical formulas depending on the rain intensity. For rainfall simulators and the nozzles used, it is very important to determine the kinetic energies of rainfall with the most accurate and appropriate methods. Therefore, it is important to make comparisons with the formulas used in the calculation of kinetic energies. In this study, Rose equation was chosen as the reference equation because the drop diameter, terminal velocity and rain intensity of artificial rainfall were obtained at the time of treatment, easily. According to this study, it was found that some equations gave close results. However, it is clear that the kinetic energies of the nozzles used in rain simulators can change. Therefore, determination of the kinetic energies for each nozzle will help erosion studies.

## REFERENCES

- Anonymous, 2019. Catalog 75C HYD. (Web page: <https://www.spraying.com.tr>) (Date accessed: April 2021).
- Bollinne, A., P. Florins, P. Hecq, V. Renard & J.L. Vofs, 1984. Etude de l'energie des pluies en climat tempere oceanique d'Europe Atlantique. *Geomorphologie*, 27-35.
- Brandt, C.J., 1990. Simulation of the size distribution and erosivity of raindrops and throughfall drops. *Earth Surfaces Processes*, 15: 687-698. <https://doi.org/10.1002/esp.3290150803>.
- Bubbenzer, G. D. & L. D. Meyer, 1965. Simulation of rainfall and soils for laboratory research. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 8: 73-75.
- Carter, C.E., J.D. Greer, H.J. Braud & J.M. Floyd, 1974. Raindrop characteristics in south central United States. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 1033-1037. doi: 10.13031/2013.37021.
- Cerro, C., J. Bech, B. Codina & J. Lorente, 1998. Modelling rain erosivity using disdrometric techniques. *Soil Science of Society of American Journal*, 62: 731-735. <https://doi.org/10.2136/sssaj1998.03615995006200030027x>.
- Chouksey, A., V. Lambey, B. R. Nikam, S. P. Aggarvald & S. Dutta, 2017. Hydrological modelling using a rainfall simulator over an experimental hillslope plot. *Hydrology*, 4: 17. <https://doi.org/10.3390/hydrology4010017>.
- Christiansen, J. E., 1942. Irrigation by sprinkling. University of California Agricultural Experiment Station Bulletin No: 670.
- Coutinho, M. A. & P. P. Tomas, 1995. Characterisation of raindrop size distributions at the Vale Formoso Experimental Erosion Center. *Catena*, 25: 187-197. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(95\)00009-H](https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00009-H).

- Houndonougbo, M. & G. Yönter, 2020. Farklı basınçlarda veejet ve fulljet başlıkların yağış şiddeti, Christiansen katsayısı, yüzey akış ve toprak kayıpları üzerine etkilerinin kıyaslanması üzerine bir ön çalışma. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 57 (2): 209-217. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.553142>.
- Hudson, N. W., 1965. The influence of rainfall mechanics on soil erosion. MSc Thesis, Cape Town.
- Humphry, J. B., T. C. Daniel, D. R. Edwards & A. N. Sharpley, 2002. A portable rainfall simulator for plot-scale runoff studies. *Applied Engineering in Agriculture* 18 (2): 199-204.
- Jayawerdana, A. W. & R. B. Rezaur, 2000. Drop size distribution and kinetic energy load of rainstorms in Hong Kong. *Hydrological Processes*. 14: 1069-1082. DOI:10.1002/(SICI)1099-1085(20000430)14:63.0.CO;2-Q.
- Kinnell, P. I. A., 1981. Rainfall intensity-kinetic energy relationship for soil loss prediction. *Soil Science Society of America Proceedings*, 45: 153-155. <https://doi.org/10.2136/sssaj1981.03615995004500010033x>.
- Kohnke, H. & A.R. Bertrand, 1959. Soil Conservation, McGraw Hill, NewYork. Kuhn, N. J., R. B. Bryan & J. Novar, 2003. Seal formation and interrill erosion on smectite-rich Kastanozem from NE Mexico. *Catena*, 52: 149-169.
- McGregor, K. C. & C. K. Mutchler, 1976. Status of the R factor in northern Mississippi, soil erosion: prediction and control. *Soil Conservation Society of American*, 135-142.
- Mclsaac, G. F., 1990. Apparent geographic and atmospheric influences on rain drop sizes and rainfall kinetic energy. *Journal of Soil Water Conservation*, 45: 663-666.
- Meyer, L. D., 1965. Simulation of rainfall for soil erosion research. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 8: 63-65.
- Navas, A., F. Alberto, J. Machin & A. Galan, 1990. Design and operation of a rainfall simulator for field studies of runoff and soil erosion. *Soil Technology*, 3: 385-397. [https://doi.org/10.1016/0933-3630\(90\)90019-Y](https://doi.org/10.1016/0933-3630(90)90019-Y).
- Omar, M. A., Z. A. Rahaman & W. R. Ismail, 2014. Sediment and nutrient concentration from different land use and land cover of Bukit Merah Reservoir (BMR) Catchment, Perak, Malaysia. *Geografi*, 2 (2): 52-65. Corpus ID: 182446526.
- Onaga, K., K. Shirai & A. Yoshinaga, 1988. "Rainfall Erosion and How to Control its Effects on Farmland in Okinawa, 626-639". In: *Land Conservation for Future Generation* (Ed. S. Rimwanich). Department of Land Development, Bangkok, 1310 pp.
- Park, S. W., J. K. Mitchell & G. D. Bubbenzer, 1980. An analysis of splash erosion mechanics. *American Society of Association 1980 Winter Meeting*, Paper No: 80-2502, Chicago, USA.
- Petan, S., S. Rusjan, A. Vidmar & M. Mikos, 2010. The rainfall kinetic energy-intensity relationship for rainfall erosivity estimation in the Mediterranean part of Slovenia. *Journal of Hydrology*, 391: 314-321. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.07.031.
- Renard, K. G., G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. McCool & D. C. Yoder, 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Formula (RUSLE)*. United States Department of Agriculture, 404 pp.
- Rose, C.W., 1960. Soil detachment caused by rainfall. *Soil Science*, 89: 28-35.
- Rosewell, C. J., 1986. Rainfall kinetic energy in eastern Australia. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25: 1695-1701. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1986\)025<1695:RKEIEA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1986)025<1695:RKEIEA>2.0.CO;2)
- Salles, C., J. Poesen & D. Sempere-Torres, 2002. Kinetic energy of rain and its functional relationship with intensity. *Journal of Hydrology*, 257: 256-270.
- Sempere-Torres, D., C. Salles, J.D. Creutin & G. Delrieu, 1992. Quantification of soil detachment by raindrop impact: performance of classical formulae of kinetic energy in Mediterranean storms. *Erosion and Sediment Transport Monitoring Programmes in River Basins (Proceedings of the Oslo Symposium, August 1992)*. IAHS Publ. No. 210, 1992.
- Smith, J. A. & R. D. De Veaux, 1992. The temporal and spatial variability of rainfall power. *Environmetrics*, 3 (1): 29-53. <https://doi.org/10.1002/env.3170030103>.
- Steiner, M. & J. A. Smith, 2000. Reflectivity, rain rate, and kinetic energy flux relationships based on raindrop spectra. *Journal of Applied Meteorology*, 39 (11): 1923-1940. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2000\)039<1923:RRRAKE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2000)039<1923:RRRAKE>2.0.CO;2).

- Taysun, A., 1985. Doğal ve Yapma Yağışın Karşılaştırılması Yağış Benzeticiler ve Damla Düşme Hızı Tayin Aletleri. T.C. TARIM ORMAN ve KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI KÖYHİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ Menemen Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Menemen, İZMİR,119:13.
- Tossell, R. W., W. T. Dickinson, R. P. Rudra & G. J. Wall, 1987. A portable rainfall simulator. Canadian Agricultural Engineering, 29: 155-162. [https://library.csbe-scgab.ca/docs/journal/29/29\\_2\\_155\\_ocr.pdf](https://library.csbe-scgab.ca/docs/journal/29/29_2_155_ocr.pdf).
- Uijlenhoet, R. & J. N. M. Stricker, 1999. Dependence of rainfall interception on drop size. A comment. Journal of Hydrology, 217: 157-163. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(99\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(99)00004-9).
- Uplinger, C. W., 1981. "A new formula for raindrop terminal velocity, 389-391". In: Abstracts of 20<sup>th</sup> Conference of Radar Meteorology. American Meteorological Society (November 30- December 3,1981 Boston, USA), 944 pp.
- Usón, A. & M.C. Ramos, 2001. An improved rainfall erosivity index obtained from experimental interrill soil losses in soils with a Mediterranean climate. Catena, 43: 293-305. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00150-8).
- Wischmeier, W. H. & D. D. Smith, 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transaction American Geophysical Union, 39: 285-291. <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>.
- Zanchi, C. & D. Torri, 1980. "Evaluation of rainfall energy in central Italy, 133-142". In: Assesment of Erosion (Eds. M. De Boodt & D. Gabriels). Wiley, Toronto, 563 pp.



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):409-417  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1037526>

Servet ARAS <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok University Agricultural Faculty, horticulture department, 66900, Yozgat, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[servet.aras@yobu.edu.tr](mailto:servet.aras@yobu.edu.tr)

# Cortical cells, xylem vessels, and chlorophyll biosynthesis improved by acetylsalicylic acid and sodium nitroprusside in peach leaves

Şeftali yaprağındaki kortikal hücrelerin, ksilem damarlarının ve klorofil biyosentezin asetilsalisilik asit ve sodyum nitroprussid ile iyileştirilmesi

Received (Alınış): 16.12.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 22.03.2022

## ABSTRACT

**Objective:** Water and nutrients are required for plant growth and development. Transport of water and nutrients from the roots to the shoots occurs in the xylem vessel. Acetylsalicylic acid (ASA) and sodium nitroprusside (SNP) play important roles in plant growth regulation. However, limited information is known about the relationship between SNP and ASA and leaf anatomy. Therefore, the current study was performed to evaluate the hypothesis that ASA and SNP improve leaf cortex and xylem anatomy and chlorophyll biosynthesis in peach.

**Material and Methods:** In the study, the roots of two-year-old peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Rich May grafted onto GF 677 were treated with 1 mM SNP and 1 mM ASA (except control) through irrigation. One month after the treatments, many leaf histological responses and chlorophyll biosynthesis were evaluated.

**Results:** Both treatments increased stomatal conductance compared to control. Chlorophyll biosynthesis was influenced by the treatments. SNP and ASA increased the concentrations of the chlorophyll precursors compared to control. ASA increased cortex thickness by increasing the number of cortex cell layers. Thus, ASA can affect leaf cell division. Furthermore, SNP and ASA can enhance xylem conduits width.

**Conclusion:** Improvement in xylem conduits may help plants under stress conditions. Therefore, SNP and ASA may be used to improve nutrient and water uptake.

## ÖZ

**Amaç:** Bitki büyümesi ve gelişmesi için su ve besin maddeleri gereklidir. Su ve besin maddelerinin köklerden sürgünlere taşınması ksilem demetinde gerçekleşir. Asetilsalisilik asit (ASA) ve sodyum nitroprussid (SNP), bitki büyüme düzenlenmesinde önemli roller oynamaktadır. Ancak SNP ile ASA ve yaprak anatomisi arasındaki ilişki hakkında sınırlı bilgi bilinmektedir. Bu nedenle, bu çalışma, ASA ve SNP' nin şeftalide yaprak korteks ve ksilem anatomisini ve klorofil biyosentezini iyileştirme üzerine olan hipotezi değerlendirmek için yapılmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada iki yaşında olan ve GF 677 üzerine aşılanmış Rich May şeftalinin (*Prunus persica* (L.) Batsch) kökleri sulama yoluyla 1 mM SNP ve 1 mM ASA (kontrol hariç) ile uygulanmıştır. Uygulamalardan bir ay sonra, yapraklarda birçok histolojik tepki ve klorofil biyosentezi değerlendirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Her iki uygulama da kontrole kıyasla stoma iletkenliğini yükseltmiştir. Klorofil biyosentezi uygulamalardan etkilenmiştir. SNP ve ASA, kontrole kıyasla klorofil öncülerinin konsantrasyonlarını artırmıştır. ASA, korteks hücre tabakasının sayısını artırarak korteks kalınlığını artırmıştır. Böylece, ASA yaprak hücre bölünmesini etkileyebilir. Ayrıca, SNP ve ASA ksilem demetini genişletmiştir.

**Sonuç:** Ksilem demetindeki iyileşme, stres koşulları altındaki bitkilere yardımcı olabilir. Bu nedenle, besin ve su alımını iyileştirmek için SNP ve ASA kullanılabilir.

**Keywords:** Acetylsalicylic acid, peach, sodium nitroprusside

**Anahtar sözcükler:** Asetilsalisilik asit, şeftali, sodyum nitroprussit

## INTRODUCTION

Plants must acquire water and nutrients to survive. Long-distance transport of water and nutrients from the roots to the shoots occurs in the xylem vessel and xylem transport is driven by the stomatal movement and transpiration rate (White et al., 2012; Brodersen et al., 2019). Maintaining functional xylem is so important that affects plant survival and fruit yield and quality. During plant development, the loss of xylem functionality may occur. This xylem dysfunctionality may be a result of stress factors such as drought (Bauerle et al., 2011) and mineral deficiency (Aras et al., 2021). A decrease in xylem functionality was found in the apple that caused a decline in calcium uptake and consequently bitter pit incidence (Miqueloto et al., 2014). Physical rupture of the xylem in developing fruits was also reported in sweet cherry (Grimm et al., 2017) and grape (Bondada et al., 2005). Cortical cells also take an important role in water and nutrient uptake. The localization and transport of nutrients were found in the cortex layer and cortical cells (Orłowska et al., 2013). Furthermore, larger cortex cells had greater chlorophyll biosynthesis (Aras et al., 2021).

Xylem is composed of lignin that allows mechanical support and water transport (Goicoechea et al., 2005). Lignin is a phenolic compound and its biosynthesis involves the phenylpropanoid pathway, which converts phenylalanine to p-coumaroyl coenzyme A (CoA) (Boerjan et al., 2003). Some studies showed that nitric oxide (NO) promoted lignin biosynthesis in many plants (Monzón et al., 2014; Wang et al., 2021). Gabaldón et al. (2005) reported that NO led to differentiation of xylem by triggering programmed cell death. NO is involved in cell death and photosynthesis (Pedroso & Durzan, 2000; Takahashi & Yamasaki, 2002). Moreover, NO can be used to improve plant tolerance under stress conditions (Liu et al., 2014). Many studies showed that NO is involved in many processes of plants such as induction in cell death, stomatal movement, photosynthesis regulation and floral regulation (Aras et al., 2020). Among the NO donors, SNP is one of the most used ones (Filippou et al., 2012). Salicylic acid is also a product of the phenylpropanoid pathway and uses some common precursors with lignin biosynthesis (Lefevere et al., 2020). Salicylic acid elevated lignin accumulation in *Matricaria chamomilla* plants (Kováčik et al., 2009). Some studies demonstrated that SA can improve fruit quality, increase antioxidant systems and plant tolerance against stress conditions (Giménez et al., 2014; Aras & Eşitken, 2019a).

Increases in cortex cells and xylem functions are so important for plants. Wang et al. (2017) applied gibberellin to carrot to enhance xylem development. Furthermore, melatonin was applied to rapeseed plants to improve xylem vessels traits in a previous experiment (Mohamed et al., 2020). Considering the importance of the xylem in water and nutrient uptake, the studies should focus on the improvement of xylem anatomy. Therefore, the current study was performed to evaluate the hypothesis that acetylsalicylic acid (ASA), a salicylic acid derivative, and sodium nitroprusside (SNP), as a NO donor, improves leaf cortex and xylem anatomy and chlorophyll biosynthesis in peach.

## MATERIAL and METHOD

The experiment was carried out on two-year-old peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Rich May grafted onto GF 677. The saplings were planted in 10 L pots containing substrate and perlite (4:1) in the previous year in the greenhouse. The experiment was designed following a randomized plot design involving three replications, with four plants per replication. Plants were irrigated with Hoagland's nutrient solution fortnightly (Hoagland & Arnon, 1950); 5 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 5 mM KNO<sub>3</sub>, 2 mM MgSO<sub>4</sub>, 1 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 25 μM H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 2 μM MnSO<sub>4</sub>; 2 μM ZnSO<sub>4</sub>; 0.5 μM CuSO<sub>4</sub>; 0.4 μM (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> and 20 μM Fe-ethylenediamine-di-o-hydroxy-phenylacetic acid (Fe-EDDHA). End of the May, 1 mM SNP (Aras et al., 2020) and 1 mM ASA (Giménez et al., 2014) were treated to the plants (except control) through irrigation to the soil. One month after the treatments, many parameters were evaluated.

The concentrations of chlorophyll a, b, and a + b were determined according to Porra et al. (1989). The concentrations of chlorophyll precursors include protoporphyrin IX (Proto IX), Mg-protoporphyrin IX

(Mg-Proto IX), and protochlorophyllide (Pchlde) were determined according to the method of Hodgins & Van Huystee (1986) and calculated by the corresponding formulas (Liu et al., 2015).

For the histological evaluations, the leaves were stored in ethanol 70% and cross-sections of the leaf midribs were stained with Toluidine Blue O (for cortical cells), acid phloroglucin (for xylem), or Sudan III (for epicuticular wax layer) dyes. The samples were placed on a slide after staining and visualized with a light microscope (Olympus CX21) coupled to a digital camera (Kameram 5). Diameters of the cortex, xylem, and midrib, and epicuticular wax depth were measured. The number of the cortex cell layer was calculated from cortex thickness divided by cortical cell diameter. Cell division was interpreted in terms of the number of the cortex cell layer and cell expansion was explained on behalf of the cortical cell diameter. The stomatal characteristics were measured on the abaxial surface of the leaves. Stomatal length, width, and stomata density were measured. Stomata area was calculated with the equation of Zhu et al. (2019). Stomatal conductance was measured with a leaf porometer (Li-COR).

Statistical analyses were performed with the statistical software package SPSS, version 20.0. The means were compared by the Duncan's test at 5%.

## RESULTS

The effects of SNP and ASA treatments on chlorophyll biosynthesis and leaf histology were evaluated in the current experiment. Stomatal properties were significantly affected by SNP and ASA (Table 1). Both treatments increased stomatal conductance compared to control. SNP led increments in stomatal density and stomatal area compared to control, whereas ASA enhanced stomatal area.

**Table 1.** Effects of SNP and ASA treatments on stomatal properties

**Çizelge 1.** SNP ve ASA uygulamalarının stoma özelliklerine etkileri

| Treatments | Stomatal conductance (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) | Stomatal density (no. mm <sup>-2</sup> ) | Stomatal area (µm <sup>2</sup> ) |
|------------|--|--|----------------------------------|
| Control    | 142.5 b  | 487.3 b                                  | 413.4 b                          |
| SNP        | 188.1 a  | 604.3 a                                  | 555.7 a                          |
| ASA        | 184.5 a  | 526.0 b                                  | 539.4 a                          |

Means separation within the column by Duncan's multiple range test. P<0.05

Chlorophyll biosynthesis was influenced by the treatments (Table 2 and 3). Chlorophyll a was not significantly affected, however chlorophyll b and a+b increased by SNP and ASA (Table 2). The concentrations of chlorophyll precursors including Proto IX, Mg-Proto IX, and Pchlde were determined. SNP and ASA increased the concentrations of the chlorophyll precursors compared to control (Table 3).

**Table 2.** Effects of SNP and ASA treatments on chlorophyll a, b and a + b

**Çizelge 2.** SNP ve ASA uygulamalarının klorofil a, b and a + b' ye etkileri

| Treatments | Chlorophyll a (µg g <sup>-1</sup> FW) | Chlorophyll b (µg g <sup>-1</sup> FW) | Chlorophyll a + b (µg g <sup>-1</sup> FW) |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Control    | 1.35 <sup>NS</sup>                    | 17.61 b                               | 18.97 b                                   |
| SNP        | 1.50                                  | 20.33 a                               | 21.84 a                                   |
| ASA        | 1.35                                  | 20.87 a                               | 22.23 a                                   |

Means separation within the column by Duncan's multiple range test. P<0.05



**Table 3.** Effects of SNP and ASA treatments on the chlorophyll precursors**Çizelge 3.** SNP ve ASA uygulamalarının klorofil öncüllerine etkileri

| Treatments | Proto IX<br>( $\mu\text{g g}^{-1}$ FW) | Mg-Proto IX<br>( $\mu\text{g g}^{-1}$ FW) | Pchlde<br>( $\mu\text{g g}^{-1}$ FW) |
|------------|--|---|--------------------------------------|
| Control    | 0.1008 c                               | 0.0602 c                                  | 0.0420 b                             |
| SNP        | 0.1715 a                               | 0.0918 a                                  | 0.0535 a                             |
| ASA        | 0.1610 b                               | 0.0846 b                                  | 0.0522 a                             |

Means separation within the column by Duncan's multiple range test.  $P < 0.05$

After SNP and ASA treatments, the transverse sections of peach leaf midribs were obtained and stained with Toluidine Blue O and acid phloroglucin to highlight the basic anatomical structure (Figure 1). SNP and ASA did not affect cortical cell diameter (Table 4). ASA increased cortex thickness by increasing the number of the cortex cell layers. However, SNP did not have an influence on cortical cell division and expansion. Xylem anatomy was also observed in the present study. SNP and ASA treatments enhanced xylem thickness by increasing xylem conduits width (Table 5). Furthermore, midrib thickness and epicuticular wax depth were evaluated. Both applications increased the parameters compared to control. A positive reaction with Sudan III was observed in the cortex area (Figure 1, E).

**Table 4.** Effects of SNP and ASA treatments on cortical cell diameter, cortex thickness, and number of cortex cells**Çizelge 4.** SNP ve ASA uygulamalarının korteks hücre çapı, korteks kalınlığı ve korteks hücre sayısına etkileri

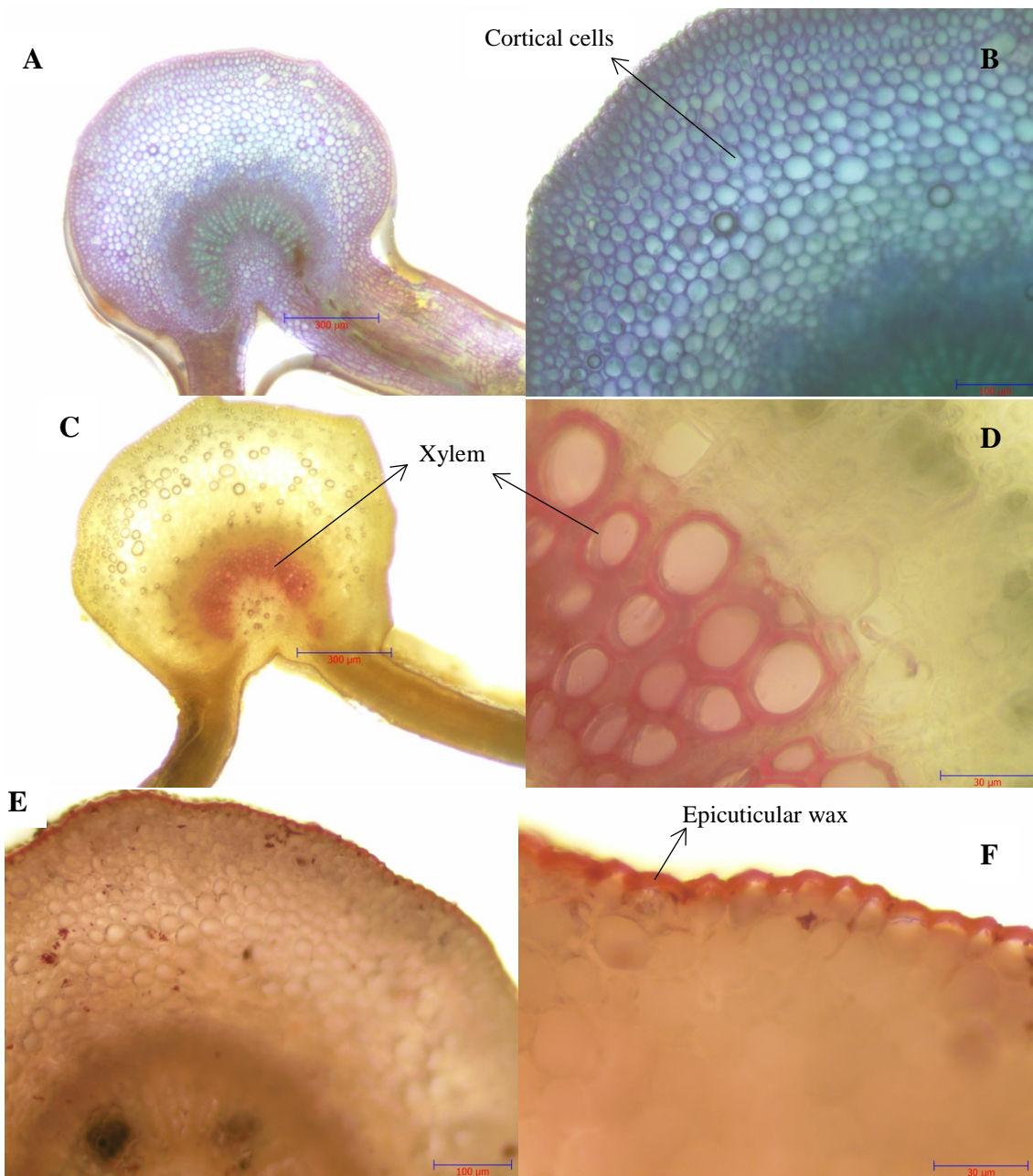
| Treatments | Cortical cell diameter ( $\mu\text{m}$ ) | Cortex thickness ( $\mu\text{m}$ ) | Number of cortex cells |
|------------|--|------------------------------------|------------------------|
| Control    | 26.7 <sup>NS</sup>                       | 274.3 b                            | 10.3 b                 |
| SNP        | 27.9                                     | 291.0 b                            | 10.4 b                 |
| ASA        | 26.8                                     | 350.3 a                            | 13.1 a                 |

Means separation within the column by Duncan's multiple range test.  $P < 0.05$ , NS=Non significant.

**Table 5.** Effects of SNP and ASA treatments on xylem thickness, xylem conduits width, number of xylem conduits, midrib thickness and wax depth**Çizelge 5.** SNP ve ASA uygulamalarının ksilem kalınlığı, ksilem demeti genişliği, ksilem demeti sayısı, orta damar kalınlığı ve waks derinliğine etkileri

| Treatments | Xylem thickness<br>( $\mu\text{m}$ ) | Xylem conduits width<br>( $\mu\text{m}$ ) | Number of xylem conduits | Midrib thickness<br>( $\mu\text{m}$ ) | Wax depth<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|------------|--------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Control    | 80.5 b                               | 16.1 b                                    | 5.07 <sup>NS</sup>       | 808,6 c                               | 3,69 b                         |
| SNP        | 106.0 a                              | 21.3 a                                    | 5.0                      | 848,6 b                               | 5,53 a                         |
| ASA        | 97.4 a                               | 20.3 a                                    | 4.8                      | 901,6 a                               | 5,46 a                         |

Means separation within the column by Duncan's multiple range test.  $P < 0.05$ , NS=Non significant.



**Figure 1.** Histochemical characterization of peach leaf midrib cross-sectional images; (A) Toluidine blue dye showing the midrib (at 4x), (B) Toluidine blue dye showing cortical cells (at 10x), (C-D) Phloroglucinol dye showing xylem (at 4x and 40x, respectively), (E) positive reactions for lipids by Sudan III dye (at 10x), (F) Sudan III dye showing epicuticular wax (at 40x). Bars: 300 µm (at 4x), 100 µm (at 10x), 30 µm (at 40x).

**Şekil 1.** Şeftali yaprağı orta damarının enine kesiminin histokimyasal karakterizasyonu; (A) Orta damarın Toluidine blue boyası ile boyanması (4x), (B) Korteks hücrelerin Toluidine blue boyası ile boyanması (10x), (C-D) Ksilemin Phloroglucinol boyası ile boyanması (sırasıyla 4x ve 40x), (E) Sudan III boyası ile lipidlerin pozitif reaksiyonu (10x), (F) Epikutikular waksın Sudan III boyası ile boyanması (40x). Çizgiler: 300 µm (4x), 100 µm (10x), 30 µm (40x).

## DISCUSSION

Xylem and cortical cell development is an essential process in plants. However, limited information is available for improvement in xylem and cortex anatomy. In the current experiment, the effects of SNP and ASA on the leaf anatomy, stomatal movement, and chlorophyll biosynthesis were assessed.

Leaf stomata and pigments take important roles in photosynthesis (Aras & Eşitken, 2019b; Candar et al., 2020). In the study, SNP and ASA elevated stomatal conductance by increasing stomatal density and area. Many studies showed that SNP and ASA increase stomatal gas exchange (Aras et al., 2020; Lotfi et al., 2020). Chlorophyll biosynthesis is also affected by the treatments. SNP and ASA increased chlorophyll concentration. Chlorophyll is a tetrapyrrole that serves a pivotal role in light energy transferring in photosynthesis. The chlorophyll biosynthesis starts with the formation of 5-aminolevulinic acid (ALA) and continues with the formation of other porphyrins including Proto IX, Mg-Proto IX and Pchl<sub>ide</sub> (Tanaka & Tanaka, 2007). SNP and ASA treated plants had higher concentrations of the chlorophyll precursors compared to control. A decline in the precursors was reported in many plants under stress conditions (Guo et al., 2020; Aras et al., 2021). As far as we know, it is the first report on the effects of SNP and ASA on chlorophyll metabolism. The protective effects of SNP and ASA on chlorophyll were stated under stress conditions (Canakci & Munzuroğlu, 2007; Aras et al., 2020).

Leaf is the main source of photosynthesis and the energy factory of plants. The conversion of a young leaf to a mature leaf consists of two partially phases. In the first phase, cell division occurs. In the second phase, cell expansion initiates (Gonzalez et al., 2012). Thus, leaf development requires success in both cell division and expansion. In the current experiment, we evaluated cortical cells of leaf midrib. Cortical cell diameter was not significantly affected by SNP and ASA treatments, whereas cortex thickness and the number of cortical cell layers increased by ASA. Thus, the study demonstrated that ASA increased cell division in peach leaves. Shakirova et al. (2003) reported that SA induced cell division in roots of wheat. Chen et al. (1997) stated that SA induced synthesis of protein kinases playing an important role in regulating cell division. Furthermore, increase in cell division by SA was found in wheat seedlings (Dolatabadian et al., 2009).

Xylem anatomy of peach leaf midrib was evaluated in the study. Xylem takes a pivotal role in water and nutrient transport (Aras, 2021). SNP and ASA enhanced xylem thickness by increasing xylem conduits width. Xylem is composed of non-living lignified cells and maturation of xylem elements involves programmed cell death (Robert & McCann, 2000). One of the signal molecules is NO involved in programmed cell death (Pedroso & Durzan, 2000) and differentiation of xylem was triggered by NO reported in a previous study (Gabaldón et al., 2005). In the current study, SNP a donor NO increased xylem thickness compared to control. ASA also leded a remarkable increment in xylem thickness. ASA is a product of phenylpropanoid pathway use some common precursors with lignin biosynthesis (Lefevre et al., 2020) and xylem is composed of lignins (Whetten et al., 1998). Thus, we consider that ASA increased xylem thickness by triggering lignin biosynthesis. Improvement in xylem conduits may help plants under stress conditions (Aras et al., 2021).

Lead midrib is composed of specialized tissues (phloem and xylem) and cortical cells playing pivotal roles in water, mineral and solute transport in leaves (da Silva et al., 2015; Lechthaler et al., 2019; Aras et al., 2021). ASA and SNP applications increased midrib thickness in peach leaves. Furthermore, ASA and SNP increased epicuticular wax depth of peach leaves in the current experiment. Leaves of higher plants are covered by cuticle lipids and cuticles carry a thin film of "epicuticular waxes" (Jetter & Schaffer, 2001). Epicuticular wax is a protective barrier against environment and limits transpirational water loss (Zeisler & Schreiber, 2016). An increment in the wax depth leded by SNP and ASA may increase tolerance against some stress factors such as drought and excess UV-radiation. Lipids similarly observed in epicuticular wax were also histochemically detected in cortical cells in all applications including control plants (Figure 1, E).

## CONCLUSION

The results of the study revealed that SNP and ASA can improve chlorophyll biosynthesis and stomatal gas exchange. ASA can increase leaf cell division. Furthermore, SNP and ASA can enhance xylem conduits width. The results provide new insights into the role of SNP and ASA promoting leaf cell physiology and xylem anatomy. Therefore, SNP and ASA may be used to improve nutrient and water uptake under deficient conditions.

## REFERENCES

- Aras, S. & A. Eşitken, 2019a. Dry Matter Partitioning and Salt Tolerance via Salicylic Acid Treatment in Strawberry Plant Under Salt Stress. *Journal of Agriculture and Nature*, 22 (2): 337-341.
- Aras, S. & A. Eşitken, 2019b. Responses of Apple Plants to Salinity Stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2): 253-257.
- Aras, S., 2021. Determination of xylem water flow velocity of some Prunus shoots by dye infusion technique. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 287-292.
- Aras, S., H. Keles & A. Eşitken, 2020. SNP mitigates malignant salt effects on apple plants. *Erwerbs-Obstbau*, 62 (1): 107-115.
- Aras, S., H. Keles & E. Bozkurt, 2021. Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions. *Scientia Horticulturae*, 281 (1): 109967.
- Bauerle, T. L., M. Centinari & W. L. Bauerle, 2011. Shifts in xylem vessel diameter and embolisms in grafted apple trees of differing rootstock growth potential in response to drought. *Planta*, 234 (5): 1045-1054.
- Boerjan, W., J. Ralph & M. Baucher, 2003. Lignin biosynthesis. *Annual Review of Plant Biology*, 54 (1): 519-546.
- Bondada, B. R., M. A. Matthews & K. A. Shackel, 2005. Functional xylem in the post-veraison grape berry. *Journal of Experimental Botany*, 56 (421): 2949-2957.
- Brodersen, C. R., A. B. Roddy, J. W. Wason & A. J. McElrone, 2019. Functional status of xylem through time. *Annual Review of Plant Biology*, 70 (1): 407-433.
- Canakci, S. & O. Munzuroğlu, 2007. Effects of acetylsalicylic acid on germination, growth and chlorophyll amounts of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (17): 2930-2934.
- Candar, S., T. Alço, M. Ekiz, İ. Korkutal & E. Bahar, 2020. The Effect of Pruning Type and Abiotic Factors on Physiological Activities in Some Local Wine Grapes Selected from National Collection Vineyard. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (2):173-183.
- Chen, Z., S. Iyer, A. Caplan, D. F. Klessig & B. Fan, 1997. Differential accumulation of salicylic acid and salicylic acid sensitive catalase in different rice tissues. *Plant Physiology*, 114 (1): 193-201.
- da Silva, N. R., J. B. Florindo, M. C. Gómez, D. R. Rossatto, R. M. Kolb & O. M. Bruno, 2015. Plant identification based on leaf midrib cross-section images using fractal descriptors. *PloS one*, 10 (6): e0130014.
- Dolatabadian, A., S. A. M. Modarres Sanavy & M. Sharifi, 2009. Effect of salicylic acid and salt on wheat seed germination. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B -Soil and Plant Science*, 59 (5): 456-464.
- Filippou, P., C. Antoniou, S. Yelamanchili & V. Fotopoulos, 2012. NO loading: efficiency assessment of five commonly used application methods of sodium nitroprusside in *Medicago truncatula* plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 60 (1):115-118.
- Gabaldón, C., L. V. Gómez Ros, M. A. Pedreño & A. Ros Barceló, 2005. Nitric oxide production by the differentiating xylem of *Zinnia elegans*. *New Phytologist*, 165 (1): 121-130.
- Giménez, M. J., J. M. Valverde, D. Valero, F. Guillén, D. Martínez-Romero, M. Serrano & S. Castillo, 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chemistry*, 160 (1): 226-232.
- Goicoechea, M., E. Lacombe, S. Legay, S. Mihaljevic, P. Rech, A. Jauneau, C. Lapiere, B. Pollet, D. Verhaegen, N. Chaubet-Gigot & J. Grima-Pettenati, 2005. EgMYB2, a new transcriptional activator from *Eucalyptus xylem*, regulates secondary cell wall formation and lignin biosynthesis. *Plant Journal*, 43 (4): 553-567.

- Gonzalez N., H. Vanhaeren & D. Inzé, 2012. Leaf size control: complex coordination of cell division and expansion. *Trends in Plant Science*, 17 (6): 332-340.
- Grimm, E., D. Pflugfelder, D. van Dusschoten, A. Winkler & M. Knoche, 2017. Physical rupture of the xylem in developing sweet cherry fruit causes progressive decline in xylem sap inflow rate. *Planta*, 246 (4): 659-672.
- Guo, A., Y. Hu, M. Shi, H. Wang, Y. Wu & Y. Wang, 2020. Effects of iron deficiency and exogenous sucrose on the intermediates of chlorophyll biosynthesis in *Malus halliana*. *PloS one*, 15 (5): e0232694.
- Hoagland, D. R. & D. I. Arnon, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circular. Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley, 347 pp
- Hodgins, R. R. & R. B. Van Huystee, 1986. Rapid simultaneous estimation of protoporphyrin and Mg-porphyrins in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 125 (3-4): 311-323.
- Jetter, R. & S. Schaffer, 2001. Chemical composition of the *Prunus laurocerasus* leaf surface. Dynamic changes of the epicuticular wax film during leaf development. *Plant Physiology*, 126 (4): 1725-1737.
- Kováčik, J., J. Grúz, M. Bačkor, M. Strnad & M. Repčák, 2009. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant Cell Reports*, 28 (1): 135-143.
- Lechthaler, S., P. Colangeli, M. Gazzabin & T. Anfodillo, 2019. Axial anatomy of the leaf midrib provides new insights into the hydraulic architecture and cavitation patterns of *Acer pseudoplatanus* leaves. *Journal of Experimental Botany*, 70 (21): 6195-6201.
- Lefevre, H., L. Bauters & G. Gheysen, 2020. Salicylic acid biosynthesis in plants. *Frontiers in Plant Science*, 11 (1): 338.
- Liu, J., J. Wang, X. Yao, Y. Zhang, J. Li, X. Wang, Z. Xu & W. Chen, 2015. Characterization and fine mapping of thermo-sensitive chlorophyll deficit mutant1 in rice (*Oryza sativa* L.). *Breeding Science*, 65 (2): 161-169.
- Liu, S., Y. Dong, L. Xu & J. Kong, 2014. Effects of foliar applications of nitric oxide and salicylic acid on salt-induced changes in photosynthesis and antioxidative metabolism of cotton seedlings. *Plant Growth Regulation*, 73 (1): 67-78.
- Lofli, R., K. Ghassemi-Golezani & M. Pessarakli, 2020. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 26 (1): 101635.
- Miqueloto, A., C. V. T. Amarante, C. A. Steffens, A. Santos & E. Mitcham, 2014. Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 165 (1): 319-323.
- Mohamed, I. A., N. Shalby, A. M. A. El-Badri, M. H. Saleem, M. N. Khan, A. Nawaz, M. M. Qin, R. A. Agami, J. Kuai, B. Wang & G. Zhou, 2020. Stomata and xylem vessels traits improved by melatonin application contribute to enhancing salt tolerance and fatty acid composition of *Brassica napus* L. plants. *Agronomy*, 10 (8): 1186.
- Monzón, G. C., M. Pinedo, J. Di Rienzo, E. Novo-Uzal, F. Pomar, L. Lamattina & L. de la Canal, 2014. Nitric oxide is required for determining root architecture and lignin composition in sunflower. Supporting evidence from microarray analyses. *Nitric Oxide*, 39 (1): 20-28.
- Orłowska, E., W. Przybyłowicz, D. Orłowski, N. P. Mongwaketsi, K. Turnau & J. Mesjasz-Przybyłowicz, 2013. Mycorrhizal colonization affects the elemental distribution in roots of Ni-hyperaccumulator *Berkheya coddii* Roessler. *Environmental Pollution*, 175 (1): 100-109.
- Pedroso, M. C. & D. J. Durzan, 2000. Effect of different gravity environments on DNA fragmentation and cell death in *Kalanchoe* leaves. *Annals of Botany*, 86 (1): 983-994.
- Porra, R. J., W. A. Thompson & P. E. Kriedemann, 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophyll a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta*, 975: 384-394.
- Roberts, K. & M. C. McCann, 2000. Xylogenesis: the birth of a corpse. *Current Opinion in Plant Biology*, 3 (6): 517-522.
- Shakirova, F. M., A. R. Sakhabudinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fatkhutdinova & D. R. Fatkhutdinova, 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164 (3): 317-322.
- Takahashi, S. & H. Yamasaki, 2002. Reversible inhibition of photophosphorylation in chloroplasts by nitric oxide. *FEBS Letters*, 512 (1-3): 145-148.

- Tanaka, R. & A. Tanaka, 2007. Tetrapyrrole biosynthesis in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 58 (1): 321-346.
- Wang, B., Z. Li, Z. Han, S. Xue, Y. Bi & D. Prusky, 2021. Effects of nitric oxide treatment on lignin biosynthesis and texture properties at wound sites of muskmelons. *Food Chemistry*, 362 (1): 130193.
- Wang, G. L., F. Que, Z. S. Xu, F. Wang & A. S. Xiong, (2017). Exogenous gibberellin enhances secondary xylem development and lignification in carrot taproot. *Protoplasma*, 254 (2): 839-848.
- Whetten, R. W., J. J. MacKay & R. R. Sederoff, 1998. Recent advances in understanding lignin biosynthesis. *Annual Review of Plant Biology*, 49 (1): 585-609.
- White, P. J., 2012. "Long-Distance Transport in the Xylem and Phloem, 49-70". In: *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (Ed. P. Marschner). Academic Press, 651 pp.
- Zeisler, V. & L. Schreiber, 2016. Epicuticular wax on cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaves does not constitute the cuticular transpiration barrier. *Planta*, 243 (1): 65-81.
- Zhu, K., F. Yuan, A. Wang, H. Yang, D. Guan, C. Jin, H. Zhang, Y. Zhang & J. Wu, 2019. Effects of soil rewatering on mesophyll and stomatal conductance and the associated mechanisms involving leaf anatomy and some physiological activities in Manchurian ash and Mongolian oak in the Changbai Mountains. *Plant Physiology and Biochemistry*, 144 (1): 22-34.



**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):419-427  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1019593>

Kenan KESKİNKILIÇ<sup>1\*</sup> 

Canan ABAY<sup>1</sup> 

Ege University, Faculty of Agriculture,  
Department of Agricultural Economy, 35100,  
İzmir, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[kenankeskinkilic@gmail.com](mailto:kenankeskinkilic@gmail.com)

## Sustainability of sheep farming: A case study of İzmir province\*

### Koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliği: İzmir ili örneği

\* This article is summarized from the corresponding author's doctoral thesis.

Received (Alınış): 12.11.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 16.04.2022

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to measure sustainability level of sheep farming and to make suggestions on the policies that could be developed for improving the production, marketing and management of its processes by examining holistically the economic, social and environmental factors which are effective in sheep farming.

**Material and Methods:** The data set of the study obtained from surveys with 126 sheep enterprises in the year 2018 in İzmir. Sustainability has been measured with the aid of a composite index calculated using a series of hierarchical methods.

**Results:** The sustainability composite index was calculated as 28.30% (economic sustainability 14.13%, social sustainability 4.76% and environmental sustainability 9.42%). According to the sustainability level reference developed by FAO, the sustainability of sheep farming in İzmir is at the limit.

**Conclusion:** Economic factors are more effective than social and environmental factors in the sustainability of sheep farming activities. However, improvement of the system and sustainability depends on a holistic approach that considers the evaluation of economic, social and environmental factors.

#### ÖZ

**Amaç:** Bu araştırmanın amacı koyunculuk faaliyetinde etkili olan ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri bütüncül yaklaşımla inceleyerek sürdürülebilirlik düzeyini ölçmek ve faaliyetin üretim, pazarlama ve yönetim süreçlerini iyileştirmeye yönelik geliştirilebilecek politikalara önerilerde bulunmaktır.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmanın veri seti 126 koyunculuk işletmesi ile 2018 yılında yapılan anketlerden elde edilmiştir. Sürdürülebilirlik, bir dizi hiyerarşik yöntem kullanılarak hesaplanan kompozit endeks yardımıyla ölçülmüştür.

**Araştırma Bulguları:** Araştırmada sürdürülebilirlik kompozit endeksi %28.30 (ekonomik sürdürülebilirlik %14.13, sosyal sürdürülebilirlik %4.76 ve çevresel sürdürülebilirlik %9.42) olarak hesaplanmıştır. FAO'nun geliştirdiği sürdürülebilirlik düzeyi referansına göre İzmir ilinde koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliği sınır seviyesindedir.

**Sonuç:** Koyunculuk faaliyetinin sürdürülebilirliğinde ekonomik faktörlerin sosyal ve çevresel faktörlere göre daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Ancak sistemin ve sürdürülebilirliğin iyileştirilmesi ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin bir arada değerlendirildiği bütüncül yaklaşıma bağlıdır.

**Keywords:** Composite index, sheep farming, sustainability

**Anahtar sözcükler:** Kompozit endeks, koyunculuk faaliyeti, sürdürülebilirlik



## INTRODUCTION

Sheep farming has an important place in animal production activities in the world. In various countries, pastures and grasslands which are not used for other purposes can be properly utilized through sheep farming. Sheep transform the natural vegetation in such areas into foods necessary for human nutrition, such as meat and milk; makes use of poor pastures better than other livestock species. Sheep also produce products such as fleece and leather used to make clothing necessary for human survival (Emsen et al., 2008). However the sector has been facing different problems and trying to cope with them.

Besides being an economic activity, sheep farming has also been the lifestyle of most rural households in terms of social and cultural aspects. However, the primary source of income of many households, especially in mountainous regions, where herbal production activities are carried out in limited areas and in low quantities, is sheep farming. In line with all these statements, it can be stated that sheep farming activity has a strategic importance for Turkey. For this reason, the sustainability of the sheep farming activity is of importance .

Due to its problems in recent years, sheep farming activity has begun to be abandoned. According to the Turkish Statistical Institute data, while the country population was 45 million in 1980 there were 50 million sheep, by 2018 the population of the country reached 81 million, but the number of sheep decreased to 33 million. In the sheep farming industry, Turkey is still the 10th largest country in the world, with 33 million sheep assets. But, with the effect of the increasing population in Turkey, the total demand for meat has become unattainable with domestic production and imports have begun in order to meet the domestic demand.

In addition, the decrease in pasture areas, the increase in production costs and the unwillingness of the young population to sheep farming have also contributed to the decrease in the number of sheep and the increase in the red meat deficit. Considering the existence of proper conditions, that constitute absolute superiority justifications for Turkey, such as Turkey's sheep farming past and experience, having necessary climate and geography for sheep farming, it is of great importance to increase the number of sheep by re-developing the sheep farming activity. This is also a requirement of the national economy understanding.

Farming systems have a complex nature. In understanding these systems and designing sustainable management strategies, it is necessary to perform a holistic approach while analyzing indicators that are based on multiple criteria (Masera & . Lopez-Ridaura, 2000). In this context, factors such as having a labor-intensive venture attribute, affected by natural conditions, intensive use of input etc. indicate that sheep farming is influenced by many variables.

In agricultural activities, production units are predominantly small-scale, the education and income level of the operators are low, self-sufficiency in production is at the forefront, supply and demand flexibility in terms of production and consumption is low and production is mostly under the influence of natural conditions. Although these variables cause many risks and uncertainties in the production-marketing-management triangle, they directly affect the sustainability of agricultural activities.

In recent years, sustainability of production in agricultural activities subject has become the focus of both scientists and authorities (developed countries, multinational agricultural enterprises, etc.) Measurability of sustainability is of great importance both for identifying errors and deficiencies experienced in production and hinder sustainability and also for offering solutions. The economic, social and environmental problems of the sector adversely affect the future and sustainability of the sheep farming.

The main purpose of this research is to measure sustainability by considering the economic, social and environmental factors that are effective in sheep farming and with scientific findings to shed light on the potential policies that can be developed to improve production, marketing and management processes of the sector. This research also includes findings and information that will contribute to future studies.

There are many scientific studies on sheep farming in different disciplines that have taken place in the literature in the national and international arena. Researchers have examined not only the economic dimension of sheep farming, but also its sociological and environmental dimensions. However, the number of studies dealing with these three dimensions as a whole is quite limited.

Sheep farming in Turkey cannot meet the demand of the market. The decrease in the total number of sheep in the last two decades has led to a decrease in the supply of products such as meat, milk and leather. The shrinkage of the sector also causes a decrease in employment and impoverishment of the rural (Kaymakçı et al., 2018). One of the most important environmental factors affecting the sustainability of sheep breeding activity is sufficient pasture availability and pasture quality in the region (Gezici, 2018). Problems such as market, cost of feed and insufficient government support negatively affect the sustainability of enterprises (Kılıç et al., 2013).

Sustainability is influenced by the history of society, cultural values and traditions. The agricultural system contains ecological, social, political and economic elements. For sustainable development, it is necessary to improve human and animal health and protect rural life (Madai et al., 2009).

The level of sustainability of agricultural systems should be considered not only from economic and environmental aspects, but also from social aspects (Ruiz et al. 2009). In the study of Hasanshahi et al., the economic, social and environmental sustainability of agricultural production was analyzed in Iran. By comparing the production pattern and examining the variables affecting production in the Marvdasht Plain, they uncovered the gaps that hinder sustainability. In order to achieve this goal, they benefited from the composite index used to determine sustainability and the economic, social and environmental sustainability indicators, which include three dimensions and consist of 11 indicators (Hasanshahi et al., 2015).

## **MATERIALS and METHODS**

### **Material**

Primary data, the main material of the study, were obtained through face-to-face interviews from 126 enterprises whose core business is sheep farming and resident in Bergama, Dikili, Ödemiş and Tire districts of İzmir, in 2018. Secondary sources were also used in this study. The data of the secondary sources consists of the resources such as the official statistical channels sources as Turkey Statistical Institute, the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), Organization for Economic Development and Co-operation (OECD) etc and, various national and international doctoral and master's theses, books, articles, papers, reports, etc.

### **Methods**

#### **Methods used to collect data**

The main population that is the subject of the research findings of this study is the enterprises whose main activity is sheep farming in İzmir province. Primary data collected from enterprises and used in the sustainability analysis were obtained through face-to-face interview survey method. In order to determine main population, official records are taken into consideration. Number of sheep belonging to sheep farming enterprises, establishment campus and contact information are obtained from Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Animal Information System and İzmir Province Sheep and Goat Farmers Association. By combining these sources containing common business information, the widest number of businesses has been reached. Then, basing on the number of sheep assets in their totally owned animal assets population (sheep, goats, cattle and buffalo), the main focus group enterprises of the study whose main activity is sheep farming was determined and formed. Hereunder; the number of enterprises engaged in sheep farming activities in Bergama, Ödemiş, Dikili, Tire, Menemen, Kiraz, Aliağa, Bayındır, Kınık, Menderes, Torbalı, Seferihisar, Kemalpaşa, Foça, Urla, Çiğli and Bornova districts of İzmir province is listed in descending order to reveal the main mass distribution. As a result, it was determined that the main population consists of 3094 sheep farms in 17 districts.

Since the sheep farming activities of the enterprises to be surveyed will be examined, each enterprise has been given an equal right to be selected. For this reason, simple random sampling method was decided to be the most appropriate one and the formula developed for finite main populations was taken as the basis for the sampling calculation.

$$n = \frac{NS^2}{(N-1)D^2+S^2} \quad \text{and} \quad D = \frac{d}{t} \quad (\text{Oğuz \& Karakayıcı, 2017}).$$

In the formula; n: Number of samples, S: Standard deviation, N: Number of enterprises in population, S2: Variance, t: t probability value at 95% confidence limit, D: Accepted error (5%), d: Margin of error for the mean.

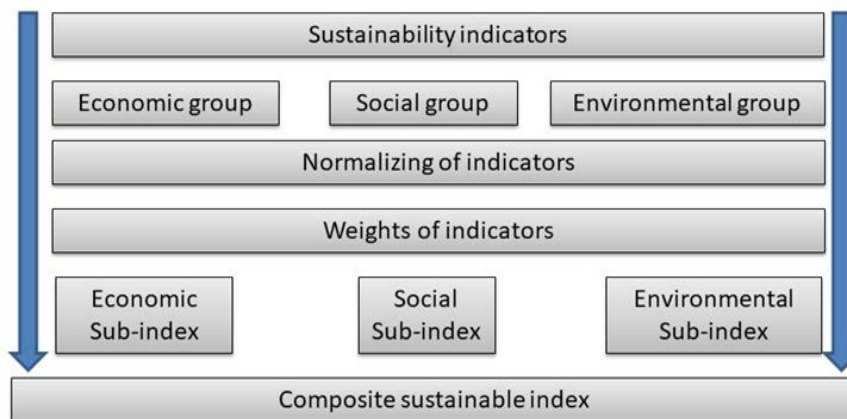
$$n = \frac{3094 \times 74,7^2}{(3093 \times 42,32)+74,7^2} = 126$$

According to the formula; the sample size was determined as 126 with 95% confidence interval and 5% accepted error. Time and economic constraints were also taken into consideration in the process of calculating the distribution of 126 producer surveys by district. Accordingly, 4 districts representing the main population at the level of 52% were determined, taking into account the number of enterprises, number of sheep and pasture area on district basis. As a result, considering the number of enterprises in these four districts, it is planned to conduct a total of 126 producer surveys with 48 samples in Bergama, 32 in Ödemiş, 25 in Dikili and 21 in Tire.

### Methods used in data analysis

Recent literature on sustainability assessment of agricultural systems defends the adoption of integrated, flexible, participatory and multi-scale approaches to address complex issues involving various disciplines and stakeholders.

In this study, the sustainability was measured and obtained value was compared with the sustainability level reference values developed by FAO and accordingly the sustainability level of sheep farming activity in İzmir province was revealed. The main purpose of the method was to obtain an index score. The calculation process of this index, known as the composite sustainability index, consists of using a series of hierarchical methods (Figure 1). In the first stage of this hierarchical method, the set of indicators affecting the sustainability of the sheep farming was constituted.



**Figure 1.** Composite sustainability index stages (OECD, 2008; Krajnc & Glavic, 2005; Hasanshahi et al., 2015).

**Şekil 1:** Komposit sürdürülebilirlik endeksi aşamaları (OECD, 2008; Krajnc & Glavic, 2005; Hasanshahi et al., 2015).

In the second stage, numerous and interrelated indicators were reduced to 3 dimensions (economic, social and environmental) using the principal component analysis (PCA) method. In the third stage of the analysis process, normalization was applied to the data with the min-max method to bring the indicator values of different measurement units to a common denominator. Thus, scale error has been eliminated. In the fourth step, the normalized indicator values are weighted by the analytical hierarchy process (AHP) method. Developed by Saaty, AHP is a method used for solving decision making problems. This method is a useful measurement model based on subjective management inputs based on multiple criteria. These inputs are converted into scores that are used to evaluate each of the possible alternatives. AHP is a powerful management science tool that has proven successful in creating complex multi-criteria decisions in business (Saaty, 1980).

Accordingly, the contribution of the indicators to the composite index was calculated as percentage, and in the fifth stage, by combining these values the percentage values (contribution to the index) of the basic (sub) components were obtained. In the last stage of the sustainability analysis, equal contribution was given to these three main component values. Thus, the composite sustainability index was calculated by summing the calculated new component values.

The indicators used in this study were formed by taking into consideration exemplary scientific studies conducted in the international field and also the opinions of experts such as producers, zoo technicians, veterinarians and agricultural engineers of the field. Thus, 8 sustainability indicators reflecting the economic, social and environmental dimensions were selected for the study. Sustainability indicators, measurement methods and units are specified in Table 1.

**Table 1.** Indicators of sustainable sheep farming

**Çizelge 1.** Koyunculuk faaliyeti sürdürülebilirlik göstergeleri

|   | Indicator               | Measurement                                     | Unit |
|---|-------------------------|---|------|
| 1 | Economic efficiency     | Agricultural production value / Total cost      | %    |
| 2 | Labor profitability     | Net profit / Labor                              | TL   |
| 3 | Animal profitability    | Net profit / Number of sheep                    | TL   |
| 4 | Animal fertility        | Animal production value / Total number of sheep | TL   |
| 5 | Non-agricultural income | Non-agricultural income / Total income          | %    |
| 6 | Employment              | Contracted employee / Total employee            | %    |
| 7 | Presence of pastureland | Pasture area / Total agricultural area          | %    |
| 8 | Animal density          | Number of animals / pasture area                | %    |

Source: Indicators 1-6 are compiled from Ripoll-Bosch et al., 2012, Ripoll-Bosch, & Bernués, 2014, and Vitunskiene & Dabkiene, 2016. Indicators 7 and 8 were determined by the author.

## RESULTS and DISCUSSION

In this section, sustainability of sheep farming activities in the research area is analyzed. In analysis process, sustainability indicators were determined, economic, social and environmental indicator values were calculated with these indicators and a composite sustainability index was constituted as a result. Sustainability level of sheep farming was revealed according to the calculated index value, and obstacles to the sustainability were determined by interpreting the contribution of indicators to the index.

The sustainability indicators specified in Table 2 have been collected in three sub-components by PCA analysis. Accordingly, Labor Profitability, Animal Profitability, Economic Efficiency and Animal Productivity indicators formed 1st Main Component, Pasture Status and Animal Density indicators formed the 2nd Main Component, and Employment and Non-Farm Income indicators formed 3rd Main Component. Considering the common properties of indicators following definitions are made: 1. Main

Component: Economical Indicator, 2. Main Component Environmental Indicator, and 3. Main Component: Social Indicator. At this point, the group of economic indicators reflects the economic well-being, productivity, profitability, and financial condition of the farm; the group of social indicators reflects worker and animal welfare and the productivity of the enterprise; the environmental indicators group reflects the effects of the availability and use of natural resources on sustainability.

According to the results of the hierarchical analysis, the contribution of economic indicators to the sustainability index is 14.13%; the contribution of social indicators to the sustainability index is 4.76%; the contribution of environmental indicators to the sustainability index was calculated as 9.42%. As a result, by summing up sustainability index scores of the three main components the Composite Sustainability Index value obtained was calculated as 28.31% (Table 2).

**Table 2.** Sustainability index analysis results

**Çizelge 2.** Sürdürülebilirlik endeksi analiz sonuçları

| Sustainability Indicators | Main Components | Contribution of Indicators to the Index (%) | Sustainability (%) |
|---------------------------|-----------------|---|--------------------|
| Economic efficiency       |                 |   |                    |
| Labor profitability       | Economic        | 14.13                                       | 28.31              |
| Animal profitability      |                 |   |                    |
| Animal fertility          |                 |   |                    |
| Non-agricultural income   | Social          | 4.76  | 28.31              |
| Employment                |                 |   |                    |
| Presence of pastureland   | Environmental   | 9.42  | 28.31              |
| Animal density            |                 |   |                    |

It is possible to interpret the sustainability measurement results from two different perspectives. Firstly; the calculated composite sustainability index value of 28.31% has been compared with the sustainability level reference table developed by FAO (Table 3) and it has been determined that the result is in the second place in the reference table, that is, within the percentage range of 21-40%. Accordingly, it has been determined that the sustainability of sheep farming activity in the research region is at the limit.

**Table 3.** Level of sustainability reference table

**Çizelge 3.** Sürdürülebilirlik düzeyi referans çizelgesi

| Performance    | Score    | Percentage Score     |
|----------------|----------|----------------------|
| Best           | 5        | 81-100 percent       |
| Good           | 4        | 61-80 percent        |
| Moderate       | 3        | 41-60 percent        |
| <b>Limited</b> | <b>2</b> | <b>21-40 percent</b> |
| Unacceptable   | 1        | 0-20 percent         |

Source: FAO, 2013.

From the second perspective, the impact levels of sub (economic, social and environmental) indicators on the sustainability index can be examined. According to Table 2, the contribution of economic indicators to the index is 14.13%, the contribution of social indicators to the index is 4.76% and the contribution of environmental indicators to the index is 9.42%. As it is understood from the index contribution values, the highest contribution to the sustainability of sheep farming activity comes from economic indicators, while the lowest contribution comes from social indicators. Accordingly, this adds up economic factors in the research region are more effective than social and environmental factors in terms of the sustainability of sheep farming activity. In other words, the level of economic sustainability level is higher than social and environmental sustainability.

The second highest contribution to composite sustainability index comes from the environmental indicator. At this point, it can be stated that the sustainability index, which is at the limit, is affected by two important factors namely the presence of sheep and the insufficiency of pasture areas. Although pasture areas seem to be relatively sufficient in terms of the presence of sheep in the region, pastures are insufficient in terms of grass quality. Overgrazing and neglected rangelands negatively affect sustainability in the research area.

The lowest contribution to the sustainability index came from social indicators. At this point, it was determined that employment and non-agricultural income indicators negatively affect the sustainability of sheep farming activity. Based on this, it can be stated that the biggest obstacle to sustainability which is at the limit is social indicators. As it can be recalled from the survey results of the study; while family labor force utilization percentage is 88.43, the use of outsider labor is 11.57%. The low level of outsider labor utilization can be considered as a significant threat to the future of the business, considering the aging population of sheep farming.

As stated in Madai's study (2009) in sheep sector there are a lot of lack of sectoral strategies. Some important of them are consumed forages, knowledge, low capacities, low interests and low social prestige, the lack of experts and producers, high forage prices and cost level. The problem tree of sheep farming shows that the resultant of problems is focused in a single great block of effects, which is entitled "a sector reacting to economic, social and environmental changes and challenges with difficulty". This is a relation of cause and effect which further weakens the competitiveness of Hungarian sheep farming, its added value and innovation are of low level, and thus it is not sustainable in the long run. For all these reasons the region cannot retain its population, enterprises are liquidated, landscape gets transformed; production and commerce become unviable. Social and societal problems are embodied in the fact that the sector loses its prestige, the production layer is ageing; however, provincial unemployment, which cannot be converted into other areas, soars. Economic-environmental problems are due to the fact that the capital attraction potentials of sectors are low and as a result of unexploited and neglected grasslands the costs of landscape maintenance and health care increase.

## **CONCLUSION**

In Turkey, sheep farming is not only an economic activity, but also it is also an activity that has a long standing socio-cultural background and has become the lifestyle of many rural people. The number of sheep in Turkey is not increasing in parallel with population growth. Some years even decreased. This situation points out that there are some obstacles to sustainable production. These barriers are not only caused by economic factors such as price and cost, but also include many social and environmental factors such as employment, education and natural resources. It is seen that these problems negatively affect the future and sustainability of sheep farming activity.

According to the results of the sustainability analysis for the research area; the sustainability of sheep farming in Izmir province is at the limit. While the highest contribution to sustainability comes from economic indicators, economic sustainability is followed by environmental and social sustainability, respectively.

The fact of sustainability is at the limit in sheep farming activities indicates that the sector has some economic problems. Production costs are at the top of these problems. The cost of feed input is very important in terms of economic sustainability. Although the production process is predominantly based on pasture, especially the costs of scientific feed group such as milk feed and grower feed significantly affect the economic efficiency.

Labor expenses are another important factor affecting profitability. A significant part of the work force required by sheep farming, which is a labor-intensive activity, is met from the family work force. Although the operators want outsider employment assets, they are not at a level to afford labor wages, so

they must cover almost all the total job from the family workforce. It is understood that this situation is a mandatory option for the operators. In the interviews, it was understood that most important reasons why the operators wanted to stay away from the sheep farming activity were the lack of time for their private life due to workload, their distancing from social life and they could spend very little time with their families. It has been determined that this is the main reason that especially the young generation do not want to engage in sheep farming activities. At this point, the sustainability of the workforce is of great importance in terms of both economic and social sustainability.

Animal productivity is another factor affecting economic sustainability. In the study area, live weights of sheep are not at the desired levels due to reasons such as pasture-based feeding and using low amount of concentrated feed. This situation is reflected in the carcass meat yield and causes a decrease in the unit income.

Environmental factors contribute significantly to the sustainability of the sheep farming activity. In areas where pasture conditions and animal density are suitable, feed expenses decrease significantly, and sheep farming becomes a more profitable activity. Although the presence of pasture area in the research area is sufficient in terms of animal density, it is not at the desired levels in terms of grass diversity and grass quality. On the other hand, changing ecological balance and insufficient rainfall during the year reduce the beneficial period of rangelands. Lack of alternation in pasture use shortens the life of rangelands. As a result, overgrazing and neglected pastures negatively affect environmental sustainability.

Lack of financing is the main obstacle to social sustainability. Therefore, financing policies are needed for sheep farming activities especially for small scale farming. Due to its nature, sheep farming should be evaluated as a whole, not only just in the economic dimension, but social, cultural, environmental and even technological dimensions should also be considered. In order to meet the deficit in the red meat demand of the country, the number of animals should be increased. For sustainable sheep farming, small-scale family businesses should be considered as special status ones, supports for the projects on pasture improvement should be prioritized, misuse of pastures should be prevented by law.

Stock markets for livestock, red meat, milk, forage and fleece wool exchanges should be established and active operation of the market should be ensured. This will result in operational market and accordingly accurate and reliable price mechanism can be achieved.

## REFERENCES

- Emsen, H., M. Yaprak, E. Emsen & F. Köyceğiz, 2008. Romanov koyununun Erzurum şartlarına adaptasyonu projesi. (Web page: <http://www.erzurumb.org.tr>) (Date accessed: 28/10/2018) (in Turkish).
- FAO, 2013. Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems Guidelines (SAFA). Version 3.0. Rome. 268 pp.
- Gezici, K., 2018. Van'da Koyun Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Çiftlik Faaliyetleri. Van Y.Y.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Unpublished) Master Science Thesis, Van, Turkey, 72pp (in Turkish with abstract in English).
- Hasanshahi, H., H. Iravani, A. Zh. Daneshevar & Kh. Kalantari, 2015. Measure and comparison of economic, social and ecological sustainability of farming systems in the Marvdasht plain, University of Tehran, Karaj, Iran, Desert 20 (2): 231-239. <https://dx.doi.org/10.22059/jdesert.2015.56485>
- Kaymakçı, M., A. Eliçin, F. Işın, T. Taşkın, O. Karaca, E. Tuncel, M. Ertuğrul, M. Özder, O. Güney, P. Gürsoy, O. Torun, T. Altın, H. Emsen, S. Seymen, H. Geren, A. Odabaşı & R. Sönmez, 2018. Türkiye küçükbaş hayvan yetiştiriciliği üzerine teknik ve ekonomik yaklaşımlar. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/569df159ec47745\\_ek.pdf?tipi=14&sube=](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/569df159ec47745_ek.pdf?tipi=14&sube=) (Date accessed: June 2018).
- Kılıç, İ., Z. Bozkurt, M. Tekerli, S. Koçak & K. Çelikeloğlu, 2013. Afyonkarahisar ili koyunculuk işletmeleri çalışanlarının hayvan refahını etkileyen faktörlerle ilgili algıları. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 53 (1): 29-38 pp.
- Krajnc, D. & P. Glavic, 2005. How to compare companies on relevant dimensions of sustainability. Journal of Ecological and Economic, 55: 551-563. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2004.12.011>

- Madai, H., A. Nabrad & M. Lapis, 2009. Sheep production in Hungary: Is it a sustainable sector? University of Debrecen Centre for Agricultural Sciences and Engineering, Hungary, 95-99pp.
- Masera, O. & S. Lopez-Ridauro, 2000. Sustentabilidad y Sistemas Campesinos, Cinco experiencias de evaluation en el Mexico rural, Mexico: GIRA Mundi Prensa-UNAM.
- OECD, 2008. Handbook on Constructing Composite Indicators, Methodology and User Guide. (Web page: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>) (Date accessed: February 2019).
- Oğuz, C. & Z. Karakayacı, 2017. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örnekleme Metodolojisi. Konya Atlas Akademi, 183 pp (in Turkish).
- Ripoll-Bosch, R., B. Díez-Unquera, R. Ruiz, D. Villalba, E. Molina, M. Joy & A. Olaizola, 2012. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural Systems*, 105: 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.10.003>
- Ripoll-Bosch, R., M. Joy & A. Bernués, 2014. Role of self-sufficiency, productivity and diversification on the economic sustainability of farming systems with autochthonous sheep breeds in less favored areas in Southern Europe. *Animal*, 8 (8): 1229-1237. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000529>
- Ruiz, F.A., Y. Mena, S. Sayadi, J.M. Castel, L. Navarro & J. Nahed, 2009. Social indicators for evaluating sustainability of goat livestock farms: methodological approach. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11: 65-68.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, and Resource Allocation*. McGraw-Hill. NewYork.
- Vitunskiene, V. & V. Dabkiene, 2016. Framework for assessing the farm relative sustainability: a Lithuanian case study. Institute of Economics, Accounting and Finance, Aleksandras Stulginskis University, Kaunas, Lithuania. *Agricultural Economics-Czech*, 62 (3): 134-148. <http://dx.doi.org/10.17221/125/2015-AGRICECON>







**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):429-437  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1081067>

Abdullah GÜLLER<sup>1\*</sup>

Mustafa USTA<sup>2</sup>

Gülüstan KORKMAZ<sup>2</sup>

Serap DEMİREL<sup>2</sup>

Zeynelabidin KURT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 12000, Bingöl, Turkey

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 65000, Van, Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[aguller@bingol.edu.tr](mailto:aguller@bingol.edu.tr)

**Keywords:** *Capsicum annuum*, Clover proliferation group (16SrVI), nested PCR, RFLP

**Anahtar sözcükler:** *Capsicum annuum*, Clover proliferation group (16SrVI), nested PCR, RFLP

## Presence of '*Candidatus* phytoplasma trifolii' in pepper plants showing yellowing and bushy appearance from Iğdır province of Turkey

Türkiye'nin Iğdır İli'nde sararma ve çalimsı görünüm gösteren biber bitkilerinde '*Candidatus* phytoplasma trifolii'nin varlığı

Received (Alınış): 01.03.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 17.05.2022

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to investigate the group/subgroup of phytoplasma agent in peppers showing phytoplasma symptoms.

**Material and Methods:** In this study, plants collected from Iğdır province in 2020 were analyzed using direct and nested PCR tests, and BLASTn, iphyClassifier, Mega 7, and pDRAW32 programs were used.

**Results:** In the tests performed, approximately 1.2 kb of DNA fragments specific to phytoplasma were obtained. The 16S rRNA nucleotide sequence (1254 bp in length) (OM663745) revealed that it was showed more than 99.44% nucleotide similarity to other '*Ca. P. trifolii*' members. The tentative RFLP and phylogenetic analyzes performed proved the '*Ca. P. trifolii*' the infection from the Clover proliferation group (16SrVI) group and subgroup A in symptomatic pepper plants.

**Conclusion:** The presence of '*Ca. P. trifolii*' in naturally infected peppers in Iğdır province of Turkey was detected using PCR-RFLP and cladistic analysis.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı fitoplazma belirtisi gösteren biberlerde fitoplazma etmeninin grup/alt grubunu araştırmaktır.

**Materyal ve Yöntem:** Bu çalışmada, 2020 yılında Iğdır ilinden toplanan bitkiler direct ve nested PCR testleri kullanılarak analiz edilmiş ve BLASTn, iphyClassifier, Mega 7 ve pDRAW32 programları kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Testlerde, fitoplazmaya spesifik yaklaşık 1.2 kb DNA fragmentleri elde edilmiştir. Belirlenen 16S rRNA nükleotit dizisi (1254 bp) (OM663745) %99.44'ten fazla diğer '*Ca. P. trifolii*' üyelerine nükleotit benzerliği göstermiştir. Gerçekleştirilen Sanal RFLP ve filogenetik analizler semptom gösteren biber bitkilerinde Clover proliferation group (16SrVI) grubu ve A alt grubundaki '*Ca. P. trifolii*' etmeninin enfeksiyonunu kanıtlamıştır.

**Sonuç:** Türkiye'nin Iğdır ilinde doğal olarak enfekte olmuş biberlerde '*Ca. P. trifolii*' varlığı PCR-RFLP ve kladistik analiz kullanılarak tespit edilmiştir.

## INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the important solanaceous crops from the Solanaceae family cultivated in numerous countries, accounting for a total share of around 40.5 million tons of production value in about 4 million ha (FAOSTAT, 2017). Turkey serves as an important producer of pepper for the global economy, accounting for around 2.554.974 tons, equivalent to 6.9% of the global pepper production. It is grown in an area of 919.730 ha in Turkey, with a yield of 2.777 kg/da (FAO, 2020). In Turkey, the main pepper-growing regions are Çanakkale, Antalya, and Bursa province. With a total pepper production area of 428 decare, Iğdır province has 878 tons of pepper production, equivalent to 19.14% of the national pepper production (TUIK, 2020). The sanitary of pepper plants is affected by many phytopathogens, such as bacteria, phytoplasma, viruses, fungi, and abiotic factors (Erdoğan, 2009; Julien et al., 2017; Beşkeçili vd., 2021). In particular, viral and phytoplasma diseases of pepper plants cause a confusion because they exhibit similar symptoms such as yellowing, witches' broom, flower infertility, resetting, and abnormal leaf tissue (Özdağ & Sertkaya, 2017; Yılmaz et al., 2019).

Phytoplasmas belong to the class *Mollicutes*, which are polymorphic obligate plant parasites that cannot grow in culture and have no cell wall (Lee et al., 2000). The agent known as the virus was named mycoplasma-like organisms after 1967 and phytoplasma in 1994 and was included in the genus 'Candidatus Phytoplasma' in 2004 (Lee & Davis, 1992; IRPCM, 2004). The causative agent can be transmitted by vector insects such as leafhoppers and psyllids, by grafting, by natural root fusion, by parasitic plants such as dodder, and by weeds as alternative hosts (Weintraub & Beanland, 2006; Bertaccini, 2007; Fialová et al., 2009; Hogenhout & Music, 2010; Bayram et al., 2014; Flower et al., 2018; Hemmati et al., 2018).

Phytoplasmas are currently categorized into 33 ribosomal groups based on the 16S rRNA gene region, each with subgroups (Bertaccini & Lee, 2018), and are destructive to forest trees, vineyards, orchards, ornamental plants, weeds, and many plant species, including vegetables such as potatoes, tomatoes, peppers, and eggplants throughout the world. Especially in some cultivated plants, yield loss reaches 40% in eggplant, 60% in tomato, 30-80% in potato and 80% in cucumber (Bogoutdinov et al., 2008; Navratil et al., 2009; Rao & Kumar, 2017). In Turkey, various phytoplasma groups were detected in cultivated crops and ornamental plants (Alp et al., 2016; Usta et al., 2017), in orchards (Sertkaya et al., 2008; Usta et al., 2021), in maize from field crops (Güller, 2021), and grapevine (Ertunc et al., 2015). Infections of the phytoplasma-infected plants were typically recognized using 16S rRNA gene segment by molecular tools, including PCR, restriction fragment evaluation, and sequencing (Gundersen et al., 1996; Hodgetts et al., 2007).

Hence, a study was conducted and the objective of this study was to reveal the molecular presence and phylogeny of a possible infectious agent by employing PCR-based techniques on phytoplasma-suspected pepper plants in Iğdır Province of Turkey.

## MATERIALS and METHODS

### Source of phytoplasma isolate and genome isolation

A survey was conducted in August 2021 in the main vegetable crops cultivating localities of Iğdır Province of Turkey. A total of eight pepper samples exhibiting suspicious phytoplasma symptoms were sampled and stored in deep freeze conditions. Total genome isolation was accomplished from 0.5 g of leaf vein tissue using the GeneJET Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher, USA) according to kit instructions. The extracted nucleic acids were kept at -80°C until further use.

### Phytoplasma detection using universal/specific primers

To amplify the 16S rRNA gene fragment, phytoplasma-specific primers designated R16mF2/R16mR1 and R16F2n/R16R2 were synthesized by Sentebiolab (Ankara/Turkey) as described by Lee et al. (1993) and Gundersen & Lee (1996). The extracted DNAs were subjected to direct PCR for first amplification using R16mF2/R16mR1 primer pairs. The resulting amplified yields were diluted at a 1: 40 ratio using distilled RNase-free water for nested PCR amplification. Thermocycling conditions were regulated: 2 min at 94°C for the first denaturation, followed by 35 repetitions of 1 min at 94°C, 2 min at 55°C (60°C for nested PCR), and 3 min at 72°C, finally 10 min at 72°C. The 50 µl of both PCR reactions mixes consisted of 4 µl of DNA as a template, 6 µl of 10x PCR buffer, 3 µl of MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 1 µl of dNTP (10 mM), 1 µl of reverse and forward primer (20 pmol), 0.4 µl of Taq DNA polymerase (0.5 U) (Thermo Scientific, USA), and 33.6 µl of distilled RNase free water. For stability of amplification assays, reaction mixtures, devoid of DNA, and phytoplasma isolates formerly detected were utilized as negative and positive controls, respectively. Nested PCR-amplified products were separated electrophoretically (at 90V for 50 min) in an agarose gel with EtBr and monitored with a UV light device (Synoptic, Cambridge, UK).

### Cloning, sequencing, and nucleotide BLAST

A nested PCR positive isolate was purified from the gel (GeneJET Gel Extraction Kit, Thermo Fisher), promptly cloned into an appropriate bacterial plasmid, and transferred to competent cell *E. coli* bacteria. The 16S rRNA gene sequence of phytoplasma isolate in the pepper plant was revealed by sequencing the recombinant plasmids recovered from the transformed bacteria. The sequencing process was carried out by the relevant company using Next Generation Sequencing (NGS) (Sentebiolab, Turkey). The nucleotide identity matrix of the obtained sequence was checked for sequence consensus using the FASTA and BLASTN analysis tools in the online program NCBI GenBank. The related sequence was called and recorded in the GenBank database.

### Similarity index and tentative analysis of Iğdir phytoplasma isolate

The similarity index of 16S rRNA segment was estimated by the *iPhyClassifier* program used for the assignment of phytoplasma species and the similarity coefficient (Zhao et al., 2009). A further analysis was executed by employing tentative Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) analysis through pDRAW32 scientific software. In a tentative analysis, seventeen endonuclease enzymes were used to compare the restriction profile patterns (Lee et al., 1998) with this of the reference isolate (AY390261) reported for 16Sr VI-A (Clover proliferation group) from *Trifolium hybridum* in Canada (Hiruki & Wang, 2004).

### Phylogenetic dendrogram

To determine the phylogenetic relationship of the Iğdir isolate revealed in this study, a phylogenetic tree was created using various phytoplasma isolates available in the NCBI database. For this, sequences from chosen distinct geographic origins together with Iğdir sequence were aligned and trimmed to ensure sequence homogeneity of 16S rRNA nucleotide fragments. For the phylogenetic dendrogram, a neighbor-joining method was used with 1000 bootstrap scores (Saitou & Nei, 1987).

## RESULTS and DISCUSSION

### Symptomatology

In the surveyed region of Iğdir province, suspicious phytoplasma disease symptoms in pepper plants i.e. such as dwarfing, witches' broom, curling leaves, and diminished leaf sizes (Figure 1) were observed. Our field observations of pepper phytoplasma have also been extensively reported by various plant pathologists in Lebanon (Choueiri et al., 2007), Turkey (Sertkaya et al., 2007), Mexico (Santos-Cervantes et al., 2008), and Indonesia (Harling et al., 2009). Similar phytoplasma signs of pepper plants were reported by Oksal et al. (2017) who identified '*Ca. P. trifolii*', a member of the 16S VI-A group, in Turkey and by Khan & Raj (2006) who detected '*Ca. P. asteris*' from 16SrI Aster Yellows group in India using PCR-based approaches.



**Figure 1.** Pepper plants showing phytoplasma symptoms such as yellowing, shoot proliferation, dwarfing, leaf curling, and small leaves directed upwards in Iğdır Province of Turkey.

**Şekil 1.** Türkiye'nin Iğdır ilinde sararma, sürgün çoğalması, bodurlaşma, yaprak kıvrılması ve yukarıya doğru küçük yaprak gibi fitoplazma belirtileri gösteren biber bitkileri.

A total of eight samples with 3 symptomless and 5 symptomatic were tested against phytoplasma bacteria using 16S rRNA-specific primers. Nested and direct PCR tests yielded 1.2 kb and 1.8kb expected size DNA amplicons in one sample and the positive control, respectively, but not from other samples and the negative control (data not shown). In the current study, 4 out of 5 symptomatic samples in nested PCR tests gave a negative reaction to phytoplasma. This situation is probably because phytoplasmas and pepper viruses express similar symptoms. Many studies showed that pepper-associated viral signs resemble those of phytoplasma worldwide. Pepper-associated viral symptoms such as yellowing and severe dwarfing were reported in pepper plants using DAS-ELISA in Turkey (Hatay) (Özdağ & Sertkaya, 2017). In Mexico, similar symptoms on chile peppers were tested against *beet mild curly top virus* (BMCTV). It has been suggested that the causative agent is a new strain of virus named *Pepper yellow dwarf virus* (PeYDV), although closely related to BMCTV (Lam et al., 2009). In Saudi Arabia, symptoms such as yellowing and curling leaves associated with four viral pathogens in bell pepper specimens were affirmed using PCR tests by Kamran et al. (2018). With an infection incidence of 47.14%, the presence of *pepper mild mottle virus* (PMMoV) was reported by using DAS-ELISA on pepper plants showing stunting, leaf malformation, and chlorosis from Turkey (Antalya) (Şevik, 2011).

### Nucleotide BLAST and tentative analysis

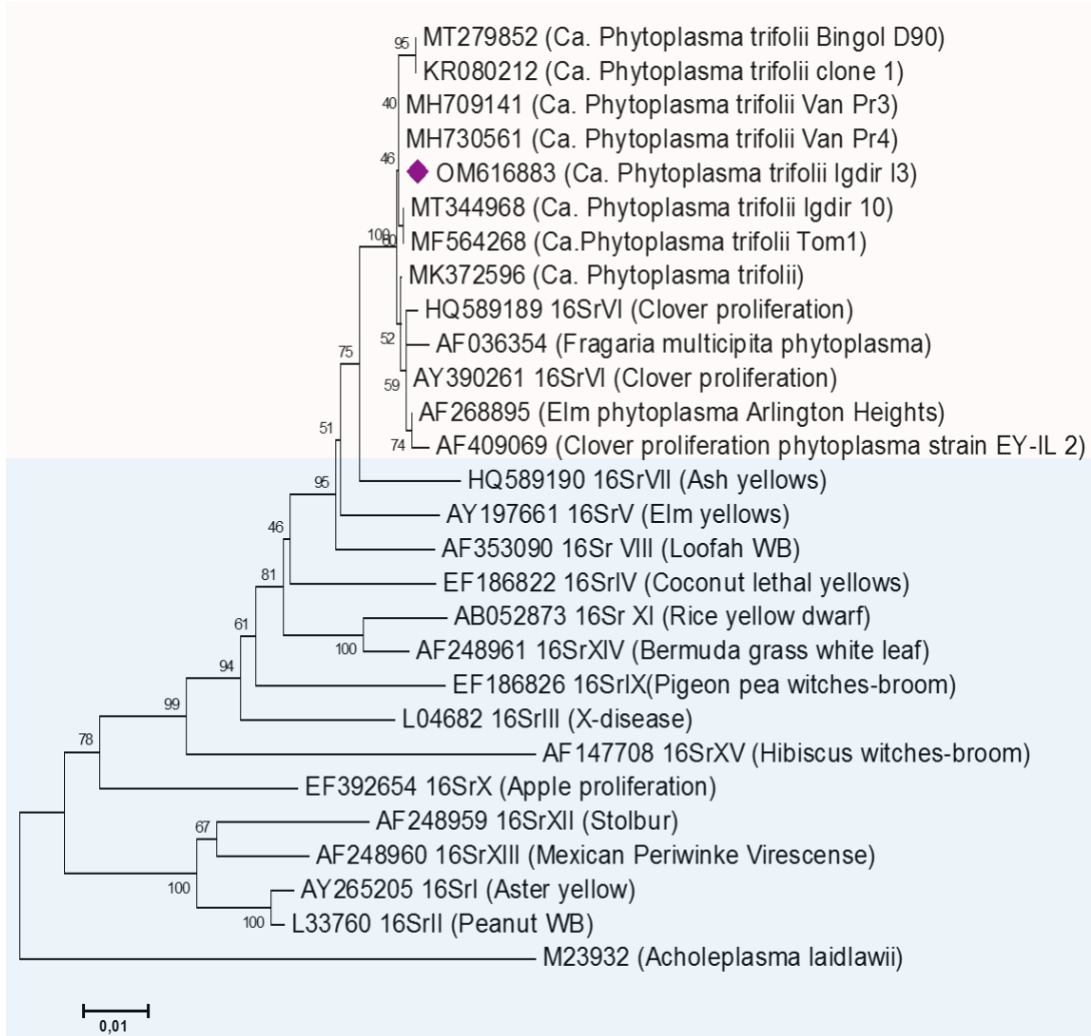
The nested PCR-positive amplicon detected was successfully cloned, sequenced, and revealed the nucleotide sequence. Iğdır phytoplasma sequence of 1254 bp was termed as Iğdır I3 and recorded with accession code OM663745 to GenBank database. According to BLASTN analysis, 16S rRNA sequences displayed nucleotide identity between 100% and 99.44% with alfalfa isolate from Russia (KP864671) and *Datura* sp. isolate from India (MW261864), respectively, compared to consensus genes of '*Candidatus* Phytoplasma trifolii' isolates submitted to the GenBank site.

Based on the *iPhyClassifier* program, 16S ribosomal group/subgroup assignment of the Iğdır I3 isolate was identified as a member of Clover Proliferation Group (16SrVI-A), with 1.00 the similarity index. The agent was closely related to the reference isolate '*Ca. P. trifolii*' under GenBank accession code AY390261. Clover Proliferation Group (16SrVI) consists of three main subgroups: VI-A [*Ca. P. trifolii*, clover proliferation (CP)] (Hiruki & Wang, 2004), VI-B [Strawberry multiplier disease (SMPD)] (Jomantiene et al., 1998), and VI-C [Illionis elm yellows (ILEY)] (Jacobs et al., 2003). To fortify the subgroup of the Iğdır sequence in the 16SrVI group, the tentative restriction was performed using the 17 restriction

enzymes (*AluI*, *BamHI*, *Bfal*, *BstUI* (*Thal*), *DraI*, *EcoRI*, *HaeIII*, *HhaI*, *HinfI*, *HpaI*, *HpaII*, *KpnI*, *Sau3AI* (*Mbol*), *MseI*, *RsaI*, *SspI*, and *TaqI*) by the pDRAW32 program. Isolate Iğdır I3 showed an identical 16S RNA RFLP model with the reference isolate of '*Ca. P. trifolii*' (AY390261) (data not provided).

### Cladistic analysis of phytoplasma Iğdır i3 isolate

The Iğdır phytoplasma sequence detected was analyzed phylogenetically using 26 different phytoplasma groups and 16S rRNA gene sequences selected from different plants submitted to the GenBank. The phylogenetic tree revealed that the studied sequence (OM616883) clustered with the '*Ca. P. trifolii*' from different hosts and the reference sequence from Clover Proliferation Group VI, sub-group A (AY390261). Probably due to the close ecogeographic origin, the '*Ca. P. trifolii*' phytoplasma sequence in pepper exhibited closer sequence homology to other plant materials, including tomato (MF564268), cucumber (KR080212), and pear isolates (MH709141, MH730561) from Van province, tomato isolate (MT344968) from Iğdır province, and maize (MK372596), and tomato isolates (MT279852) from Bingöl province of Turkey (Fig. 2).



**Figure 2.** Neighbour-joining molecular phylogeny based on the 16S rRNA nucleotide sequence of '*Ca. P. phytoplasma*' isolate (Iğdır I3, OM616883) from Iğdır province. *Acholeplasma laidlawii* is assigned as an outsource.

**Şekil 2.** Iğdır ilinden '*Ca. P. phytoplasma*' izolatının (Iğdır I3, OM616883) 16S rRNA nükleotid dizisine dayalı Neighbour-joining metoduyla oluşturulan moleküler filogeni. *Acholeplasma laidlawii* dışgrup olarak atanmıştır.

Pepper plant species have been reported to be an important host of phytoplasmas from different 16Sr groups. Literature screening revealed that phytoplasmas from five different 16Sr groups were infectious for pepper plants. Khan & Raj (2006) identified the 'Ca. P. asteris' from 16Sr I-B ribosomal subgroups using phytoplasma-specific primer sets in pepper plants expressing symptoms of dwarfed and reduced leaves. Similarly, Zheng-Nan et al. (2013) reported the same phytopathogen in pepper plants showing witches' broom symptoms. Sertkaya et al. (2007) determined 16SrXII-A ('Ca. P. solani') in pepper with big bud symptoms. In addition, Harling et al. (2009) and Faghihi et al. (2016) reported the 'Ca. P. aurantiolia' (16SrII group) in pepper plants exhibiting symptoms such as small-leaved, phyllody (virescence), big bud, and rosetting from Indonesia and Iran. In Bolivia, Arocha et al. (2010) identified the phytoplasma of X-disease (16SrIII group) in pepper plants with reduced leaf size, yellowing, shoot proliferation, shortened internodes, and a little fruits. The 16SrVI: The clover proliferation group was also ascertained in phytoplasma symptomatic pepper plants. In this study, we determined the presence of 'Ca. P. trifolii' pathogen, a member of 16SrVI-A subgroup: Clover proliferation group, in pepper plant in Iğdır province based on nested PCR sequence-RFLP and phylogenetic analysis outputs. 'Ca. P. trifolii', which has a wide host range in many plant families, was first described in the 60s, and was included in the Clover proliferation group after being characterized in 2004, with the access code AY390261 (Chiykowski, 1965; Hiruki & Wang, 2004). Apart from pepper, the phytopathogen 'Ca. P. trifolii' is also infectious to other solanaceous, cucurbits, leguminous, and graminiae, fruit trees, weeds, some insects, ornamental plants, and weeds (Alp et al., 2016; Usta et al., 2017; Girsova et al., 2017; Salas-Muñoz et al., 2018; Oksal et al., 2017, 2020; Güller, 2021; Usta et al., 2021, 2022).

In the Iğdır province of Turkey, the causative agent of pepper plants was first characterized in tomato plants expressing symptoms of curling and deformed leaves, infertility, and bushy upper tissues (Usta & Güller, 2020). In summary, the agent is present in the field conditions of this region, and if appropriate control strategies for phytoplasma are not implemented, the agent will continue to parasitize the other crops such as solanaceous, cucurbits, and fruit trees grown in this region. The use of appropriate molecular detection methods for phytoplasma infections will provide clues for the region's resident community in terms of disease management and agricultural production. Considering the continuity of phytoplasmas overwintering in insects and weeds to the next season, it is recommended to inform the producers about the primary control methods.

## CONCLUSION

The association between phytoplasma and the appearance of the pepper plant was revealed using symptomatology, molecular tests, and computer-supported bioinformatic analyzes. Phytoplasma-infected pepper plants exhibited phytoplasma-specific signs such as yellowing, dwarfing, and bushy features in field conditions. The tests and analyzes proved the occurrence of 'Ca. P. trifolii' from the 16SrVI-A subgroup. Performing phytoplasma screenings on vector and weed transmission of phytoplasmas will help minimizing phytoplasma infections under field conditions in this region.

## REFERENCES

- Alp, Ş., M. Usta, H.M. Sipahioğlu & A. Güller, 2016. First report of "*Candidatus* Phytoplasma solani" on a new host marigold (*Tagetes erecta* L.). Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 40: 311-318. <http://doi.org/10.3906/tar-1506-58>
- Arocha, Y., G. Plata, J. Franco, G. Maín, S. Veramendi, F. Lazcano, J.L. Crespo, V. Lino, C. Calderón, R. Llerena, R. Andrew, O. Antezana, A. Gutiérrez, M. Coca & E. Boa, 2009. First report of a 16SrIII Phytoplasma (X-disease group) affecting bell pepper, strawberry (frutilla), *Schinus molle* and *Arracacia xanthorrhiza* in Cochabamba, Bolivia. Plant Pathology, 59 (2): 395-395. <http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02235.x>

- Bayram, S., U. Zeybekoglu, G. Soylemezoglu, D. Canik, M. Karavin, A. Cakir & F. Ertunc, 2014. Presence of putative insect vectors of grapevine yellows phytoplasmas in Turkey. *Phytopathogenic Mollicutes*, 4 (1): 22-26. <http://doi.org/10.5958/2249-4677.2014.00578.7>
- Bertaccini, A. & I.M. Lee, 2018. "Phytoplasmas: an update,". in: *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I, in Characterization and Epidemiology of Phytoplasma-Associated Diseases*. *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I*, 1-29. [http://doi.org/10.1007/978-981-13-0119-3\\_1](http://doi.org/10.1007/978-981-13-0119-3_1)
- Bertaccini, A., 2007. *Phytoplasmas: diversity, taxonomy and epidemiology*. *Frontiers in Bioscience*, 12: 673-689. <http://doi.org/10.2741/2092>
- Beşkeçili, M., N. Güneş & M. Gümüş, 2021. Antalya ili Demre ilçesi biber yetiştiriciliğinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Cucumber mosaic virus* (CMV) etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (3): 399-405. <http://doi.org/10.20289/zfdergi.799432>
- Bogoutdinov, D.Z., D. Valunas, M. Navalinskene & M. Samuitene, 2008. About specific identification of Phytoplasmas in solanaceae crops, *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 1: 77-80.
- Chiukowski, L.N., 1965. A yellows-type virus of alsike clover in Alberta. *Canadian Journal of Botany*, 43: 527-536. <http://doi.org/10.1139/b65-058>
- Choueiri, E., P. Salar, F. Jreijiri, S. El Zammari, R. Massaad, H. Abdul-Nour, J.M. Bové, J.L. Jean-Luc Danet & X. Foissac, 2007. Occurrence and distribution of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' associated with diseases of solanaceous crops in Lebanon. *European Journal of Plant Pathology*, 118: 411-416. <http://doi.org/10.1007/s10658-007-9142-8>
- Erdoğan, O., 2009. Bazı pamuk çeşit adaylarının *Verticillium solgunluk* hastalığı etmeni (*Verticillium dahliae* Kleb.)'ne karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 9-16.
- Ertunc, F., A. Çakır, G. Soylemezoglu, D.C. Orel, Ş. Topkaya & S. Bayram, 2015. Reactions of some grapevine cultivars to "bois noir" phytoplasma. *Phytopathogenic Mollicutes*, 5 (1-Supplement): 109-110. <http://doi.org/10.5958/2249-4677.2015.00046.8>
- Faghihi, M.M., S.M. Taghavi, A. Safaei, M. Siampour & S.S. Modarres-Najafabadi, 2016. First report of a Phytoplasma associated with bell pepper big bud disease in Iran. *New Disease Reports*, 33: 15. <http://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2016.033.015>
- FAO, 2020. Dünya biber üretimi. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/>) (Date accessed: 23.06.2020).
- FAOSTAT, 2017. Crops and livestock products. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>) (Date accessed: 26.12.2019).
- Fialová, R., P. Válová, G. Balakishiyeva, J.L. Danet, D. Šafárová, X. Foissac & M. Navrátil, 2009. Genetic variability of stolbur Phytoplasma in annual crop and wild plant species in south Moravia. *Journal of Plant Pathology*, 91: 411-416. <http://doi.org/10.4454/jpp.v91i2.971>
- Flower, C.E., N. Hayes-Plazolles, J.M. Slavicek & C. Rosa, 2018. First report of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*'-related strain of 16SrVI-A Phytoplasma subgroup, associated with Elm yellows disease in American elm (*Ulmus americana* L.) in Ohio, U.S.A. *Plant Disease*, 102 (2): 438. <http://doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1154-PDN>
- Girsova, N.V., K.D. Bottner-Parker, D.Z. Bogoutdinov, T.B. Kastalyeva, Y.I. Meshkov, K.A. Mozhaeva & L.I. Ming, 2017. Diverse phytoplasmas associated with leguminous crops in Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 149 (3): 599-610. <http://doi.org/10.1007/s10658-017-1209-6>
- Güller, A., 2021. Molecular analysis and first-time PCR isolation of '*Candidatus Phytoplasma Trifolii*' from Maize (*Zea mays* L.) in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30 (10): 11220-11227.
- Gundersen, D.E. & I.M. Lee, 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assay using two universal primer pairs. *Phytopathologia Mediterranea*, 35: 144-151.
- Gundersen, D.E., I.M. Lee, D.A. Schaff, N.A. Harrison, C.J. Chang, R.E. Davis & D.T. Kingsbury, 1996. Genomic diversity and differentiation among phytoplasma strains in 16S rRNA groups I (aster yellows and related phytoplasmas) and III (X-disease and related phytoplasmas). *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46: 64-75. <http://doi.org/10.1099/00207713-46-1-64>
- Harling, R., Y. Arocha, V. Harju, C. Tobing, E. Boa, P. Kelly & R. Reeder, 2009. First report of 16SrII '*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*' infecting chilli and tamarillo in Indonesia. *Plant Pathology*, 58 (4): 791. <http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02074.x>



- Hemmati, C., M. Nikooei, & H. Pasalari, 2018. *Cota tinctoria* and *Orosius albicinctus*: A new plant host and potential insect vector of 'Candidatus Phytoplasma trifolii'. *Australasian Plant Disease Notes*, 13 (1): 13. <https://doi.org/10.1007/s13314-018-0298-1>
- Hiruki, C. & K.R. Wang, 2004. Clover Proliferation Phytoplasma: 'Candidatus Phytoplasma trifolii'. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54: 1349-1353. <http://doi.org/10.1099/ijs.0.02842-0>
- Hodgetts, J., T. Ball, N. Boonham, R. Mumford & M. Dickinson, 2007. Use of terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) for identification of phytoplasmas in plants. *Plant Pathology*, 56: 357- 365. <http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01561.x>
- Hogenhout, A.S. & M.S. Music, 2010. Phytoplasma genomics, from sequencing to comparative and functional genomics- What have we learnt? *Phytoplasmas Genoms, Plant Hosts and Vectors*, 19: 37. <http://doi.org/10.1079/9781845935306.0000>
- IRPCM, 2004. 'Candidatus Phytoplasma', a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54: 1243-1255. <http://doi.org/10.1099/ijs.0.02854-0>
- Jacobs, K.A., IM. Lee, H.M. Griffiths, F.D.Jr. Miller & K.D. Bottner, 2003. A new member of the clover proliferation phytoplasma group (16SrVI) associated with elm yellows in Illinois. *Plant Disease*, 87: 241-246. <http://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.3.241>
- Jomantiene, R., R.E. Davis, J. Maas & E.L. Dally, 1998. Classification of new phytoplasmas associated with diseases of strawberry in Florida, based on analysis of 16S rRNA and ribosomal protein gene operon sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48: 269-277. <http://doi.org/10.1099/00207713-48-1-269>
- Julien, H., V. Taffouo, A. Nouck, K. Nyemene, L. Tonfack, T. Meguekam & E. Youmbi, 2017. Effects of Salt Stress on Plant Growth, Nutrient Partitioning, Chlorophyll Content, Leaf Relative Water Content, Accumulation of Osmolytes and Antioxidant Compounds in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45: 481-490. <http://doi.org/10.15835/nbha45210928>
- Kamran, A., L. Lotos, M.A. Amer, M.A. Al-Saleh, I.M. Alshahwan, M.T. Shakeel, M.H. Ahmad, M. Umar & N.I. Katis, 2018. Characterization of *Pepper leafroll chlorosis virus*, a New Polerovirus Causing Yellowing Disease of Bell Pepper in Saudi Arabia. *Plant Disease*, 102: 318-326. <http://doi.org/10.1094/PDIS-03-17-0418-RE>
- Khan, M.S. & S.K. Raj, 2006. First report of molecular detection of an Aster yellows Phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma asteris*) isolate infecting chilli (*Capsicum annuum*) in India. *Plant Pathology*, 55: 822. <http://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01482.x>
- Lam, N., R. Creamer, J.Rascon & R. Belfon, 2009. Characterization of a new curtovirus *Pepper yellow dwarf virus* from chile pepper and distribution in weed hosts in New Mexico. *Archives of Virology*, 154 (3): 429-436. <http://doi.org/10.1007/s00705-009-0320-1>
- Lee I.M., D.E. Gundersen-Rindal & R.E.Davis & I.M. Bartoszyk, 1998. Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 48, 1153-1169. <https://doi.org/10.1099/00207713-48-4-1153>
- Lee, I.M. & R.E. Davis, 1992. "Mycoplasmas Which Infect Plant and Insects, 379-390". In: *Mycoplasmas: Molecular Biology and Pathogenesis* (Eds. J. Maniloff, R.N. McElhansey, L.R. Finch & J.B. Baseman). Washington, DC: American Society of Microbiology, USA.
- Lee, I.M., R.E. Davis & D.E. Gundersen-Rindal, 2000. Phytoplasmas: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology*, 56: 1593-1597. <http://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.221>
- Lee, I.M., R.W. Hammond, R.E. Davis & D.E. Gundersen, 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma like organisms. *Phytopathology*, 83: 834-842.
- Navratil, M., P. Valova, R. Fialova, P. Lauterer, D. Safarova & M. Stary, 2009. The incidence of "stolbur" disease and associated yield losses in vegetable crops in South Moravia (Czech Republic). *Crop Protection*, 28: 898-904. <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.05.008>
- Oksal, H.D., 2020. Natural Phytoplasma infections on fruit, vegetable and weed plants at the same agroecosystem and their molecular properties. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48 (2): 615-625. <http://doi.org/10.15835/nbha48211940>

- Oksal, H.D., F. Kaya Apak, E. Oksal, T. Tursun & H.M. Sipahioğlu, 2017. Detection and Molecular Characterization of two 'Candidatus Phytoplasma Trifolii' Isolates Infecting Peppers at the Same Ecological Niche. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19 (6): 1372-1378. <http://doi.org/10.17957/IJAB/15.0420>
- Özdağ, Y. & G. Sertkaya, 2017. Investigation on viruses causing yellowing disease in pepper in Hatay-Turkey. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22: 16-22.
- Rao, G.P. & M. Kumar, 2017. World status of Phytoplasma diseases associated with eggplant. *Crop Protection*, 96: 22-29. <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.005>
- Saitou, N. & M. Nei, 1987. The Neighbor-Joining method: A new method for reconstructing phylogenetic tree. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406-425. <http://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454>
- Salas-Muñoz, S., J.A. Mauricio-Castillo, C.H. Dietrich, R. Creamer & L.R. Reveles-Torres, 2018. First report of the leafhoppers *Ceratagallia nitidula* and *Empoasca abrupta* (Hemiptera: Cicadellidae) as vectors of 'Candidatus Phytoplasma trifolii'. *Plant Disease*, 102 (12): 2636-2637. <http://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-0975-PDN>
- Santos-Cervantes, M.E., J.A. Chávez-Medina, J. Méndez-Lozano & N.E. Leyva-López, 2008. Detection and Molecular Characterization of Two Little Leaf Phytoplasma Strains Associated with Pepper and Tomato Diseases in Guanajuato and Sinaloa, Mexico. *Plant Disease*, 92 (7): 1007-1011. <http://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-1007>
- Sertkaya, G., M. Martini & R. Osler, 2008. First report of 'Candidatus Phytoplasma mali' in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 90: 143-149.
- Sertkaya, G., M. Martini, R. Musetti & R. Osler, 2007. Detection and molecular characterization of Phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. *Bulletin of Insectology*, 60 (2): 141-142.
- Şevik, M.A., 2011. Occurrence of pepper mild mottle virus in greenhouse-grown pepper (*Capsicum annuum* L.) in the West Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10 (25): 4976-4979.
- TUIK, 2020. Bitkisel üretim istatistikleri. (Web page: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>) (Date accessed: 13.02.2022).
- Usta, M. & A. Güller, 2020. Detection and molecular characterization of 'Candidatus Phytoplasma Trifolii', a member of the Clover proliferation group, infecting tomato plants from Iğdır Province in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8 (12): 2533-2540. <http://doi.org/10.24925/turjaf.v8i12.2533-2540.3592>
- Usta, M., A. Güller & H.M. Sipahioğlu, 2017. Detection and characterization of two Phytoplasma lineages on cucumber (*Cucumis sativus* L.) with same symptomatology based on Virtual RFLP and Nucleotide Sequence Analysis of 16S rDNA. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 27 (3): 299-308. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.288346>
- Usta, M., A. Güller & H.M. Sipahioğlu, 2021. First report of 'Candidatus Phytoplasma trifolii' associated with leaf reddening and upright growth in pears (*Pyrus communis* L.). *Plant Protection Science*, 57 (3): 188-195. <http://doi.org/10.17221/163/2020-PPS>
- Usta, M., A. Güller & H.M. Sipahioğlu, 2022. Detection, in silico analysis and molecular diversity of phytoplasmas from solanaceous crops in Turkey. *Plant Protection Science*, 58: 31-39. <http://doi.org/10.17221/115/2021-PPS>
- Weintraub, P.G & L. Beanland, 2006. Insect vector of Phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51: 91-111. <http://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151039>
- Yılmaz, S., B.K. Çağlar & K. Djelouah, 2019. Molecular characterization of Phytoplasma diseases of pepper in Turkey. *Journal of Phytopathology*, 167: 479-483. <http://doi.org/10.1111/jph.12820>
- Zhao, Y., W. Wei, I.M. Lee, J. Shao, X. Suo & R.E. Davis, 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: 2582-2593. <http://doi.org/10.1099/ijs.0.010249-0>
- Zheng-Nan, L., L. Zhang, J.G. Song & Y.F. Wu, 2013. Molecular detection and identification of Phytoplasma associated with pepper witches' broom in China. *Phytoparasitica*, 41: 429-434. <http://doi.org/10.1007/s12600-013-0304-2>





**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):439-447  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1007041>

Melike BAKIR <sup>1\*</sup>

CebraİL YILDIRIM <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Biotechnology,  
Faculty of Agriculture, Erciyes University,  
38039, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup> Yozgat Bozok University, Institute of  
Hemp Research, 66100, Yozgat, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[melikecu@gmail.com](mailto:melikecu@gmail.com)

**Keywords:** Ascorbate peroxidase,  
drought stress, gene expression, lentil,  
RT-qPCR

**Anahtar sözcükler:** Askorbat  
peroksidaz, kuraklık stresi, gen  
ekspresyonu, mercimek, RT-qPCR

## Isolation of ascorbate peroxidase (APX) gene in lentil (*Lens culinaris* Medik.) and expression analysis under drought stress conditions

Mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) askorbat peroksidaz geninin izolasyonu ve kuraklık stresi koşullarındaki ifadesinin belirlenmesi

Received (Alınış): 19.10.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 06.06.2022

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to isolate partial cDNA that belongs to the ascorbate peroxidase (APX) gene of lentil (*Lens culinaris* Medik.) and to express LcAPX gene in lentil seedlings under drought stress conditions.

**Material and Methods:** To identify the relationships between drought stress and LcAPX gene expression, lentil seedlings grown for 2 weeks were subjected to drought stress through not irrigating for 6, 13, and 20 days. Effects of drought stress were determined by measuring the stem relative water content (RWC). Gene expression changes in lentil seedlings were determined with real-time RT-qPCR.

**Results:** The LcAPX gene expression levels of both drought-tolerant Firat-87 and drought-sensitive Özbek cultivars varied with the severity of drought stress. The gene expression of LcAPX reached the highest level in Firat-87 cultivar on the 6th day, whereas a significant increase was observed only on the 20th day of the Özbek cultivar, and this increase was relatively low as compared to the Firat-87 cultivar.

**Conclusion:** From the study conducted, it was concluded that time-dependent changes of the expression of LcAPX gene indicates that LcAPX gene had a highly specific gene expression profile and complex regulation in lentil drought response.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada, mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) askorbat peroksidaz (APX) geninin partial cDNA klonu izole edilmiş ve LcAPX geninin kuraklık stresi koşullarında mercimek fidelerinde değişen gen ifadesi seviyesi belirlenmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Kuraklık stresi ve LcAPX gen ifadesi arasındaki ilişkiyi anlamak için, 2 hafta süre ile yetiştirilen mercimek fidelerine 6, 13 ve 20 gün süre ile sulamama şeklinde kuraklık stresi uygulanmıştır. Kuraklık stresinin etkileri, sap nispi nem içeriği (RWC) ölçülerek belirlenmiştir. Mercimek fidelerinde meydana gelen gen ifadesi değişimleri eş zamanlı kantitatif PCR (Real-time qPCR) ile belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Hem kuraklığa dayanıklı Firat-87 hem de kuraklığa duyarlı Özbek çeşitlerinin LcAPX gen ekspresyon seviyeleri, kuraklık stresinin şiddetine göre değişiklik göstermiştir. LcAPX gen ekspresyonu Firat-87 çeşidinde 6. günde en yüksek seviyeye ulaşırken, Özbek çeşidinin sadece 20. gününde önemli bir artış gözlenmiş ve bu artış Firat-87 çeşidine göre nispeten düşük kalmıştır.

**Sonuç:** Sonuç olarak, LcAPX geninin ekspresyonunun gün bazında değişmesi, LcAPX geninin mercimeğin kuraklığa tepkisinde oldukça spesifik bir gen ekspresyon profiline ve karmaşık bir regülasyona sahip olduğunu göstermektedir.

## INTRODUCTION

Lentil (*Lens culinaris* Medik.) is among the oldest cultivated edible legumes (Bahl et al., 1993). It is a self-pollinating annual cool season plant (Arumuganathan & Earle, 1991; Muehlbauer, 1992) and has a diploid genome ( $2n=2x=14$ ) with a genome size of 4063 Mbp (Arumuganathan & Earle, 1991). Lentil is an important source of protein (22-35%), fiber, minerals, and carbohydrates for human diet (Pala et al., 2018). It is a cool season crop plant (Tullu et al., 2001) and cultivated over 610 thousand hectares worldwide and annual production is around 6.3 million tons (FAO, 2018). Turkey with an annual production of 353 thousand tons is ranked fourth in the world lentil production after Canada, India and the USA (FAO, 2018). There were significant increases in lentil cultivated lands during the last decade (FAO, 2018), but sufficient yield levels were not achieved because of biotic and abiotic stresses exerted on plants (Rahimi et al., 2016; Sehgal et al., 2017; Singh et al., 2017; Bakır, 2019; Köse et al., 2019).

Drought is an important abiotic stress factor influencing about 26% of cultivated lands worldwide (Kalefetoğlu & Ekmekçi, 2005). Drought stress results in stomal closure, thus reduces photosynthesis rates, turgor pressure, cell growth and division, increases oxidative damage, reduce plant height and leaf size, in brief, destructs several plant activities (Kalefetoğlu & Ekmekçi, 2005; Jaleel et al., 2009; Samarah et al., 2009; Qados, 2011; Örs & Ekinci, 2015; Kabay & Şensoy, 2016; Laxa et al., 2019; Marchin et al., 2020). Plants are more sensitive to such negative effects of drought stress in generative stage (Barnabas et al., 2008; Morgil et al., 2019). It was reported that drought stress limits the growth and yield of lentil especially in reproductive period and grain-filling periods (Rahimi et al., 2016; Sehgal et al., 2017) and resulted in yield losses varying between 6 and 54% (Oweis et al., 2004).

Drought stress facilitates the production of reactive oxygen species (ROS) like superoxide ( $O_2^-$ ), hydroxyl ( $OH^-$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) and singlet oxygen ( $^1O_2$ ) and generates oxidative stress on plants (Harb et al., 2015). Ascorbate peroxidase (APX) enzyme (EC 1.11.1.11, APX) catalyzes  $H_2O_2$ , largely produced in plant cells, into  $H_2O$  and  $O_2$  and prevent accumulation of  $H_2O_2$  to toxic levels and plays an important role in homeostasis of reactive oxygen species in plants (Mittler & Zilinskas, 1992; Mittler, 2002; Sato et al., 2001; Punchuk et al., 2002; Shigeoka et al., 2002; Güneş et al., 2006; Xu et al., 2011; Gökçay, 2012; Chugh et al., 2013; Harb et al., 2015; Çevik & Ünyayar, 2015; Bartwal & Arora, 2017; Laxa et al., 2019). APX in higher plants exists in four isoforms: cytosolic, stromal, glycosomal, and thylakoid membrane bound (Chen & Asada, 1989; Miyake & Asada, 1992) and these isoforms increase response to different stress conditions. The changes in APX gene expression and APX enzyme activity vary in drought-tolerant and resistant species and such an increase in APX enzyme activity of drought-tolerant genotypes is related to increasing expression levels of different APX isoforms (Secenji et al., 2010). Previous studies showed that the APX gene expression and APX enzyme activity increased with drought stress in many plants such as wheat, sorghum, common meadow, pea, soybean, tomato and maize etc. (Mittler & Zilinskas, 1994; Morita et al., 1999; D'Arcy-Lameta et al., 2006; Ünyayar & Çekiç, 2006; Jiang et al., 2010; Secenji et al., 2010; Terzi et al., 2010; Xu et al., 2011; Kauser et al., 2012; Chugh et al., 2013; Bartwal & Arora, 2017; Akbudak et al., 2018).

The number of studies about APX enzyme activity of lentil under drought stress is quite limited (Aksoy, 2008; Öktem et al., 2008; Gökçay, 2012; Sing et al., 2017) and there is no study in order to identify relationship between APX gene expression and drought stress in lentil plants in the literature. The objectives of the study were to isolate cDNA clone of ascorbate peroxidase (APX) gene in lentil (*Lens culinaris* Medik.) and to determine changes in LcAPX gene expression levels in lentil seedlings under different drought stress conditions.

## MATERIALS and METHODS

### Plant material

Drought-resistant Firat-87 lentil cultivar (GAP International Agricultural Research and Training Center) (Aslan, 2014; Ceritoğlu, 2019) and drought-sensitive Ozbek cultivar (Field Crops Central Research Institute) (Güneş et al., 2006; Elkoyunu, 2013; Tekin, 2019) were used as the plant material for the experiments. Seeds of these cultivars were sterilized with 10% sodium hypochlorite, imbibed in water for a day and sown into viols and grown under controlled conditions (23°C temperature, 70% relative humidity, 16/8 light/dark photoperiods). Before drought stress treatments, plants were irrigated with ½ Hoagland solution in every 3 days. This study was carried out at Erciyes University, Betül Ziya Genome and Stem Cell Center in 2017.

### Stress treatments and physiological measurements

Seedlings were grown under controlled conditions (23 °C temperature, 70% relative humidity, 16/8 light/dark photoperiods) for 10 days and then drought stress was exerted on these plants. Drought stress treatments were applied in without irrigating for 6 days (normal drought stress), 13 days (moderate drought stress) and 20 days (severe drought stress). The stem water potential of each stress and control plant was measured with a pressure chamber (Model 600, Wescor, Inc.). A pool was generated for RNA isolation based on the treatment timings with homogeneous stem water potentials of 5 plants between -0.6 and -1.8 MPa for stress-treated plants and between -0.2 and -0.4 MPa for control plants.

### Total RNA isolation and cDNA synthesis

Total RNA isolation was performed with the use of TRIzol Reagent (Thermo Fisher Scientific, USA) in accordance with the kit protocol. Purity and concentration of isolated RNAs were determined in Nanodrop ND-1000 spectrophotometer and RNA integrity was checked in 2% formaldehyde agarose gel. The cDNA synthesis was performed with the use of random hexamer, 2 µg total RNA, and Transcriptor First Strand cDNA Synthesis Kit (Thermo Fisher Scientific, USA).

### Primer design and amplification of APX gene

APX gene amplification was conducted with the use of PCR primer design, Consensus Degenerate Hybrid Oligonucleotide Primer (CODEHOP) (<http://bioinformatics.weizmann.ac.il/blocks/codehop.html>) (Rose et al., 1998) algorithm, *Medicago truncatula* L-ascorbate peroxidase mRNA (XM\_003606462.2), *Arabidopsis thaliana* L-ascorbate peroxidase mRNA, (AY081646.1), *Pisum sativum* APXI mRNA for ascorbate peroxidase (X62077.1) sequences. Designed primers were tested in lentil cDNAs and APX\_F1R5 primer yielding a clear band was selected for sequence analyses. PCR reactions including 15 µl reaction volume, 200 ng cDNA, 10 pmol primers (dAPX\_F1 5'-CCCCACAGTGAAGCCAGACtayaaraargc-3' and dAPX\_R5 5'- GCTGCAGCAGGCCGtctytcncc -3'), 2.5 mM dNTP, 0.1 unit Taq DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific, USA), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 5x buffer conducted at 94°C for 5 min, followed by 94°C for 1 min, 55°C for 1 min, 72°C for 2 min, 35 cycles and 72°C for 10 min. PCR products were checked in 2% agarose gel, purified with ExoSAP (Thermo Fisher Scientific) PCR purifying system and sequenced in Applied Biosystems Prism 3500 Genetic Analysis System (Applied Biosystems, USA) with the use of BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit. Resultant sequence results was aligned with the use of BLAST software and primers were designed for lentil APX gene with the use of Primer3 (<http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/>) software.

### Real-time RT-qPCR analysis

Amplification of APX gene was performed using single-strand cDNA synthesized from the control and drought stress-treated lentil seedlings. The qPCR reactions were conducted with the use of LightCycler® SYBR Green 1 Master mixture (Thermo Fisher Scientific, USA) in accordance with the kit procedure. In brief reactions were performed in 20 µl total volume of LightCycler® 480 (Thermo Fisher

Scientific, USA) system including 2 µl cDNA, 10 µl SYBR Green 1 Master mixture, 10 pmol primer (LcAPX1\_F 5'- TGGAGCCTCTTAAGGAGCAA-3' and LcAPX1\_R 5'- TCCCTCAAATGGTCAGATCC-3'). Amplification conditions were as follows; following pre-denaturation stage at 95°C for 10 min, 45 cycles at 95°C for 10 s, 50 °C for 10 s, 72°C for 8 s. PCR products were checked with melting curve analysis to verify the specificity of PCR reactions. The analyzes were performed with 3 biological (with 3 technical replicates each) for each sample.

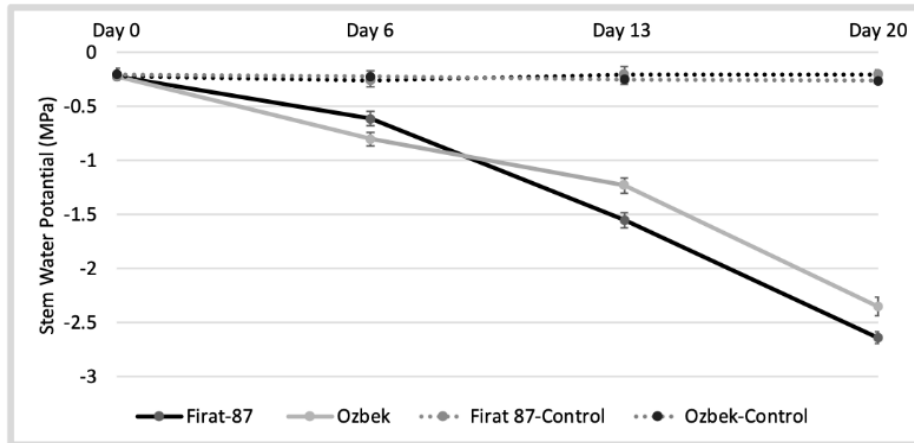
### Statistical analysis

Experimental data obtained from the control and drought stress-treated plants were subjected to statistical analyses in accordance with  $2^{-\Delta\Delta CT}$  method of Livak & Schmittgen (2001). For normalization of Ct/CP values of gene expression, “housekeeping” gene Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (*GAPDH*) (GenBank no. X75327.1) (*GAPDH\_F* TGGGCGAAAACCTCCACTTTG and *GAPDH\_R* GAATTGCTGCAGCCTTGTGA) control gene were used (Saha & Vandemark, 2013).

## RESULT and DISCUSSION

### Physiological changes

A gradual decrease was observed in stem water potential of the cultivars with increasing drought stress. While greater decrease was observed in drought-sensitive Ozbek cultivar on 6<sup>th</sup> day, decrease in stem water potential of drought-resistant Firat-87 cultivar was greater than Ozbek cultivar on 13<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> days. There is a reverse relationship between resistance to drought stress and stem water potential (Joshi & Karan, 2013). Stem water potentials of the control plants varied between 0-0.5 MPa (Figure 1).



**Figure 1.** Stem water potential (MPa) measurements under drought stress conditions.

**Şekil 1.** Kuraklık stres koşulları altında gövde su potansiyeli (MPa) ölçüm sonuçları.

Decrease in relative water content is an early indicator of water deficits in plant tissues (Valentovic et al., 2006). Several other researchers reported that the relative water content in plant and stems under drought stress decreased (Jiang et al., 2010; Terzi et al., 2010; Ghaderi et al., 2011; Xu et al., 2011; Cao et al., 2017). Singh et al., (2017) conducted a study with two lentil genotypes, drought-tolerant and sensitive, and reported 28.6% decrease in relative water content of tolerant genotype and 60.1% decrease in relative water content of sensitive genotype under drought stress. Sehgal et al., (2017) investigated the effects of temperature and drought stress on 8 lentil genotypes and reported 32-35% decrease in relative water content of tolerant genotypes and 51-57% decrease in relative water content of sensitive genotypes (Sehgal et al., 2017).

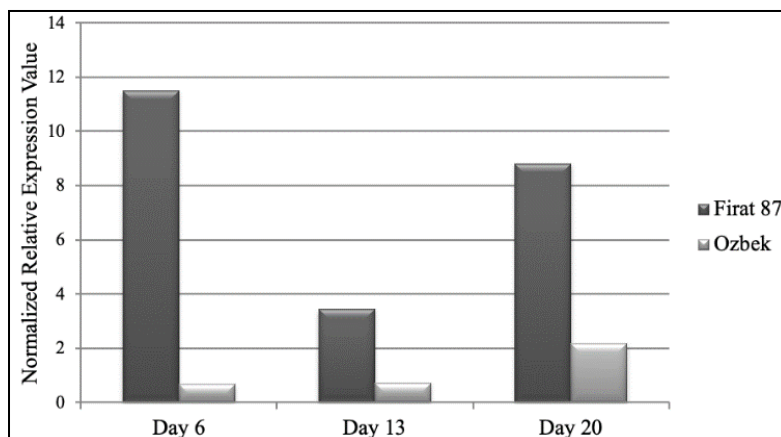
### Isolation of partial APX cDNA from lentil

From drought stress-treated lentil (*L. culinaris* Medik.) leaves, 564 bp long cDNA was isolated. Isolated cDNA fragment was named as *Lens culinaris* cultivar Firat87 ascorbate peroxidase I mRNA and submitted to GenBank (KY428918). In nucleotide sequence analyses of the resultant sequence, it was observed that lentil APX gene exhibited a high homology with *Pisum sativum* ApxI (X75327.1) (94%) *Medicago sativa* ascorbate peroxidase isoform 2 mRNA and complete cds (93%) sequences.

The samples of the same phylogenetic branches located in the same cell sections of different plant species are more closely related than the samples of different phylogenetic branches of the same species (Dabrowska et al., 2007). Cowpea cytosolic APX cDNA had high homology with pea (92%) and turnip (80.8%); peroxisomal APX cDNA with squash (84.7%) and barley (75.7%); chloroplastic APX cDNA with spinach (77.5%) and pumpkin (79.3%) (D'Arcy-Lameta et al., 2006). High homology of spinach was reported with pea (74%) and *A. thaliana* (72%) (Webb & Allen 1995) and between pea and *Arabidopsis thaliana* (79%) (Mittler & Zilinskas, 1992).

### The expression analyses of LcAPX gene

The changes in lentil APX gene expressions under drought stress conditions were analyzed with real-time quantitative PCR (RT-qPCR) method. The LcAPX gene expression in lentil seedlings exhibited differences under drought stress. Drought-resistant Firat-87 cultivar had greater gene expression than drought-sensitive Ozbek cultivar under all drought conditions. Gene expression in Firat-87 cultivar reached the highest level on 6<sup>th</sup> day of drought stress, decreased on 13<sup>th</sup> day and increased again on 20<sup>th</sup> day. In Ozbek cultivar, increase in gene expression was parallel to increase in drought stress and reached the highest level on 20<sup>th</sup> day (Figure 2).



**Figure 2.** APX gene expression levels in seedlings of different lentil cultivars under drought stress conditions.

**Şekil 2.** Kuraklık stresi koşullarında farklı mercimek çeşitlerine ait fidelerde APX geninin ekspresyon düzeyleri.

D'Arcy-Lameta et al., (2006) applied drought stress to drought-resistant and sensitive cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars in the form of not-irrigated for certain periods of time, isolated APX cDNA and investigated the changes in gene expression with RT-PCR. Similar with the present findings, researchers reported an increase in APX gene expression of drought-sensitive cultivar with drought stress, but greater increase in gene expression of resistant cultivar during the early periods of the drought and throughout the drought. Jiang et al., (2010) applied drought stress to drought-tolerant and sensitive genotypes of prairie junegrass (*Koeleria macrantha*) plants grown for 45 days through not irrigating for 7 days and reported increases in cytAPX gene expression of sensitive and resistant genotypes and indicated that there were no distinct differences in accumulated transcript quantity of the genotypes. It



was reported in the same study that as compared to the control plants, drought stress did not yield significant differences in APX enzyme activity. Similar with the present study, Xu et al., (2011) applied drought stress to Kentucky bluegrass plants grown for 2 weeks through not irrigating for 22 days and reported increased APX gene expression of both tolerant and sensitive cultivars with greater increase in tolerant genotype. Harb et al., (2015) conducted a long-term drought stress experiments in barley and reported that APX enzyme activity and gene expression of sensitive genotypes increased in the early stages of drought stress, but changes were not observed in enzyme activity and gene expression of tolerant genotype in early stages, enzyme activity and gene expression of both genotypes decreased on the 9<sup>th</sup> day, but significantly decreased in resistant genotype, gene expression of sensitive genotype did not change on the 16<sup>th</sup> day, but increased in resistant genotype and enzyme activity of resistant genotype did not change. Similarly, in this study, gene expression level of resistant genotype decreased on 13<sup>th</sup> day of drought and increased again on 20<sup>th</sup> day. Increasing APX gene expressions were reported in different plants (Populus, paddy, tobacco) in response to drought and role of APX gene in drought tolerance was indicated in previous studies (Li et al., 2009; Zhang et al., 2013; Cao et al., 2017).

As a conclusion, it could be stated that stem water potential decreased and APX gene expression increased in lentil plants with drought stress treatments. Such an increase varied with the plant response to drought and drought durations and increase in gene expression was greater in drought-tolerant cultivar. The findings in this study revealed that increase in APX gene expression of lentil plants under drought stress was related to plant response to drought stress, but such a contribution was different in sensitive and resistant genotypes. Slight increase in gene expression of sensitive lentil cultivar, but not conversion of such an increase into a significant increase indicated that different mechanisms involved suppressed the increase in gene expression.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study has been supported by Erciyes University Scientific Research Projects Coordination Unit under grant number 6684.

## REFERENCES

- Akbudak, M.A., E. Filiz, R. Vatansever & K. Kontbay, 2018. Genome-wide identification and expression profiling of ascorbate peroxidase (APX) and glutathione peroxidase (GPX) genes under drought stress in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 37 (3): 925-936.
- Aksoy, E., 2008. Effect of Drought and Salt Stresses on The Gene Expression Levels of Antioxidant Enzymes in Lentil (*Lens culinaris* M.) Seedlings. University of Middle East Technical, (Unpublished) Master Thesis, Ankara, 207 pp.
- Arumuganathan, K. & E.D. Earle, 1991. Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9 (3): 208-218.
- Aslan, H., 2014. Effect of Chemical Foliar Application to Reduce Harvest Losses due to Pod Drop and Shatter in Red Lentil. Harran University, (Unpublished) Master Thesis, Şanlıurfa, 41 pp.
- Bahl, P.N., S. Lal & B.M. Sharma, 1993. "An overview of the production and problems in southeast Asia". In: *Proceedings of the seminar on lentils in South Asia*. (Eds. W. Erskine & M.C. Saxena). ICARDA. Aleppo, Syria 236 pp.
- Bakır, M., 2019. Determination of Lentil (*Lens culinaris* M.) DEHYDRATION RESPONSIVE ELEMENT-BINDING2A (DREB2A) Gene Expression under Drought Stress Conditions. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 56 (2): 181-185.
- Barnabás, B., K. Jäger, & A. Fehér, 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell & Environment*, 31 (1): 11-38.
- Bartwal, A. & S. Arora, 2017. Drought stress-induced enzyme activity and mdar and apx gene expression in tolerant and susceptible genotypes of *Eleusine coracana* (L.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 53 (1): 41-49.

- Cao, S., X.H. Du, L.H. Li, Y.D. Liu, L. Zhang, X. Pan, Y. Li, H. Li & H. Lu, 2017. Overexpression of *Populus tomentosa* cytosolic ascorbate peroxidase enhances abiotic stress tolerance in tobacco plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 64 (2): 224-234.
- Ceritoğlu, M., 2019. The Effect of Vermicompost Applied at Different Sowing Dates on Yield and Yield Components in Lentil (*Lens Culinaris* Medik.). Siirt University, (Unpublished) Master Thesis, Siirt, 102 pp.
- Çevik, S. & S. Ünyayar, 2015. The effects of exogenous application of ascorbate and glutathione on antioxidant system in cultivated *Cicer arietinum* and wild type *C. reticulatum* under drought stress. *Journal of Natural & Applied Sciences*, 19 (1): 91-97.
- Chen, G.X. & K., Asada, 1989. Ascorbate peroxidase in tea leaves: occurrence of two isozymes and the differences in their enzymatic and molecular properties. *Plant and Cell Physiology*, 30 (7): 987-998.
- Chugh, V., N. Kaur, M.S. Grewal & A.K. Gupta, 2013. Differential antioxidative response of tolerant and sensitive maize (*Zea mays* L.) genotypes to drought stress at reproductive stage. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 50: 150.
- D'Arcy-Lameta, A., R. Ferrari-Iliou, D. Contour-Ansel, A.T. Pham-Thi & Y. Zuily-Fodil, 2006. Isolation and characterization of four ascorbate peroxidase cDNAs responsive to water deficit in cowpea leaves. *Annals of Botany*, 97 (1): 133-140.
- Dąbrowska, G., A. Kata, A. Goc, M. Szechyńska-Hebda & E. Skrzypek, 2007. Characteristics of the plant ascorbate peroxidase family. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 49 (1): 7-17.
- Elkoyunu, R., 2013. Effects of Different Chlorine Salts on Germination and Seedling Growth in Lentil (*Lens esculanta* Moench). Süleyman Demirel University, (Unpublished) Master Thesis, Isparta, 112 pp.
- FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization (FAO) Stats. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>) (Date accessed: 03 March 2020).
- Ghaderi, N., A.R. Talaie, A. Ebadi & H. Lessani, 2011. The physiological response of three Iranian grape cultivars to progressive drought stress. *Journal of Agricultural and Technology*, 13 (4): 601-610.
- Gökçay, D., 2012. Physiological and Biochemical Screening of Different Turkish Lentil (*Lens culinaris* M.) Cultivars under Drought Stress Condition. Master Thesis, Middle East Technical University, (Unpublished) Master Thesis, Ankara, 80 pp.
- Güneş, A., S. Adak, A. İnal, M. Alpaslan, F. Eraslan, N. Çiçek & B. Soylu, 2006. Oxidative Stress Depending on Drought and Determination Physiological Tolerance Mechanism in Chickpea and Lentil Cultivars. Scientific Research Project Final Report, 135 pp
- Harb, A., D. Awad & N. Samarah, 2015. Gene expression and activity of antioxidant enzymes in barley (*Hordeum vulgare* L.) under controlled severe drought. *Journal of Plant Interactions*, 10 (1): 109-116.
- Jaleel, C.A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, H.J. Al-Juburi, R. Somasundaram & R. Panneerselvam, 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11 (1): 100-105.
- Jiang, Y., E. Watkins, S. Liu, X. Yu & N. Luo, 2010. Antioxidative responses and candidate gene expression in prairie junegrass under drought stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135 (4): 303-309.
- Joshi, R. & R. Karan, 2013. "Physiological, Biochemical and Molecular Mechanisms of Drought Tolerance in Plants, 318-338". In: *Molecular Approaches in Plant Abiotic Stress*, (Eds. R. K. Gaur & P. Sharma) Boca Raton, FL: CRC Press 430 pp.
- Kabay, T. & S. Şensoy, 2016. Enzyme, Chlorophyll and Ion Changes in Some Common Bean Genotypes by Drought Stress. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (3): 380-395.
- Kalefetoğlu, T. & Y. Ekmekci, 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18 (4): 723-740.
- Kausar, R., Z. Hossain, T. Makino & S. Komatsu, 2012. Characterization of ascorbate peroxidase in soybean under flooding and drought stresses. *Molecular Biology Reports*, 39 (12): 10573-10579.
- Köse, Ö.D.E., Y.M. Kardeş, M. Karaer & Z. Mut, 2019. Effects of Different Priming Techniques on Germination and Seedling Growth of Green Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivars. *Bilecik Seyh Edebali University Journal of Science*, 6: 247-255.

- Laxa, M., M. Liebthal, W. Telman, K. Chibani & K.J. Dietz, 2019. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. *Antioxidants*, 8 (4): 94.
- Li, Y.J., R.L. Hai, X.H. Du, X.N. Jiang & H. Lu, 2009. Over-expression of a *Populus* peroxisomal ascorbate peroxidase (PpAPX) gene in tobacco plants enhances stress tolerance. *Plant Breeding*, 128 (4): 404-410.
- Livak, K.J. & T.D. Schmittgen, 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta C_T}$  method. *Methods*, 25 (4): 402-408.
- Marchin, R.M., A. Ossola, M.R. Leishman & D.S. Ellsworth, 2020. A simple method for simulating drought effects on plants. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1715.
- Mittler, R. & B.A. Zilinskas, 1992. Molecular cloning and characterization of a gene encoding pea cytosolic ascorbate peroxidase. *Journal of Biological Chemistry*, 267 (30): 21802-21807.
- Mittler, R. & B.A. Zilinskas, 1994. Regulation of pea cytosolic ascorbate peroxidase and other antioxidant enzymes during the progression of drought stress and following recovery from drought. *The Plant Journal*, 5 (3): 397-405.
- Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7 (9): 405-410.
- Miyake, C. & K. Asada, 1992. Thylakoid-bound ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts and photoreduction of its primary oxidation product monodehydroascorbate radicals in thylakoids. *Plant and Cell Physiology*, 33 (5): 541-553.
- Morgil, H., M. Tardu, G. Cevahir & I.H. Kavakli, 2019. Comparative RNA-seq analysis of the drought-sensitive lentil (*Lens culinaris*) root and leaf under short-and long-term water deficits. *Functional & Integrative Genomics*, 19 (5): 715-727.
- Morita, S., H. Kaminaka, T. Masumura & K. Tanaka, 1999. Induction of rice cytosolic ascorbate peroxidase mRNA by oxidative stress; the involvement of hydrogen peroxide in oxidative stress signalling. *Plant and Cell Physiology*, 40 (4): 417-422.
- Muehlbauer, F.J., 1992. Use of introduced germplasm in cool-season food legume cultivar development. *Use of Plant Introductions in Cultivar Development, Part 2*, 20: 49-73.
- Öktem, H.A., F. Eyidoğan, D. Demirba, A.T. Bayraç, M.T. Öz, E. Özgür, F. Selçuk & M. Yücel, 2008. Antioxidant responses of lentil to cold and drought stress. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 17 (1): 15-21.
- Örs, S. & M. Ekinci, 2015. Drought stress and plant physiology. *Derim*, 32 (2): 237-250.
- Oweis, T., A. Hachum & M. Pala, 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 68 (3): 251-265.
- Pala, F., H. Mennan & A. Demir, 2018. Determination of the Weed Species, Frequency and Density in Lentil Fields in Diyarbakır Province. *Turkish Journal of Weed Science*, 21 (1): 33-42.
- Panchuk, I.I., R.A. Volkov & F. Schöffl, 2002. Heat stress-and heat shock transcription factor-dependent expression and activity of ascorbate peroxidase in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 129 (2): 838-853.
- Qados, A.M.A., 2011. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10 (1): 7-15.
- Rahimi, M.H., S. Houshmand, M. Khodambashi, B. Shiran & S. Mohammady, 2016. Effect of drought stress on agromorphological traits of lentil (*Lens culinaris* Medik.) recombinant inbred lines. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 41 (2): 207-219.
- Rose, T.M., E.R. Schultz, J.G. Henikoff, S. Pietrokovski, C.M. McCallum & S. Henikoff, 1998. Consensus-degenerate hybrid oligonucleotide primers for amplification of distantly related sequences. *Nucleic Acids Research*, 26 (7): 1628-1635.
- Saha, G.C. & G.J. Vandemark, 2013. Stability of expression of reference genes among different lentil (*Lens culinaris*) genotypes subjected to cold stress, white mold disease, and *Aphanomyces* root rot. *Plant Molecular Biology Reporter*, 31 (5): 1109-1115.
- Samarah, N.H., A.M. Alqudah, J.A. Amayreh & G.M. McAndrews, 2009. The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195 (6): 427-441.
- Sato, Y., T. Murakami, H. Funatsuki, S. Matsuba, H. Saruyama & M. Tanida, 2001. Heat shock-mediated APX gene expression and protection against chilling injury in rice seedlings. *Journal of Experimental Botany*, 52 (354): 145-151.


- Sečenji, M., E. Hideg, A. Bebes & J. Györgyey, 2010. Transcriptional differences in gene families of the ascorbate-glutathione cycle in wheat during mild water deficit. *Plant Cell Reports*, 29 (1): 37-50.
- Sehgal, A., K. Sita, J. Kumar, S. Kumar, S. Singh, K.H. Siddique & H. Nayyar, 2017. Effects of drought, heat and their interaction on the growth, yield and photosynthetic function of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes varying in heat and drought sensitivity. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1776.
- Shigeoka, S., T. Ishikawa, M. Tamoi, Y. Miyagawa, T. Takeda, Y. Yabuta & K. Yoshimura, 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *Journal of Experimental Botany*, 53 (372): 1305-1319.
- Singh, D., C.K. Singh, J. Taunk, R.S.S Tomar, A.K. Chaturvedi, K. Gaikwad & M. Pal, 2017. Transcriptome analysis of lentil (*Lens culinaris* Medikus) in response to seedling drought stress. *BMC Genomics*, 18 (1): 1-20.
- Tekin, Y., 2019. Investigation on Yield and Adaptation Properties of Different Lentil Cultivars in Batman Ecological Conditions. Siirt University, (Unpublished) Master Thesis, Siirt, 66 pp.
- Terzi, R., A. Sağlam, N. Kutlu, H. Nar & A. Kadioğlu, 2010. Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of *Phaseolus vulgaris* cultivars. *Turkish Journal of Botany*, 34 (1): 1-10.
- Tullu, A., I. Kusmenoglu, K.E. McPhee & F.J. Muehlbauer, 2001. Characterization of core collection of lentil germplasm for phenology, morphology, seed and straw yields. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48 (2): 143-152.
- Ünyayar, S. & F.Ö. Çekiç, 2006. Changes in antioxidative enzymes of young and mature leaves of tomato seedlings under drought stress. *Turkish Journal of Biology*, 29 (4): 211-216.
- Valentovic, P., M. Luxova, L. Kolarovic & O. Gasparikova, 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. *Plant Soil and Environment*, 52 (4): 184.
- Webb, R.P. & R.D. Allen, 1995. Isolation and characterization of a cDNA for spinach cytosolic ascorbate peroxidase. *Plant Physiology*, 108 (3): 1325.
- Xu, L., L. Han & B. Huang, 2011. Antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves of Kentucky bluegrass in response to drought and post-drought recovery. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136 (4): 247-255.
- Zhang, Z., Q. Zhang, J. Wu, X. Zheng, S. Zheng, X. Sun, Q. Qiu & T. Lu, 2013. Gene knockout study reveals that cytosolic ascorbate peroxidase 2 (OsAPX2) plays a critical role in growth and reproduction in rice under drought, salt and cold stresses. *PLoS One*, 8 (2): e57472.



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):449-456  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1019882>

Nurcan ŞAHİN TENİKECİER <sup>1\*</sup> 

Nureddin ÖNER <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Hürriyet Mahallesi Süleymanpaşa,  
Tekirdağ, Türkiye

<sup>2</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tarımsal  
Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kötekli,  
Menteşe, Muğla, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[nureddinoner@mu.edu.tr](mailto:nureddinoner@mu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Bitki besin maddesi,  
buğday, toprak analizi, yaprak gübresi

**Keywords:** Plant nutrient, wheat, soil  
analysis, foliar fertilizer

## Yaprak gübresinin buğday yapraklarında besin elementleri içeriğine etkisi\*

Effect of foliar fertilizer on nutrient content on wheat  
leaves

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 05.11.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 05.02.2022

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada aynı toprakta farklı buğday çeşitlerinde yaprak gübresi uygulamadan önce ve sonra alınan yaprak örneklerindeki bitki besin elementleri içerikleri karşılaştırılmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma, ekmeleklik buğday çeşitlerinde yaprakta; bbe I (K1+Zn1+Cu1), bbe II (K2+Zn2+Cu2), üre I, üre 2, bor I ve bor II dozu olmak üzere 6 farklı uygulamanın buğday yaprağındaki bitki besin elementi miktarı üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** uygulamadan sonra bitki yapraklarında yapılan analizlerde toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, bakır, mangan, demir elementlerine etkisi; çeşit, yaprak örneği alınma zamanı ve çeşit x yaprak örneği alınma zamanı etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Toplam çinko elementi miktarına etkisi çeşit x yaprak örneği alınma zamanı etkisinde önemli bulunmuştur (p<0.05).

**Sonuç:** Buğday boyunun 30 cm küçük olduğu dönemde P, sapa kalkma döneminden sonra N ve K, bbe I uygulamasında S ve Mn, bbe II uygulamasında Ca, S, Cu, Fe miktarları en yüksek değerlere ulaşmıştır. Üre I, üre II, bor I ve bor II uygulamalarında istatistiki düzeyde önemli değişim olmamıştır.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to compare the contents of plant nutrition elements in leaf samples that had been taken before and after the application of leaf mold to different wheat types in the same soil.

**Material and Methods:** In order to meet the above objective, the effects of 6 different applications of bbe I (K1+Zn1+Cu1), bbe II (K2+Zn2+Cu2), ure 1, ure 2, boron I and boron II doses to the leaves of triticum aestivum on the amount of plant nutrition element in wheat leaves was tried to be determined.

**Results:** After the application, the statistical analyses on plant leaves showed that the effect on total nitrogen, phosphorus, magnesium, sulphur, copper, manganese and iron elements in terms of type, time of leaf sampling time and type x leaf sampling time interaction was significant at a probability level of %1 (p<0.01). The effect on total amount of zinc element was significant at %5 level in terms of type x leaf sampling time interaction (p<0.05).

**Conclusion:** In the period when wheat height was less than 30 cm, the amount of P; after bolting period the amounts of N and K; in bbe 1 application the amounts of S and Mn, and in bbe II application, the amounts of Ca, S, Cu, FE reach their highest level. There was no significantly statistical change in ure I, ure II, boron I and boron II applications.

## GİRİŞ

Tarımsal üretim yapılan topraklarda topraktaki besin elementi noksanlığı olmamasına rağmen toprağın fiziksel ya da kimyasal özelliği ya da bitki kökünün stresinden kaynaklanan bazı özel durumlarda bitkide bazı elementlerin noksanlıklar söz konusu olabilir. Toprak analizleri ile birlikte toprağa verilen gübrenin bitkinin yararlanma oranının belirlenmesi, bitkinin beslenme sorunlarının varsa teşhis edilmesi, bu eksikliğin giderilmesi ile ürün verim ve kalitesinin artışı sağlamak için yaprak analizlerinden faydalanılmaktadır. Aktaş (2004), göre toprak ya da bitki analizleri sonucu bitki besin elementlerinin yetersiz olması durumunda, bitki gelişmemekte, ürün kaybı olmakta, kalite özellikleri bozulmakta ve ürünün pazar değeri de düşmektedir.

Rerkasem & Jamjod (1989), arpa ve buğdayda topraktan 1,0 kg B ha<sup>-1</sup>; sapa kalkma, bayrak yaprağın görünmesi, bayrak yaprak ortaya çıkması, başaklanma ve çiçeklenme gibi farklı dönemlerde olmak üzere yapraktan 50 g B ha<sup>-1</sup> uygulamasıyla, tane verimi ve hasat indeksindeki azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Çıkkılı (2005), bazı ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinde topraktan ve yapraktan B uygulamalarının verim ve kimi kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmada; buğday çeşitlerin sapa kalkma başlangıcı döneminde N, P, K ve B içeriğine, çiçeklenme başlangıcı ve süt olum başlangıcı dönemlerinde ise N ve P içeriğine etkisinin önemsiz bulunduğunu, her iki dönemde buğday çeşitlerinin Ca, Zn ve B içeriklerine etkisinin ise önemli olduğunu belirtmiştir.

İki yulaf çeşidine 0, 4, 8, 12, 16, 20 kg da<sup>-1</sup> dozlarında potasyumlu gübre uygulamasının yapıldığı bir çalışmada; 4 kg da<sup>-1</sup> uygulamanın her iki çeşitte de en yüksek tane verimi elde edilirken, 8 kg da<sup>-1</sup> dozunda bin tane ağırlığı ve protein oranı yükselttiği belirlenmiştir (Çotaoğlu ve Koca, 2020).

Czuba (1994), kolza, hardal, pancar ve patates bitkisine %10-40'lık konsantrasyonlarda üre gübresinin yaprak uygulanması ve katı gübre olarak toprağa uygulaması ile ilgili yapılan çalışmada, yapraktan uygulamanın toprağa uygulamaya göre verimi ve aynı zamanda N kullanım etkinliğini arttırdığını belirlemiştir.

Yüksek verim ve kaliteli ürün için 9'u makro 7'si mikro olmak üzere 16 adet zorunlu elementin bitkinin tüm aksamalarında yeterli miktarda bulunması gerekmektedir. Topraktan ya da yapraktan yapılan gübre uygulamaları bitkideki elementlerin miktarlarını belirlemek için yaprak analizlerinin yapılması gerekmektedir. Yaprak analizleri; toprak kolloidlerinde iyonların bağlanma gücünü, diğer iyonlarla rekabetini bitkinin genetik özelliği ve toprak koşullarına bağlı olarak bitki besin elementinin alınma miktarını göstermektedir. Bu çalışmada buğday bitkisine topraktan yapılan taban ve üst gübresinden sonra ve yaprak gübresinden önce iki adet, gübre uygulamasından sonrada 1 adet yaprak örneği alınmıştır. Başaklanma döneminden önce alınan yaprak örneğinin analizi sonucuna göre eksik olan bitki besin elementleri belirlenmiştir. Bu elementlerin bbe I (K1+Zn1+Cu1), bbe II (K2+Zn2+Cu2) dozuyla birlikte üre I, üre II dozu ve bor elementinin bor I, bor II dozu yaprak gübresi olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada farklı buğday çeşitlerinin aynı toprak koşullarında, aynı toprak gübrelemesinde ve farklı yaprak gübresi dozu uygulamasında yaprak örneklerindeki bitki besin elementleri içeriklerine etkisi karşılaştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Namık Kemel Üniversitesi Ziraat Fakültesi üretim alanında yürütülen bu çalışmada, Esperya, Flamura-85, Gelibolu, Krasunia Odeska ve Nina buğday çeşitleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Yaprak gübresi olarak kullanılan potasyum elementi %51 K<sub>2</sub>O içeren K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ten, çinko %5 Zn içeren şelatlı çinko gübresinden, bakır %5 Cu içeren şelatlı bakır gübresinden, üre %46 N içeren üre gübresinden ve B elementi %11,2 B içeren bor etanol amin gübresinden hazırlanmıştır.

### Deneme alanının toprak özellikleri

Deneme alanını temsil edecek şekilde 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneğinin analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma alanı toprakları killi tın bünyeli ve hafif alkali karakterli olduğu, tuzsuz, kireçli, organik madde içeriği çok az olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanı topraklarının; toplam azot (N) içeriklerinin çok az, alınabilir fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve kapsamlarının çinko (Zn) yeterli, alınabilir kalsiyum (Ca), demir (Fe) ve bakır (Cu) miktarı fazla, alınabilir mangan (Mn) kapsamlarının ise az düzeyde oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 4.** Deneme toprağının analiz sonuçları

**Table 4.** Analysis results of the trial soil

| Parametreler    | Sonuçlar | Referans          | Parametreler    | Sonuçlar | Referans               |
|-----------------|----------|-------------------|-----------------|----------|------------------------|
| pH              | 8.01     | Anonymous, 1988   | Potasyum (ppm)  | 118.02   | FAO, 1990              |
| Tuz (%)         | 0.08     | Richards, 1954    | Kalsiyum (ppm)  | 5.67     | FAO, 1990              |
| Kireç (%)       | 3.99     | Anonymous, 1988   | Magnezyum (ppm) | 311.65   | FAO, 1990              |
| Organik madde   | 0.85     | Anonymous, 1988   | Demir (ppm)     | 8.74     | Lindsay & Norvel, 1969 |
| Saturasyon (%)  | 53.00    | Tüzüner vd., 1990 | Çinko (ppm)     | 1.29     | FAO, 1990              |
| Toplam azot (N) | 0.04     | FAO, 1990         | Mangan (ppm)    | 6.39     | FAO, 1990              |
| Fosfor (ppm)    | 13.41    | FAO, 1990         | Bakır (ppm)     | 0.87     | Follet, 1969           |

Araştırma, tamamıyla tesadüfi olarakbağlı deneme desenine göre 5 x 7 faktöriyel düzenleme esasına göre 3 tekrarlamalı olarak 5m x 5m = 25 m<sup>2</sup>'lik parsellerde yürütülmüştür. Çalışmada, ekmeçlik buğday çeşitlerinde yapraktan;kontrol, bbe I (K1+Zn1+Cu1), bbe II (K2+Zn2+Cu2), üre 1, üre 2, bor 1 ve bor 2 dozu olmak üzere 7 farklı uygulama yapılmıştır. Gübrelerin içine yayı yapıştırıcı ilave edildikten sonra motorlu sırt atomizörü ile yaprakları her tarafı ıslanacak şekilde her parselde yaklaşık 5 L su ile olacak şekilde uygulama yapılmıştır Her parsel için yaprak gübresi uygulaması için gerekli olan su miktarını belirlemek amacıyla kontrol parselinde giden su miktarı dikkate alınarak uygulama yapılmıştır. Denemede tüm parsellere eşit olacak şekilde, 20-20-0 gübresinden 25 kg/da, kardeşlenme döneminde 15 kg/da üre gübresi, sapa kalkma döneminde 12 kg/da %33'lük amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır.

Yaprak örneklerinin alınma ve gübre uygulama zamanları ile ilgili bilgiler Çizelge1'de verilmiştir. Buğday çeşitlerinde yaprak örnekleri; buğday boyu 30 cm'den küçükken, sapa kalkma döneminden sonra ve yaprak gübresi uygulamasından sonra başaklanma döneminde olmak üzere üç farklı dönemde alınmıştır. Deneme parsellerinde alınan yaprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, 65 °C'de 48 saat süreyle kurutulmuş ve öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Yaprak örneklerinde toplam N makro kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri ise mikrodalgada asit ile yaş yakma yöntemiyle (0,5 g örnek +2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 6 ml HNO<sub>3</sub>) elde edilen ekstraktlar ICP-OES cihazında okunarak belirlenmiştir(Kacar ve İnal, 2008).

**Çizelge 1.** Yaprak örneklerinin alınma ve gübre uygulama zamanı

**Table 1.** Leaf sampling and fertilizer application time

|  |          |
|--|----------|
| 1.Yaprak örneği buğday boyu 30 cm'den küçükken                             | 12 Nisan |
| 2.Yaprak örneği sapa kalkma döneminden sonra                               | 3 Mayıs  |
| 3. Yaprak örneği yaprak gübresi uygulanmasından sonra başaklanma döneminde | 14 Mayıs |
| Yaprak gübresi uygulaması başaklanma döneminden önce                       |          |

Buğday bitkisinde sapa kalkma döneminden sonra alınan yapraklarda bulunması gerekli bitki besin elementleri ile ilgili sınır değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Yaprak gübresi olarak uygulanacak element sayısı ve uygulanacak konsantrasyona sapa kalkmadan sonra alınan yaprak örnekleri sonuçlarının Çizelge'2 de verilen besin elementlerinin sınır değerleri dikkate alınarak (Kacar ve İnal, 2008) karar verilmiştir. Ayrıca denemede azot ve bor elementlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla üre I, Üre II ve bor I, bor II dozları uygulanmıştır.



**Çizelge 2.** Buğday yapraklarında başaklanma öncesinde besin elementlerinin sınır değerleri**Table 2.** Limit values of nutrients in wheat leaves before earing

| Elementler   | N (%)  | P (%)    | K (%)  | Ca (%) | Mg (%) | Fe (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) |
|--------------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| Sınır Değeri | 1.75-3 | 0.21-0,5 | 1.51-3 | 0.21-1 | 0.16-1 | 10-300   | 5-50     | 21-70    | 16-200   |

Denemede farklı özelliğe sahip buğday çeşitlerine yapılan yaprak gübresi dozları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görülebileceği potasyum elementi için çizelge 8'de s.k.d döneminde alınan yaprak analiz sonuçları dikkate alınarak yapraktaki potasyum oranının %2,5'e tamamlayarak K 1 dozu %2,75 tamamlayarak K2 dozu oluşturulmuştur. Çinko elementi için yapraktaki çinko konsantrasyonunu 30 ve 45 ppm tamamlayacak şekilde Zn1 ve Zn2 dozları oluşturulmuştur. Bakır elementi için 15 ve 22,5 ppm tamamlayacak şekilde Cu1 ve Cu2 dozları oluşturulmuştur. Üre I için 300 g da<sup>-1</sup>, üre II dozu için 600 g da<sup>-1</sup> ve bor I dozu için 150 g da<sup>-1</sup>, bor II dozu için 175 g da<sup>-1</sup> bor etanol amin gübresi yapıya uygulanmıştır.

**Çizelge 3.** Yaprak gübresi uygulama dozları**Table 3.** Foliar fertilizer application doses

| Çeşitler               | Eksperia |       | Gelibolu |        | Nina   |        | Krasunia Odes'ka |       | Flamura - 85 |        |
|------------------------|----------|-------|----------|--------|--------|--------|------------------|-------|--------------|--------|
| Elementler             | Dozlar   |       |          |        |        |        |                  |       |              |        |
| K (%)                  | 1.0      | 2.0   | 1.00     | 2.00   | 1.00   | 2.00   | 1.0              | 2.0   | 1.0          | 2.00   |
| Zn (ppm)               | 0.7      | 0.9   | 0.52     | 0.77   | 0.33   | 0.58   | 0.0              | 0.0   | 0.6          | 0.86   |
| Cu (ppm)               | 19.3     | 34.3  | 17.90    | 32.90  | 18.30  | 33.30  | 20.8             | 35.8  | 18.9         | 33.90  |
| Üre (g/da)             | 7.6      | 15.1  | 6.00     | 13.50  | 7.30   | 14.80  | 8.0              | 15.5  | 7.5          | 15.00  |
| Bor etanol amin (g/da) | 300.00   | 600.0 | 300.00   | 600.00 | 300.00 | 600.00 | 300.0            | 600.0 | 300.0        | 600.00 |
|                        | 150.00   | 175.0 | 150.00   | 175.00 | 150.00 | 175.00 | 150.0            | 175.0 | 150.0        | 175.00 |

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Yapraktaki bitki besin elementleri içeriğindeki değişimler

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin varyans analizi, çeşit faktörü, uygulamadan önce ve sonra yaprak örnekleri alınma dönemi olmak üzere tamamıyla şansa bağlı deneme planında faktöriyel düzenleme esasına göre 3 tekerrürlü olarak JMP programında yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma testleri ise aynı programda Tukey testi ile 10 element için ayrı ayrı yapılmıştır.

Çeşit faktörü, yaprak alınma dönemi, çeşit x yaprak alınma dönemi interaksyonuna ilişkin çoklu karşılaştırma testlerini JMP analiz sonuçlarında her bir parametre için ayrı ayrı Çizelge 5'de verilmiştir. Beş farklı buğday çeşidinde uygulamalardan önce 30 cm küçükken, sapa kalkma döneminden sonra ve yaprak gübresi uygulaması yapıldıktan sonra başaklanma döneminde alınan yapraklarda toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, bakır, mangan, demir elementlerine etkisi; çeşit, yaprak örneği alınma zamanları ve çeşit x yaprak örneği alınma zamanları interaksyonu %1 seviyesinde önemli bulunurken, toplam çinko elementi miktarına etkisi sadece çeşit x yaprak örneği alınma zamanı interaksyonunda %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 5.** Bitki besin elementleri içerikleri değişimine ait varyans analiz sonuçları**Table 5.** Variance analysis results of the change in plant nutrient content

| Varyans analizi                    | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) | Fe (ppm) |
|------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Çeşit                              | **    | **    | **    | **     | **     | **    | **       | öd       | **       | **       |
| Yaprak alınma dönemi               | **    | **    | **    | **     | **     | **    | **       | öd       | **       | **       |
| Çeşit x alınma dönemi interaksyonu | **    | **    | **    | **     | **     | **    | **       | *        | **       | **       |

\*p&lt;0.05 düzeyinde önemli farklılık, \*\* p&lt; 0.01 düzeyinde önemli farklılık, öd: önemli değil

Buğday çeşitlerinde yapılan yaprak analizleri sonucunda toplam bitki besin element ortalamaları önemlilik gruplarına ait veriler Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6.** Buğday çeşitlerinin yapraklarında bitki besin elementleri miktarları

**Table 6.** The amounts of plant nutrients in the leaves of Wheat Varieties

| Çeşit           | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) | S (%) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) | Fe (ppm) |
|-----------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Eksperia        | 3.64d | 0.25b | 1.48b | 0.57d  | 0.18b  | 0.37b | 7.80c    | 14.60a   | 44.35e   | 134.20c  |
| Flamura-85      | 3.88a | 0.24b | 1.61a | 0.61bc | 0.15c  | 0.42a | 7.98bc   | 12.38a   | 58.22d   | 126.57d  |
| Gelibolu        | 3.77b | 0.25b | 1.50b | 0.63b  | 0.15c  | 0.42a | 8.09b    | 10.23a   | 81.83b   | 146.43a  |
| Krasunia odeska | 3.73c | 0.25b | 1.40b | 0.59cd | 0.22a  | 0.38b | 6.57d    | 13.35a   | 95.85a   | 136.86b  |
| Nina            | 3.74c | 0.27a | 1.64a | 0.67a  | 0.17b  | 0.43a | 8.50a    | 12.44a   | 80.29c   | 147.16a  |

Buğday çeşitlerinde toplam azot içeriği açısından incelendiğinde yapraklarda en yüksek azot miktarı Flamura-85 çeşidinde (%3.88) en düşük ise Eksperia çeşidinde (%3.64) elde edilmiştir. Toplam fosfor açısından en yüksek fosfor miktarı Nina çeşidinde (%0.27) elde edilirken diğer çeşitler aynı grupta yer almıştır. Nina ve Flamura-85 çeşidi yüksek potasyum miktarı ile aynı grupta yer alırken (%1.64-1.61) diğer üç çeşit ise aynı grupta yer almıştır (%1.48, %1.50, %1.40). En yüksek toplam kalsiyum miktarı Nina çeşidinde (%0.67) en düşük ise Eksperia çeşidinde (%0.57) elde edilmiştir. Krasunia odeska çeşidinin yapraklarında en yüksek magnezyum miktarı (%0.22) elde edilirken en düşük değeri ise Flamura-85 ve Gelibolu (%0.15-0.15) çeşidinde elde edilmiştir. En yüksek toplam kükürt değeri Flamura-85, Nina ve Gelibolu çeşidinde (%0.42-0.43-0.42) elde edilirken en düşük Krasunia odeska ve Eksperia çeşidinde (%0.38-0.37) elde edilmiştir. Sırasıyla bakır, mangan ve demir elementinde en yüksek değerleri Nina (8.50 ppm), Krasunia odeska (95.85 ppm), Nina (147.16 ppm) ile Gelibolu (146.43 ppm) çeşitleri verirken en düşük değerleri ise Krasunia odeska (6.57 ppm), Eksperia (44.35 ppm), Flamura-85 çeşidinde (126.57 ppm) elde edilmiştir. Çinko elementi çeşitler arasında bir farklılık oluşturmamıştır.

Yaprak gübresi uygulamasından önce 30 cm küçük, sapa kalkma döneminden sonra ve yaprak gübresi uygulandıktan sonra başaklanma döneminde alınan yapraklarda besin elementleri ortalamaları ve önemlilik gruplarına ait veriler Çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 7.** Yaprak örneği alınma döneminde bitki besin elementleri miktarları

**Table 7.** Amounts of plant nutrients during leaf sampling period

| Uygulamalar | N (%)  | P (%)   | K (%)   | Ca (%)  | Mg (%) | S (%)  | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) | Fe (ppm) |
|-------------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| <30 cm      | 3,64e  | 0,28a   | 1,96b   | 0,28f   | 0,07d  | 0,28e  | 5,78d    | 11,09a   | 30,23g   | 76,59g   |
| s.k.d.      | 3,97a  | 0,25bc  | 2,10a   | 0,55e   | 0,13c  | 0,38d  | 7,71c    | 10,90a   | 56,59f   | 127,80e  |
| bbe I B.d.  | 3,84b  | 0,25bcd | 1,42cd  | 0,68abc | 0,20ab | 0,45a  | 8,40ab   | 13,12a   | 93,20a   | 151,55c  |
| bbe II B.d. | 3,80b  | 0,26b   | 1,37de  | 0,71a   | 0,18b  | 0,45a  | 8,69a    | 13,42a   | 84,53b   | 168,67a  |
| üre I B.d.  | 3,76c  | 0,26b   | 1,44c   | 0,71ab  | 0,20ab | 0,43ab | 7,48c    | 11,80a   | 82,08c   | 157,19b  |
| üre II B.d. | 3,71d  | 0,25bcd | 1,35e   | 0,68bcd | 0,20ab | 0,42ab | 7,69c    | 11,55a   | 79,76d   | 144,48d  |
| bor I B.d.  | 3,67de | 0,24d   | 1,38cde | 0,66cd  | 0,20ab | 0,42bc | 8,37b    | 11,43a   | 78,97d   | 123,07f  |
| bor II B.d. | 3,64e  | 0,24cd  | 1,33e   | 0,64d   | 0,20a  | 0,40cd | 8,18b    | 17,53a   | 71,48e   | 156,59b  |

s.k.d.; sapa kalkma döneminden sonra, B.d.; başaklanma dönemi. Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Yapraklarda en yüksek N miktarı sapa kalkma döneminde sonra (%3.97) en düşük < 30 cm olduğu dönemde (%3.64) ve bor II dozunda (%3.64) elde edilmiştir. P elementinde en yüksek (%0.28) < 30 cm iken en düşük bor I dozunda (%0.24), K elementinde sapa kalkma döneminde sonra (%2.10) en yüksek ve üre II dozunda (%1.35), bor II dozunda (%1.33) en düşük, Ca elementinde en yüksek bbe II dozunda (%0.71) elde edilirken en düşük < 30cm dönemde (%0.28) elde edilmiştir. Mg elementinde en yüksek

konsantrasyon bor II dozunda (%0.20) en düşük < 30 cm olduğu dönemde (%0.07) elde edilmiştir. S elementinde en yüksek bbe I dozunda (%0.45) ve bbe II dozunda (%0.45) en düşük < 30 cm iken (%0.28), Cu elementinde bbe II dozunda (8.69 ppm) en yüksek, < 30 cm olduğu dönemde (5.78 ppm) en düşük, Mn elementinde bbe I dozunda (93.20 ppm) en yüksek, < 30 cm dönemde (30.23 ppm) en düşük, Fe elementinde ise bbe II dozunda (168.67 ppm) en yüksek ve < 30 cm dönemde (76.59 ppm) en düşük miktar elde edilmiştir. Çinko elementi miktarında ise herhangi bir farklılık bulunmamış ve aynı grupta yer almışlardır. Çinko elementi hariç analizi yapılan 9 elementin 7 tanesinde en düşük element içeriği buğday boyu < 30 cm iken yani toprak ve hava sıcaklığının düşük olması nedeniyle bitki hareketliliğinin en az olduğu dönemde belirlenmiştir.

Buğday çeşitlerinde yaprak gübresi uygulamasından önce ve uygulamadan sonra bitki besin elementleri ortalamaları ve önemlilik gruplarına ait veriler Çizelge 8'de verilmiştir.

**Çizelge 8.** Çeşit x yaprak örneği alınma dönemi interaksiyonunda bitki besin elementleri miktarı

**Table 8.** The amount of plant nutrients in the interaction of cultivar x leaf sampling period

| Çeşit           | Uygulamalar | N (%)  | P (%)  | K (%)  | Ca (%)  | Mg (%) | S (%)  | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) | Fe (ppm)  |
|-----------------|-------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|
| Eksperia        | <30 cm      | 2.88p  | 0.26bd | 2.06bc | 0.31j   | 0.08np | 0.25h  | 5.40n    | 9.51b    | 21.07r   | 73.03q    |
|                 | S.k.d.      | 3.50l  | 0.26bd | 1.81dh | 0.52hi  | 0.12ln | 0.31gh | 7.42jl   | 10.67b   | 45.20ln  | 134.23km  |
|                 | bbe I B.d.  | 3.83eh | 0.26bd | 1.40nq | 0.61fh  | 0.17gl | 0.47ab | 8.90be   | 11.22b   | 62.00ik  | 144.00gk  |
|                 | bbe II B.d. | 3.87dg | 0.25be | 1.37nq | 0.65dg  | 0.19dj | 0.43af | 8.53bg   | 12.29b   | 58.00k   | 174.00cde |
|                 | üre I B.d.  | 3.79fi | 0.26bd | 1.42mo | 0.73ae  | 0.23ae | 0.37eg | 7.03im   | 11.23b   | 49.33l   | 149.67gi  |
|                 | üre II B.d. | 3.83eh | 0.24ce | 1.23pr | 0.65dg  | 0.24ad | 0.38dg | 7.40jkl  | 10.80b   | 33.77pq  | 141.00hk  |
|                 | bor I B.d.  | 3.73gj | 0.24ce | 1.36nq | 0.57gi  | 0.18fk | 0.38dg | 9.11bc   | 10.43b   | 42.60mo  | 112.33o   |
|                 | bor II B.d. | 3.75gj | 0.24ce | 1.23pr | 0.52hi  | 0.19ej | 0.36fg | 8.57bg   | 40.70a   | 42.83mo  | 145.33gj  |
| Flamura-85      | <30 cm      | 3.97d  | 0.25be | 1.86dg | 0.25j   | 0.06p  | 0.26h  | 6.22mn   | 12.01b   | 22.00r   | 49.87r    |
|                 | S.k.d.      | 4.09bc | 0.22de | 1.89cf | 0.51i   | 0.12lo | 0.36fg | 7.50jkl  | 11.07b   | 47.40lm  | 112.00o   |
|                 | bbe I B.d.  | 3.83eh | 0.26bd | 1.40mq | 0.72be  | 0.18fk | 0.42af | 8.51bg   | 13.73ab  | 81.00g   | 167.00df  |
|                 | bbe II B.d. | 3.97cd | 0.27bc | 1.42mo | 0.70bf  | 0.14jm | 0.47ab | 9.40b    | 14.17ab  | 70.00h   | 137.00jl  |
|                 | üre I B.d.  | 3.75gj | 0.25be | 1.58jm | 0.70bf  | 0.16hm | 0.47ab | 8.07ek   | 11.57b   | 61.00ik  | 129.00ln  |
|                 | üre II B.d. | 3.78fi | 0.24ce | 1.61il | 0.62fh  | 0.15im | 0.46ac | 7.73gl   | 12.03b   | 57.93k   | 123.00n   |
|                 | bor I B.d.  | 3.78fi | 0.24ce | 1.71fj | 0.71bf  | 0.18fk | 0.46ac | 8.00fk   | 12.30b   | 67.00hi  | 73.00gj   |
|                 | bor II B.d. | 3.89df | 0.22e  | 1.38nq | 0.67cg  | 0.19dj | 0.45ad | 8.41ci   | 12.21b   | 59.43jk  | 145.33gj  |
| Gelibolu        | <30 cm      | 4.12b  | 0.26be | 1.77ei | 0.29j   | 0.07op | 0.31gh | 6.29mn   | 9.30b    | 28.97q   | 81.20q    |
|                 | S.k.d.      | 3.78fi | 0.24ce | 1.98cd | 0.58gi  | 0.11mp | 0.43af | 9.01bd   | 12.14b   | 65.47hj  | 184.27a   |
|                 | bbe I B.d.  | 3.75gj | 0.23ce | 1.45ln | 0.71bf  | 0.18fk | 0.44ae | 8.80bf   | 11.80b   | 100.33cd | 139.91ik  |
|                 | bbe II B.d. | 3.75gj | 0.26bd | 1.40mq | 0.70bf  | 0.17gl | 0.44ae | 9.05bd   | 10.70b   | 89.80f   | 168.20df  |
|                 | üre I B.d.  | 3.72hj | 0.26be | 1.38nq | 0.72be  | 0.17gl | 0.45ad | 8.60bg   | 10.01b   | 100.17cd | 176.00bd  |
|                 | üre II B.d. | 3.72hj | 0.26be | 1.42mo | 0.75ad  | 0.19ej | 0.44ae | 8.21dj   | 9.97b    | 106.23bc | 129.83ln  |
|                 | bor I B.d.  | 3.81fi | 0.24ce | 1.23pr | 0.63eg  | 0.16hm | 0.41bf | 7.43jl   | 8.40b    | 82.93g   | 141.27hk  |
|                 | bor II B.d. | 3.53kl | 0.24ce | 1.41mp | 0.66cg  | 0.16hm | 0.42af | 7.29kl   | 9.54b    | 80.73g   | 150.73gh  |
| Krasunia odeska | <30 cm      | 3.12o  | 0.25be | 2.16b  | 0.29j   | 0.08np | 0.26h  | 3.70o    | 8.89b    | 38.13op  | 53.15r    |
|                 | S.k.d.      | 4.20ab | 0.28b  | 2.68a  | 0.57gi  | 0.15im | 0.42af | 7.02lm   | 9.21b    | 63.33ik  | 109.03op  |
|                 | bbe I B.d.  | 3.83eh | 0.24ce | 1.22qr | 0.64eg  | 0.28a  | 0.44ae | 7.60il   | 16.47ab  | 125.00a  | 167.00df  |
|                 | bbe II B.d. | 3.80fi | 0.23ce | 1.14r  | 0.70bf  | 0.23bf | 0.42af | 7.97fk   | 17.13ab  | 118.93a  | 172.97ce  |
|                 | üre I B.d.  | 3.75gj | 0.25be | 1.14r  | 0.62fh  | 0.25ac | 0.38dg | 5.90 n   | 13.70ab  | 108.07b  | 152.03g   |
|                 | üre II B.d. | 3.77fj | 0.24ce | 1.08r  | 0.67cg  | 0.26ac | 0.38dg | 6.00n    | 13.67ab  | 118.97a  | 162.23f   |
|                 | bor I B.d.  | 3.69ij | 0.23ce | 1.22qr | 0.64eg  | 0.25ac | 0.37eg | 7.00lm   | 13.77b   | 103.23bd | 110.27o   |
|                 | bor II B.d. | 3.72hj | 0.24ce | 1.24or | 0.61fi  | 0.27ab | 0.37eg | 7.43jl   | 14.03ab  | 91.12f   | 168.17df  |
| Nina            | <30 cm      | 4.12b  | 0.38a  | 1.95ce | 0.28j   | 0.08np | 0.31gh | 7.30kl   | 15.73ab  | 41.00no  | 125.70mn  |
|                 | S.k.d.      | 4.29a  | 0.26bd | 2.17b  | 0.58 gi | 0.13kn | 0.39cf | 7.63hl   | 11.43b   | 61.57ik  | 99.47p    |
|                 | bbe I B.d.  | 3.94de | 0.26bd | 1.65hk | 0.72 be | 0.19di | 0.47ab | 8.20dj   | 12.40b   | 97.67 de | 139.87ik  |
|                 | bbe II B.d. | 3.64jk | 0.27bc | 1.51kn | 0.82 a  | 0.19dj | 0.47ab | 8.51ch   | 12.79b   | 85.93fg  | 191.17a   |
|                 | üre I B.d.  | 3.78fi | 0.26be | 1.68gk | 0.77 ab | 0.18fk | 0.49a  | 7.80gl   | 12.50b   | 91.84ef  | 179.27bc  |
|                 | üre II B.d. | 3.47lm | 0.26be | 1.42mo | 0.70 bf | 0.17gl | 0.46ac | 9.12bc   | 11.30b   | 81.91g   | 165.60ef  |
|                 | bor I B.d.  | 3.35mn | 0.24ce | 1.39nq | 0.75 ad | 0.22bg | 0.46ac | 10.30a   | 12.23b   | 99.10d   | 106.17op  |
|                 | bor II B.d. | 3.33n  | 0.26bd | 1.37nq | 0.76 ac | 0.21ch | 0.38dg | 9.21bc   | 11.13b   | 83.27g   | 170.03cf  |

Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir

Çeşit x yaprak örneği alınma dönemi interaksiyonunda en yüksek toplam azot miktarı Nina çeşidinde sapa kalkma döneminden sonra (%4.29) en düşük değer ise Eksperia çeşidinde < 30 cm iken (%2.88) elde edilmiştir. Fosfor elementinin en yüksek bulunduğu buğday çeşidi Nina çeşidinde sapa kalkma döneminden sonra (%0.38) elde edilirken en düşük Flamura-85 çeşidinde bor II uygulamasında (%0.22) elde edilmiştir. Krasunia odeska çeşidinde sapa kalkma döneminden sonra en yüksek potasyum miktarı (%2.68) elde edilirken, en düşük konsantrasyon yine aynı çeşitte bbe I (%1.14), üre I (%1.14) ve üre II dozlarında (%1.08) elde edilmiştir. Nina çeşidinde bbe II dozu en yüksek kalsiyum elementine sahipken (%0.82) en düşük oranı ise tüm çeşitlerde < 30 cm olduğu dönemde elde edilmiştir. Magnezyum elementi en yüksek miktarını Krasunia odeska çeşidi bbe I dozunda (%0.28), en düşük miktarı Flamura-85 çeşidinin < 30 cm iken (%0.06) elde edilmiştir. En yüksek kükürt miktarı Nina çeşidinde üre I uygulamasında (%0.49), Krasunia odeska, Flamura-85 ve Eksperia çeşidinde < 30 cm iken en düşük konsantrasyon (%0.26-0.26-0.25) elde edilmiştir. Bakır, çinko, mangan ve demir elementlerini en yüksek miktarda bulduran çeşit ve dozlar sırayla; Nina bor I ( 10.30 ppm), Eksperia bor II (40.70 ppm), Krasunia odeska çeşidinde bbe I (125.00 ppm), bbe II (118.93 ppm) ve üre II dozunda (118.97 ppm), Nina çeşidinde bbe II dozunda (191.17 ppm) elde edilmiştir. En düşük miktarı sağlayan buğday çeşidi ve dozu ise sırayla; Krasunia odeska çeşidi < 30 cm döneminde (3.70 ppm), çinkonun her çeşidin tüm dozlarında, mangan için Flamura-85 ve Eksperia çeşidi < 30 cm dönemde (22.00-21.07 ppm), demir elementi miktarı Flamura-85 çeşidi < 30 cm olduğu dönemde (49.87 ppm) elde edilmiştir.

Buğday çeşitlerinin bitki besin elementlerinden yararlanma sırasına baktığımızda; N elementinden en iyi yararlanan buğday çeşidimiz Flamura-85, P, K, Ca, S, Cu, Zn ve Mn elementinden en iyi yararlanan Nina çeşidi, Mg ve Mn elementlerinden en iyi Krasunia odeska çeşidi yararlanmıştır.

Buğday yapraklarının alınma dönemlerinin bitki besin elementleri üzerine etkisini değerlendirdiğimizde; buğday boyunun 30 cm küçük olduğu dönemde alınan yaprak örneklerinde P elementi konsantrasyonunun en yüksek olduğu dönemdir. Sapa kalkma döneminden sonra N ve K elementi en yüksek değere ulaşmışlardır. Başaklanma döneminde ise bbe I uygulaması S ve Mn elementlerini, bbe II uygulaması Ca, S, Cu ve Fe elementlerini, bor II uygulaması ise Mg elementi miktarını en yüksek konsantrasyona çıkarmıştır. Üre I, üre II ve bor I uygulamaları sonucunda hiç bir element en üst grupta yer almamıştır. Yaprak örneği alınma zamanına göre değerlendirdiğimizde; bitki besin elementlerinin en düşük olduğu dönem sırayla N elementi için bor II uygulaması, P elementi için bor I uygulaması, K elementi üre II ve bor II uygulamasında, Ca, Mg, S, Cu, Mn ve Fe elementleri ise bitki boyunun 30 cm'de küçük olduğu dönemde elde edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aktaş, M., 2004. "Bitkilerde beslenme bozuklukları ve tanınmaları, 1118-1186". 3.Ulusal Gübre Kongresi: Tarım-Sanayi Çevre, (11-13 Ekim 2004, Tokat), 1426 s.
- Anonymous, 1988. Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. T.C.T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:151, 182 s.
- Bremner, J. M., 1965. "Total Nitrogen, 1149-1178". In: Method of Soil Analysis, Part. 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agriculture Inc., P., USA, 1578 pp.
- Czuba, R., 1994. The results of foliar nutrition of field crops. Roczniki Gleboznawcze, 45 (3-4): 69-78.
- Çıkkılı, Y., 2005. Topraktan ve Yapraktan Uygulanan Borun Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Genotiplerinde Verim ve Kimi Kalite Özelliklerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Basılmamış) Doktora Tezi. Ankara, 271 s.
- Çotaoğlu, A. & Y. O. Koca, 2020. Farklı potasyum dozlarının yulaf çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve bazı tane kalite özellikleri ile yağ asitleri dağılımı üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57 (4): 540-541.
- FAO, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome, 208 pp.

- Follet, R. H., 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Colorado State University, (Unpublished) Ph.D. Dissertation, 110 pp.
- Lindsay, W. L. & W. A. Norvell, 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. Soil Science American Proceedings, 35: 600-602.
- Rerkasem, B. & S. Jamjod, 1989. Correcting boron deficiency induced ear sterility in wheat and barley. Thai Journal of Soils Fertilizer, 11: 200-209.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA, Agriculture Handbook, No:60, 166 pp.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 475 s.



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):457-470  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1030261>

Hüseyin Cem GÜLER<sup>1\*</sup>

Çiğdem ŞEREMET TUĞALAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65080, Tuşba, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[cemguler@yyu.edu.tr](mailto:cemguler@yyu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Etlik piliç, kesim, meta-analiz, stres, taşıma

**Keywords:** Broiler, slaughter, meta-analysis, stress, transport

# Etlik piliçlerde taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi: meta-analiz

Determination of the effect of transport stress on breast meat quality traits in broilers: a meta-analysis

Received (Alınış): 01.12.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 23.02.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, mevcut konudaki çok sayıda deneysel çalışmanın sonuçlarının sentezlenerek, taşıma stresinin bazı et kalite özellikleri üzerindeki gerçek etkisinin meta-analizi ile belirlenmesidir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmaya esas oluşturacak makalelerin seçimi, Google Akademik veri tabanı kullanılarak sistematik bir literatür taraması yoluyla belirlenmiş ve seçme kriterlerini karşılayan toplam 13 makale meta-analize dahil edilmiştir. Arama sadece tek bir tür (etlik piliç) olarak sınırlandırılmış ve diğer kanatlı türleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Taşıma stresi ve kontrol grubu arasındaki farkın önemliliğinin belirlenmesi amacıyla etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmalar arasındaki heterojenliğin belirlenmesinde Q istatistiği kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Tahminlenen etki büyüklüğü değerleri için anlamlı farklılık damla kaybında saptanmış olup, rastgele modele göre belirlenen etki büyüklüğü istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) ve orta düzeye yakın ( $EB_{DK} = 0.416$ ) olarak belirlenmiştir.

**Sonuç:** Araştırma sonuçları, etlik piliçlerin kesim öncesi farklı süre ya da mesafelerde taşıma stresine maruz kalmalarının göğüs eti kalite özellikleri üzerinde, damla kaybı hariç, önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Analizlere göre, göğüs eti damla kaybı için anlamlı farklılık belirlenmiş olup; bu sonuç taşıma stresinin göğüs eti damla kaybını artırarak et kalitesinde bir azalmaya neden olabileceğini göstermiştir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to synthesize the results of many experimental studies on the current subject and to determine the real effect of transport stress on some meat quality characteristics by meta-analysis.

**Material and Methods:** The selection of articles that will form the basis of the study was determined through a systematic literature review using the Google Scholar database, and a total of 13 articles meeting the selection criteria were included in the meta-analysis. The search was limited to only one species (broiler) and other poultry species were not included in the study. Effect sizes were calculated in order to determine the significance of the difference between the transport stress and the control group. The Q statistic was used to determine the heterogeneity between studies.

**Results:** A significant difference for the estimated effect size was found in the drip loss, and the effect size estimated according to the random model was found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ) and close to the medium level ( $EB_{DL} = 0.416$ ).

**Conclusion:** The results of the study show that exposure of broilers to transport stress at different times or distances before slaughter has no significant effect on breast meat quality characteristics, except for drip loss. According to the analysis, a significant difference was determined for breast meat drip loss; this result shows that transport stress may cause a decrease in meat quality by increasing breast meat drip loss.

## GİRİŞ

Etlük piliç yetiştiriciliği ve kesilen piliçlerin tüketici açısından son ürün olan et haline gelmesi birbiriyle bağlantılı pek çok aşamayı içerir. Kanatlı hayvanlarda kesimle birlikte kas dokunun yenilebilir nitelikte ete dönüşmesi kasta meydana gelen kimyasal, fiziksel ve yapısal değişikliklere bağlıdır ve nihai et kalitesinin oluşumunda önemli rol oynar (Northcutt, 2001). Et endüstrisi açısından kalite kavramı fiziksel, kimyasal, morfolojik, biyokimyasal, mikrobiyal, duysal, teknolojik, hijyenik, besin değeri ve pişirme özellikleri de dahil olmak üzere, genel et özelliklerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Ingr, 1989). Kanatlı hayvanların yetiştirilmesi sırasında kesim öncesi faktörler sadece kas büyümesi, bileşimi ve gelişimi üzerinde önemli etkiler oluşturmaz. Aynı zamanda, stres düzeyine bağlı olarak kas glikojen depolarının tükenmesi, başta et pH'sı ve parlaklığı olmak üzere nihai et kalitesini değiştirerek hayvanın kesimdeki durumunu da belirler. Bu nedenle, kanatlılarda kesim öncesi ve sonrasında meydana gelen olaylar et kalitesini etkileyebilir (Northcutt, 2001). Genotip, yaş, eşey, kas tipi, kas lifinin yapısı, üretim sistemi, besleme, yemsiz ve susuz kalma, taşıma, kesim prosedürü, ölüm sonrası etin olgunlaşma süreci gibi pek çok faktör et kalitesini değiştirebilir (Tougan et al., 2013). Kanatlı eti kalitesini etkileyen faktörler; uzun ve kısa dönem etkili faktörler olarak özetlenebilir (Fletcher, 1991). Özellikle kesim öncesi son 24 saatte meydana gelen kısa dönem etkili uygulamalar et kalitesini doğrudan etkilemektedir (Fletcher, 1991).

Kesim için etlik piliçlerin işletmelerden kesimhaneye nakledilmesi kaçınılmaz bir uygulamadır. Taşıma esnasında piliçlerin refah koşulları sağlanmalı, dış etkenlere bağlı olarak değişebilen koşullar mümkün olduğunca kontrol altında tutulmalıdır. Hayvanların taşınması ve korunmasına yönelik Avrupa Birliği Konsey Yönetmeliği (EC, 1/2005), taşıma esnasında uyulması gereken kuralları açıkça belirlemiştir. Yönetmelik çerçevesinde; nakil süresinin en aza indirilmesi, hayvanların taşıma boyunca zarar görmeleri ve acı çekmelerinin önlenmesi, taşıma araçları ile yükleme ve boşaltma yerlerinin amaca uygun şekilde tasarlanması ve hayvanların refah koşullarının düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (EC, 2005). Taşıma boyunca meydana gelen gürültü, titreşim, termal değişimler, yemsiz ve susuz kalma, hayvanların alışık olmadıkları ortamda bulunmaları, taşıma kasalarındaki aşırı yerleşim yoğunluğu ve kesim öncesi bekleme süresi gibi pek çok potansiyel stres faktörü hayvanların sağlığını kötü etkileyerek ölüme zemin hazırlayabilir (Fletcher, 1991). Ayrıca taşıma, kan bileşimini etkilediği gibi kalp hızı, elektrolit konsantrasyonu, hormon seviyeleri, metabolit enzimleri, canlı ağırlık ve et kalitesinde de değişikliklere neden olur (Jayaprakash et al., 2016).

Piliçlerin kesimhaneye nakli, yukarıda sayılan birçok etmenin etkisinde olmakla birlikte, kümeslerin kesimhaneye olan uzaklıkları büyük değişiklikler göstermektedir. Nakil öncesi belirli süre aç ve susuz bırakılma (Kotula & Wang, 1994; Edwards et al., 1999; Kayan & Açıkgöz, 2020) piliçler üzerindeki stres yükünü artırır. Ayrıca bu durum, doğrudan taşıma işleminden kaynaklanacak stres ile mücadele etmek için piliçlerin ihtiyaç duyacakları enerjiden yoksun kalmaları anlamına da gelir (Savenije et al., 2002). Nihai et kalitesinin meydana gelmesinde önemli bir kriter olan kas glikojen depolarının belirli oranda tükenmiş olması, glikoliz yoluyla oluşacak laktik asit düzeyini ve buna bağlı olarak son pH'yı, etin parlaklığını ve su tutma kapasitesini (STK) belirleyerek et kalitesini doğrudan etkiler (Barbut, 2002).

Taşıma süresinin et kalitesi üzerine olası etkileri, uzun yıllardır pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Kannan et al., 1997; Savenije et al., 2002; Debut et al., 2003; Dadgar et al., 2010; Yalçın & Güler, 2012; Zheng et al., 2020). Taşımaya bağlı olarak etlik piliçlerde stres düzeyinin artabileceği bildirilmekle birlikte (Mitchell et al., 1992; Warriss et al., 1999), et kalitesi üzerine olan etkileri incelendiğinde, taşımadaki tüm olası olumsuz etilerden ziyade taşıma süresinin (ya da uzaklığının) (Kannan et al., 1997) değişiklik gösterdiği ve bu durumun genetik yapıdan bağımsız olarak et kalitesini etkilediği bildirilmiştir (Debut et al., 2003). Yalçın & Güler (2012), kontrol grubuna kıyasla, orta (115 km) ve uzun (165 km) mesafe taşımanın, H/L oranında [kanatlılarda stres düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan fizyolojik bir göstergedir; strese maruz kalan kanatlılarda lenfosit sayısı azalırken heterofil sayısı yükselmektedir (Gross & Siegel, 1983)] önemli bir artışa neden olduğunu, uzun süre taşıma stresine maruz kalan piliçlerde stres

tepkisinin daha yüksek oranda saptandığını bildirmiştir. Araştırmacılar (Yalçın & Güler, 2012), piliç göğüs eti kalitesi üzerine taşıma mesafesinin etkisinin kesim ağırlığından bağımsız değerlendirilemeyeceğini, taşıma mesafesi ve kesim ağırlığı arasındaki interaksiyonun kesim öncesi strese ve et kalitesinin oluşumuna katkıda bulunduğunu bildirmektedir. Kesim öncesi uzun süre taşımamanın (4 saat), kontrol grubuna (0 saat) kıyasla et kalitesini olumsuz etkilediği, taşıma stresine bağlı olarak göğüs eti ilk ve son pH'sının daha yüksek, parlaklığın ( $L^*$ ) ve sertliğin daha düşük bulunduğu ancak göğüs eti STK ile pişirme kaybı (PK) arasında fark olmadığı bildirilmiştir (Castellini et al., 2016). Debut et al. (2003), but kasının taşıma stresinden (0 ya da 2 saat) göğüs kasına kıyasla daha fazla etkilendiğini, son pH ve renk ölçütlerinin 2 saat taşımaya bağlı olarak önemli şekilde yükseldiğini, göğüs kasında ise  $L^*$ 'nin kontrol grubunda daha yüksek bulunduğunu aktarmıştır. Öte yandan, göğüs kası son pH'sının taşıma stresinden etkilenmediği bildirilmiştir (Debut et al., 2003). Farklı taşıma sürelerinin (0, 2, 4 ve 6 saat) et kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da, taşıma stresine bağlı olarak önemli fizyolojik değişikliklerin meydana geldiği aktarılmıştır (Hussnain et al., 2020a; Zheng et al., 2020; Gou et al., 2021). Zheng et al. (2020) kısa süreli taşıma stresinin (2 saat) etlik piliçlerde önemli fizyolojik değişikliklere neden olarak hormonal sekresyonu ve kanın biyokimyasal özelliklerini değiştirdiğini ancak 4 saatlik taşıma süresinin piliçlerde homeostatik dengenin yeniden kazanılmasına neden olarak taşıma stresinin etkilerini önemli ölçüde azaltabildiğini ortaya çıkarmıştır. Araştırmacılar (Zheng et al., 2020), taşıma stresinin antioksidan savunma sistemini harekete geçirdiğini, but ve göğüs kasını asitleştirdiğini (düşük pH), peroksidasyonu artırdığını ve sonuçta et kalitesini düşürdüğünü bildirmiştir. Benzer sonuçlar, Hussnain et al. (2020a) tarafından da aktarılmış olup, 160 km'den daha uzun taşımamanın göğüs eti parlaklığını önemli ölçüde yükselttiğini bildirilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar (Hussnain et al., 2020a) yaz aylarında taşıma kasası yoğunluğunun  $0.042 \text{ m}^2/\text{piliç}$ 'den daha yüksek olması durumunda, piliçlerin 80 km'den daha uzun süre taşınmalarının verimde ciddi kayıplara neden olduğunu ve etin fiziksel görünümü ile fonksiyonel özelliklerinde bozulma meydana geldiğini aktarmıştır. Bununla birlikte, farklı taşıma sürelerinin (0, 0.5, 1, 2 ve 3 saat) canlı ağırlıkta meydana gelen fireyi (taşıma süresine bağlı olarak canlı ağırlık kaybı artmıştır) ve bazı plazma stres biyobelirteçlerini artırdığı, ancak göğüs eti kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır (Gou et al., 2021). Son pH hariç ( $P < 0.05$ ), diğer et kalite ( $\text{pH}_i$ ,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , DK ve sertlik) özelliklerinin taşıma süresinden etkilenmediği ve kontrol grubu ile benzer bulunduğu bildirilmiştir (Gou et al., 2021).

Bu çalışmada, etlik piliçlerde taşıma stresinin et kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği pek çok çalışmanın bulguları kullanılarak mevcut durum değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda taşıma stresi ve et kalitesi arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için; ilk pH ( $\text{pH}_i$ ), son pH ( $\text{pH}_u$ ), parlaklık ( $L^*$ ), kırmızılık ( $a^*$ ), sarılık ( $b^*$ ) ile pişirme (PK) ve damla (DK) kaybı değişkenleri meta-analize dahil edilerek etki büyüklüğü (EB) değerleri belirlenmiştir. İncelenen literatürlerde, taşıma stresinin et kalitesini olumsuz etkileyebileceği bildirilmiş olmakla birlikte, bazı çalışmalardan elde edilen bulguların göğüs eti kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, mevcut konudaki çok sayıda deneysel çalışmanın sonuçlarını sentezleyerek, taşıma stresinin bazı et kalite özellikleri üzerindeki gerçek etkisini istatistiksel bir metot (meta-analiz) kullanarak belirlemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veriler mevcut bir veri tabanından elde edildiğinden (Google Akademik) bu çalışma için Hayvan Deneyleleri Yerel Etik Kurulu onayı alınmamıştır.

### Literatür arama: çalışma materyalinin seçimi

Çalışmaya esas oluşturacak makalelerin seçiminde, sistematik bir literatür taraması "Google Akademik" veri tabanı kullanılarak yapılmıştır. Literatür taramasında zaman, yer ve bölge kısıtlaması kullanılmazken dil kısıtlaması uygulanarak yalnızca "İngilizce" dilinde yazılmış makaleler aramaya dahil edilmiştir. Arama sadece tek bir tür (etlik piliç) olarak sınırlandırılmış ve diğer kanatlı türleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Sistematik literatür taraması için anahtar kelime seçimine kısıtlama getirilmiş ve google



akademik veri tabanında “etlik piliç” ve/veya “taşıma mesafesi/süresi” ve/veya “et kalitesi” içeren anahtar kelimeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Arama sonunda toplam 348 tam metin çalışma bulunmuştur. Belirlenen makalelerin seçiminde, sadece açık erişimi olan ve tam metnine ulaşılan çalışmalar kullanılmıştır. Literatür taramasından elde edilen çalışmaların özet, materyal-metot ve tartışma-sonuç bölümleri bir ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Makalelerin ön değerlendirme aşamasında, analize dahil edilip edilmemesinde aşağıdaki kriterler (5 dışlama kriteri) dikkate alınmıştır (Carvalho et al., 2020);

1. Çalışma, sadece etlik piliçler üzerinde yürütülmüş olmalı ve başka hiçbir alt tür içermemelidir.
2. Çalışma, et kalite kriterlerinden [[ilk pH ( $pH_i$ ), son pH ( $pH_u$ ), renk ölçütleri [parlaklık ( $L^*$ ), kırmızılık ( $a^*$ ), sarılık ( $b^*$ )], su tutma kapasitesi (STK), çözdürme (CK) ve pişirme kayıpları (PK), damla kaybı (DK) ve sertlik]] en az bir tanesini içermelidir.
3. Çalışmada et kalite özelliklerinin piliç göğüs kasında belirlenmiş olması gereklidir. Göğüs kası ile birlikte diğer kas gruplarına ait sonuçlarda makalede verilmiş ise değerlendirme dışı bırakılmıştır.
4. Çalışma, taşıma stresi dışında et kalitesi sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir muamele içeriyorsa (kesim öncesi bekletme, serinletme, antioksidan takviyesi, mineral ve vitamin ilavesi v.b.), hiç bir işlemin olmadığı bir kontrol grubu (taşıma) içermelidir.
5. Çalışmalar, piliçlerin optimum koşullarda yetiştirildiği ve kesildiği, taşıma stresi dışında et kalitesini değiştirebilecek herhangi bir etkiye maruz kalmadıkları varsayımına dayanır.

Toplam 348 makalenin dışlama kriterleri dikkate alınarak detaylı okunması ve incelenmesi sonucu, yalnızca 13 adet çalışmanın yeterli nitelikte olduğu ve meta-analizinde kullanılacak değişkenleri içerdiği anlaşılmış ve çalışmaya dahil edilmiştir (Çizelge 1 ve 2).

**Çizelge 1.** Etlik piliçlerde, kontrol ve taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılan çalışmalara ait tanımlayıcı bilgiler (çalışmanın yapıldığı ülke, piliç genotipi ve hayvan sayısı)

**Table 1.** Descriptive informations about studies used to evaluate the effects of control and transport stress on meat quality in broilers (country of study, broiler genotype and number)

| Referans                   | Ülke            | Tür   | n  |
|----------------------------|-----------------|---|----|
| Al-Abdullatif et al., 2021 | Suudi Arabistan | Etlik piliç (Ross 308)                                    | 56 |
| Chen et al., 2020          | Çin             | Etlik piliç (Chinese local breed)                         | 24 |
| Gou et al., 2021           | Çin             | Etlik piliç (Chinese Yellow-feathered)                    | 36 |
| Hussnain et al., 2020a     | Pakistan        | Etlik piliç (Ross-308)                                    | 10 |
| Hussnain et al., 2020b     | Pakistan        | Etlik piliç (Ross-308)                                    | 30 |
| Pan et al., 2018           | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 36 |
| Ramakrishnan et al., 2021  | Hindistan       | Etlik piliç (Belirtilmemiş)                               | 25 |
| Xing et al., 2017          | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 42 |
| Yue et al., 2010           | Çin             | Etlik piliç (Chinese Meat-Type Yellow Feathered Chickens) | 72 |
| Zhang et al., 2009         | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 72 |
| Zhang et al., 2014         | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 48 |
| Zhang et al., 2019         | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 80 |
| Zheng et al., 2020         | Çin             | Etlik piliç (Arbor Acres)                                 | 48 |

n: piliç sayısı.

n: number of broilers.

Veri tabanında literatür taraması yapılırken, etlik piliçlerde taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla önceden belirlenen değişkenlerin ( $pH_i$ ,  $pH_u$ ,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , STK, CK, PK, DK ve sertlik) bazılarına ait nitelikli veri sağlanamamış ve bir meta-analize dahil edilemeyecek kadar sınırlı sayıda literatüre ulaşılmıştır. Bu nedenle, çalışmaya sadece  $pH_i$ ,  $pH_u$ ,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , PK ve DK değişkenleri

dahil edilmiştir. Seçilen bazı çalışmalarda, taşıma stresinin ilk pH'ya etkisi belirlenirken araştırmacıların farklı zaman dilimlerinde (kesimden 10, 15 ve 45 dk sonra) ölçüm yaptıkları belirlenmiştir. İlk pH'ya ait tüm verileri standartlaştırmak için, farklı zaman dilimlerinde ölçüm yapılmış olsa bile, tüm veriler ilk pH olarak değerlendirilmiştir. Tüm araştırmacıların son pH'yı kesimden 24 saat sonra saptadığı gözlenmiştir.

**Çizelge 2.** Etlik piliçlerde kontrol ve taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılan çalışmalara ait taşıma süresi-mesafesi, incelenen değişkenler, eşey, kesim şekli ve taşıma hızı

**Table 2.** Transport time-distance, variables, sex, slaughter type and transport speed of studies used to evaluate the effects of control and transport stress on meat quality in broilers

| Referans                   | Taşıma Stresi                | Kontrol Grubu | Sunulan Değişkenler   | Eşey, Kesim Şekli ve Ortalama Taşıma Hızı (km/h) |
|----------------------------|------------------------------|---------------|---|--|
| Al-Abdullatif et al., 2021 | 4 saat                       | 5 dakika      | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup>          | Erkek; elde; 80                                  |
| Chen et al., 2020          | 3 saat                       | 45 dakika     | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , PK, DK | Erkek; elde; 60                                  |
| Gou et al., 2021           | 30 dakika, 1, 2 ya da 3 saat | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , DK     | Karışık; kesimhane; 30-40                        |
| Hussnain et al., 2020a     | 160 ya da 240 km             | 80 km         | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , PK, DK | Karışık; elde; 45-50                             |
| Hussnain et al., 2020b     | 80, 160 ya da 240 km         | 0 km          | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , PK, DK | Karışık; kesimhane; 80                           |
| Pan et al., 2018           | 3 saat                       | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , DK     | Erkek; elde; 60                                  |
| Ramakrishnan et al., 2021  | 1, 2 ya da 3 saat            | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , DK     | Karışık; kesimhane; 30-40                        |
| Xing et al., 2017          | 30 dakika                    | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , PK, DK                                   | Erkek; kesimhane; 45                             |
| Yue et al., 2010           | 45 dakika ya da 3 saat       | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , DK     | Erkek; elde; belirtilmemiş                       |
| Zhang et al., 2009         | 45 dakika ya da 3 saat       | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , DK     | Erkek; elde; 60                                  |
| Zhang et al., 2014         | 3 saat                       | 45 dakika     | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , PK, DK | Karışık; kesimhane; 60                           |
| Zhang et al., 2019         | 3 saat                       | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , L <sup>*</sup> , a <sup>*</sup> , b <sup>*</sup> , PK, DK | Erkek; kesimhane; 80                             |
| Zheng et al., 2020         | 2 ya da 4 saat               | 0 saat        | pH <sub>i</sub> , pH <sub>u</sub> , DK  | Erkek; simülatör; belirtilmemiş                  |

pH<sub>i</sub>: ilk pH; pH<sub>u</sub>: son pH; L<sup>\*</sup>: parlaklık; a<sup>\*</sup>: kırmızılık; b<sup>\*</sup>: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

\*Taşıma koşullarını simüle etmek için taşıma simülatörü kullanılmıştır (BF-SV, Bell Test Instrument Company, Dongguan, China), taşıma titreşim hızı: 100 rpm.

pH<sub>i</sub>: initial pH; pH<sub>u</sub>: ultimate pH; L<sup>\*</sup>: lightness; a<sup>\*</sup>: redness; b<sup>\*</sup>: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

\*Transportation simulator was used to simulate transport conditions (BF-SV, Bell Test Instrument Company, Dongguan, China), transport vibration rate: 100 rpm.

Çalışmalarda pişirme kaybı (%) ve damla kaybı (%) verilerinin farklı yöntemler ve metotlar ile belirlendiği tespit edilmiş, ancak araştırmacılar tarafından kullanılan yöntemlerin literatüre uygun olması nedeniyle bu yöntem farklılıkları gözardı edilerek çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Pişirme ve damla kaybı sonuçları tüm makalelerde (%) olarak sunulurken yalnızca bir makalede (Chen et al., 2020), g kg<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir. Söz konusu değer %'ye çevrilerek kullanılmıştır. Tüm çalışmalarda renk özelliklerinin (L<sup>\*</sup>, a<sup>\*</sup> ve b<sup>\*</sup>), CIELAB renk sistemi koordinatları kullanılarak belirlendiği görülmüştür. Bazı çalışmalarda göğüs eti rengi belirlenirken, kesimden 15 ve/veya 45 dakika sonra ölçüm yapıldığı saptanmıştır. Bu veriler değerlendirme dışı bırakılmış ve çalışmamızda sadece kesimden 24 saat sonra yapılan renk ölçümleri meta-analize dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan makalelerin materyal-metot bölümleri detaylı incelendiğinde eşey, taşıma mesafesi, taşıma hızı ve kesim yönteminde bazı farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Söz konusu çalışmaların tümünde belirtilen metodoloji ya da teknik detayların, etlik piliçlerin kesim prosesine uygun olduğu, pek çok çalışmanın etik kurul izni bulunduğu ve bu nedenle elde edilen et kalitesi verilerine (et pH'sı, rengi, pişirme, çözdürme ve damla kaybı) etkilerinin sınırlı ya da çok az olacağı varsayılarak meta-analize dahil edilmiştir. Bu çalışmada değerlendirilmesi planlanan makalelerin en az bir kontrol grubu bir de taşıma stresi grubu bulundurması hedeflenmiştir. Ancak incelenen bazı çalışmalarda, farklı taşıma süresi ya da mesafesinin etkilerinin de incelendiği görülmüştür.

### Veri analizi ve istatistiksel değerlendirmeler

Bağımsız çalışmalardan elde edilen bulguları birleştirmek için istatistiksel yöntemlerin (meta-analizinin) kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir (Hedges, 1992). Günümüzde araştırmacılar, geleneksel

derlemenin yerine sistematik derleme ve meta-analitik yöntemleri sıklıkla tercih etmektedir. Sistematik derleme, belirli bir konuda yapılan orijinal çalışmaların detaylı bir şekilde taranarak, dışlanma ve dahil edilme kriterlerinin de kullanıldığı bilimsel incelemedir (Aslan, 2018). Meta-analiz ise aynı araştırma sorusunu ele alan bir dizi deneysel çalışma sonuçlarının temel alındığı popülasyon etkilerinin ortalamasını ve varyansını tahmin etmek için yararlanılan istatistiksel bir araçtır (Field & Gillet., 2010). Literatür taramasındaki en uç değerlendirme biçimi ve en yeni yöntem meta-analizdir ve bir literatürün gözden geçirilmesi için ilgili nicel prosedürlerin tamamını ifade etmektedir (Guzzo et al., 1987). Meta-analiz, değişkenler arasındaki ilişkiyi etki büyüklüğü (EB) tahminlerinin hesaplanması yoluyla değerlendirmektedir. Cohen (1988), farklı müdahaleleri karşılaştıran araştırma çalışmalarında grup ortalamaları arasındaki farkın büyüklüğüne etki büyüklüğü adını vermiştir. Dolayısıyla etki büyüklüğü, deneysel etkinin büyüklüğünün nicel bir ölçüsüdür. Etki büyüklüğü ne kadar büyük olursa, iki değişken arasındaki ilişki (örneğin tedavi ve kontrol grubu arasındaki farklılıklar) veya muamele etkisi o kadar güçlüdür (Guzzo et al., 1987). Araştırmalardaki önem seviyesi okuyucuya bir etkinin var olup olmadığını bildirirken, etkinin boyutu hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle çalışma sonuçlarında hem etki büyüklüğünün hem de istatistiksel anlamlılığın rapor edilmesi gerekmektedir (Sullivan & Feinn, 2012).

Bu çalışmada etki büyüklükleri, Comprehensive Meta-Analysis (CMA) Version 3 (Demo) paket programı ile hesaplanmıştır. Çalışmadaki gruplara ait sonuçlar arasındaki farkın önemliliğinin belirlenmesi amacıyla etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bu amaçla, iki grup arasında meydana gelen farkın hesapladığı istatistiksel metotlar için etki büyüklüğünün hesaplanmasında Hedges'in g değeri kullanılmıştır (Eşitlik 1). Cohen'in d formülünde olduğu gibi, Hedges'in g değerinin yorumlanmasında da benzer skala dikkate alınmıştır. Hedges'in g değeri ile hesaplanan etki büyüklüğü, Cohen d ile çok büyük benzerlik göstermekte olup tek önemli farklılık ortak (pooled) standart sapmanın hesaplanmasında görülmektedir. Buna göre etki büyüklüğü değeri 0.2'den küçük ise zayıf, 0.5 ise orta ve 0.8 den büyük ise kuvvetli ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır (Cohen, 1988). EB'nin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$EB (Hedges'g) = \frac{M_1 - M_2}{S_{ortak}} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de;  $M_1$ : 1. grubun ortalaması,  $M_2$ : 2. grubun ortalaması,  $S_{ortak}$ : ortak standart sapma

$$S_{ortak} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

Eşitlik 2'de;  $n_{1,2}$ : sırasıyla 1. ve 2. gruplar için örneklem büyüklüğü,  $S_{1,2}$ : sırasıyla 1. ve 2. gruplar için standart sapma değerleridir.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Eşitlik 3'de;  $X_i$ : i'inci özelliğin ölçüm değeri,  $\bar{X}$ : özelliğin n sayıda ölçümüne ait aritmetik ortalama, n: örnek sayısını ifade eder (Hedges & Olkin, 1985).

Meta-analizlerde farklı çalışmaların sonuçları birleştirilip genel ya da birleştirilmiş etki büyüklüğü (pooled estimate) hesaplanırken ya sabit etkili model (fixed effect model) ya da rastgele etkiler modeli (random effects model) kullanılmaktadır. Bu iki model, çalışmaları farklı şekilde ağırlıklandırarak ortalama etki değerini tahmin eder. Bu iki modelin seçiminde önemli olan ve bu modellerin ne kadar farklı sonuç vereceğini belirleyen faktör ise ağırlıklandırmada kullanılan heterojenitenin belirlenmesidir (Kılıçkap, 2018). Bu çalışmada etki büyüklükleri her iki modele göre (sabit ve rastgele) hesaplanmış ancak çalışmadan elde edilen tüm değişkenler heterojen yapıda olduğu için, çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi ve yorumlanmasında rastgele etkiler modeli kullanılmıştır (Ades et al., 2005; Borenstein et al., 2009).

Bu çalışmada, çalışmalar arası gerçek heterojenliğin hesaplanmasında Cochran'ın Q testi ve  $I^2$  değeri kullanılmıştır (Hedges & Olkin, 1985). Farklı çalışmalarda değerlendirilen müdahale etkilerindeki değişkenlik, istatistiksel heterojenlik olarak bilinir ve çalışmalar arasındaki klinik veya metodolojik çeşitliliğin veya her ikisinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. İstatistiksel heterojenlik, gözlemlenen müdahale etkilerinin, tek başına şansa bağlı hata nedeniyle beklenenden daha farklı olmasıyla kendini göstermektedir (Higgins & Green, 2011). Meta-analizde, heterojenlikten kaynaklanan varyans oranı,  $I^2$  istatistiği ile tahmin edilmektedir (von Hippel, 2015). Heterojenlik derecesi  $I^2$  indeksi ile sayısallaştırılır (Higgins & Thompson, 2002; Sales, 2011) ve  $I^2$  istatistiği, çalışmalar arasında şanstan ziyade heterojenlikten kaynaklanan varyasyon yüzdesini tanımlamada kullanılmaktadır (Higgins & Thompson, 2002; Higgins et al., 2003).  $I^2$  değeri %0 ile %100 arasında değişmekte olup toplam değişkenliğin ne oranda çalışmalar arası heterojeniteye bağlı olduğunu göstermektedir. %0 olması değişkenliğin örneklem hatasına veya şansa bağlı olduğunu düşündürürken %100'e yaklaşan değerler değişkenliğin büyük oranda çalışmalar arasındaki gerçek heterojeniteye bağlı olduğunu göstermektedir (Higgins et al. 2003). Huedo-Medina et al. (2006),  $I^2$  indeks değerlerini düşük (0,25), orta (0,50) ve yüksek (0,75) olarak yorumlarken; Higgins et al. (2003),  $I^2 >50$  ise yüksek heterojenlik,  $I^2 >75$  ise çok yüksek heterojenlik olarak değerlendirmiştir.  $I^2$ , çalışmaların sonuçlarının tutarsızlığının sezgisel ve basit bir ifadesidir ve Q'dan farklı olarak, çalışmaların sayısına bağlı değildir (Higgins et al., 2003).

$I^2$  aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$I^2 = \left( \frac{Q - sd}{Q} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Eşitlik 4'de; Q: Cochran'ın Q değeri (ki-kare istatistiği), sd: serbestlik derecesi ( $k-1$ ), k: çalışma sayısıdır (Higgins & Thompson, 2002, Higgins et al., 2003).

$$Q = \sum_{k=1}^K w_k (\hat{\theta}_k - \hat{\theta})^2 \quad (5)$$

Eşitlik 5'de;  $\hat{\theta}$ : genel ortalama etki,  $\hat{\theta}_k$ : her çalışmanın gözlenen etkisinin sapması,  $w_k$ : ağırlık olarak ters varyans, k: çalışma sayısıdır (Cochran, 1954).

Çalışmamızda tüm değişkenlere ait heterojenlik testi sonuçları yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Heterojenliğin olası nedenlerini açıklayabilmek amacıyla, incelenen çalışmalardaki alt gruplar analize dahil edilerek meta-analiz tekrarlanmıştır. Bu çalışmada sadece bir taşıma stresi grubu ve bir kontrol grubu meta-analize dahil edilirken, incelenen bazı çalışmalarda kontrol grubu dışında eş zamanlı olarak birden fazla farklı taşıma stresi grubuna (30, 45, 60, 90 veya 120 dk taşıma süresi) ait sonuçların da birlikte değerlendirildiği görülmüştür. Örneğin ilk pH değişkenine ait veriler, alt gruplar da analize dahil edilerek yeniden değerlendirildiğinde; Q değeri 117.601, Q'ya ait p değeri 0.000 ve  $I^2$  ise 88.95 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ki-kare tablosunda incelendiğinde, 12 serbestlik derecesi için  $\alpha = 0.05$  olasılık seviyesinde 21.026 değeri bulunmaktadır. Bu değer (21.026), çalışmada elde ettiğimiz Q değeri olan 117.601'den oldukça küçük yani kritik değer çok üzerinde olduğu (heterojen) görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada tüm değişkenlere ait alt gruplar dahil edilerek yapılan analiz sonuçlarında da heterojenliğin değişmediği görülmüştür.

Çalışmada yayın yanlılığı (publication bias), Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu ve Egger'in doğrusal regresyon test sonuçları ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3). Begg and Mazumdar sıra korelasyonu testi, etki büyüklüğü sırası ile bunların varyanslarının sıraları arasındaki korelasyonu içermektedir. Önemlilik değerinin  $p > 0.05$  olması durumunda yayın yanlılığının olmadığı anlaşılmaktadır (Kapoor & Chetty, 2017). Egger'in regresyon testi ise, huni grafiği asimetrisinin değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde (Egger'in doğrusal regresyon testi) bir regresyon doğrusu denklemi oluşturulur. Çalışmaların standart hatalarının çarpmaya göre tersi bağımsız değişkeni, Egger'in standartlaştırılmış etki büyüklüğü ise bağımlı değişkeni oluşturur. Bu regresyon doğrusunun y eksenini kestiği nokta sıfıra yakınsa (regresyon kesişiminin sıfır olması durumu) yayın yanlılığı olmadığı sonucuna varılmaktadır (Lin & Chu, 2018). Çalışmamızda hem Begg ve Mazumdar hem de Egger'in regresyon test sonuçları incelendiğinde yayın yanlılığının bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Göğüs eti kalite özelliklerine ait Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu ve Egger linear regresyon test sonuçları**Table 3.** Begg and Mazumdar rank correlation and Egger linear regression test results of breast meat quality characteristics

| Değişkenler     | Egger Test |            |                        | Begg ve Mazumdar Test |                        |
|-----------------|------------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                 | İntercept  | 95% GA     | Önem Düzeyi (P-değeri) | Kendall's Tau         | Önem Düzeyi (P-değeri) |
| pH <sub>i</sub> | -1.22541   | -6.04-3.59 | 0.583                  | -0.075                | 0.731                  |
| pH <sub>u</sub> | -0.55249   | -5.40-4.30 | 0.805                  | -0.151                | 0.492                  |
| L <sup>*</sup>  | -1.43753   | -5.95-3.07 | 0.494                  | -0.136                | 0.537                  |
| a <sup>*</sup>  | 1.40922    | -2.77-5.59 | 0.465                  | 0.145                 | 0.533                  |
| b <sup>*</sup>  | 1.13210    | -2.17-4.43 | 0.457                  | 0.072                 | 0.755                  |
| PK              | -1.85852   | -8.89-5.17 | 0.503                  | 0.000                 | 1.000                  |
| DK              | -0.15419   | -4.95-4.64 | 0.944                  | 0.136                 | 0.537                  |

GA: Güven aralığı; pH<sub>i</sub>: ilk pH; pH<sub>u</sub>: son pH; L<sup>\*</sup>: parlaklık; a<sup>\*</sup>: kırmızılık; b<sup>\*</sup>: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH<sub>i</sub>: initial pH; pH<sub>u</sub>: ultimate pH; L<sup>\*</sup>: lightness; a<sup>\*</sup>: redness; b<sup>\*</sup>: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Etlük piliç göğüs eti kalite özellikleri için taşıma stresi konusunda yürütülmüş, birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmaların sonuçlarından hesaplanan sabit ve rastgele etki büyüklükleri (Hedges' g), %95 güven aralığı, Q, Q'ya ait p değeri ve I<sup>2</sup> sonuçları Çizelge 4 ve 5'de sunulmuştur.

**Çizelge 4.** Et kalitesi özellikleri için taşıma stresine maruz kalan ve kontrol grubu piliçleri arasında sabit etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), Q değeri, Q'ya ait p değeri ve %95 güven aralıkları**Table 4.** Effect sizes (Hedges' g), Q value, p value for Q, and 95% confidence intervals for meat quality traits calculated according to the fixed effect model among chickens exposed to transport stress and control group

| Değişkenler     | Çalışma sayısı | Sabit Etki |           |           |          |              |            |                |
|-----------------|----------------|------------|-----------|-----------|----------|--------------|------------|----------------|
|                 |                | 95% GA     |           |           |          | Heterojenlik |            |                |
|                 |                | Hedges g   | Alt Limit | Üst Limit | P-değeri | Q            | Q'ya ait P | I <sup>2</sup> |
| pH <sub>i</sub> | 12             | -0.164     | -0.278    | -0.050    | 0.005    | 55.878       | 0.000      | 80.314         |
| pH <sub>u</sub> | 12             | -0.216     | -0.100    | -0.332    | 0.000    | 65.452       | 0.000      | 82.386         |
| L <sup>*</sup>  | 12             | 0.186      | 0.069     | 0.303     | 0.002    | 57.820       | 0.000      | 80.975         |
| a <sup>*</sup>  | 11             | -0.091     | -0.211    | 0.030     | 0.142    | 40.553       | 0.000      | 75.341         |
| b <sup>*</sup>  | 11             | 0.035      | -0.085    | 0.155     | 0.571    | 23.580       | 0.009      | 57.592         |
| PK              | 6              | 0.379      | 0.200     | 0.559     | 0.000    | 27.641       | 0.000      | 81.911         |
| DK              | 12             | 0.418      | 0.296     | 0.540     | 0.005    | 57.391       | 0.000      | 80.833         |

GA: Güven aralığı; pH<sub>i</sub>: ilk pH; pH<sub>u</sub>: son pH; L<sup>\*</sup>: parlaklık; a<sup>\*</sup>: kırmızılık; b<sup>\*</sup>: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH<sub>i</sub>: initial pH; pH<sub>u</sub>: ultimate pH; L<sup>\*</sup>: lightness; a<sup>\*</sup>: redness; b<sup>\*</sup>: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

Çalışmamızda heterojeniteyi değerlendirmede, Cochran Q istatistiği ve buna ait p değeri ile I<sup>2</sup> istatistik ölçütlerinden yararlanılmıştır. İncelenen tüm özellikler için Q, p veya I<sup>2</sup> sonuçları irdelendiğinde, et kalitesini tanımlamada kullanılan tüm kriterlerin heterojen yapıda olduğu görülmüştür. Bu durum çalışmalar arası varyansın bir kısmının rastgele örnekleme hatasından, bazılarının ise heterojenlikten kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Yüksek heterojenliği açıklamaya yönelik yapılan literatür incelemesinde, et kalite kriterlerinin, özellikle son pH ve parlaklığın oldukça geniş bir varyasyon gösterdiği (Wilkins et al., 2000; Petracci et al., 2004) ve pH düşme hızı ve oranı ile kaslardaki glikojen yoğunluğunun, pH'nın düzeyinin belirlenmesi ve dolayısıyla renk özellikleri ile STK, PK, DK ve sertliğin oluşumunda belirleyici rol oynadığı söylenebilir (Van Laack et al., 2001; Petracci et al., 2004; England et al., 2016). Piliçlerde et kalitesinin oluşumunda, özellikle kesimden önceki son 24 saatte meydana gelen değişikliklerin et kalitesini doğrudan etkilediği bilinmektedir (Fletcher, 1991). Bu nedenle incelenen

çalışmalarda; farklı genotip, yaş, mevsim ve kesim öncesi koşullarının değişken olması gibi pek çok faktörün heterojenliği artırdığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda, ilk ve son pH'ya ait Q istatistiği sonuçları incelendiğinde, meta-analize katılan çalışmalar arasındaki heterojenlik anlamlı ( $P < 0.05$ ) (Çizelge 4) bulunduğundan, rastgele etki modeline göre hesaplanan birleştirilmiş etki büyüklüklerinin sırası ile  $pH_i$  ve  $pH_u$  için -0.193 ve -0.239 olarak tahminlendiği, rastgele etkiler modeline göre belirlenen güven aralığının (%95 GA) ise sırasıyla (-0.465 ile 0.078) ve (-0.531 ile 0.054) arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 5). Etki büyüklükleri rastgele etki modeli ile birleştirildiğinde, yani çalışmalar arası değişkenlik hesaba katıldığında, taşıma stresi ve kontrol grubu piliçleri arasında ilk ve son pH için istatistiki olarak anlamlı bir farklılığın meydana gelmediği görülmüştür ( $p > 0.05$ ). Etki büyüklüklerinin istatistiki olarak anlamlı olmaması, piliçlerin taşımaya bağlı oluşan strese bir yanıt geliştirmediklerini ancak rastgele etki modeline ait EB sonuçlarında zayıf da olsa et kalitesinde bir gerilemeye yol açabilecek farklılık oluştuğunu göstermektedir. Genel bir yaklaşım olarak, kanatlı hayvanlar herhangi bir stres etmenine maruz kaldıklarında, yüksek glikolisiz nedeniyle pH'da hızlı bir düşme ve kas dokularında ölüm sertliğinin daha hızlı geliştiği bilinmektedir. Kesim sonrası değişimler çok hızlı olmasına karşın, kas sıcaklığında belirli düzeyde devam eden artış, kaslarda laktik asit birikimi ve ATP yıkımına yol açmaktadır (Puolanne et al., 2002). Hızlı pH düşüşü, proteinlerde bozulma ve yüksek karkas sıcaklığı etkilerinin bir araya gelmesinin bir sonucu olarak et kalitesinde gerileme meydana gelir. Genellikle kesim öncesi strese maruz kalmış piliçlerde PSE benzeri et oluşumu dikkati çeker ve bu tip etlerin düşük ileri işleme kabiliyetine sahip, pişirme kayıplarının yüksek ve su tutma kapasitelerinin düşük olduğu bildirilmiştir (Remignon et al., 2007). Taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda, uzun süre taşımaya bağlı olarak, ilk ve son pH'nın kontrol grubu piliçleri ile istatistiki açıdan önemli derecede farklı olduğunu bildiren çalışmalarda; Castellini et al. (2016) ilk ve son pH'nın taşıma stresinden etkilenerek daha yüksek bulunduğunu, Yalçın & Güler (2012) ile Debut et al. (2003)  $pH_i$ 'nin taşıma stresinden etkilenmediğini ancak son pH'nın taşıma stresi grubu piliçlerinde daha yüksek kaldığını, Zhang et al. (2019) ise taşıma stresine maruz kalan piliçlerde hem  $pH_i$  hem de  $pH_u$ 'nun kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeyde belirlendiğini aktarmıştır. Bu bildirişlerin aksine, bu çalışmanın bulgularını destekleyecek şekilde,  $pH_i$  ve  $pH_u$  değerlerinin kesim öncesi taşıma stresinden etkilenmediği ve istatistiksel olarak gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı ( $p > 0.05$ ) bildirilmiştir (Zhang et al., 2009; Pan et al., 2018).

Et ve et ürünlerinin görünümü tüketicinin satın alma tercihini etkileyen birincil faktördür. Etin rengi, sadece tüketici için değil aynı zamanda üretici için de önemli bir endişe kaynağı oluşturur ve bu nedenle bilimsel çalışmalarda et kalitesinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir araçtır (Guidi & Castiglione, 2010). Çalışma bulgularında, meta-analize dahil edilen çalışmaların göğüs eti renk özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ile PK ve DK değişkenlerine ait sabit modele göre EB, %95GA, Q ve Q'ya ait p değeri ve  $I^2$  sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur. Rastgele etki modeline göre birleştirilmiş etki büyüklükleri ve %95 GA'ları sırası ile  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  için; 0.130, -0.059 ve 0.062; (-0.155 ile 0.414), (-0.319 ile 0.201) ve (-0.135 ile 0.258) olarak tahminlenmiştir (Çizelge 5). Damla kaybı hariç, diğer tüm değişkenlerin rastgele modele göre birleştirilmiş etki büyüklüklerinin zayıf ( $EB < 0.2$ ) ve istatistiki açıdan önemsiz ( $p > 0.05$ ) olduğu görülmüştür. Etki büyüklükleri  $L^*$ ,  $b^*$ , PK ve DK için pozitif (kontrol grubundan daha yüksek) bulunurken,  $a^*$  değeri negatif (kontrol grubundan daha düşük) bir etki göstermiştir (Çizelge 5). Bu çalışmadan elde edilen meta-analiz sonuçlarında, taşıma stresinin göğüs kası parlaklığı üzerinde önemli bir etki meydana getirmediği ( $P > 0.05$ ) ancak beklendiği üzere taşıma stresine maruz kalan piliçlerde  $L^*$  için birleştirilmiş EB'nin daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $EB_{L^*}$ : 0.130) (Çizelge 5). Çalışma bulgularını destekler nitelikte, pek çok araştırmacı taşıma stresinin etlik piliçlerde göğüs eti parlaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (Savenije et al., 2002; Zhang et al., 2009; Pan et al., 2018). Bununla birlikte, Wang et al. (2017) kesim öncesi 3 saatlik taşıma süresinin göğüs eti parlaklığını önemli şekilde yükselttiğini, benzer şekilde Xing et al. (2015, 2017) 30 dakikalık kısa süreli bir taşımanın bile strese neden olarak göğüs eti parlaklığını artırdığını aktarmıştır.

**Çizelge 5.** Et kalitesi özellikleri için taşıma stresine maruz kalan ve kontrol grubu piliçleri arasında rastgele etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), p değeri ve %95 güven aralıkları

**Table 5.** Effect sizes (Hedges' g), p value and 95% confidence intervals for meat quality traits calculated according to the random effect model between chickens exposed to transport stress and control group

| Değişkenler     | Çalışma sayısı | Rastgele Etki |           |           |          |
|-----------------|----------------|---------------|-----------|-----------|----------|
|                 |                | Hedges g      | Alt Limit | Üst Limit | P-değeri |
| pH <sub>i</sub> | 12             | -0.193        | -0.465    | 0.078     | 0.163    |
| pH <sub>u</sub> | 12             | -0.239        | -0.531    | 0.054     | 0.110    |
| L <sup>*</sup>  | 12             | 0.130         | -0.155    | 0.414     | 0.372    |
| a <sup>*</sup>  | 11             | -0.059        | -0.319    | 0.201     | 0.656    |
| b <sup>*</sup>  | 11             | 0.062         | -0.135    | 0.258     | 0.539    |
| PK              | 6              | 0.263         | -0.208    | 0.734     | 0.274    |
| DK              | 12             | 0.416         | 0.125     | 0.713     | 0.005    |

GA: Güven aralığı; pH<sub>i</sub>: ilk pH; pH<sub>u</sub>: son pH; L<sup>\*</sup>: parlaklık; a<sup>\*</sup>: kırmızılık; b<sup>\*</sup>: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH<sub>i</sub>: initial pH; pH<sub>u</sub>: ultimate pH; L<sup>\*</sup>: lightness; a<sup>\*</sup>: redness; b<sup>\*</sup>: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

Bu çalışmaya konu olan meta-analizde, elde edilen EB değerlerinde tek anlamlı farklılık damla kaybı özelliği için saptanmış olup, rastgele modele göre belirlenen etki büyüklüğünün istatistiki olarak anlamlı (p<0.05) ve orta düzeye yakın (EB<sub>DK</sub>= 0.416) olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Bu durum, etlik piliçlerin kesim öncesi taşıma stresine maruz kalmalarının, kas dokudaki damla kaybını artırarak et kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer sonuçlar; Xing et al. (2015; 2017), Hussnain et al. (2020a), Zheng et al. (2020) ile Gou et al. (2021) tarafından da aktarılmış olup, taşıma stresi veya taşıma süresindeki artışa bağlı olarak göğüs kası damla kaybının önemli oranda yükseldiği bildirilmiştir. Su tutma kapasitesi, genel olarak etin sahip olduğu nemi tutma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu nem düzeyi, ileri işleme tesislerinde mamul-yarı mamul et ürünlerinin hazırlanması aşamasında ete eklenebilecek sıvıların miktarını ve kas dokunun içerdiği nemi yani sıvı miktarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Huff-Lonergan, 2009). Damla kaybı ise, taze etten kaybolan yüksek proteinli sıvıyı ifade etmektedir. Damla ya da boşalma kaybı, kasın ete dönüşümü sırasında kas liflerinden su, demir ve proteinlerin kaybedilmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Ponsuksili et al., 2008). Bu özel tanım, yerçekimi dışında herhangi bir ek mekanik kuvvet olmaksızın etten uzaklaşan sıvıyı niteler (Huff-Lonergan, 2009). Damla kaybı, etin lezzeti ve dolayısıyla genel kalitesi ile kabul edilebilirliği için çok önemli bir kriterdir ve uzun yıllardır et endüstrisi, özellikle domuz ve kanatlı eti için, önemli bir sorundur (Forrest et al., 2000). Pektoralis majör kasında, kesimle birlikte aerobik solunumdan anaerobik solunuma geçilmesi, anaerobik glikoliz nedeniyle pH'nın hızla düşmesine ve sitoplazmik Ca<sup>2+</sup> seviyesinde artışa neden olur. Bu durum ette laktasidoz (kandaki laktik asit konsantrasyonunun yükselmesi) ve proteolize (proteinlerin peptidlere ve amino asitlere kadar yıkımı) yol açarak et kalitesinin azalmasını tetikler (Guo & Dalrymple, 2017).

## SONUÇ

Bu çalışmanın meta-analizi sonuçlarına göre, etlik piliçlerin kesim öncesi farklı süre ya da mesafelerde taşıma stresine maruz kalmalarının göğüs eti kalite özellikleri üzerinde, damla kaybı hariç, önemli bir etkisinin olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Çalışmadaki tek anlamlı farklılık, göğüs eti damla kaybı için belirlenmiş olup, taşıma stresinin göğüs eti damla kaybını artırarak et kalitesinde bir azalmaya neden olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Göğüs eti son pH'sı ve parlaklığı için çalışmadan elde edilen etki büyüklükleri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, beklenildiği üzere, taşıma stresi son pH'nın düşük kalmasına parlaklığın ise daha yüksek bulunmasına yol açmıştır. Kesim sonrası ette oluşan düşük pH ve kas içi yüksek sıcaklık, kas proteinlerinin bozulmasına neden olarak et kalitesini düşürmektedir. Proteinlerdeki bozulmanın şiddeti ise damla kaybında artışa ve daha solgun ete yol açarak PSE benzeri et oluşumunu tetikleyebilmektedir. Kanatlılarda görülen PSE benzeri etin ise en önemli kalite sorunu

damla kaybı olarak bildirilmektedir. Ette görülen aşırı damla kaybı, etin içerdiği değerli vitamin, mineral ve aromatik bileşiklerde azalmaya neden olarak besin değerini düşürmektedir. Ayrıca, damla kaybına bağlı olarak etin sertliğinde meydana gelen artış, genel yeme beğenisini ve tüketici kabulünü olumsuz etkileyerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle; etlik piliç üretiminde taşıma kaynaklı oluşabilecek stres etkilerinin en aza indirilmesi veya kesim öncesi taşıma stresinin etkilerini hafifletecek yetiştirme pratiklerinin uygulanmasının, damla kaybında meydana gelecek artışı engelleyerek genel et kalitesinin korunmasında önemli çözüm fırsatları sunabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ades, A.E., G. Lu & J.P.T. Higgins, 2005. The interpretation of random-effects meta-analysis in decision models. *Medical Decision Making*, 25 (6): 646-654. Doi: 10.1177/0272989X05282643
- Al-Abdullatif, A.A., A.A. Al-Sagan, E.O. Hussein, I.M. Saadeldin, G.M. Suliman, M.M. Azzam, S.I. Al-Mufarre & R.A. Alhotan, 2021. Betaine could help ameliorate transport associated water deprivation stress in broilers by reducing the expression of stress-related transcripts and modulating water channel activity. *Italian Journal of Animal Science*, 20 (1): 14-25. Doi: 10.2141/jpsa.0200003
- Aslan, A., 2018. Sistematik derleme ve meta-analizi. *Acta Medica Alanya Dergisi*, 2 (2): 62-63. Doi: 10.30565/medalanya.439541
- Barbut, S., 2002. *Poultry Products and Processing, An Industry Guide*. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C, 560 pp.
- Begg, C.B. & M. Mazumdar, 1994. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50 (4): 1088-1101. Doi: 10.2307/2533446
- Borenstein, M., H. Cooper, L. Hedges & J. Valentine, 2009. *Effect Sizes for Continuous Data*. The Handbook of Research Synthesis and Meta-analysis. Russell Sage Foundation, New York, 2: 221-235.
- Carvalho, L.C., H.S. Nogueira, A.R.T. Minussi, M.B. Lima, D.P. Munari, N.J. Peruzzi & E.P. Silva, 2020. Genetic growth potential characterization in the Japanese quail: a meta-analysis. *Animal*, 14: (S2): 341-347. Doi:10.1017/S1751731120001202
- Castellini, C., S. Mattioli, L. Piottoli, A.C. Mancinelli, D. Ranucci, R. Branciarri, M.G. Amato & A. Dal Bosco, 2016. Effect of transport length on in vivo oxidative status and breast meat characteristics in outdoor-reared chicken genotypes. *Italian Journal of Animal Science*, 15 (2): 191-199. Doi: 10.1080/1828051X.2016.1174082
- Chen, R., C. Wen, Y. Gu, C. Wang, Y. Chen, S. Zhuang & Y. Zhou, 2020. Dietary betaine supplementation improves meat quality of transported broilers through altering muscle anaerobic glycolysis and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (6): 2656-2663. Doi: 10.1002/jsfa.10296
- Cochran, W.G., 1954. Some methods for strengthening the common  $\chi^2$  tests. *Biometrics*, 10 (4): 417-51. Doi: 10.2307/3001616
- Cohen, J., 1988. "The Analysis of Variance, 274-287". In: *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. (Ed. J. Cohen), Lawrence Erlbau Associates, 579 pp.
- Dadgar, S., 2010. *Effect of Cold Stress During Transportation on Post-Mortem Metabolism and Chicken Meat Quality*. In the Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan, (Unpublished) PhD Thesis, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 215 pp.
- Debut, M., C. Berri, E. Baéza, N. Sellier, C. Arnould, D. Guemene, N. Jehl, B. Boutten, Y. Jého, C. Beaumont & E. Le Bihan-Duval, 2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science*, 82 (12): 1829-1838. Doi: 10.1093/ps/82.12.1829
- Edwards, M.R., J.P. McMurty & R. Vasilatos-Younken, 1999. Relative insensitivity of avian skeletal muscle glycogen to nutritive status. *Domestic Animal Endocrinology*, 16: 239-247. Doi: 10.1016/s0739-7240(99)00013-2
- Egger, M., G.D. Smith, M. Schneider & C. Minder, 1997. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, 315 (7109): 629-634. Doi: 10.1136/bmj.315.7109.62
- England, E.M., S.K. Matarneh, E.M. Oliver, A. Apaoblaza, T.L. Scheffler, H. Shi & D.E. Gerrard, 2016. Excess glycogen does not resolve high ultimate pH of oxidative muscle. *Meat Science*, 114: 95-102. Doi: 10.1016/j.meatsci.2015.10.010



- European Commission, 2005. Council regulation (EC) No. 1/2005 on the protection of animals during transport and related operations and amending directives 64/432/EEC and 93/119/EC and regulation (EC) No. 1255/97. (Web page: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0001&from=en>). (Date accessed: September, 2021).
- Field, A.P. & R. Gillett, 2010. How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63: 665-694. Doi: 10.1348/000711010X502733
- Fletcher, D.L., 1991. "Antemortem factors related to meat quality, 11-20". *Proceedings of the 10th European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, (12-17 May 1997, Doorewerth, Beekbergen), 387 pp.
- Forrest, J.C., M.T. Morgan, C. Borggaard, A.J. Rasmussen, B.L. Jespersen & J.R. Andersen, 2000. Development of technology for the early post mortem prediction of water holding capacity and drip loss in fresh pork. *Meat Science*, 55 (1): 115-122. Doi: 10.1016/S0309-1740(99)00133-3
- Gou, Z., K.F.M. Abouelezz, Q. Fan, L. Li, X. Lin, Y. Wang, X. Cui, J. Ye, M.A. Masoud, S. Jiang & X. Ma, 2021. Physiological effects of transport duration on stress biomarkers and meat quality of medium-growing Yellow broiler chickens. *Animal*, 15 (2): 100079. Doi: 10.1016/j.animal.2020.100079
- Gross, W.B. & H.S. Siegel, 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, 27: 972-979. Doi: 10.2307/1590198
- Guidi, A. & L. Castigliero, 2010. "Poultry Meat Color, 359-388". In: *The Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 2: Secondary Processing* (Eds. I. Guerrero-Legarreta & Y.H. Hui). Wiley Publishing, Indianapolis, IN, 614 pp.
- Guo, B. & B.P. Dalrymple, 2017. "Transcriptomics of Meat Quality, 259-320". In: *New Aspects of Meat Quality, From Genes to Ethics*. (Ed. P.P. Purslow). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Buenos Aires Province, Tandil, 744 pp.
- Guzzo, R.A., S.E. Jackson & R.A. Katzell, 1987. Meta-analysis analysis. *Research in Organizational Behavior*, 9 (1): 407-442.
- Hedges, L.V. & I. Olkin, 1985. *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Academic Press, London, 369 pp.
- Hedges, L.V., 1992. Meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 17 (4): 279-296. Doi: 10.3102/10769986017004279
- Higgins, J.P.T. & S. Green, 2011. "Heterogeneity - What is Heterogeneity? 276-282" In: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Part 2: General Methods for Cochrane Reviews*. (Eds. J.P.T. Higgins & S. Green), Wiley Publishing, West Sussex, England, 649 pp.
- Higgins, J.P.T. & S.G. Thompson, 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21 (11): 1539-1558. Doi: 10.1002/sim.1186
- Higgins, J.P.T., S.G. Thompson, J.J. Deeks & D.G. Altman, 2003. Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 6; 327 (7414): 557-60. Doi: 10.1136/bmj.327.7414.557
- Huedo-Medina, T.B., J. Sánchez-Meca, F. Marin-Martinez & J. Botella, 2006. Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I<sup>2</sup> index?. *Psychological methods*, 11 (2), 193-206. Doi: 10.1037/1082-989X.11.2.193
- Huff-Lonergan, E., 2009. "Fresh Meat Water-Holding Capacity, 147-160". In: *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. (Eds. J.P. Kerry & D. Ledward), Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Cambridge, 664 pp.
- Hussnain, F., A. Mahmud, S. Mehmood & M.H. Jaspal, 2020a. Influence of long-distance transportation under various crating densities on broiler meat quality during hot and humid weather. *The Journal of Poultry Science*, 57 (3): 246-252. Doi: 10.2141/jpsa.0190087
- Hussnain, F., A. Mahmud, S. Mehmood & M.H. Jaspal, 2020b. Meat quality and cooking characteristics in broilers influenced by winter transportation distance and crate density. *The Journal of Poultry Science*, 57 (2): 175-182. Doi: 10.2141/jpsa.0190014
- Ingr, I., 1989. Meat quality: Defining the term by modern standards. *Fleischwirtschaft*, 69: 1268-1270.
- Jayaprakash, G., M. Sathiyabarathi, M.A. Robert & T. Tamilmani, 2016. Transportation stress in broiler chicken. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5 (2): 806-809.

- Kannan, G., J.L. Heath, C.J. Wabeck, M.C. Souza, J.C. Howe & J.A. Mench, 1997. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poultry Science*, 76 (3): 523-529. Doi: 10.1093/ps/76.3.523
- Kapoor, Y. & P. Chetty, 2017. Interpretation of results of meta analysis on different types of plot. (Web page: <https://www.projectguru.in/interpretation-meta-analysis-different-plot/>) (Date accessed: November, 2021).
- Kayan, H. & Z. Açıkgöz, 2020. Etiik piliçlerde kesim öncesi yem çekim periyodunun ve içme suyuna organik asit ilavesinin kesim randımanı, et kalitesi, bağırsak mikroflorası ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, E.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayısı*, 131-142. Doi: 10.20289/zfdergi.826655
- Kılıçkap, M., 2018. Meta-analizleri nasıl yorumlayalım: Türkiye'de kardiyovasküler risk faktörlerine yönelik yapılan meta-analizlerin metodolojik açıdan değerlendirilmesi. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 46 (7): 624-635. Doi: 10.5543/tkda.2018.46062
- Kotula, K.L. & Y. Wang, 1994. Characterization of broiler meat quality factors influenced by feed withdrawal time. *Journal of Applied Poultry Research*, 3 (2): 103-110. Doi: 10.1093/japr/3.2.103
- Lin, L., & H. Chu, 2018. Quantifying publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 74 (3): 785-794. Doi: 10.1111/biom.12817
- Mitchell, M.A., P.J. Kettlewell & M.H. Maxwell, 1992. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Animal Welfare*, 1: 91-103.
- Northcutt, K.J., 2001. "Preslaughter Factors Affecting Poultry Meat Quality, 5-16". In: *Poultry Meat Processing*, 1st Edition Imprint (Ed. A. R. Sams). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL 33487, pp. 345.
- Pan, L., X.K. Ma, P.F. Zhao, Q.H. Shang, S.F. Long, Y. Wu & X.S. Piao, 2018. Forsythia suspensa extract attenuates breast muscle oxidative injury induced by transport stress in broilers. *Poultry Science*, 97 (5): 1554-1563. Doi: 10.3382/ps/pey012
- Petracci, M., M. Betti, M. Bianchi & C. Cavani, 2004. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, 83 (12): 2086-2092. Doi: 10.1093/ps/83.12.2086
- Ponsuksili, S., E. Jonas, E. Murani, C. Phatsara, T. Srikanthai, C. Walz, M. Schwerin, K. Schellander & K. Wimmers, 2008. Trait correlated expression combined with expression QTL analysis reveals biological pathways and candidate genes affecting water holding capacity of muscle. *BioMed Central Genomics*, 9 (1): 1-14. Doi: 10.1186/1471-2164-9-367
- Puolanne, E.J., A.R. Poso, M.H. Ruusunen, K.V. Sepponen & M.S. Kyla-Puhju, 2002. "Lactic acid in muscle and its effects on meat quality, 57-62". *Proceedings of 55th Reciprocal Meat Conference (July 28–31 2002, East Lansing, Michigan)*, 139 pp.
- Ramakrishnan, C., S. Karthiga & M. Chilambarasan, 2021. Physiological effects of transport duration on meat quality of Indian broiler chickens. *The Pharma Innovation Journal*, 10 (7): 403-405.
- Remignon, H., C. Molette, S. Eadmusik & X. Fernandez, 2007. "Coping with the PSE syndrome in poultry meat, 183-186". *Proceedings of XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products (2-5 September 2007, Prague)*.
- Sales, J., 2011. A meta-analysis of the effects of dietary betaine supplementation on finishing performance and carcass characteristics of pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 165: 68-78. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.02.008
- Savenije, B., E. Lambooi, M.A. Gerritzen, K. Venema & J. Korf, 2002. Effects of feed deprivation and transport on prelaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites and meat quality. *Poultry Science*, 81 (5): 699-708. Doi: 10.1093/ps/81.5.699
- Sullivan, G.M. & R. Feinn, 2012. Using effect size-or why the P value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4 (3): 279-282. Doi: 10.4300/JGME-D-12-00156.1
- Tougan, P.U., M. Dahouda, C.F.A. Salifou, S.G.A. Ahounou, M.T. Kpodekon, G.A. Mensah, A. Thewis & I.Y.A. Karim, 2013. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3 (8): 1-20. Doi: 10.6084/M9.FIGSHARE.1476821
- Van Laack, R.L.J.M., R.G. Kauffman & M.L. Greaser, 2001. "Determinants of ultimate pH of meat and poultry, 74-75". In *Proceedings of the 53rd annual reciprocal meat conference, Ohio. American Meat Science Association*.

- von Hippel, P.T., 2015. The heterogeneity statistic  $I^2$  can be biased in small meta-analyses. *BioMed Central Medical Research Methodology*, 15: 35-42. Doi: 10.1186/s12874-015-0024-z
- Wang, X., J. Li, J. Cong, X. Chen, X. Zhu, L. Zhang, F. Gao & G. Zhou, 2017. Preslaughter transport effect on broiler meat quality and post-mortem glycolysis metabolism of muscles with different fiber types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (47): 10310-10316. Doi: 10.1021/acs.jafc.7b04193
- Warriss, P.D., L.J. Wilkins & T.G. Knowles, 1999. "The Influence of Ante-Mortem Handling on Poultry Meat, 217-230". In: *Poultry Meat Science*. (Eds. R.I. Richardson & G.C. Mead), Wallingford, CABI Publishing, 464 pp.
- Wilkins, L.J., S.N. Brown, A.J. Phillips & P.D. Warriss, 2000. Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *British Poultry Science*, 41 (3): 308-312. Doi: 10.1080/713654935
- Xing, T., X.L. Xu, G.H. Zhou, P. Wang, & N.N. Jiang, 2015. The effect of transportation of broilers during summer on the expression of heat shock protein 70, postmortem metabolism and meat quality. *Journal of Animal Science*, 93 (1): 62-70. Doi: 10.2527/jas.2014-7831
- Xing, T., M.F. Wang, M.Y. Han, X.S. Zhu, X.L. Xu & G.H. Zhou, 2017. Expression of heat shock protein 70 in transport-stressed broiler pectoralis major muscle and its relationship with meat quality. *Animal*, 11 (9): 1599-1607. Doi: 10.1017/S1751731116002809
- Yalçın, S. & H.C. Güler, 2012. Interaction of transport distance and body weight on preslaughter stress and breast meat quality of broilers. *British poultry science*, 53 (2): 175-182. Doi: 10.1080/00071668.2012.677805
- Yue, H.Y., L. Zhang, S.G. Wu, L. Xu, H.J. Zhang & G.H. Qi, 2010. Effects of transport stress on blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality in meat-type yellow-feathered chickens. *Poultry Science*, 89 (3): 413-419. Doi: 10.3382/ps.2009-00550
- Zhang, L., H.Y. Yue, H.J. Zhang, L. Xu, S.G. Wu, H.J. Yan, Y.S. Gong & G.H. Qi, 2009. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. *Poultry science*, 88 (10): 2033-2041. Doi: 10.3382/ps.2009-00128
- Zhang, L., J.L. Li, T. Gao, M. Lin, X.F. Wang, X.D. Zhu, F. Gao & G.H. Zhou, 2014. Effects of dietary supplementation with creatine monohydrate during the finishing period on growth performance, carcass traits, meat quality and muscle glycolytic potential of broilers subjected to transport stress. *Animal*, 8 (12): 1955-1962. Doi: 10.1017/S1751731114001906
- Zhang, L., J.L. Li, X.F. Wang, X.D. Zhu, F. Gao & G.H. Zhou, 2019. Attenuating effects of guanidinoacetic acid on preslaughter transport-induced muscle energy expenditure and rapid glycolysis of broilers. *Poultry Science*, 98 (8): 3223-3232. Doi: 10.3382/ps/pez052
- Zheng, A., S. Lin, S.A. Pirzado, Z. Chen, W. Chang, H. Cai & G. Liu, 2020. Stress associated with simulated transport, changes serum biochemistry, postmortem muscle metabolism, and meat quality of broilers. *Animals*, 10 (8): 1442-1453. Doi: 10.3390/ani10081442



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):471-483  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1071199>

Mustafa Samet YETKİN<sup>1\*</sup>

Ekrem ATAKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TC Tarım ve Orman Bakanlığı Mersin Tarım Orman İl Müdürlüğü, 33130, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[eatakan@mail.cu.edu.tr](mailto:eatakan@mail.cu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Böcek, depo, Mersin, zarar

**Keywords:** Insect, warehouse, Mersin, damage

# Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde depolanmış buğday ve mısır zararlılarının belirlenmesi\*

Determination of pests in stored wheat and corn in Tarsus and Akdeniz districts of Mersin Province, Turkey

\* Bu makale Birinci Yazarın Yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 10.02.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 17.03.2022

## ÖZ

**Amaç:** Depolanmış ürünlerde ürünün kalitesini olumsuz etkileyen ve ürün kayıpların yol açan zararlı türlerin ve bunların önemlerinin sürvey çalışmalarıyla ortaya konulması bu çalışmanın amacıdır. Bu çalışmada Mersin İli'nde (Tarsus ve Akdeniz ilçeleri) farklı depolama yöntemleri (adi depolar ve silolar) uygulanan buğday ve mısır ürünlerinde zararlı türlerin belirlenmesi, amacıyla yapılmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Örneklemeler, buğday ve mısır depolama işleminin yoğun yapıldığı Mersin İli'nin Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde Mayıs 2019 – Şubat 2020 döneminde yapılmıştır. Örneklemeye çalışmaları 6 adet adi ve 3 adet silo depolarda depolanmış buğday ve mısır ürünleri üzerinde yürütülmüştür. Her örneklemede toplam 2 kg dane buğday veya mısır örnekleri sonda aleti kullanılarak alınmıştır.

**Araştırma Bulguları ve Sonuç:** Depolanmış buğday ve mısır ürünlerinde yapılan örneklemeye çalışması sonucunda; 9 adedi Coleoptera takımına, 1 adedi Lepidoptera takımına ve 1 adedi Psocoptera takımına bağlı olmak üzere 11 böcek türü saptanmıştır. Adi ve silo depolarda depolanmış buğday ve mısırlarda en yaygın türler olarak *Sitophilus oryzae* (L.) ve *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) saptanmıştır. Depolanmış dane buğday ve mısırdaki zarar oranı en fazla %2 olmuştur.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to reveal the harmful insect species that affect the quality and quantity of the stored wheat and corn. In order to meet this objective, a survey study was carried out in two different types of storage structures (ordinary warehouses and silos) in Mersin Province (districts of Tarsus and Akdeniz), Turkey.

**Material and Methods:** A sampling study was carried out between May 2019 and February 2020 in Tarsus and Akdeniz districts of Mersin Province, where wheat and corn storage is intensive. Samples from wheat and corn products stored in 6 ordinary and 3 silo warehouses were taken. Each sample weighing 2 kg wheat or corn was obtained by using a probe during the surveying studies.

**Results and Conclusions:** According to the results of the sampling study conducted in the stored wheat and corn. Eleven different insect species were identified. Nine of these insects belonged to the order of Coleoptera, while one belonged to the order of Lepidoptera and 1 belonged to the order of Psocoptera. *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) were determined as the more common species in wheat and corn stored in the ordinary and silo warehouses. The maximum damage rate was found to be 2% in stored wheat and maize in this study.

## GİRİŞ

Ülkemiz geniş tarım alanları ve uygun iklim koşulları nedeniyle çok sayıda ürünün geniş kapsamda yetiştirilmesine imkân veren koşullara sahiptir. Türkiye’de tahıllar içinde buğday ve mısır geniş ekim alanına sahiptir. Buğday ve mısır hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılan önemli kültür bitkilerindedir. Ülkemizde insanların temel gıda maddesi ekmektir ve ekmeğin yapımında en çok tahıllar kullanılmaktadır. Tahıllar içinde ekmeğin yapımında ilk sırayı buğday almakla birlikte, özellikle bazı bölgelerimizde (Karadeniz Bölgesi) mısır ekmeği de yaygın olarak tüketilmektedir. Buğday geçmişten günümüze insanların temel ihtiyaçlarını karşılama yanında samanı; hayvan yemi ve mantar üretiminde kompost yapımında kullanılmaktadır. Dane mısırın kullanım alanları ise; yemeklik sıvı yağ, nişasta, glikoz ve yem sanayinde de kullanılmaktadır.

Türkiye’de 2020 yılında buğday ve mısır ekilen alanlar sırasıyla, 69 222 364 ve 6 916 324 dekar’dır. Üretim miktarı ise 20 500 000 ton buğday, 6 500 000 ton mısırdır (TÜİK, 2020). Mersin İli, 2020 yılında 855 712 dekar buğday ve 82 174 dekar mısır ekim alanına sahiptir. Bu ekim alanlarında 234 835 ton buğday ve 89 705 ton mısır ürünü alınmaktadır (TÜİK, 2020).

Türkiye’nin değişik bölgelerinde depolanmış buğday ve mısırlarda zararlı böcek türleri kaydedilmiştir. Ekecan & Özgür (1990) yapmış oldukları çalışmada, Çukurova yöresinde depolanmış ürünlerde, 3 takım ve 13 familyaya bağlı 31 tür belirlenmiş olup, bunlardan 27 türün Coleoptera, 3 türün Lepidoptera, 1 türün Psocoptera takımına ait olduğunu belirlemişlerdir. Çankaya (1998) Adana İlinde yapmış olduğu çalışmada, Ekim 1996-Ağustos 1997 arasında yapılan süreye; 3 takım ve 11 familyaya bağlı 13 böcek türü ile Acarina takımına bağlı 10’un üzerinde akar türünü, Mert (2012) ise yine aynı ilde depolanmış mısırlarda, 3 takım ve 7 familyaya bağlı toplam 14 zararlı tür saptamıştır. Aydın (2011) Edirne İli Uzunköprü ilçesinde çeltik pirinç fabrika ve depolarında 2010 ve 2011 yıllarında çeltik ve pirinç fabrika ve depolarında yürüttüğü sorvey çalışmaları sonucunda; Coleoptera ve Lepidoptera takımlarına bağlı 7 böcek türü saptanmış olup, en yaygın tür olarak *Sitophilus granarius* (L.) ve *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)’yi bulmuştur. Başka bir çalışmada; Ankara İli ve ilçelerinde 2011-2012 yıllarında depolanmış buğday ve arpa ürünlerinde Coleoptera takımına bağlı Tenebrionidae, Bostrychidae, Cuculionidae, Silvanidae ve Dermestidae familyalarına ve ayrıca Psocoptera takımı Liposcelidae familyalarına bağlı toplam 9 tür saptanmıştır (Bağcı vd., 2014). Işıkber vd. (2016) ) ise Türkiye’nin üç farklı coğrafik Bölgesi’nde; Güney (Adana Mersin ve Kahramanmaraş illeri) Güneydoğu (Urfa İli) ve orta Anadolu (Konya İli) mısır depolarında Coleoptera takımından 7 tür saptamışlar ve *S. oryzae*’nin en yaygın tür olduğunu rapor etmişlerdir.

Günümüzde depolama yöntemleri çok eski zamanlardan bu yana kullanılan toprak altı kuyular, toprak üstü yığınlar ve çuvalda depolama gibi ilkel yöntemlerden silolar gibi yüksek teknolojiye sahip yöntemlere kadar değişkenlikler göstermektedir. Silolar, betonarme veya metalden yapılabilmeyle birlikte günümüzde; çelik silolar, kapladıkları alan, tahıllar için optimum depolama koşulları, diğer depolama yöntemlerine göre düşük maliyet, tahıl taşıma ekipmanlarının otomasyonu ve düşük montaj maliyeti olmak üzere birçok avantaja sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde depolanmış tahıllardaki ağırlık kayıpları, depo şekline göre %1.18 ile %8.29 arasında olduğu saptanmıştır (Yücel, 1982).

Depolanmış tahıllar ekonomik bakımdan değerli ürünlerdir ve bunlar üzerinde beslenen zararlıların ekonomik zarar eşikleri çok düşüktür. Tahılların hasat sonrası depolanmasında zararlı böcekler, akarlar ve hastalıklar ürünlerde önemli ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu ürünlerin zararlı ve hastalık etmenlerine karşı korunması gereklidir. Depolanmış ürünlerde ürünün kalitesini olumsuz etkileyen ve ürün kayıpların yol açan zararlı türlerin ve bunların önemlerinin sorvey çalışmalarıyla ortaya konulması, bu çalışmanın amaçları arasındadır. Depolanan ürün, depolama tipi, böcek türleri ve bunların önemleri yörelere göre farklılıklar gösterebilir.

Bu çalışmada; Mersin İli'nde (Tarsus ve Akdeniz ilçeleri) farklı depolama yöntemleri (adi depolar ve silolar) uygulanan buğday ve mısır ürünlerinde zararlı türlerin belirlenmesi, ürünlerdeki zararlı yoğunluğunun saptanması ve ürünlerdeki böcek zararının değerlendirilmesi yapılmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Mersin İli'nde buğday ve mısır ürünlerinin adi ve silo depolarda depolandığı işletmeler ana materyal olarak kullanılmıştır. Zararlıların örneklemeinde; 2 m uzunluğunda, üst kısmında vanası olan, alt kısmında ise farklı derinliklerde tahıl danelerinin girişini sağlayan delikler bulunan demir sonda aleti kullanılmıştır, 2 mm çapında metal elek, değişik ebatlarda saklama kapları ve saklama sıvıları (alkol), samur fırça, cam ve plastik malzemeler kullanılan materyaller arasındadır.

### **Depolama koşulları ve ilaçlama**

Mersin İli'nde buğday ve mısır ürünlerinin depolandığı adi ve silo depolarda zararlı sörveyleri, Mayıs 2019 - Şubat 2020 döneminde yapılmıştır. Buğday örnekleri, adi ve silo depolardan, mısır ürünleri için örnekler sadece adi depolardan alınmıştır.

Buğday ve mısır ürünü konulduğu adi depolarda, depo yüksekliği yaklaşık 6 m, havalandırma sistemleri (fan, pervane vb.) bulunmamakta olup, hava sirkülasyonunu sağlamak için pencere açıklıkları bulunmaktadır. Depo zemini ve duvarlar betonarme olup, kapı kenarları düzgün bir şekilde kapalı olmadığı belirlenmiştir. Duvar yüzeyinde çatlaklıklar ve delikler bulunmaktadır. Depo içerisine pencereye örtülen tel örtünün yırtılması ile kuşların depolara girdikleri de gözlenmiştir. Ürün yığını duvar ile arasında mesafe bırakılmadan ve tek yığın şeklinde bulunmaktadır.

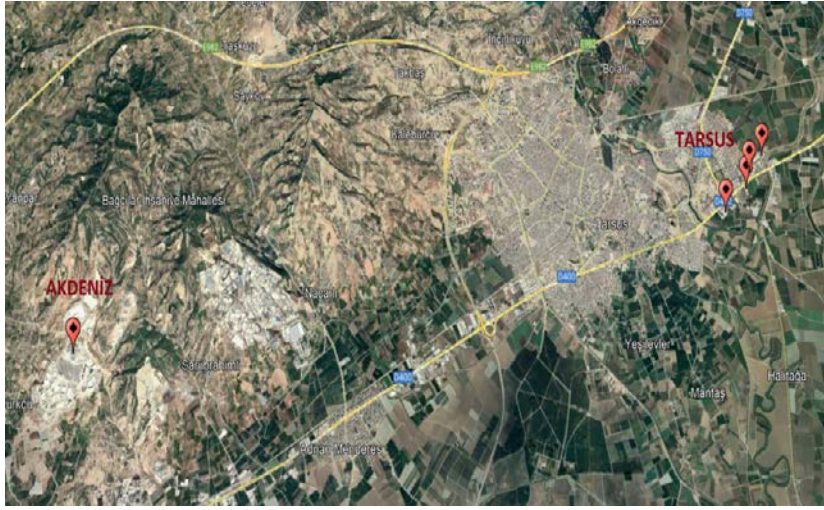
Buğday ürününün konulduğu silo depolar; fan sisteminin, havalandırma bacalarının ve sıcaklık, nem kontrol sisteminin olduğu modern depolardır. Silo deponun kapasitesi fazla olduğu için örnekleme periyodu boyunca depoya ürün girişi devam etmiştir. Bu durum yeni ürün girdiğinde depodaki bütün ürünlerinde ilaçlanması gerektiği için ek masraf olduğundan silo depolarda dezavantaj sağlamaktadır.

Fumigasyonda, phostoxin (fosfin) (%57 alüminyum fosfit; Degesch, Almanya) tabletleri ürün yığınının hacimi hesaplanarak 3 tablet/m<sup>3</sup> olacak şekilde uygulanmıştır. Adi depolarda ilaçlamalar; 15.08.2019, 16.09.2019, 25.10.2019 tarihlerinde yapılmıştır. Silo depolardaki ilaçlamalar firma yetkilileri tarafından, depo içerisindeki ürün miktarı ve zararlı yoğunluğu takip edilerek yapılmıştır. Silo depolarda ilaçlamada phostoxin (%57 alüminyum fosfit), silonun hacmi hesaplanarak 3 tablet/m<sup>3</sup> olarak uygulanmıştır. İlaçlama silo içerisine ürün taşıyan konveyörler üzerinde bulunan ilaçlama sistemi ile belirli aralıklarla phostoxin tabletlerinin bırakılması şeklinde yapılmıştır. Silo depolarda fumigant madde; 7.06.2019, 10.07.2019, 7.08.2019, 27.08.2019, 20.10.2019 ve 15.11.2019 tarihlerinde uygulanmıştır.

### **Örnekleme yerleri**

Örnekleme, buğday ve mısır depolama (betonarme depo, silo vb.) işleminin yoğun yapıldığı Mersin İli'nin Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde Mayıs 2019 – Şubat 2020 döneminde yapılmıştır. 2019 yılının mayıs ayında buğday hasat edilmeye başlamadan önce, depo sahipleri ile görüşülerek depolar ve örnekleme yerleri belirlenmiştir. Buğday depolarında (adi depo ve silolar) örnekleme hasat edilmiş buğdaylar depolara alındıktan bir hafta sonra 12.06.2019 tarihinde başlanmış olup, 11.12.2019 tarihinde sonlandırılmıştır. Depolanmış mısırdaki ilk örnekleme 04.09.2019 tarihinde başlanmış olup, 19.02.2020 tarihinde sonlandırılmıştır. Örnekleme depolama süresi boyunca 15 günlük aralıklarla yapılmıştır. Adi ve silo depolarda depolanmış buğday ve mısırların örnekleme yerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Adi ve silo depolarda yetkililerle yapılan görüşmede buğday ürünlerinde; çeşit olarak ekmeklik buğday çeşitlerinin depolandığı ve ürün neminin %12-13 oranında olduğu beyan edilmiştir. Mısır ürününde ise nem oranının en fazla %14 olması istenmektedir. Yetkililerle yapılan görüşmede farklı bölgelerden buğday ve mısır ürünlerinin alınımının olduğunu ifade etmişlerdir.



**Şekil 1.** Adi ve silo depolarda depolanmış buğday ve mısırların örnekleme yerleri.

**Figure 1.** sampling locations of wheat and corn stored in ordinary and silo warehouses.

### Zararlı böceklerin örneklenmesi

Buğday ve mısırın depolanması sırasında kalite bozulmalarına sebep olan zararlı böcek türleri örnekleme çalışmalarıyla saptanmıştır. Örnekleme çalışmaları 6 adet adi ve 3 adet silo depolarda depolanmış buğday ve mısır ürünleri üzerinde yürütülmüştür.

Her örnekleme yerindeki adi depolarda depolanmış buğday ve mısır yığınlarının 4 değişik noktadan ve her bir noktada değişik derinliklerden toplam 2 kg dane buğday veya mısır örnekleri sonda aleti kullanılarak alınmıştır. Örnekler (2 kg dane buğday ve mısır örneği); örnekleme tarihi, ürünün cinsi, depo tipi, depoya konulma zamanını içeren bir etiket bilgisiyle birlikte, naylon torbalara konulduktan sonra Adana İli'nde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Silo tipi depolarda depolanmış ürünlerden örnekleme işlemi firma yetkilileri tarafından yapılmış olup, silonun üst kısmından içeriye girilerek sonda aleti ile farklı noktalardan ve derinliklerden 2 kg örnek olarak alınmıştır.

### Laboratuvar çalışmaları

Buğday ve mısır örneklerindeki böcek türlerini belirlemek için laboratuvara getirilen 2 kg'lık örneklerden 500 gram örnek alınarak metal elekten geçirilmiştir. Bir ışık kaynağı altında metal elek altına düşen canlı ve ölü böcekler ayırdıktan sonra, bilinen böcek türlerinin erginlerinin sayımları yapılarak kayıt edilmiştir.

Laboratuvarda 500 gramlık örneklerden çıkan ergin öncesi dönemlere (yumurta, larva ve pupa) ait bireyler, 500 gramlık cam veya plastik kavanozlara aktarılarak ağızları sıkı dokunmuş bir tül ile kapatılmıştır. İçerisinde böceklerin ergin öncesi dönemleri (yumurta, larva ve pupa) olan cam kavanozlar, 25°C sıcaklık ve %60±10 nispi nem koşullarına sahip karanlık iklim odalarında (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarı, Adana) kültüre alınmıştır. Kültüre alınan örnekler düzenli olarak kontrol edilmiş ve çıkan ergin bireyler tür teşhisleri yapılarak kaydedilmiştir.

### Depolanmış buğday ve mısırdaki böcek zararının saptanması

Farklı tipteki depolardan (adi ve silo depolar) alınarak laboratuvara getirilen örneklerden (2 kg); laboratuvarda yapılan çalışmada kullanılan (500 gr) buğday ve mısır ürününden tesadüf olarak seçilen 100 dane tek tek steromikroskop altında incelenmiştir. Depolanmış tahıllarda birincil derecede zarara neden olan böceklerin (primer zararlılar, özellikle *Sitophilus* spp.) beslenmeleri sonucu tipik beslenme zararı gösteren (içleri kısmen veya tamamen boşalmış ve çıkış deliği olan) daneler, zarar görmüş olarak kabul edilmiştir (Şekil 2). Böylece zarar görmüş dane oranları (%) bulunmuştur.

### **Böcek türlerinin teşhisleri**

Buğday ve mısır depolarından alınan örneklerde bulunan ergin böceklerin teşhislerinde; Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarında saklanan örneklerden karşılaştırma yoluyla büyük ölçüde faydalanılmıştır. Buna ilave olarak böceklerin teşhislerinde Özgür (1984)'in depolanmış ürünlerdeki zararlı böceklerin teşhisi amacıyla hazırlanmış olduğu ders notundan ve Rees (2004)'den yararlanılmıştır.

### **Verilerin değerlendirilmesi**

Laboratuvarda elde edilen böcekler teşhis edilerek ve sayılarak depo tipine (adi ve silo depo) ve örnekleme tarihlerine göre Excel ortamında kaydedilmiştir. Buğday veya mısır depolarındaki böcek sayıları ve toplam ergin bireylerde bulunma oranları çizelgelerde gösterilmiştir. Böceklerin bulunma oranları (%); tür olarak bulunan böcek sayısının, toplam bulunan böcek sayısına oranlayıp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir (Karman, 1971). Örnekleme tarihlerine göre, adi ve silo depolarda depolanmış buğdayda bulunan böcek türlerinin toplam sayıları verilmiştir.

Gerek adi ve gerekse silo depolarda depolanmış buğdaylarda ve mısırlarda böcek zarar oranları değerlendirilmiştir. Depo tiplerine göre zarar oranları benzer ve düşük olduğu için örnek (100 dane) sayıları birleştirilerek, örnekleme tarihlerine göre zarar oranları verilmiştir. Bu amaçla, örnekleme sayısı ile 100 dane çarpılarak, kontrol edilen toplam dane sayısını bulunmuş, sağlam dane ve zarar görmüş dane sayıları hesaplanarak danelerde zarar oranları (%) belirlenmiştir, sonuçlar çizelgeler halinde sunulmuştur.

## **ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

Mersin İli'nde Tarsus ve Akdeniz ilçelerindeki bulunan adi ve silo tipi depolarda depolanmış buğdaylardan alınan örneklerde Coleoptera takımından 8 tür, Lepidoptera takımından bir tür ve Psocoptera takımından bir tür olmak üzere 10 zararlı böcek türü tespit edilmiştir.

### **Adi depolarda buğdayda bulunan zararlı böcek türleri**

Adi depolarda yapılan örneklemelemlerde Çizelge 1'de verilen zararlı türler bulunmuştur. Alınan örneklerde yapılan inceleme sonucunda 3 takım, 6 familya ve 9 tür zararlı tespit edilmiştir. Özar ve Yücel (1982), Diyarbakır, Adıyaman, Elazığ, Malatya, Mardin, Siirt ve Şanlıurfa İllerinde depolanmış buğdaylarda yapmış oldukları sürvey çalışmasında 19 böcek türü tespit etmişlerdir. Tespit edilen türler daha önce yapılan çalışmalarda da bulunmuştur (Özer, 1957; Ergül vd., 1972; Özer & Yücel, 1982; Anonymous, 1986; Aydın & Erdoğan, 1996; Çankaya, 1998; Işıkber vd., 2005; Mert, 2012; Zengin & Karaca, 2019).

Adi depolarda *Sitophilus oryzae* %42.05 ve *Sitophilus granarius* %31.44 bulunma oranlarıyla en yaygın türler olarak saptanmıştır. *Tribolium confusum* (Jacquelin du val) en düşük yoğunlukta (%0.38) kaydedilmiştir. Işıkber vd. (2005), Adıyaman ve Kahramanmaraş illerinde depolanmış buğdaylarda yaptıkları çalışmada; 6 adeti Coleoptera takımına, 1 adeti Lepidoptera takımına bağlı toplam 7 böcek türü saptamışlardır. Zengin (2019), Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak İllerinde 2016-2017 yıllarında üretici şartlarındaki buğday depolarından yaptığı örneklemelemler sonucunda; *S. granarius* (%57.8), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (%28.7) ve %3.1'ni *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (%3.1) türlerini saptamıştır. O çalışmada, depolarda örneklemelemlerin yapıldığı iller serin iklim bölgesi içerisinde olduğundan *S. granarius* bulunma oranı yüksek çıkması normal karşılanmaktadır. *Sitophilus granarius* türü daha çok serin iklim bölgelerinde bulunan depolarda görülmektedir. Sürvey çalışmasının yapıldığı Mersin İli ılıman iklim bölgesi olduğu için, serin iklim bölgelerinden ürün alımı yapıldığından, depolara taşıma yoluyla bu türün bulaştığı kanaatine varılmıştır. Zira Mersin İlinde depolarda yapılan bir önceki çalışmada bu türe rastlanılmamıştır (Işıkber vd., 2016).



**Çizelge 1.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019 yılında adi depolardaki buğdaylarda bulunan böcek türleri, sayıları (adet/kg) ve toplam bireylerde bulunma oranları (%)

**Table 1.** Insect species found in wheat in ordinary warehouses, their number/kg and their rate in total individuals (%) in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019

| Takım       | Familya        | Böcek türleri                    | Toplam böcek sayısı (adet) | Bulunma oranı (%) |
|-------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|
|             | Bostrychidae   | <i>Rhyzopertha dominica</i>      | 4                          | 1.52              |
|             | Curculionidae  | <i>Sitophilus granarius</i>      | 83                         | 31.44             |
|             |                | <i>Sitophilus oryzae</i>         | 111                        | 42.05             |
| Coleoptera  | Laemophloeidae | <i>Cryptolestes turcicus</i>     | 11                         | 4.17              |
|             | Silvanidae     | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> | 14                         | 5.30              |
|             | Tenebrionidae  | <i>Tribolium castaneum</i>       | 19                         | 7.20              |
|             |                | <i>Tribolium confusum</i>        | 1                          | 0.38              |
| Lepidoptera | Gelechiidae    | <i>Sitotroga cerealella</i>      | 5                          | 1.89              |
| Psocoptera  | Liposcelididae | <i>Liposcelis entomophila</i>    | 16                         | 6.06              |
|             |                | Toplam                           | 264                        | 100               |

Çalışmalar arasında tür sayıları yönünden farklılıklar; alınan örnek sayısı, örnekleme periyodu, depolanmış ürünlerin özellikleri, depolama koşulları ve ilaçlama durumlarındaki farklılıklarla ilgili olabilir.

#### Adi depolarda buğdayda bulunan zararlı böcek türlerinin yoğunlukları

Adi depolarda depolanmış buğdaylardan örnekleme tarihlerine göre böcek sayıları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019 yılında adi depolardan alınan buğday örneklerinde bulunan böcek türlerinin örnekleme tarihlerine göre toplam sayıları (adet/0.5-1.5 kg)

**Table 2.** Total number of insect species found in wheat samples taken from ordinary warehouses in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019 according to sampling dates (number of insects/0.5-1.5 kg)

| Örnekleme Tarihi | n  | Tco | Tca | So  | Sg | Rd | Sc | Os | Ct | Le | Toplam |
|------------------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|--------|
| 12.06.2019       | 3* | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 1  | 4      |
| 26.06.2019       | 2  | 0   | 0   | 0   | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1  | 4      |
| 10.07.2019       | 2  | 0   | 3   | 0   | 0  | 3  | 0  | 2  | 1  | 2  | 11     |
| 24.07.2019       | 2  | 0   | 1   | 5   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 6  | 12     |
| 07.08.2019       | 1  | 1   | 0   | 10  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 2  | 15     |
| 21.08.2019       | 2  | 0   | 2   | 2   | 5  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 12     |
| 04.09.2019       | 2  | 0   | 0   | 0   | 4  | 0  | 4  | 1  | 1  | 2  | 12     |
| 18.09.2019       | 1  | 0   | 2   | 0   | 4  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 8      |
| 02.10.2019       | 2  | 0   | 1   | 0   | 13 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 15     |
| 16.10.2019       | 2  | 0   | 1   | 19  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 21     |
| 30.10.2019       | 1  | 0   | 0   | 43  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 47     |
| 13.11.2019       | 3  | 0   | 8   | 29  | 44 | 0  | 0  | 2  | 6  | 0  | 89     |
| 27.11.2019       | 2  | 0   | 0   | 3   | 4  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 8      |
| 11.12.2019       | 1  | 0   | 1   | 0   | 4  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 6      |
| Toplam           | 26 | 1   | 19  | 111 | 83 | 4  | 5  | 14 | 11 | 16 | 264    |

n : Alınan örnek sayısı. Her örnekte 500 gr dane incelenmiştir.

(\*) : Her örneklemede 500 gr dane alınmıştır. 1 adet örneklemede 500 gr, 2 adet örneklemede 1, 3 adet örneklemede 1.5 kg dane örnekte bulunan böcek sayıları. Tco: *Tribolium confusum*, Tca: *Tribolium castaneum*, So: *Sitophilus oryzae*, Sg: *Sitophilus granarius*, Rd: *Rhyzopertha dominica*, Sc: *Sitotroga cerealella*, Os: *Oryzaephilus surinamensis*, Ct: *Cryptolestes turcicus*, Le: *Liposcelis entomophila*

Adi depolarda depolanmış buğdaylardan Haziran ayından itibaren yani buğdayın depoya konulmasından, buğdayın depolarda bittiği aralık ayına kadar 15 günlük periyotlarda toplam 26 adet örnekleme yapılmıştır. Laboratuvara getirilen her örneklerden 500 gr olmak üzere toplam 13 kg buğday örneği incelenerek, 264 adet böcek kaydedilmiştir. Kasım ayında yapılan örneklemeelerde diğer aylara göre en çok birey sayısı tespit edilmiş olup, toplam 97 adettir. Ekim ayında yapılan örneklemeelerde 83 adet birey tespit edilmiştir. Aralık ayında yapılan örneklemeelerde en az sayıda böcek tespit edilmiş olup, bunun sebebi; örnekleme yapılan buğday depolarında ürünün bitmiş olması ve muhtemelen depoda ürün yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak böcek sayılarında azalmayla ilgili olabilir. Adi depolarda yapılan örneklemeelerde *R. dominica* 10.07.2019 ve 02.10.2019 tarihlerinde alınan örneklerde tespit edilmiş olup, daha sonra yapılan örneklemeelerde bulunamamıştır. *Rhyzopertha dominica* diğer tahıl zararlılarına göre soğuğa karşı daha duyarlıdır. 15°C'de gelişme yavaşlar, 10°C ve altındaki sıcaklıklarda genelde böcek faaliyeti (üreme-zarar) durur. Yaz aylarında bu türün nispeten daha yüksek yoğunlukta olması yüksek sıcaklık isteğinden kaynaklanmış olabilir.

### Silo depolarda buğdayda bulunan zararlı böcek türleri

Silo depolarda 2019 yılında depolanmış buğdaylarda böcek türleri, birey sayıları (adet) ve toplam ergin bireylerde bulunma oranları Çizelge 3'de verilmiştir. Silo depolarda toplam 7 adet böcek türü kaydedilmiştir. Silo depolarda yapılan örneklemeelerde en fazla bulunma oranına (% 35.58) sahip tür *Liposcelis entomophila* (Enderlein, 1907)'dir. *Liposcelis entomophila*, Türkiye'de ilk kez Trabzon İlinde TMO silolarında sekonder zararlı böcek türü olarak kaydedilmiştir (Alkan, 1961). *Liposcelis* cinsinden türün özellikle yaz aylarında depolanmış buğday yığınlarında yüksek yoğunlukta görülmesi, depo ve ürün neminin yüksek olmasıyla ilgili olabilir. Zira, bu tür, yüksek nem koşullarında daha iyi gelişebilmektedir.

**Çizelge 3.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019 yılında silo depolardaki buğdaylarda bulunan böcek türleri, sayıları (adet/kg) ve toplam bireylerde bulunma oranları (%)

**Table 3.** Insect species found in wheat in silos, their number/kg and their rate in total individuals (%) in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019

| Takım      | Familya        | Böcek türleri                 | Toplam böcek sayısı (adet) | Bulunmaoranı (%) |
|------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|
| Coleoptera | Anobiidae      | <i>Lasioderma serricorne</i>  | 2                          | 1.92             |
|            | Bostrychidae   | <i>Rhyzopertha dominica</i>   | 13                         | 12.50            |
|            | Curculionidae  | <i>Sitophilus granarius</i>   | 4                          | 3.85             |
|            |                | <i>Sitophilus oryzae</i>      | 29                         | 27.88            |
|            | Laemophloeidae | <i>Cryptolestes turcicus</i>  | 3                          | 2.88             |
|            | Tenebrionidae  | <i>Tribolium castaneum</i>    | 16                         | 15.38            |
| Psocoptera | Liposcelididae | <i>Liposcelis entomophila</i> | 37                         | 35.58            |
| Toplam     |                |                               | 104                        | 100              |

### Silo depolarda buğdayda bulunan zararlı böcek türlerinin yoğunlukları

Mersin İlinde 2019 yılında haziran ve aralık ayları arasındaki örnekleme döneminde silo tipi buğday depolarından alınan örneklerde saptanan böcek türlerinin örnekleme tarihlerine göre sayıları Çizelge 4'de verilmiştir. Silo depolarda toplam 22 kez örnekleme yapılmış olup, 104 adet böcek bireyi bulunmuştur. *Liposcelis entomophila* ve *S. oryzae* türleri en çok bulunan böcek türleri olmuşlardır. En az sayıda bulunan böcek türü ise *Lasioderma serricorne* (F.)'dir. *Liposcelis entomophila*, 24 Temmuz-4 Eylül tarihleri arasında kaydedilmiştir. *Sitophilus oryzae* ise 7 Ağustos tarihinde nispeten daha fazla sayıda (17 adet birey) bulunmuştur. Yapılan bu sömürme çalışmasında, sıcaklık ve nem gibi faktörler farklılık göstermekle birlikte fosfin ile yapılan ilaçlamalara karşın, örneklerde canlı *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) bireylerinin olmasının bir nedeni, bu türün fosfine karşı geliştirmiş olduğu dirençle ilgili olabilir. Tingiş (2017) yaptığı çalışmada; Mersin ve Konya İllerinden toplanan *S. oryzae* popülasyonların sırasıyla,

% 88.9 ve % 83.3'nün fosfine karşı dayanıklı olduğunu saptamıştır. Doğanay (2019) ise, Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş, Hatay ve Mersin illerinde yaptığı çalışmada, depolardan alınan böcek popülasyonlarından *T. castaneum* ve *T. confusum* erginleri üzerinde fosfine karşı direnç konsantrasyonu denemeleri yaparak, Örneklenen 79 farklı *T. castaneum* popülasyonunun tamamının fosfine yüksek seviyede dirençli olduğunu belirlemiştir. *Tribolium confusum* popülasyonlarında ise 7 popülasyonun fosfine hassas, 2 popülasyonunun fosfine düşük seviyede dirençli olduğunu bulmuştur.

**Çizelge 4.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019 yılında silo tipi depolardan alınan buğday örneklerinde bulunan böcek türlerinin örnekleme tarihlerine göre toplam sayıları (adet/0.5 kg veya 1 kg)

**Table 4.** Total number of insect species found in wheat samples taken from silos in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019, according to sampling dates (number of insects/0.5-1.5 kg)

| Örnekleme Tarihi | n  | Tca | So | Sg | Rd | Ct | Ls | Le | Toplam |
|------------------|----|-----|----|----|----|----|----|----|--------|
| 12.06.2019       | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0      |
| 26.06.2019       | 2* | 3   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3      |
| 10.07.2019       | 2  | 2   | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 5      |
| 24.07.2019       | 2  | 0   | 4  | 0  | 3  | 1  | 0  | 0  | 8      |
| 07.08.2019       | 2  | 0   | 17 | 0  | 7  | 2  | 0  | 17 | 43     |
| 21.08.2019       | 2  | 1   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 5  | 8      |
| 04.09.2019       | 1  | 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 15 | 16     |
| 18.09.2019       | 2  | 0   | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3      |
| 02.10.2019       | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0      |
| 16.10.2019       | 2  | 1   | 5  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 6      |
| 30.10.2019       | 1  | 0   | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 2      |
| 13.11.2019       | 1  | 8   | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 10     |
| 27.11.2019       | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0      |
| 11.12.2019       | 2  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0      |
| Toplam           | 22 | 16  | 29 | 4  | 13 | 3  | 2  | 37 | 104    |

n : Alınan örnek sayısı. Her örnekte 500 gr dane incelenmiştir.

(\*) : Her örneklemede 500 gr dane alınmıştır. 1 adet örneklemede 500 gr, 2 adet örneklemede 1 kg örnekteki bulunan böcek sayıları. Tca: *Tribolium castaneum*, So: *Sitophilus oryzae*, Sg: *Sitophilus granarius*, Rd: *Rhyzopertha dominica*, Ct: *Cryptolestes turcicus*, Ls: *Lasioderma serricornis*, Le: *Liposcelis entomophila*

#### Adi depolarda mısırdaki bulunan zararlı böcek türleri

Eylül 2019 ve Şubat 2020 tarihleri arasında adi depolarda depolanmış mısırlardan alınan örneklerde bulunan böcek türleri toplam birey sayıları ve toplam ergin bireylerde bulunma oranları Çizelge 5'de gösterilmiştir. Biri cins düzeyinde olmak üzere toplam 7 tür kaydedilmiştir. Tespit edilen böcek türleri Coleoptera ve Psocoptera takımlarına bağlıdır. Mert (2012), Adana İli'nde mısır depolarında yapmış olduğu çalışma sonucunda toplam 14 adet böcek türü saptanmış olup; bu türlerin Coleoptera, Lepidoptera ve Psocoptera takımlarına bağlı 7 familyadan olduğunu belirlemiştir.

*Sitophilus oryzae* (%28.57) ve *S. granarius* (%25.27) türleri en yoğun olarak saptanmıştır. Işıkber vd. (2016), Türkiye'nin üç farklı coğrafi bölgesindeki Güney (Adana, Mersin ve Kahramanmaraş illeri), Güneydoğu (Şanlıurfa İli) ve Orta Anadolu (Konya İli)'da depolanmış mısırlarda yaptıkları çalışmada; Güney Anadolu Bölgesinde *T. castaneum* (%40) ve *S. oryzae* (%40) en yüksek bulunma oranlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. *Sitophilus granarius* türü serin iklim bölgelerinde depolanmış ürünlerde daha fazla görülmektedir. Bu tür, 5°C altındaki ve 38°C üstündeki sıcaklıklarda yaşamsal faaliyetlerini sürdürememektedir. Işıkber vd. (2016), Güney Anadolu Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada, *S. granarius* türüne rastlamamışlardır. Bu mevcut çalışmada ise *S. granarius* türü tespit edilmiş olup, depo sahipleri ile yapılan görüşmelerde serin iklim bölgelerinden de mısır ürünü alımı yaptıklarını beyan etmişlerdir. *Sitophilus granarius* türünün alınan ürünlerle birlikte örneklelenen depolara geldiği düşünülmektedir. Mersin İlinde adi mısır depolarında yapılan çalışmada alınan örneklerde *L. entomophila* türünün bulunma oranı

%10.99 olarak belirlenmiştir. Mert (2012)'in Adana İli'nde adi mısır depolarında yaptığı örnekleme çalışmasında, *L. entomophila*'nın bulunma oranını %10 olarak bildirmiştir. Gerek dane buğdaylarda (özellikle silo tipi depolardaki buğdaylarda) ve adi mısır depolarında varlığı dikkati çeken bu türün Türkiye'de depolanmış ürünlere ekonomik önemine ilişkin olarak herhangi bir bilgiye ulaşamamıştır. *Lipocelis* cinsinden *Liposcelis bostrychophila* Badonnel,1931 (Psocoptera: Liposcelididae)'nın herbariumlarda zararlı olduğu (Retief et al., 1995), böcek koleksiyonlarına saldırdığı (Turner, 1987) rapor edilmiştir. Bu tür, depolarda fungus türleriyle de beslenmektedir (Mills et al., 1992). Liposcelididae familyasından olan türler yoğun bulaşmalarda buğday danelerinin çimlenme gücünü önemli ölçüde azaltmaktadırlar (Obr, 1978; Kucerova, 2002).

**Çizelge 5.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019-2020 yıllarında adi depolardaki mısırlarda bulunan böcek türleri, sayıları (adet/kg) ve toplam bireylerde bulunma oranları (%)

**Table 5.** Insect species found in maize in ordinary warehouses, their number/kg and their rate in total individuals (%) in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019-2020

| Takım      | Familya        | Böcek türleri                    | Toplam böcek sayısı (adet) | Bulunma oranı (%) |
|------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Coleoptera | Curculionidae  | <i>Sitophilus granarius</i>      | 23                         | 25.27             |
|            |                | <i>Sitophilus oryzae</i>         | 26                         | 28.57             |
|            | Laemophloeidae | <i>Cryptolestes turcicus</i>     | 1                          | 1.10              |
|            | Nitidulidae    | <i>Carpophilus sp.</i>           | 2                          | 2.20              |
|            | Silvanidae     | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> | 15                         | 16.48             |
|            | Tenebrionidae  | <i>Tribolium castaneum</i>       | 14                         | 15.38             |
| Psocoptera | Liposcelididae | <i>Liposcelis entomophila</i>    | 10                         | 10.99             |
| Toplam     |                |                                  | 91                         | 100               |

#### Adi depolarda mısırdaki bulunan zararlı böcek türlerinin yoğunlukları

Mersin İlinde Eylül 2019 ile Şubat 2020 tarihleri arasında adi depolarda depolanmış mısırlardan alınan örneklerde örnekleme tarihlerine göre, bulunan böcek türlerinin toplam birey sayıları Çizelge 6'da verilmiştir. Mısır depolarında 15 günlük örnekleme aralıklarıyla toplam 28 adet örnekleme yapılmıştır.

**Çizelge 6.** Mersin Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019-2020 yıllarında adi tip depolardan alınan mısır örneklerinde bulunan böcek türlerinin örnekleme tarihlerine göre toplam sayıları (adet/ 0.5-2 kg)

**Table 6.** Total number of insect species found in wheat samples taken from ordinary warehouses in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019 according to sampling dates (number of insects/0.5-1.5 kg)

| Örnekleme Tarihi | n  | Tca | So | Sg | Os | Ct | Le | C | Toplam |
|------------------|----|-----|----|----|----|----|----|---|--------|
| 04.09.2019       | 4* | 0   | 3  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0 | 6      |
| 18.09.2019       | 2  | 0   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 1      |
| 02.10.2019       | 2  | 2   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1 | 4      |
| 16.10.2019       | 2  | 3   | 1  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0 | 7      |
| 30.10.2019       | 2  | 2   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 4      |
| 13.11.2019       | 2  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 1      |
| 27.11.2019       | 2  | 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 1      |
| 11.12.2019       | 3  | 0   | 7  | 9  | 0  | 0  | 0  | 0 | 16     |
| 25.12.2019       | 1  | 1   | 2  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0 | 7      |
| 08.01.2020       | 3  | 0   | 2  | 0  | 0  | 14 | 0  | 0 | 16     |
| 05.02.2020       | 3  | 0   | 5  | 5  | 0  | 0  | 4  | 0 | 14     |
| 19.02.2020       | 2  | 5   | 5  | 3  | 0  | 0  | 0  | 1 | 14     |
| Toplam           | 28 | 14  | 26 | 23 | 1  | 15 | 10 | 2 | 91     |

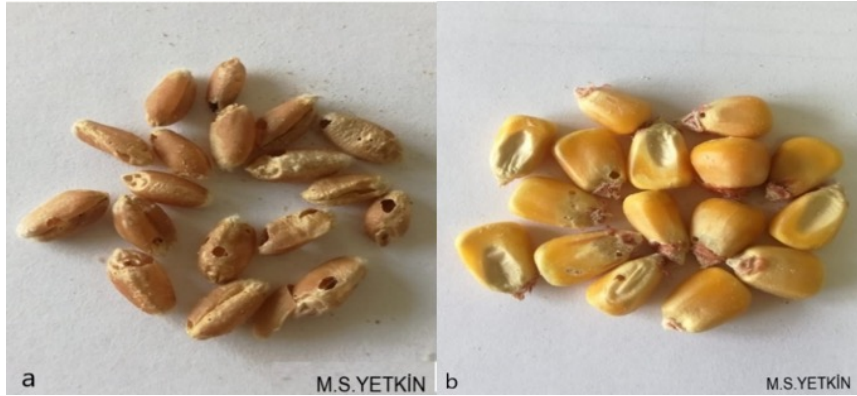
n : Alınan örnek sayısı. Her örnekte 500 gr dane incelenmiştir.

(\*) : Her örneklemede 500 gr dane alınmıştır. 4 adet örneklemede 2 kg, 3 adet örneklemede 1.5 kg danede bulunan böcek sayıları. Tca: *Tribolium castaneum*, So: *Sitophilus oryzae*, Sg: *Sitophilus granarius*, Os: *Oryzaephilus surinamensis*, Ct: *Cryptolestes turcicus*, Le: *Liposcelis entomophila*, C: *Carpophilus sp.*

Laboratuvar ortamında alınan 14 kg örnek incelenerek 91 adet böcek tespit edilmiş olup, örneklerde en çok *S. oryzae* türü bulunmuştur. Diğer böcek türleri çok daha düşük sayılarda bulunmuş olup, birey sayıları bir veya iki adettir.

### Depolanmış buğday ve mısırlarda böceklerin neden olduğu zarar oranları

Gerek buğday ve gerekse mısır danelerindeki zarar görünüşleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, danelerde esas zarara, primer zararlılar (*Sitophilus* spp.) neden olunmuştur (Anonymous, 2008). *Sitophilus* türleri sağlam daneye yumurta bırakmakta açılan yumurtalardan çıkan larvalar dane içerisinde beslenerek daha sonraları pupa olmaktadır. Danelerde ergin çıkış delikleri tipik olarak görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Depolanmış buğday (a) ve mısır (b) danelerinde sağlıklı ve zarar görmüş danelerin birlikte görünüşleri.

Figure 2. Combined appearances of healthy and damaged grains in stored wheat (a) and maize (b) grains.

Adi ve silo depolarda depolanmış buğdaylarda böcekler tarafından verilen zarar, 100 dane kontrol edilerek bulunmuş olup, 2019 yılında zarar görmüş dane sayıları ve zarar oranları Çizelge 7'de gösterilmiştir. Örnekleme tarihleri boyunca zarar oranları benzer olup, %1 ile %2 arasında değişmiştir. Adi ve silo depolarda depolanmış buğdaylardan alınan örneklerde düşük birey sayılarına bağlı olarak zarar görmüş dane oranı da düşük olmuştur.

Çizelge 7. Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019 yılında depolanmış buğday danelerinde zarar oranları (%)

Table 7. Percentage of damage (%) in stored wheat grains in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019

| Örnekleme tarihleri | n | Toplam dane sayısı (adet) <sup>a</sup> | Sağlam dane sayısı (adet) | Vuruk dane sayısı (adet) | Vuruk oranı (%) |
|---------------------|---|--|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 12.06.2019          | 4 | 400                                    | 400                       | 0                        | 0.00            |
| 26.06.2019          | 4 | 400                                    | 394                       | 6                        | 1.50            |
| 10.07.2019          | 4 | 400                                    | 397                       | 3                        | 0.75            |
| 24.07.2019          | 4 | 400                                    | 396                       | 4                        | 1.00            |
| 07.08.2019          | 3 | 300                                    | 295                       | 5                        | 1.67            |
| 21.08.2019          | 4 | 400                                    | 397                       | 3                        | 0.75            |
| 04.09.2019          | 3 | 300                                    | 295                       | 5                        | 1.67            |
| 18.09.2019          | 3 | 300                                    | 297                       | 3                        | 1.00            |
| 20.10.2019          | 3 | 300                                    | 298                       | 2                        | 0.67            |
| 16.10.2019          | 4 | 400                                    | 396                       | 4                        | 1.00            |
| 30.10.2019          | 2 | 200                                    | 196                       | 4                        | 2.00            |
| 13.11.2019          | 4 | 400                                    | 395                       | 5                        | 1.25            |
| 27.11.2019          | 3 | 300                                    | 297                       | 3                        | 1.00            |
| 11.12.2019          | 2 | 200                                    | 197                       | 3                        | 1.50            |
| Toplam              |   | 4700                                   | 4650                      | 50                       | 1.13            |

<sup>a</sup> Her örnekte (100 dane örneği) zarar görmüş dane sayıları düşük olduğu için, her bir örnekleme tarihinde depolardan alınan örnek sayıları birleştirilerek zarar oranları belirlenmiştir.

Yapılan fumigasyon uygulamalarının zararlı böcek popülasyonlarını tamamıyla baskı altına alamadığı kanaatine varılmıştır. Fumigasyon uygulamalarına karşın, uygulamadan sonrada böceklerin bulunması, deponun fiziki koşullarının uygun olmaması, sıcaklık ve nem değerlerinin yüksek olması ve ayrıca fosfin gazına karşı böceklerin direnç kazanmış olmalarıyla ilgili olabilir.

Adi depolarda depolanmış mısırlarda böcekler tarafından verilen zarar, 100 dane kontrol edilerek bulunmuş olup, zarar görmüş dane sayıları ve zarar oranları (%) Çizelge 8'de gösterilmiştir. Adi depolarda bulunan mısırlarda, zarar oranı, %1 ile %2 arasında olmuştur. Mert (2012), Adana İlinde depolanmış mısırdaki zarar oranını, aralıklarla fumigasyon işleminin yapıldığı depolarda (silo ve adi tip depo) güz ve kış aylarında mısır danelerindeki zarar oranının %1 civarında olduğunu, daha sonraları zarar oranının artarak, yaz aylarında %4-8 düzeyine ulaştığını belirlemiştir. Çalışmalar arasındaki farkın, ilaçlama sıklıkları ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Esin (1971), depolanmış ürünlerde kabul edilen %10 kaybın, %5'inin böcekler tarafından gerçekleştirildiğini ileri sürmüştür. Prevett (1975), dünyada depolanmış ürünlerde zararlı organizmalardan dolayı meydana gelen kayıpların %10 olduğunu ve bölgelere göre değişiklik göstererek %50 'ye kadar çıkabileceğini bildirmiştir.

**Çizelge 8.** Mersin İli, Tarsus ve Akdeniz ilçelerinde 2019-2010 yıllarında adi depolardaki depolanmış mısır danelerinde zarar oranları (%)

**Table 8.** Damage rates (%) in stored corn grains in ordinary warehouses in Mersin Province, Tarsus and Akdeniz districts in 2019-2010

| Örnekleme tarihleri | n | Toplam dane sayısı (adet) <sup>a</sup> | Sağlam dane sayısı (adet) | Vuruk dane sayısı (adet) | Vuruk oranı (%) |
|---------------------|---|--|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 04.09.2019          | 4 | 400                                    | 400                       | 0                        | 0.00            |
| 18.09.2019          | 2 | 200                                    | 198                       | 2                        | 1.00            |
| 02.10.2019          | 2 | 200                                    | 196                       | 4                        | 2.00            |
| 16.10.2019          | 2 | 200                                    | 198                       | 2                        | 1.00            |
| 30.10.2019          | 2 | 200                                    | 197                       | 3                        | 1.50            |
| 13.11.2019          | 2 | 200                                    | 196                       | 4                        | 2.00            |
| 27.11.2019          | 2 | 200                                    | 196                       | 4                        | 2.00            |
| 11.12.2019          | 3 | 300                                    | 297                       | 3                        | 1.00            |
| 25.12.2019          | 1 | 100                                    | 98                        | 2                        | 2.00            |
| 08.01.2020          | 3 | 300                                    | 296                       | 4                        | 1.33            |
| 05.02.2020          | 3 | 300                                    | 294                       | 6                        | 2.00            |
| 19.02.2020          | 2 | 200                                    | 196                       | 4                        | 2.00            |
| Toplam              |   | 2800                                   | 2762                      | 38                       | 1.49            |

n: Alınan örnek sayısı. Her örnekte 100 dane incelenmiştir.

(<sup>a</sup>) Her örnekte (100 dane örneği) zarar görmüş dane sayıları düşük olduğu için, her bir örnekleme tarihinde depolardan alınan örnek sayıları birleştirilerek zarar oranları belirlenmiştir.

## SONUÇ

Adi ve silo depolarda depolanmış buğday ve mısır ürünlerinde yapılan örnekleme çalışması sonucunda; 9 adedi Coleoptera takımına, 1 adedi Lepidoptera takımına ve 1 adedi Psocoptera takımına bağlı olmak üzere toplam 11 böcek türü saptanmıştır. Bazı farklılıklarla birlikte depolarda pirinç biti, *S. oryzae* ve buğday biti, *S. granarius* yaygın olarak görülmüştür. Bölgede önceden yapılan çalışmalardan farklı olarak gerek adi ve gerekse silo tipi depolarda *S. granarius* saptanmıştır. Depolanmış buğday ve mısır ürünlerinde zararlıların vermiş olduğu zarar benzer olup, en fazla %2 olarak bulunmuştur. Gerek adi ve gerekse silo depolarda fostoksin tabletleriyle yapılan fumigasyon istenilen düzeyde etkili olamamıştır. Adi depolarda ürünlerin birden fazla yığın şeklinde depolanmasının gerek zararlı bulaşıklılığının kontrolünde, gerekse fumigasyon uygulamalarında daha sağlıklı sonuçlar verebileceği kanaatine varılmıştır. Silo depolarda ürün depolama kapasitesi fazla olduğu için, ürün kapasitesinin hızlı bir şekilde doldurması önerilmektedir. Silo ve gerekse adi depolarda fumigasyon konsantrasyonu sabit tutulmalıdır ve fumigasyon süresince fumigant gazı (fosfin) nin konsantrasyonun ölçülmesi tavsiye edilir.

## TEŞEKKÜR

Bu makalenin hazırlanmasında değerli katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş)'e içten teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Alkan, B., 1961. Trabzon hububat silosunda bulunan Türkiye için yeni bir böcek türü, *Troctes (Liposcelis) entomophilus* Enderlein. Koruma, 2 (8): 4-5.
- Anonymous, 1986. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Koruma Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 120 s.
- Aydın, M. & P. Erdoğan, 1996. Orta Anadolu Bölgesi'nde Depolanmış Arpada Zararlı olan Böceklerin Neden Olduğu Ürün Kayıpları Üzerine Araştırmalar. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Ankara, 99 s.
- Aydın, V., 2011. Edirne İli Uzunköprü İlçesinde Çeltik ve Pirinç Fabrikalarında Saptanan Zararlı Böcekler Üzerine Araştırmalar. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 39 s.
- Bağcı, F., A. Yılmaz & S. Ertürk, 2014. Ankara ili hububat depolarında bulunan zararlı böcek türleri. Bitki Koruma Bülteni, 54 (1): 69-78. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1337.4883>
- Çankaya, B., 1998. Adana İlinde Çiftçi Şartlarında Depolanmış Ürünlerde Zararlıların Tespiti. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 27 s.
- Doğanay, İ., 2019. Doğu Akdeniz Bölgesinde *Tribolium castaneum* (Herbst) ve *Tribolium confusum* Jac Du Val Popülasyonlarında Fosfin Direncinin Belirlenmesi ve Genetik İlişkisinin Ortaya Çıkarılması. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Kahramanmaraş, 121 s.
- Ekecan, Ö. & A. F. Özgür, 1990. Çukurova Bölgesinde depolanmış ürünlerde zararlı olan böcek türlerinin saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimlerin Dergisi, 4 (1): 107-116.
- Ergül, C., A. Dörtbudak & A. Akülke, A., 1972. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde hububat ve mamulleriyle bakliyat ambar zararlıları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 12 (2): 129-143.
- Esin, T., 1971. Hububat ve Bakliyat Ambar Zararlıları Mücadele Talimatı. Ayyıldız Matbaası, Ankara, 145 s.
- Işıkber, A., 2005. Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde depolanmış buğdaylar üzerinde rastlanan böcek türleri ve bulaşma oranları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8 (1): 107-113.
- Işıkber, A., İ. Ş. Doğanay, H. Tunaz & M. K. Er, 2016. Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde depolanmış mısırlar üzerinde rastlanan böcek türlerinin bulaşma oranları ve yoğunlukları. Türkiye Entomoloji Bülteni, 6 (4): 349-356. <http://dx.doi.org/10.16969/teb.13658>
- Karman, M., 1971. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, İzmir, 276 s.
- Kucerova, Z., 2002. Weight losses of wheat grains caused by psocid infestation (*Liposcelis bostrychophila*: Liposcelididae: Psocoptera). Plant Protection Science, 38 (3): 103-107. <https://doi.org/10.17221/4858-PPS>
- Mert, A., 2012. Adana İlinde Depolanmış Mısırlarda Zararlı Böcek Türlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 74 s.
- Mills, J. T., R. N. Sinha & C. J. Demianyk, 1992. Feeding and multiplication of a psocid, *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae), on wheat, grain screenings and fungi. Journal of Economic Entomology, 85 (4): 1453-1462. <https://doi.org/10.1093/jee/85.4.1453>
- Obr, S., 1978. Psocoptera of food-processing plants and storages, dwellings and collections of natural objects in Czechoslovakia. Acta Entomologica Bohemoslov, 75 (4): 226-242
- Özer, İ. & A. Yücel, 1982. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ambarlanan hububat ürün zararlıları üzerinde survey çalışmaları. Bitki Koruma Bülteni, 22 (2): 93-98.
- Özer, M., 1957. Türkiye'de Depo, Ambar ve Silolarda Muhtelif Hububat Taneleri Un ve Mamulleri ile Kuru Meyvelerde ve Tütünlerde Zarar Yapan Böcek Türlerinin Morfolojileri, Kısa Biyolojileri ve Yayılışları Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 125. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 136 s.

- Özgür, A. F., 1984. Depolanmış Ürün Zararlıları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basım Atölyesi, Adana, 110 s.
- Prevett, P. E., 1975. Stored product pests causing losses of stored food. *FAO Plant Protection Bulletin*, 234 (5): 115-117.
- Rees, D., 2004. *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 181 pp.
- Retief, E., A. Nicholas & H. Baijnath, 1995. The Psocid *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae) an occasional herbarium pest. *Bothalia*, 25 (2): 247-253.
- Tingiş, A., 2017. Konya ve Mersin İllerindeki Tahıl Depolarında Bulunan *Sitophilus oryzae* (L.) Popülasyonlarının Fosfine Karşı Dayanıklılık Durumunun Belirlenmesi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 39 s.
- Turner B. D., 1987. Forming a clearer view of *L. bostrychophilus*. *Environmental Health*, 95 (5): 9-13.
- TÜİK, 2020. Buğday ve mısır ürünleri, Türkiye ve Mersin ili ekili alan ve üretim miktarı. (Web sayfası: <https://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: Ocak, 2021).
- Yücel, A., 1982. "Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ambarlanmış buğdaylarda ambar böceklerinin neden olduğu ürün kayıpları, 473-480" Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri. T.G.T.O.B. Zir. İşl. Md., Merkez İkmal Müdürlüğü Basımevi, Ankara 559 s.
- Yücel, A., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde un fabrikaları ve un değirmenlerinde bulunan zararlılar ve zarar durumları üzerinde ön çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 28 (1-2): 57-77.
- Zengin, E. & İ. Karaca, 2019. Uşak ilinde depolanmış buğdaylarda bulunan zararlı ve yararlı böcek türleri ve yaygınlıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (3): 738-742. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.530218>





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):485-498  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1058959>

Turgay TAŞKIN<sup>1\*</sup> 

Çağrı KANDEMİR<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Zootekni Bölümü, 35100, Bornova, İzmir  
Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[cagri.kandemir@ege.edu.tr](mailto:cagri.kandemir@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Ege Bölgesi, koyun varlığı, verim yönü, kuyruk yapısı, orijin

**Keywords:** Aegean region, sheep stock, yield type, tail shape, origin

## Türkiye’de koyun ırklarının mevcut durumu ve geleceği: Ege Bölgesi

### Current situation and future of sheep breeds: Aegean Region

Received (Alınış): 17.01.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 29.03.2022

#### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada, Ege Bölgesi’nde yer alan sekiz ilde yetiştirilen koyun ırklarının verim yönü, kuyruk yapısı ve orijin dikkate alınarak güncel veriler ile durum tespiti yapılmaktadır.

**Materyal ve Metot:** Araştırma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına ait olan HAYBİS sistemi üzerinden 2021 yılında elde edilen verilere dayanmaktadır. Bu veriler, istatistikî bölge birimleri sınıflamasına göre Ege Bölgesi’nde yer alan illerin sahip oldukları koyun varlıkları üzerinden yapılmıştır.

**Bulgular:** Ege Bölgesi’nde koyun varlığı toplam 5.318.635 baştır. Yerli koyun ırklarının toplamı 4.876.130 baş iken ithal edilmiş koyun ırkları varlığı toplamı 442.505 baştır. Ege Bölgesi’nde 8 ile ait yerli koyun ırklarının ortalaması 607.011 baş olup bu sayı, kültür ırkı için 55.313 baştır. Kuyruk yapılarına göre sırasıyla; ince kuyruklu koyunlar için 5.024.734 baş, yağlı kuyruklu koyunlar için 236.837 baş ve yarım yağlı kuyruklu koyunlar için ise 57.064 baştır.

**Sonuç:** Sürdürülebilir koyun yetiştiriciliği yapabilmek adına bölgesel ve ülkesel koyun ıslah stratejileri geliştirilmelidir. Bunun yapılabilmesi için mevcut durumun tespit edilmesi ve bölgeler bazında sayılar ve oranların ortaya konulması gerekmektedir. Bu araştırma ile elde edilen rakamlar koyunculuk özelinde yapılacak tüm çalışmalar özellikle faydalı olacaktır. Irklar bazında yapılacak projelere yön gösterecektir.

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the situation of sheep breeds bred in eight provinces in the Aegean Region with contemporary data that include the yield type, tail shape and origin.

**Material and Methods:** In order to meet the above objective, the data obtained for 2021 through the HAYBİS system belonging to the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Turkey were used. These data are based on the sheep assets of the provinces in the Aegean region according to the classification of statistical regional units.

**Results:** The total number of sheep in the Aegean Region is 5.318.635 while the total number of domestic sheep breeds is 4.876.130 heads, the total number of imported sheep is 442.505. The average of native sheep breeds belonging to 8 provinces in the Aegean Region is 607.011 and this number is 55.313 for culture breeds. The average of thin-tailed sheep in 8 provinces is 5.024.734 heads, and for fat-tailed sheep this value is 236.837 heads. The average of half-fat-tailed sheep is 57.064 heads.

**Conclusion:** In order to make sustainable sheep production, regional and national sheep breeding strategies should be developed. In order to do this, it is necessary to determine the current situation and to reveal the numbers and ratios on the basis of regions. It is believed that the findings obtained from this study will be beneficial for the breeding studies to be carried out based on the breed in our country.

## GİRİŞ

Dünyada ilk insandan günümüze kadar geçen milyarlarca yıl boyunca, farklı yaşam şekilleri meydana gelmiştir. Günlük yaşamda birçok yerde farklı organizma türleriyle karşılaşmakla birlikte bilinen tür sayısı dünyada mevcut olanlara göre oldukça azdır (FAO, 2019). 2000 yılında, Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan “Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi” (The Millenium Ecosystem Assessment), insanların ekosistem üzerindeki etkilerini ve var olan ekolojik sistemlerin sürdürülebilmesi için gerekli bilimsel adımları araştırmaktadır (Şekercioğlu, 2010; Anonymous, 2020a). “2005’de yayımlanan değerlendirmede, Dünya üzerindeki isimlendirilebilen toplam tür sayısı yaklaşık 2 milyon olarak verilmiştir. Bu sayı sadece tanımlanabilen türlerin sayısıdır. Toplam tür sayısının ise 5-30 milyon arası olduğu tahmin edilmektedir (Deniz, 2011; Bakırcı, 2015). Ancak dünyadaki tür sayısını tam olarak söylemek çok kolay değildir. Bunun nedeni, egzotik ormanlarda keşfedilen yeni canlı türleriyle ilgili haberlerin olmasıdır. Buna bağlı olarak tanımlanabilen ya da bilinen tür sayısında sürekli bir artışı söz konusudur (Munoz-Blanco vd., 2015). Tür sayıdaki bu artış da çok sağlıklı olmayabilmektedir. Bilinmeyen bir tür, dünyanın farklı yerlerinde farklı bilim insanları tarafından keşfedilip farklı isimlerle kayıt altına alınmış olabilmektedir (Şahin, 2011). Bir diğer önemli konu ise türlerin dünya üzerindeki dağılımlarının eşit olmayıp tanımlanabilen türlerin yüzde 70’inin sadece 12 ülkede (Avustralya, Brezilya, Çin, Kolombiya, Ekvator, Hindistan, Endonezya, Madagaskar, Meksika, Peru ve Zaire) olduğudur (Yiğit, 2016). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, ulaşımın az olduğu kutup bölgeleri ya da okyanus dipleri gibi alanlara daha rahat erişilebilmekte ve bu bölgelerde birçok yeni tür ortaya çıkarılmaktadır (Anonymous, 2013; Partigöç & Soğancı, 2019).

Dünyada yaklaşık 40 hayvan türü, çiftlik hayvanı olarak; beslenme, giyinme ve çeki gücü gibi temel ihtiyaçların karşılanması amacıyla yetiştirilmekte ve bu 40 türe dahil toplam 4500 ırk gen kaynağı olarak kabul edilmektedir (WWF, 2014). Bu ırklardan % 30’dan fazlasının, özellikle gelişmekte olan ülkelerde yetersiz yararlanma ya da ilgisizlik nedeniyle, yok olma riski taşımaktadırlar. Bu riskli durumun yakın gelecekte dünya tarımını çok olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle Dünya’ da özellikle son yıllarda hayvan gen kaynaklarını koruma konusundaki çalışmalarda hızlı bir artış olduğu gözlenmektedir (GTHB, 2018-2022 Stratejik Plan). Entansif yetiştiriciliğin ön plana çıkmasıyla yeni üreme teknolojileri (Suni tohumlama, embriyo transferi ve genetik kopyalama) kullanılması türler üzerinde tek bir verim yönünün öne çıkarılması yerli gen kaynaklarının yok olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kontrolsüz veya bilinçsiz yapılan melezleme çalışmaları gibi nedenlerden dolayı birçok ülkede yerli gen kaynakları azalmış ya da yok olmayla karşı karşıya kalmıştır. Özellikle evcil memeli hayvanlarda meydana gelen gen kayıpları oldukça fazladır (Kence 1987; Ertuğrul vd., 2009, 2010).

Biyolojik sistemlerin temel özelliği olan varyasyon; pek çok faktöre bağlı olan tür, ırk ve gen kayıpları nedeniyle giderek önemli ölçüde azalmaktadır. Bu azalma tropik bölgelerinde yüksek düzeyde olmasa bile, diğer bölgelerin tamamında görülmektedir. Yeryüzünde bulunan canlı organizma türlerinin sayısının 2-100 milyon arasında olduğu tahmin edilmekte, en iyi tahminin ise 10 milyon dolaylarında olduğu düşünülmektedir (Kurdoğlu, 2018). Bu sayının % 0.5 lik bölümünü kuş ve memeliler oluştururken, çok küçük olan biyolojik çeşitliliğin içinde ise 40’dan biraz daha fazla evcil çiftlik hayvanı türü bulunmaktadır. Bu türlerin de sadece %14’ü Dünya’ nın gıda ve tarımsal üretiminin %82’sine doğrudan ya da dolaylı olarak katkı sağladığı bilinmektedir. Ayrıca son 12.000 yıllık süreç içinde kendi yerel çevrelerine uyum sağlayan ve buralardaki toplulukların gereksinimlerini karşılayan 6000-7000 hayvan ırkı bulunmaktadır (Anonymous, 2018; Özsayın & Everest, 2019).

FAO tarafından verilen bilgilere göre evcil sığır, koyun ve keçilerin toplam popülasyon büyüklükleri sırasıyla; 1.491.687.240 baş, 1.202.430.935 baş, 1.034.406.504 baştır (FAOSTAT, 2018). Son on beş yılda ise FAO tarafından tanımlanan 6.000 ırkın 300’ünün yok olduğu, 1.350 ırkın ise yok olma tehdidi ile karşı karşıya kaldığı bildirilmekte ve ırkların yok olma hızı ise haftada 1-2 ırk veya tip olarak tahmin edilmektedir (Scherf, 2000). Sığır, koyun ve keçi ırklarındaki bu yok olma eğiliminin özellikle Avrupa ülkelerinde oldukça yoğun olduğu gözlemlenmektedir. Dünya’nın en büyük sığır varlığı 214 milyon 899

bin ile Brezilya’da bulunmaktadır. Brezilya’ dan sonra Hindistan, 185 milyon 103 bin büyükbaş hayvanla ikinci sırada bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ise 94 milyon 298 bin büyükbaş hayvan ile Dünya sıralamasında üçüncü sırayı almaktadır. Ancak Dünya ölçeğinde değerlendirme yapıldığında sığır ırklarının %17’sinin ve koyun ırklarının da %14 ünün çeşitli nedenlerle sayılarının azaldığı ya da yok olduğu görülmektedir (Shahbandeh, 2020).

Hayvan Gen Kaynakları (HGK) terimi, günümüzde ya da gelecekte insanoğlu için; gıda ve tarım üretiminde kullanılan veya ekonomik, bilimsel ve kültürel öneme sahip bütün hayvan türlerini, ırklarını ve soylarını ifade etmektedir (Oğuz & Bilgen, 2000; Rege & Gibson, 2003). Sığır, koyun, keçi, tavuk, domuz, at ve manda gibi yaygın olan türler Dünya’nın çeşitli bölgelerinde ve kültürlerinde önemli bir yere sahiptirler. Özellikle ekonomik faktörler olmak üzere, çeşitli nedenlerle HGK hızlı şekilde yok olmaktadır. Türkiye, coğrafik ve iklimsel koşulları ile tarımsal üretim yapısıyla küçükbaş hayvan yetiştiriciliğine elverişli geniş alanlara sahiptir (Akin, 2014). Yerli koyun ırkları toplam 32 milyondan fazladır. Kırk dokuz milyon küçükbaş hayvan varlığı içinde yerli koyun varlığı önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Kayıtlı 45 koyun ırkı ile koyun genetik kaynakları çeşitliliği diğer çiftlik hayvanlarından fazla olmasına rağmen yok olma tehdidinde olan bazı ırklar için koruma programları başlatılmış ve halen devam edilmektedir (TAGEM, 2009). Güney Karaman, Dağlıç, Herik, Tuj, Kıvırcık ve Hemşin ırkları gibi yerli koyun genetik kaynakları tehlike altındadır. Sakız, Çine Çaparı ve Norduz kritik durumdadır. Ödemiş ve Halkalı ırklarının ise yok olduğu çeşitli kaynaklarda yer almaktadır (Soysal vd., 2003a,b; Muminjanov & Karagöz, 2019).

Koyun özelinde yapılan genetik ıslah çalışmaları Türkiye Cumhuriyeti’ nin kuruluş dönemlerine dayanmaktadır. Dokuma ve tekstil endüstrisinin kaliteli yapağı ihtiyacı nedeniyle koyun yerli gen kaynaklarının Merinoslaştırılması yönünde melezleme çalışmaları yapılmıştır. Anadolu ve Marmara Bölgesi’nde bu ıslah çalışmaları belirli bir başarıya ulaşmıştır. Bu ıslah çalışmalar sonucunda bir çok yerli merinos ırkı elde edilmiştir (Kaymakçı & Taşkın, 2008). Daha sonra nüfus artışıyla gerek duyulan gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla yerli gen kaynaklarının kuzu, et, ve süt verim yönlerinin artırılması için ırklar arası melezleme çalışmaları yapılmıştır. Bu dönemde özellikle ithal gelen ırklar kullanılarak çevirme ve birleştirme melezlemeleri ön plana alınmıştır. Melezlemeler ile verim yönleri daha gelişmiş yeni ırklar elde edilmiş ve devlet eliyle tescilleme işlemleri yapılmış ve yerli ırklar altında bu melezler çeşitli isimler ile anılmaktadır (Sönmez vd., 2009). Günümüzde melezleme çalışmaları devam ederken bir yandan da yerli gen kaynaklarının genetik yapısının korunması ve verim yönlerinin iyileştirilmesi amacıyla saf yetiştirme yapılarak eldeki mevcut ırkların korunması sağlanmaktadır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının kordinasyonunda yürütülen Halk Elinde Islah Çalışmaları bu çalışmaların en büyük örneği olmuştur. Tarımsal araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından 2005 yılında devreye sokulan ve 2006 yılında giderek sayısı artırılan genotiplerle Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel projeleri yaygınlaşarak günümüzde çok sayıda proje ile sürdürülmektedir. Bu projeler ile ülkemiz koyun ve keçi ıslahına önemli katkılar ve kazanımlar elde edilmiştir (Karaca, 2014). Ülkesel ıslah stratejilerin kısa ve orta vadede belirlenmesinde koyun yetiştiriciliğinin kırmızı et üretimindeki önemi göz ardı edilmemelidir. Zira koyun türü, Anadolu ve Orta Doğu coğrafyasında insanoğlunun kırmızı et ihtiyacını karşılamak için diğer türlere göre en avantajlı hayvan materyali içinde yer almaktadır.

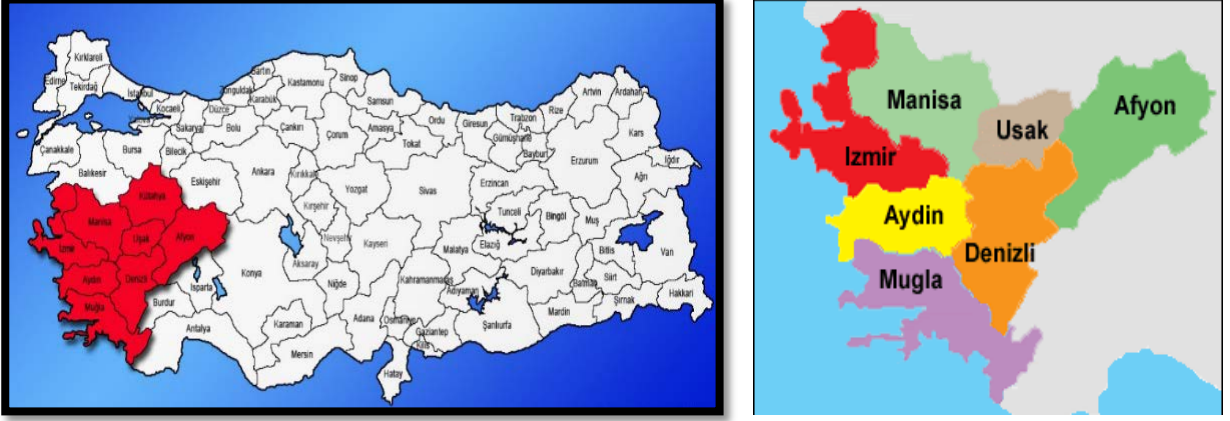
Bu çalışmanın amacı; Ege Bölgesi’nde yer alan sekiz ilde yetiştirilen koyun ırklarının verim yönü, kuyruk yapısı ve orijin dikkate alınarak 2021 yılı verileriyle güncel durum tespiti yapmaktır. İl bazında koyun varlığına ait güncel verilerin nasıl değişim gösterdiğinin yanı sıra tüketicilerin süt ve et tercihleri dikkate alınarak ileride oluşturulacak bölgesel koyun ıslah çalışmalarına bir katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Çalışma, Türkiye’nin Ege Bölgesi’ndeki illeri kapsamaktadır. Buna ait görsel bilgi Şekil 1’ de verilmiştir. Ege Bölgesi batıdan doğuya sırasıyla; İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Denizli, Uşak, Kütahya ve

Afyonkarahisar olup toplam 8 ilden oluşmaktadır. Sekiz ilin yer aldığı bölgenin yüz ölçümü 89.339 km<sup>2</sup>, nüfusu ise 8 milyon 876 bin 531 kişi olarak bildirilmektedir (Anonymous, 2020b). Ege Bölgesi'nde 133 ilçe ve 1227 köy vardır. Ege Bölgesi, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %11'ini oluştururken nüfus açısından ise yaklaşık %13'üne karşılık gelmektedir.



Şekil 1. Ege Bölgesi'nin kapsadığı iller.

Figure 1. Provinces of Aegean region.

## Yöntem

Bu çalışma, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına ait olan HAYBİS sistemi üzerinden 2021 yılında elde edilen verilere dayanmaktadır (Anonymous, 2021). Bu veriler, istatistikî bölge birimleri sınıflamasına göre Ege Bölgesi'nde yer alan illerin sahip oldukları koyun varlıkları üzerinden yapılmıştır. Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak illerindeki koyun varlığı incelenmiştir. Koyunların ırklara göre girişleri; HAYBİS sistemi üzerine T.C. Tarım ve Orman Bakanlığında çalışan yetkili Veteriner ve Zootechnikler tarafından gözlenerek tespit edilmekte ve bu şekilde HAYBİS sistemine girişleri yapılmaktadır. İrkların tanımlanmasında kendi içinde bir örneklik olmadığı, tanımlanırken de fiziksel özelliklerinin benzerliğinin en yakın ırk ile ilişkilendirilerek tanımlama yapıp HAYBİS sistemi içine dâhil edilmektedirler. Bu ırkların verim yönleri (Et-süt-kürk-yapağı-kuzu), kuyruk şekilleri (ince, yağlı, yarım yağlı) TC Tarım ve Orman Bakanlığının yayınladığı Türkiye Evcil Hayvan Genetik Kaynakları Tanıtım Kataloğunda belirlenen özellikler baz alınarak değerlendirilmiştir. Bu kaynak içinde yer alan Türkiye adına tescillenmiş ırklar yerli olarak, yer almayanlar ise kültür ırkı koyunlar olarak ele alınmıştır.

Çalışmada hayvanların orijin (Yerli ya da ithal koyun ırkı olmaları), kuyruk yapısı (ince, yağlı, yarım yağlı oluşları), verim yönleri (et, süt, et-süt, et-süt-kürk, kombine, süt-kuzu, et-yapağı gibi) esas alınarak sınıflandırılmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Bu amaçla SPSS paket istatistik programı kullanılmış ve yukarıda sayılan etkiler dikkate alınarak varyans analiz ve önem testi yapılmıştır (Kalaycı, 2006; Alpar, 2013).

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Ege Bölgesi'nde koyun varlığı toplam 5.318.635 baş olarak saptanmıştır. Ege Bölgesi'nde sekiz ilde ait yerli koyun ırklarının toplamı 4.876.130 baş olup bu sayı, kültür ırkları için 442.505 baştır. Bölgede, yerli koyun ırklarının en yoğun olduğu il 1.097.952 baş ile Afyonkarahisar iken, bunu 945.006 baş ile Manisa ili izlemiştir. Kültür ırkı koyun varlığını incelendiğinde 247.475 baş ile yine Afyonkarahisar ilk sırayı alırken bunu 42.596 baş ile Muğla ili izlemektedir. Muğla, yerli koyun ırklarının varlığının en az (221.785 baş) olduğu ildir. Kültür ırkı koyun ırklarında Uşak ili sıralamada en son yeri (5.526 baş) almaktadır. Ege Bölgesi'nde farklı yerli koyun ırklarının sayısının en yoğun olduğu il 33 ırk ile Afyonkarahisar iken en az

yerli ırk çeşitliğine sahip il 21 ırkla Kütahya’dır. Kültür ırkı koyunların en yoğun olduğu il; 12 ırkla İzmir olmuştur. Ege Bölgesi’nde koyun varlığının orijinlere göre (yerli ya da kültür ırkı oluşu) yapılan ayrımları istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Ege Bölgesi’nde koyun ırklarının orijinlerine göre ortalama ve standart hataları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** İl ve orijinlerine göre koyun sayılarına ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

**Table 1.** Least square means and standard errors of sheep numbers to province and origin

| Orijin             | İller          | İrklar | Koyun Sayısı      | Standart Hata |
|--------------------|----------------|--------|-------------------|---------------|
| Yerli              | Afyonkarahisar | 33     | 1.097.952         | 366.79        |
|                    | Aydın          | 28     | 315.672           | 220.16        |
|                    | Denizli        | 28     | 612.743           | 429.85        |
|                    | İzmir          | 36     | 811.688           | 392.79        |
|                    | Kütahya        | 21     | 414.437           | 465.07        |
|                    | Manisa         | 30     | 945.006           | 591.41        |
|                    | Muğla          | 22     | 221.785           | 235.57        |
|                    | Uşak           | 26     | 456.847           | 347.57        |
| <b>Toplam</b>      |                |        | <b>4.876.130</b>  |               |
| <b>Ortalama</b>    |                |        | 607.011           | 510.96        |
| Orijin             | İller          | İrklar | Koyun sayısı      | Standart Hata |
| Kültür             | Afyonkarahisar | 11     | 247.475           | 37.83         |
|                    | Aydın          | 8      | 11.820            | 28.23         |
|                    | Denizli        | 8      | 25.652            | 25.34         |
|                    | İzmir          | 12     | 42.444            | 61.33         |
|                    | Kütahya        | 10     | 36.463            | 28.36         |
|                    | Manisa         | 10     | 30.529            | 33.12         |
|                    | Muğla          | 7      | 42.596            | 47.79         |
|                    | Uşak           | 8      | 5.526             | 18.45         |
| <b>Toplam</b>      |                |        | <b>442.505</b>    |               |
| <b>Ortalama</b>    |                |        | 55.313*           | 47.27         |
| <b>Önem düzeyi</b> |                |        | <b>*P&lt;0.05</b> |               |

Bölgede kuyruk yapılarına göre; ince kuyruklu koyunlar için 3.125.982 baş, yağlı kuyruklu koyunlar için 197.667 baş ve yarım yağlı kuyruklu koyunlar ise 1.974.945 baştır. İller ve kuyruk yapıları birlikte ele alındığında İzmir ilinin en fazla ince kuyruklu koyuna (747.791 baş) sahip olduğu dikkat çekmektedir. Bu ili sırasıyla; 632.992 baş ile Manisa ve 547.467 baş ile Afyonkarahisar ili izlemiştir. Yağlı kuyruklu koyunların en fazla olduğu il 75.233 baş ile Afyonkarahisar’dır. Yarım yağlı kuyruklu koyun varlığında 722.727 baş ile yine Afyonkarahisar ili ilk sırayı alırken bunu Manisa ili (293.106 baş) izlemektedir. İller arasında kuyruk yapılarına göre belirlenen fark ya da ayırım istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışmada iller ve kuyruk şekline göre koyun varlığına ait ortalamalar ile standart sapmaları Çizelge 2’de verilmiştir.

Verim yönü ve illere göre koyun varlığına ait toplam koyun sayısı ve standart hataları Çizelge 3’de verilmiştir. Çalışmada Ege Bölgesi’ndeki koyun ırkları başlıca 7 ayrı verim yönü dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Gruplandırılmada, et-süt verim yönünde öne çıkan 3 il olup (Afyonkarahisar, İzmir ve Aydın) bu illerdeki toplam koyun sayısı 54.631 baştır. Afyonkarahisar bu iller içinde en fazla hayvana

sahip olanıdır. Bölgede et veriminin daha çok öne çıktığı il sayısı 7 dir Bu iller sırasıyla; Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşaktır. Anılan illerdeki toplam koyun sayısı 118.441 baş, ortalaması ise 16.920 baştır. Et verimine sahip en fazla koyun sayısı Afyonkarahisar ilinde (67.641 baş) olup bunu 24.089 baş ile Denizli ili izlemektedir. Et-süt ve kürk verim yönüne sahip koyun ırkı olan tek il İzmir'dir. İzmir ilinde sadece 3 koyun genotipi ve toplam 338 baş hayvan saptanmıştır. Kombine ya da et-süt-yapağı veriminin ön plana çıktığı il sayısı 6'dır. (Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa ve Uşak). Bu verim grubunda Denizli (49.222 baş) ve Manisa (40.200 baş) ilk sıralarda yer alan iller olmuştur. Anılan grupta toplam 111.531 baş koyun olup ortalama 18.558 baş ile diğer verim grupları içinde dikkat çekmektedir. Bir diğer verim grubunu süt-kuzu verim yönündür. Bu grupta toplam 93.024 baş koyun olup ortalama hayvan sayısı 18.134 baştır. İzmir ili 48.586 baş ile ilk sırayı alan il olurken, Muğla 676 baş ile en az koyun varlığına sahip ildir. Son verim grubunu et-yapağı oluşturmaktadır. Bu verim grubunda toplam 6 il olup toplam koyun varlığı 23.995 baştır. Ortalama koyun sayısı ise 4799 baş olup Denizli, 20.440 baş koyun ile ilk sırayı alan ildir. Et-yapağı verim yönünde en az koyuna sahip il 104 baş ile İzmir olmuştur. İller arasında verim yönüne göre belirlenen fark ya da ayırım istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Çizelge 2.** Kuyruk şekline göre koyun varlığına ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

**Table 2.** Least squares means and standard errors of the number of sheep to tail type

| İller          | Kuyruk Şekli | n  | Koyun Sayısı | Standart Hata |
|----------------|--------------|----|--------------|---------------|
| Afyonkarahisar | İnce         | 28 | 547.467      | 224.45        |
|                | Yağlı        | 10 | 75.233       | 71.94         |
|                | Yarım yağlı  | 6  | 722.727      | 20.62         |
| Aydın          | İnce         | 19 | 316.530      | 254.65        |
|                | Yağlı        | 8  | 3.114        | 16.90         |
|                | Yarım yağlı  | 8  | 7.848        | 65.31         |
| Denizli        | İnce         | 21 | 393.287      | 103.50        |
|                | Yağlı        | 8  | 53.273       | 62.43         |
|                | Yarım yağlı  | -  | 97.096       | 51.49         |
| İzmir          | İnce         | 21 | 747.791      | 140.74        |
|                | Yağlı        | 7  | 9.245        | 42.35         |
|                | Yarım yağlı  | -  | 97.096       | 4.10          |
| Kütahya        | İnce         | 19 | 80.099       | 148.89        |
|                | Yağlı        | 5  | 1.101        | 10.61         |
|                | Yarım yağlı  | 2  | 369.706      | 31.75         |
| Manisa         | İnce         | 20 | 632.992      | 195.43        |
|                | Yağlı        | 4  | 49.431       | 67.87         |
|                | Yarım yağlı  | 3  | 293.106      | 2.41          |
| Muğla          | İnce         | 12 | 236.287      | 70.48         |
|                | Yağlı        | 5  | 5.910        | 99.29         |
|                | Yarım yağlı  | 3  | 2.143        | 12.61         |
| Uşak           | İnce         | 18 | 171.529      | 107.49        |
|                | Yağlı        | 3  | 360          | 5.57          |
|                | Yarım yağlı  | 2  | 290.484      | 3.30          |

**Çizelge 3.** Verim yönü ve illere göre koyun sayısına ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları**Table 3.** Least squares means and standard errors of the number of sheep to yield and provinces

| Verim yönü    | İller          | İrk | Koyun Sayısı | Standart Hata |
|---------------|----------------|-----|--------------|---------------|
| Et-süt        | Afyonkarahisar | 7   | 70.012       | 68.07         |
|               | Aydın          | 5   | 5.344        | 1.03          |
|               | Denizli        | 4   | 43.911       | 32.32         |
|               | İzmir          | 7   | 6.040        | 4.35          |
|               | Kütahya        | 3   | 1.339        | 1.01          |
|               | Manisa         | 4   | 49.273       | 35.24         |
|               | Muğla          | 4   | 1.986        | 2.95          |
|               | Uşak           | 3   | 173          | -             |
| Et-süt-yavru  | Afyonkarahisar | 3   | 216.162      | 181.45        |
|               | Aydın          | 4   | 74.086       | 69.89         |
|               | Denizli        | 4   | 185.357      | 105.98        |
|               | İzmir          | 4   | 291.725      | 199.95        |
|               | Kütahya        | 2   | 3.707        | 2.45          |
|               | Manisa         | 3   | 73.728       | 65.19         |
|               | Muğla          | 3   | 144.708      | 97.84         |
|               | Uşak           | 2   | 3.952        | 2.88          |
| Et            | Afyonkarahisar | 10  | 2.994        | 3.83          |
|               | Aydın          | 5   | 862          | 0.75          |
|               | Denizli        | 8   | 2.051        | 2.53          |
|               | İzmir          | 8   | 8.456        | 6.53          |
|               | Kütahya        | 8   | 2.668        | 2.72          |
|               | Manisa         | 7   | 2.574        | 2.68          |
|               | Muğla          | 5   | 2.606        | 3.57          |
|               | Uşak           | 4   | 709          | 0.20          |
| Et-Yavru      | Afyonkarahisar | 3   | 1.532        | 1.25          |
|               | Aydın          | 3   | 852          | 0.29          |
|               | Denizli        | 3   | 2.209        | 2.56          |
|               | İzmir          | 3   | 3.637        | 3.19          |
|               | Kütahya        | 2   | 868          | 0.38          |
|               | Manisa         | 2   | 2.284        | 3.05          |
|               | Muğla          | 1   | 219          | -             |
|               | Uşak           | 2   | 132.556      | 99.65         |
| Et-süt-kürk   | Afyonkarahisar | 1   | 3            | -             |
|               | Aydın          | 1   | 11           | -             |
| Et-süt-yapağı | Afyonkarahisar | 6   | 770.912      | 396.33        |
|               | Aydın          | 5   | 199.019      | 107.75        |
|               | Denizli        | 5   | 276.550      | 198.23        |
|               | İzmir          | 4   | 501.385      | 301.11        |
|               | Manisa         | 3   | 407.838      | 288.26        |
|               | Muğla          | 3   | 49.195       | 36.29         |
|               | Uşak           | 3   | 319.504      | 224.56        |
| Süt-kuzu      | Afyonkarahisar | 2   | 611          | -             |
|               | Aydın          | 2   | 35.337       | 36.25         |
|               | Denizli        | 2   | 58.635       | 44.42         |
|               | İzmir          | 2   | 2.144        | 2.98          |
|               | Muğla          | 1   | 122          | -             |
|               | Manisa         | 1   | 1.050        | 0.98          |
|               | Uşak           | 1   | 138          | -             |
| Et-yapağı     | Afyonkarahisar | 8   | 277.507      | 196.26        |
|               | Aydın          | 6   | 10.933       | 7.56          |
|               | Denizli        | 7   | 24.707       | 15.84         |
|               | İzmir          | 3   | 39.157       | 26.33         |
|               | Kütahya        | 4   | 34.234       | 21.11         |
|               | Manisa         | 4   | 28.030       | 19.48         |
|               | Muğla          | 2   | 42.357       | 34.92         |
|               | Uşak           | 5   | 4.391        | 1.04          |



Ege Bölgesi'ndeki iller ve koyun varlığının bölge toplam koyun varlığı içindeki payları Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi Afyonkarahisar ili gerek sahip olduğu koyun ırkları sayısı gerekse bu genotiplere ait toplam hayvan varlığı ile ilk sırayı almıştır. Afyonkarahisar ili toplam 1.365.427 baş koyun sayısı ile Ege Bölgesi koyun varlığının %25.39' unu oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla; Manisa (%18.41) ve İzmir ili (%16.11) izlemektedir. Bölgede en düşük koyun varlığına sahip il Muğla (%4.61) olmuştur.

**Çizelge 4.** İller ve koyun varlığının bölge toplam koyun varlığı içindeki payları (%)

**Table 4.** Ratio of the number of sheep in the region by province (%)

| İller          | Genotipler | Toplam koyun varlığı (baş) | İlin bölge içindeki payı (%) |
|----------------|------------|----------------------------|------------------------------|
| Afyonkarahisar | 44         | 1.365.427                  | 25.39                        |
| Aydın          | 36         | 327.532                    | 6.18                         |
| Denizli        | 36         | 638.395                    | 12.04                        |
| İzmir          | 48         | 854.132                    | 16.11                        |
| Kütahya        | 31         | 450.906                    | 8.50                         |
| Manisa         | 40         | 975.530                    | 18.41                        |
| Muğla          | 29         | 244.340                    | 4.61                         |
| Uşak           | 34         | 462.373                    | 8.72                         |
| <b>TOPLAM</b>  | <b>48</b>  | <b>5.318.635</b>           |                              |

Ege Bölgesi'ndeki ırklara ait koyun varlığı (baş) Çizelge 5'de verilmiştir. Ege Bölgesi'nde yetiştirilen 40'dan fazla koyun genotipi içinde Pırlak/Pırıt ırkı 1.975.721 baş ile ilk sırayı almaktadır. Bunu sırasıyla; Kıvırcık (1.379.070 baş), Sakız (891.498 baş), Merinos (419.728 baş) ve Dağlıç (110.868 baş) ırkları izlemiştir. Kültür ırkı etçi ve sütçü koyun ırklarının sayısı düşük düzeyde kalmıştır. Karya (96.568 baş) ve Tahirova (95.495 baş) genotiplerinin sayıları dikkati çeken diğer önemli koyun ırklarından olmuştur. Bu artışlarda Damızlık Koyun Keçi Birlikleri ile T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen ıslah çalışmalarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada, koyun ırklarının Ege Bölgesi'ndeki oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Pırıt/Pırlak genotipinin bölgede yetiştirilen koyunlar içinde %37,15 ile ilk sırayı almaktadır. Bunu %25,93 ile Kıvırcık ırkı izlemiştir. Sakız ırkı, Halk Elinde Islah ve Yerli Gen Kaynağı projeleri ile bir zamanlar yok olmak üzere iken bölgede %16.76 gibi bir orana ulaşmıştır. Bu oran üzerinde Bakanlıkça başlatılan "Halk Elinde Islah" ve "Yerli Gen Kaynağı Koruma" projelerinin yetiştirici bazında önemli değer gördüğü ya da bu genotipe olan ilgilinin arttığı söylenebilir.

Çizelge 5. Ege Bölgesi'nde yetiştirilen koyunların genotiplerine göre dağılımları (baş)

Table 5. Distributions of sheep raised in Aegean Region to genotypes (head)

| GENOTİP               | AFYON            | AYDIN          | DENİZLİ        | İZMİR          | KÜTAHYA        | MANİSA         | MUĞLA          | UŞAK           | EGE              |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Bafra                 | 99               | 1              | 119            | 200            | -              | -              | 116            | -              | 535              |
| Bandırma              | 78               | -              | -              | 5011           | 2              | 9              | 1              | 1              | 5102             |
| <b>Eşme Kıvırcığı</b> | <b>256</b>       | <b>191</b>     | <b>1.470</b>   | <b>925</b>     | <b>97</b>      | <b>1.098</b>   | -              | <b>132.556</b> | <b>135.270</b>   |
| Gökçeada              | 12               | -              | -              | 41             | -              | -              | -              | 7              | 60               |
| Karaca Merinos        | 2.011            | 206            | 105            | 3.183          | 273            | 1.134          | 26             | 69             | 7.007            |
| Karagül               | 3                | 11             | -              | 14             | -              | -              | -              | -              | 28               |
| Karayaka              | 62               | 70             | 40             | 47             | 3              | 236            | 8              | -              | 466              |
| Karya                 | 587              | 35.061         | 58.627         | 1.232          | 7              | 794            | 122            | 138            | 96.568           |
| <b>Kıvırcık</b>       | <b>48.457</b>    | <b>194.951</b> | <b>121.335</b> | <b>403.973</b> | <b>38.122</b>  | <b>524.926</b> | <b>47.277</b>  | <b>29.000</b>  | <b>1.379.070</b> |
| Menemen               | 1.119            | 51             | 302            | 3.779          | 636            | 355            | 421            | 14             | 6.677            |
| Merinos               | 244.154          | 10.525         | 24.145         | 35.689         | 33.178         | 26.744         | 41.229         | 4.064          | <b>419.728</b>   |
| <b>Pırlı/Pırlak</b>   | <b>764.951</b>   | <b>3.997</b>   | <b>155.173</b> | <b>96.524</b>  | <b>369.707</b> | <b>292.968</b> | <b>1.917</b>   | <b>290.484</b> | <b>1.975.721</b> |
| Polatlı               | 512              | -              | 222            | 40             | 23             | 35             | 1              | 207            | 1.040            |
| Ramlıç                | 20.179           | 24             | 18             | 4              | 54             | 100            | -              | 8              | 20.387           |
| <b>Sakız</b>          | <b>211.833</b>   | <b>61.705</b>  | <b>173.647</b> | <b>238.501</b> | <b>3.149</b>   | <b>57.545</b>  | <b>143.087</b> | <b>2.031</b>   | <b>891.498</b>   |
| Sönmez                | 1.415            | 372            | 275            | 1.701          | 4              | 2.129          | 36             | 136            | 6.068            |
| Tahirova              | 2.914            | 11.966         | 11.421         | 51.356         | 558            | 14.054         | 1.585          | 1.641          | 95.495           |
| Al Siy Baş Mer        | 25               | 40             | 178            | 568            | 220            | 417            | 18             | 242            | 1.708            |
| Suffolk               | 192              | -              | 40             | 393            | 645            | 211            | -              | 118            | 1.599            |
| Texel                 | 614              | -              | -              | 146            | 458            | 361            | -              | -              | 1.579            |
| Doğu Friz             | 13               | 65             | 107            | 680            | 59             | 20             | -              | 204            | 1.148            |
| Dorper                | 4                | 206            | 11             | 244            | 313            | 483            | 12             | 34             | 1.307            |
| Ile de France         | 941              | 40             | 347            | 1.446          | 672            | 478            | 927            | 401            | 5.252            |
| Lacaune               | 167              | 16             | 124            | 232            | 149            | 419            | 18             | 145            | 1.270            |
| Langhe                | 25               | -              | -              | 69             | -              | -              | 1              | -              | 95               |
| Plevne                | 10               | -              | -              | -              | 3              | 7              | -              | -              | 20               |
| Romanov               | 1.177            | 660            | 620            | 2.512          | 770            | 1.168          | 219            | 407            | 7.533            |
| Şarole                | 163              | 307            | 80             | 271            | 61             | 165            | 157            | 26             | 1.230            |
| Morkaraman            | 412              | 250            | 1.031          | 6.858          | 177            | 366            | 1.002          | 9              | 15.105           |
| Tuj                   | 6                | 1              | -              | 238            | -              | -              | -              | -              | 245              |
| Ödemiş                | 24               | 276            | 8              | 824            | 10             | 79             | -              | 17             | 1.238            |
| Akkaraman             | 10.278           | 372            | 4.370          | 4.408          | 5594           | 1.002          | 1.477          | 109            | 23.677           |
| <b>Dağlıç</b>         | <b>58.902</b>    | <b>1.233</b>   | <b>1.928</b>   | <b>522</b>     | <b>286</b>     | <b>47.779</b>  | <b>162</b>     | <b>56</b>      | <b>110.868</b>   |
| Herik                 | 28               | -              | 2              | 844            | -              | 1              | -              | -              | 875              |
| Norduz                | 59               | -              | 62             | 3              | -              | 2              | -              | 1              | 127              |
| Çine Çaparı           | 174              | 3.610          | 36.485         | 107            | -              | 119            | 108            | 3              | 37.357           |
| Malya                 | 33               | 3              | 4              | 102            | -              | 12             | -              | 18             | 172              |
| Anadolu Mer           | 10.418           | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | 10.418           |
| İvesi                 | 5.489            | 966            | 44.744         | 607            | 34             | 197            | 3.111          | 194            | 55.342           |
| Acıpayam              | 32               | 5              | 1.128          | 180            | -              | -              | -              | 1              | 1.346            |
| Orta Ana Mer          | 190              | 175            | 218            | 284            | 642            | 24             | 1.128          | 12             | 2.673            |
| Hemşin                | -                | 124            | 14             | 175            | -              | 8              | -              | -              | 321              |
| Koçeri                | -                | 43             | -              | 46             | -              | 63             | 63             | 20             | 235              |
| Hasmer                | -                | -              | -              | 3              | -              | -              | -              | -              | 3                |
| Turcano               | -                | -              | -              | 5              | -              | -              | -              | -              | 5                |
| Hamdani               | -                | -              | -              | 50             | -              | -              | -              | -              | 50               |
| Karakaş               | -                | -              | -              | 23             | -              | -              | -              | -              | 23               |
| Dorset                | -                | -              | -              | 2              | -              | -              | -              | -              | 2                |
| Zom                   | -                | -              | -              | 70             | -              | -              | -              | -              | 70               |
| Hasak                 | -                | -              | -              | -              | -              | 9              | -              | -              | 9                |
| Bergamasca            | -                | -              | -              | -              | -              | 3              | -              | -              | 3                |
| Karakaçan             | -                | -              | -              | -              | -              | 10             | -              | -              | 10               |
| <b>GENEL</b>          | <b>1.345.426</b> | <b>324.274</b> | <b>633.144</b> | <b>864.132</b> | <b>455.906</b> | <b>975.530</b> | <b>244.229</b> | <b>433.402</b> | <b>5.318.635</b> |

**Çizelge 6.** Ege Bölgesi'nde illerde yetiştirilen koyun varlığının tüm bölge koyun genotiplerine oranı (%)**Table 6.** The ratio of the number of sheep reared on provincial basis in the Aegean Region to the sheep genotypes in the region (%)

| GENOTİP               | AFYON          | AYDIN         | DENİZLİ       | İZMİR         | KÜTAHYA       | MANİSA        | MUĞLA         | UŞAK          | EGE           |
|-----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Bafra                 | 0.0019         | -             | 0.0022        | 0.0037        | -             | --            | 0.0022        | -             | 0,01          |
| Bandırma              | 0.0015         | -             | -             | 0.0002        | 0.0000        | 0.0001        | -             | -             | 0,10          |
| <b>Eşme Kıvırcığı</b> | <b>0.0048</b>  | <b>0.0036</b> | <b>0.0277</b> | <b>0.0174</b> | <b>0.0018</b> | <b>0.0207</b> | -             | <b>2.5017</b> | <b>2,54</b>   |
| Gökçeada              | 0.0002         | -             | -             | 0.0007        | -             | -             | -             | 0.0001        | 0,00          |
| Karaca Merinos        | 0.0380         | 0.0038        | 0.0019        | 0.0600        | 0.0051        | 0.0214        | -             | 0.0013        | 0,13          |
| Karagül               | 0.0001         | 0.0002        | -             | 0.0002        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Karayaka              | 0.0012         | 0.0013        | 0.0007        | 0.0008        | -             | 0.0044        | -             | -             | 0,01          |
| Karya                 | 0.0111         | 0.6616        | 1.1064        | 0.0232        | 0.0001        | 0.0149        | 0.0023        | 0.0026        | 1,82          |
| <b>Kıvırcık</b>       | <b>0.9145</b>  | <b>3.6792</b> | <b>2.2899</b> | <b>7.6240</b> | <b>0.7194</b> | <b>9.9068</b> | <b>0.8922</b> | <b>0.5473</b> | <b>25,93</b>  |
| Menemen               | 0.0211         | 0.0009        | 0.0057        | 0.0713        | 0.0120        | 0.0067        | 0.0079        | 0.0002        | 0,13          |
| Merinos               | 4.6079         | 0.1986        | 0.4556        | 0.6735        | 0.6261        | 0.5047        | 0.7781        | 0.0766        | 7,89          |
| <b>Pırlı/Pırlak</b>   | <b>13.6329</b> | <b>0.0754</b> | <b>2.9285</b> | <b>1.8216</b> | <b>6.9774</b> | <b>5.5291</b> | <b>0.0361</b> | <b>5.4822</b> | <b>37,15</b>  |
| Polatlı               | 0.0096         | -             | 0.0041        | 0.0007        | 0.0004        | 0.0006        | -             | 0.0390        | 0,02          |
| Ramlıç                | 0.3808         | 0.0004        | 0.0003        | -             | 0.0010        | 0.0018        | -             | 0.0001        | 0,38          |
| <b>Sakız</b>          | <b>3.9979</b>  | <b>1.1645</b> | <b>3.2772</b> | <b>4.5011</b> | <b>0.0594</b> | <b>1.0860</b> | <b>2.7004</b> | <b>0.0383</b> | <b>16,76</b>  |
| Sönmez                | 0.0267         | 0.0070        | 0.0051        | 0.0321        | -             | 0.0401        | 0.0005        | 0.0025        | 0,11          |
| Tahirova              | 0.0549         | 0.2258        | 0.2155        | 0.9692        | 0.0105        | 0.2652        | 0.0299        | 0.0309        | 1,80          |
| Al Siy Baş Mer        | -              | 0.0007        | 0.0033        | 0.0107        | 0.0041        | 0.0078        | 0.0003        | 0.0045        | 0,03          |
| Suffolk               | 0.0036         | -             | 0.0007        | 0.0074        | 0.0121        | 0.0040        | -             | 0.0022        | 0,03          |
| Texel                 | 0.0116         | -             | -             | 0.0027        | 0.0086        | 0.0068        | -             | -             | 0,03          |
| Doğu Friz             | 0.0002         | 0.0012        | 0.0020        | 0.0128        | 0.0011        | 0.0003        | -             | 0.0038        | 0,02          |
| Dorper                | 0.0001         | 0.0038        | 0.0002        | 0.0046        | 0.0059        | 0.0091        | 0.0002        | 0.0006        | 0,02          |
| Ile de France         | 0.0178         | 0.0007        | 0.0065        | 0.0272        | 0.0126        | 0.0090        | 0.0174        | 0.0075        | 0,10          |
| Lacaune               | 0.0032         | 0.0003        | 0.0023        | 0.0043        | 0.0028        | 0.0079        | 0.0003        | 0.0027        | 0,02          |
| Langhe                | 0.0005         | -             | -             | 0.0013        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Plevne                | 0.0002         | -             | -             | -             | -             | 0.0001        | -             | -             | 0,00          |
| Romanov               | 0.0222         | 0.0124        | 0.0117        | 0.0474        | 0.0145        | 0.0220        | 0.0041        | 0.0076        | 0,14          |
| Şarole                | 0.0031         | 0.0057        | 0.0015        | 0.0051        | 0.0011        | 0.0031        | 0.0029        | 0.0004        | 0,02          |
| Morkaraman            | 0.0078         | 0.0047        | 0.0194        | 0.0350        | 0.0033        | 0.0069        | 0.0189        | 0.0001        | 0,28          |
| Tuj                   | 0.0001         | -             | -             | 0.0044        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Ödemiş                | 0.0005         | 0.0052        | 0.0001        | 0.0155        | 0.0001        | 0.0014        | -             | 0.0003        | 0,02          |
| Akkaraman             | 0.1940         | 0.0070        | 0.0824        | 0.0831        | 0.0112        | 0.0189        | 0.0278        | 0.0020        | 0,45          |
| <b>Dağlıç</b>         | <b>1.1116</b>  | <b>0.0232</b> | <b>0.0363</b> | <b>0.0098</b> | <b>0.0053</b> | <b>0.9017</b> | <b>0.0030</b> | <b>0.0010</b> | <b>2,08</b>   |
| Herik                 | 0.0005         | -             | -             | 0.0159        | -             | -             | -             | -             | 0,02          |
| Norduz                | 0.0011         | -             | 0.0011        | -             | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Çine Çaparı           | 0.0033         | 0.0681        | 0.6885        | 0.0020        | -             | 0.0022        | 0.0020        | -             | 0,70          |
| Malya                 | 0.0006         | -             | -             | 0.0019        | -             | 0.0002        | -             | 0.0003        | 0,00          |
| Anadolu Mer           | 0.1966         | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 0,20          |
| İvesi                 | 0.1036         | 0.01823       | 0.8444        | 0.0114        | 0.0006        | 0.0037        | 0.0587        | 0.0036        | 1,04          |
| Acıpayam              | 0.0006         | -             | 0.0212        | 0.0033        | -             | -             | -             | -             | 0,03          |
| Orta Ana Mer          | 0.0040         | 0.0033        | 0.0041        | 0.0053        | 0.0121        | 0.0004        | 0.0212        | 0.0002        | 0,05          |
| Hemşin                | -              | 0.0023        | 0.0002        | 0.0033        | -             | 0.0001        | -             | -             | 0,01          |
| Koçeri                | -              | 0.0008        | -             | 0.0008        | -             | 0.0011        | 0.0011        | 0.0003        | 0,00          |
| Hasmer                | -              | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Turcano               | -              | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Hamdani               | -              | -             | -             | 0.0009        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Karakaş               | -              | -             | -             | 0.0004        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Dorset                | -              | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Zom                   | -              | -             | -             | 0.0013        | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Hasak                 | -              | -             | -             | -             | -             | 0.0002        | -             | -             | 0,00          |
| Bergamasca            | -              | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 0,00          |
| Karakaçan             | -              | -             | -             | -             | -             | 0.0002        | -             | -             | 0,00          |
| <b>GENEL</b>          | <b>25.57</b>   | <b>6.16</b>   | <b>12.03</b>  | <b>16.24</b>  | <b>8.57</b>   | <b>18.54</b>  | <b>4.64</b>   | <b>8.24</b>   | <b>100,00</b> |

## TARTIŞMA

Türkiyede yer alan yerli koyun ırklarının kültür ırklarına göre düşük olan verimlerinin artırılması amacıyla uzun yıllardan beri gerek üniversitelerde gerekse T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı birçok Araştırma Enstitülerinde koyun ıslahına yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Özcan, 1975; Sönmez vd., 1975; Yalçın, 1969; Eliçin vd., 1989; Özder vd., 1996, 2004; Kaymakçı vd., 1999, 2002, 2006; Akçapınar, 2000; Tekin vd., 2000; Emsen vd., 2007; Kaymakçı & Taşkın, 2008; BDUTAE, 2008; Ertuğrul vd., 2010; Yıldırım vd., 2011; Ceyhan vd., 2015). Bu çalışmalar küçümsenemez. Ancak, Türkiye hayvancılığının geliştirilmesine yönelik yapıla gelen çalışmaların beklenen başarıyı gösterdiği de söylenemez (Karaca vd., 1999). Oysa bilgi birikimi ve çağdaş üretim araçları anlamında küçümsenmeyecek gelişmeler vardır. Temel sorun bilgi birikimi ve çağdaş üretim araçlarının sahaya aktarılamamasıdır (Kaymakçı vd., 2005, 2010).

Türkiyede koyunculukla ilgili çalışmalar genellikle koşulları yetiştiricilerinkinden daha iyi olan kamu kuruluşlarında yoğunlaşmıştır. Anılan çalışmaların çoğunda koyunların verim performansları ve bu verimlere bazı sistemik çevre faktörlerinin etkileri ortaya koyulmuştur. Yetiştirici koşullarında benzer çalışmalar son derece sınırlıdır. Doğrudan yetiştirici koşullarında yerli koyun ırklarının performansları ile morfolojik, fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi yanında yetiştirme alt yapısı ve yetiştirici eğilimlerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar daha etkin hayvancılık politikalarının ortaya konmasını sağlayacaktır (Karaca vd., 2003; Kandemir vd., 2015). Nitekim Türkiye’nin farklı illerinde küçükbaş hayvancılıkla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; Yozgat ilinde koyun yetiştiriciliği yapan üreticilerin %64’ünün kültür ırkı hayvana sahip olduğu ve %36’sının ise kültür ırkı hayvana sahip olmadığı belirlenmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yürütülen bir çalışmada yetiştiricilerin sadece %5’inin kültür ırkı hayvana, yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun yerli ırka sahip olduğu saptanmıştır (Boz vd., 2008; Tamer & Sarıözkan, 2017). Bu sonuçlara göre ilçede koyunculuk yapan yetiştiricilerin kültür ırkı hayvan sayısının Doğu Akdeniz Bölgesi’ndeki yetiştiricilere göre oldukça fazla olduğu ancak Yozgat ilindeki yetiştiricilerin ise daha çok yerli ırk hayvanlara sahip olduğu söylenebilir. Karakuş & Akkol (2013), Van ilinde yaptıkları bir çalışmada yetiştiriciliği yapılan koyun ve keçi genotipleri incelendiğinde, işletmelerde esas olarak Akkaraman (%57.58), Norduz (%23.21) ve Karakaş (%11.00) koyunları ile Kıl keçisi (%79.68) ve Norduz keçisi (%20.32) yetiştirildiği görülmektedir. Özyürek vd. (2018) Erzincan ilinde yaptıkları bir çalışmada işletmelerde bir yaş ve üzeri ortalama hayvan varlığı 381.9 baştır. %7.4’ü Morkaraman ve %92.6’sı Akkaraman ırkı koyun yetiştiriciliği yapan işletmelerin yalnızca %8.6’sı koyun yetiştiriciliğinin haricinde farklı bir hayvancılık ile uğraşmakta olduklarını belirlemiştir. Kandemir vd. (2015), İzmir ilinde yaptıkları bir çalışmada işletmelerin genelinde genotip olarak koyun türünde çoğunluk “Kıvırcık ve melezleri” (%41.1) ile “Sakız ve melezleri” (%18.1)’nin yetiştirildiklerini bildirmişlerdir. Tamer vd. (2017), Yozgat ilinde koyun yetiştiriciliği genellikle Akkaraman ırkı ve bunların melezi hayvanlarla yapılmakta olduğunu tespit etmişlerdir. İşletmelerin geri kalan %23.8’inde ise bölgeye adapte olmuş Kangal ırkı ve bunun melezlerine rastlanmıştır. Altınçekiç (2014), Bursa ilinde yaptığı bir çalışmada, yetiştirilmekte olan başlıca koyun ırklarının Kıvırcık, Karacabey Merinosu, Tahirova koyunu ve az da olsa farklı ırkların melezlerinden oluştuğunu belirlemiştir. Kayıtlardan, koyun varlığının yaklaşık % 25’inin Karacabey Merinosu, % 75’ini yerli ırk koyunlar olduğunu saptamıştır. Ceyhan vd. (2015), Niğde ilinde yaptıkları bir çalışmada, işletmelerin tamamına yakınının Akkaraman ırkı koyun yetiştirirken, yayla koyunculuğu yapanların oranının %40.6, yerleşik koyunculuk yapanların %38.5, yerleşik ve yayla koyunculuğu yapanların %19.8 ve göçer koyunculuk yapan işletme oranı %1.0 olarak bildirmiştir. Tüfekçi & Oflaz (2015), Kastamonu ilinde işletmelerin %70’i Kıl Keçisi, %30’u Tiftik Keçisi ve %55’i Merinos, %42.5’i Karaman, %16.25’i Türkmen Varyetesi, %7.5’i Sakız ve %6.25’i de Kıvırcık ırkı bulundurmakta olduğunu bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Koyun yetiştiriciliği, Türkiye’nin birçok bölgesinde olduğu gibi Ege Bölgesi’nde de geniş bir alana yayılmıştır. Ege Bölgesinde entansif ya da yarı-entansif işletme sayısının fazla olması, hayvanların bakım-besleme koşullarının görece olarak yüksek olması sürdürülebilir koyun yetiştiriciliğinin esasını oluşturmaktadır. Bölgede işletme sahiplerinin eğitim düzeyinin yüksek olmasının yanı sıra koyun

ürünlerine dayalı sektörün yaygın olması, agro-turizm ve butik hayvancılık işletmeleri açısından önemli bir iç pazar potansiyeli oluşturmaktadır. Sanayi alanlarının yoğun olduğu illere yapılan göçler, gençlerin artık hayvancılıkla uğraşmak istememesi, var olan mera alanların tarım ve hayvancılık dışında kullanılması, hayvansal ürün fiyatlarının belirlenmesi ve pazarlanmasında yetiştirici örgütlerinin etkin olamaması koyun yetiştiriciliğinin sürdürülebilir olmasını engelleyen önemli konulardan birkaçıdır. Koyun yetiştiriciliğinin Türkiye'deki kırmızı et açığının kapanmasını yanı sıra özellikle Ortadoğu ve Türkiye Cumhuriyetlerindeki ülkeleri için önemli bir damızlık merkez ve gen kaynağı olma olasılığı göz ardı edilmemelidir. Bunun da gerçekleşebilmesi için gerekli koşul, hastalıklardan ari işletmelerin sayısının artmasının yanı sıra yetiştiricilerde hayvan sağlığı ve refahı bilincinin oluşturulmasıdır. Bir başka deyişle yukarıda açıklanan kavramlar Ege Bölgesi ve Türkiye için sürdürülebilir koyunculunun olmazsa olmazı olacağı unutulmamalıdır. Tabii bunlar için var olan ırkların durumlarının saptanması ve analizin ortaya konması gerekmektedir. Yapılan bu araştırma Ege Bölgesi güncel koyunculuk rakamlarını ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile bölgede mevcut genotiplerin gerçek sayılarının bilinmesinin yanı sıra yetiştiricilerin ırk bazında hangi verim yönünü esas aldığı ya da ona yöneldiği de belirlenmiş olacaktır. Bir başka deyişle bu çalışmanın, bölgesel bazda koyunculuk haritalarının oluşturulması için yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜRLER

Çalışmanın yapılması ve mevcut rakamların paylaşılmasında yardımcı olan öncelikle T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı İzmir İl Müdürü ve Personeline teşekkürü borç biliriz.

## KAYNAKLAR

- Akçapınar, H., 2000. Koyun Yetiştiriciliği. Yenilenmiş 2. Baskı. İsmat Matbaacılık Ankara, 140s.
- Akin, A.O., 2014. Hayvan genetik kaynakları araştırmaları çalışma grubu koordinatörlüğü sunumu. (Web sayfası: [https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/sunular/hayvan%20genetik%20kaynaklar%20a.%c3%87.g.\\_a.o.ya%20ak.in.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/sunular/hayvan%20genetik%20kaynaklar%20a.%c3%87.g._a.o.ya%20ak.in.pdf)) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Alpar, R., 2013. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık. Dördüncü Baskı. Ankara, 366s.
- Altınçekiç, Ş. Ö., 2014. Bursa İli Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Refah Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Bursa, 87s.
- Anonymous, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 2013-2014 raporu: Biyolojik çeşitliliği izleme ve değerlendirme. (Web sayfası: <http://www.nuhungemisi.gov.tr/content/documents/biyolojik-ce%5%9fitliliği-izleme-degerlendirme-raporu-2013-2014.pdf>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Anonymous, 2018. Tarım ve gıdada rekabetçi üretim. kalkınma bakanlığı. on birinci kalkınma planı (2019-2023). (Web sayfası: [http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/tarimve\\_gidadarekabetciuretimozelhtisas\\_komisyonu\\_raporu.pdf](http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/tarimve_gidadarekabetciuretimozelhtisas_komisyonu_raporu.pdf)) (Erişim: Haziran 2020)
- Anonymous, 2020a. The millennium ecosystem assessment overview. (Web sayfası: <https://millenniumassessment.org/documents/document.431.aspx.pdf>) (Erişim Tarihi: Mayıs 2020).
- Anonymous, 2020b. T.C. İçişleri Bakanlığı-Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü. (Web sayfası: <https://www.nvi.gov.tr/>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020)
- Anonymous, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı-Hayvan bilgi sistemi. (Web sayfası: <https://hbs.tarbil.gov.tr/>) (Erişim Tarihi: Mayıs 2020).
- Bakırcı, Ç.M., 2015. Dünya üzerinde kaç tür var? (Web sayfası: <https://evrimagaci.org/dunya-uzerinde-kac-tur-var-3602>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- BDUTAE, 2008. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü. (Web sayfası: <http://www.bahridagdas.gov.tr>) (Erişim Tarihi: Haziran 2008).
- Boz, İ., C. Akbay, D.B. Budak & S. Baş, 2008. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Hayvancılık Yapan Tarım İşletmelerinde Yeniliklerin Benimsenmesi ve Yayılması. Proje No: 106O352, Kahramanmaraş, 71s.
- Ceyhan, A., A. Şekeroğlu, A. Ünalın, M. Çınar, U. Serbestler & E. Akyol, 2015. Niğde ili koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 18 (2): 60-68. <https://doi.org/10.18016/ksujns.10904>

- Deniz, Ş., 2011. 50 Soruda Yaşamın Tarihi, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, İstanbul, 2011, 40 s.
- Eliçin, A., M. Ertuğrul, F. Cengiz, Y. Aşkın & G. Dellal, 1989. Karayaka ve B. Leicester x Karayaka F1 Erkek Kuzularında Besi Gücü ve Karkas Özellikleri. Ankara Üniversitesi Yayın No: 123, Ankara, 24s.
- Emsen, E., C.A. Gimenes, M. Yaprak & H. Emsen, 2007. Effect of prolific breed on reproductive performance of Turkish native sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 42 (2): 141-148.
- Ertuğrul, M., G. Dellal, C. Elmacı, A.O. Akın, E. Pehlivan, M.İ. Soysal & S. Arat, 2010. “Hayvan genetik kaynaklarının muhafazası ve sürdürülebilir kullanımı, 179-198”. Ziraat Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak 2010, 497s.
- Ertuğrul, M., G. Dellal, İ. Soysal, C. Elmacı, O. Akın, S. Arat, İ. Barıtçı, E. Pehlivan & O. Yılmaz, 2009. Türkiye yerli koyun ırklarının korunması, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23 (2): 97-119.
- FAO, 2019. FAO Commission on genetic resources for food and agriculture assessments. (Web sayfası: <http://www.fao.org/3/ca3129en/ca3129en.pdf>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- FAOSTAT, 2018. The global strategy for the management of farm animal genetic resources. Rome, Italy. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- GTHB-Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı stratejik plan. 2018-2022 stratejik plan. (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/belgeler/2013-2017/gthb%202018-2022%20strateji%cc%87k%20 plan.pdf>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Kalaycı, Ş. 2006. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım. İkinci Baskı. ISBN 975-9091-14-3. 426s.
- Kandemir, Ç., İ. Alkan, H.İ. Yılmaz, H.B. Ünal, T. Taşkın, N. Koşum & A. Alçiçek, 2015. İzmir yöresinde küçükbaş hayvancılık işletmelerinin coğrafik konumlarına göre genel durumu ve geliştirilme olanakları. *Hayvansal Üretim* 56 (1): 1-17.
- Karaca, O., N. Akyüz, S. Andiç & T. Altın, 2003. Karakaş koyunlarının süt verim özellikleri. *Turk Journal of Veterinary Animal Science*, 27 (2): 589-591.
- Karaca, O., Ş. Çetiner & İ. Cemal, 1999. “Çine Çapanı koyunların kimi özellikleri ve genetik kaynak olarak korunması olanakları, 558-563”. Uluslararası Hayvancılık’99 Kongresi, 21-24 Eylül 1999, İzmir, 765s.
- Karaca, O. 2014. “Koyun keçi ıslahı ve açık çekirdek yetiştirme sistemi,5-7”. Koyun-keçi genetik ıslah çalıştayı, 11-13 Haziran Uşak, 82s.
- Karakuş, F. & S. Akkol, 2013. Van ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu ve verimliliği etkileyen sorunların tespiti üzerine bir araştırma. *Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences* 18 (1-2): 09-16.
- Kaymakçı, M. & T. Taşkın, 2008. Türkiye koyunculğunda melezleme çalışmaları. *Hayvansal üretim* 49 (2): 43-51.
- Kaymakçı, M., A. Eliçin, F. Işın, T. Taşkın, O. Karaca, E. Tuncel, M. Ertuğrul, M. Özder, O. Güney, O. Gürsoy, O. Torun, T. Altın, H. Emsen, S. Seymen, H. Geren, A. Odabaşı & R. Sönmez, 2005. “Türkiye Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği Üzerine Teknik ve Ekonomik Yaklaşımlar, 707-726”. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara, 821s.
- Kaymakçı, M., N. Koşum, T. Taşkın, Y. Akbaş & F. Ataç, 2006. Menemen koyunlarında kimi verim özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (1): 63-74.
- Kaymakçı, M., R. Sönmez, E. Kızlay & T. Taşkın, 1999. Kasaplık kuzu üretimi için uygun baba hatlarının oluşturulması üzerine araştırmalar. *Turk Journal Veterinary and Animal Science*, 23 (3): 255-261.
- Kaymakçı, M., T. Taşkın & N. Koşum, 2002. Sönmez Koyunlarında Tip Sabitleştirilmesi (1. Döl Verimi ve Gelişme Özellikleri). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (2): 87-94, Bornova-İzmir.
- Kaymakçı, M., T. Taşkın, S. Mutaf, S. Kumlu, S. Yalçın, N. Koşum, M. Koyuncu, C. Ün, A. Önenç & O. Karaca, 2010. “Türkiye Damızlık Üretim Stratejisi, 1055-1070”. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildirileri, 11-15 Ocak, Ankara, 1488s.
- Kence, A., 1987. Türkiye’nin Biyolojik Zenginlikleri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 24s. No: 87.06.Y.0011.6.
- Kurdoğlu, O., 2018. Milli park yönetimi ara sınav ders notu. (Web sayfası: [http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/orm anekonomisi\\_63876.pdf](http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/orm anekonomisi_63876.pdf)) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Muminjanov, H. & Karagöz, A. 2019. Türkiye’nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Ankara, 352s.
- Munoz-Blanco, J., M. Von Essen & A. Hoffmann, 2015. Biodiversity For The Present And Future Of Humanity: A Suggestion Fort The SDG Process”, *SDG.Earthsystemgovernance.Org Discussion Paper*. Lund: Earth System Governance Project, 800s.

- Öğuz, İ. & G. Bilgen, 2000. "Çiftlik hayvanlarında genetik çeşitliliğin korunması, 5-7". Ziraat Müh. Odası İzmir Şubesi Bülteni (Mart-Nisan), 45s.
- Özcan, H., 1975. Kıvrıkcık Koyunlarının Önemli Verim Özelliklerinin Geliştirilmesinde Texel İrkinden Faydalanma İmkânları. TÜBİTAK VHAG-51k Proje Kesin Raporu, 75s.
- Özder, M., M. Kaymakçı, İ. Soysal, E. Kızılay & R. Sönmez, 1996. Türkgeldi Sürüsünde Tipin Sabitleştirilmesi. TÜBİTAK, VHAG-537 nolu Projenin Kesin Raporu, Tekirdağ, 86s.
- Özder, M., M. Kaymakçı, T. Taşkın, E. Köycü, F. Karaağaç & R. Sönmez, 2004. Türkgeldi koyun tipinin gelişme ve süt verim özellikleri. *Turk Journal of Veterinary Animal Science*. 28 (1): 195-200.
- Özsayın, D. & B. Everest, 2019. Koyun yetiştiriciliği yapan üreticilerin sosyo-ekonomik yapısı ve koyunculuk faaliyetiyle ilgili uygulamaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek Sayı 2): 440-448. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.589725>
- Özyürek, S., D. Türkyılmaz, Ü. Dağdelen, N. Esenbuğa & M. Yaprak, 2018. Erzincan ili koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunlarının işletme büyüklüğüne göre incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 7 (2): 219-226. <https://doi.org/10.29278/azd.476651>
- Partigöç, N.S. & N. Soğancı, 2019. Küresel iklim değişikliğinin kaçınılmaz sonucu: kuraklık. *Dirençlilik Dergisi* 3 (2): 287-299. <https://doi.org/10.32569/resilience.619219>
- Rege, E. & J.P. Gibson, 2003. Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation. *Ecological Economics* 45 (3): 319-330
- Scherf, B.D., 2000. *FAO World Watch List for Domestic Animal Diversity*, 3rd Edition. Food an Agriculture Organization of United Nations. Rome. Italy, 360s.
- Shahbandeh, M., 2020. Cattle population worldwide 2012-2020. (Web sayfası: <https://www.statista.com/statistics/263979/global-cattle-population-since-1990/>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Soysal, M.İ., E. Özkan & E.K. Gürçan, 2003a. The status of native farm animal genetic diversity in turkey and in world. *Journal of Bulgarian Animal Science.Cilt.XL*. 7-16.
- Soysal, M.İ., E.K. Gürçan & E. Özkan, 2003b. "Dünyada ve Türkiye'de çiftlik hayvanlarının genetik çeşitliliğinin korunması sorunu". GAP III. Tarım Kongresi. Şanlıurfa, 300s.
- Sönmez, R., A.G. Albaz & M. Kaymakçı, 1975. Kıvrıkcık koyunlarının kimi özellikleri arasında fenotipik ilişkiler üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (3), Ayrı Baskı, İzmir.
- Sönmez, R., M. Kaymakçı, E. Eliçin, E. Tuncel, R. Wasmuth & T. Taşkın, 2009. Türkiye koyun ıslah çalışmaları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23 (2): 43-65.
- Şahin, D., 2011. *50 Soruda Yaşamın Tarihi, Bilim ve Gelecek Kitaplığı*, İstanbul, 40s.
- Şekercioğlu, Ç.H., 2010. "Ecosystem Functions and Services, 45-72". In: *Conservation Biology for All* (Eds. N. S. Sodhi & P. R. Ehrlich). Oxford University Press. Oxford, 455s.
- TAGEM, 2009. Türkiye evcil hayvan genetik kaynakları tanıtım kataloğu. tarım ve köyşleri bakanlığı. (Web sayfası: <https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/yayin/katalog%20t%3bc3%bcrk%3%a7e.pdf>) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Tamer, B. & S. Sarıözkan, 2017. Yozgat merkez ilçede koyunculuk yapan işletmelerin sosyo-ekonomik yapısı ve üretim maliyetleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (1): 39-47.
- Tekin, M.E., M. Gürkan, O. Karabulut & H. Düzgün, 2000. Merinos, Akkaraman ve İvesi ırklarının bazı etçi ırklar ile melezlerinde performans ve test ve seleksiyon çalışmaları. (Web sayfası: [http://papyrus.ankara.edu.tr/tez/saglikbilimleri/doktora/2004/sad2004\\_58/ozet\\_kaynaklar.pdf](http://papyrus.ankara.edu.tr/tez/saglikbilimleri/doktora/2004/sad2004_58/ozet_kaynaklar.pdf)) (Erişim Tarihi: Haziran 2020).
- Tüfekçi, H. & M. Oflaz, 2015. Kastamonu ili küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (7): 577-582.
- World Wide Fund For Nature (WWF), 2014. *Living Planet Report 2014*. World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland, 211s.
- Yalçın, B.C., 1969. Dağlıç kuzularının doğum ve süttten ağırlıklarının bazı genetik parametreleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16 (3): 169-179.
- Yıldırım, M., T. Sezenler, İ. Erdoğan, M.A. Yüksel, D. Soysal & A. Ceyhan, 2011. The present studies on animal genetic resources in Bandırma Sheep Research Station: A review, *Journal of Animal Science Advances*, 1 (2): 73-78.
- Yiğit, N., H. Sevik, M. Çetin & N. Kaya, 2016. Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water Stress in Plants*, 43-62.

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):499-511  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.996921>

Esin HAZNECI<sup>1</sup> 

Emre NAYCI<sup>1</sup> 

Görkem ÇELİKKAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 55139, Atakum, Samsun, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[esin.hazneci@omu.edu.tr](mailto:esin.hazneci@omu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Fındık, Giresun, net kâr, oransal kâr, üretim sorunları

**Keywords:** Hazelnut, Giresun, net profit, proportional profit, production problems

## Fındık üretiminde maliyet ve kârlılık analizi, Giresun İli örneği\*

Analysis of cost and profitability in hazelnut production, A case study of Giresun Province

\* Bu makale TÜBİTAK tarafından 2209/A projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Received (Alınış): 17.09.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 14.05.2022

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada, Türkiye fındık üretiminde ikinci sırada yer alan Giresun İli'nde fındık üretim faaliyetinin üretim yapısı analiz edilmeye çalışılmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma verileri Giresun İli Merkez ilçesi havzasında fındık yetiştiriciliği yapan 227 tarım işletmesi arasından basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilmiş 53 işletmeden anket yoluyla toplanmıştır. Fındık üretim maliyetinin belirlenmesinde tek ürün bütçe analiz yöntemi kullanılmış, fındık üretiminde brüt kâr ve net kâr hesaplanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Fındık yetiştiren tarım işletmeleri, fındık yetiştirmek üzere yaptıkları 1 TL'lik masrafa karşılık 0.97 TL elde etmektedir. Yapılan çalışma sonucunda üreticilerin devlet desteği olmadan fındık üretiminden zarar ettikleri, ancak desteklemelerle birlikte 1 kg kabuklu fındığın masraflarını karşılayabildikleri tespit edilmiştir. Üretici tarımsal desteklerle kâra geçmektedir.

**Sonuç:** Araştırma sonucunda üreticilerin en büyük sorununun, emek ve masraflarının karşılığını alamamak olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle fındıkta sürdürülebilir politikalarla üreticilerin zarar etmesinin önüne geçilmesi önem arz etmektedir.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to analyze the production structure of hazelnut production activity in Giresun province, which ranks second in hazelnut production in Turkey..

**Material and Methods:** Research data were collected through a questionnaire from 53 farms selected by simple random sampling method among 227 agricultural farms engaged in hazelnut cultivation in the central district of Giresun province. The single product budget analysis method was used to determine the cost of hazelnut production, the gross profit and net profit were calculated in hazelnut production.

**Results:** Hazelnut farmers get 0.97 TL for their 1 TL expense to grow hazelnuts. As a result of the study, it was determined that the producers suffered from hazelnut production without government support, but they could cover the costs of 1 kg of shelled hazelnuts with the support. Farmers make profit with agricultural supports.

**Conclusion:** The result of the research revealed that the biggest problem for the producers is the inability do not get paid for their labor and expenses. For this reason, it is important to establish a sustainable price strategy for hazelnuts and to prevent the producer from making possible financial losses.



## GİRİŞ

Fındık, sağlıklı beslenme açısından önemli besin öğelerini taşımasının yanı sıra, dünyada bademden sonra en yaygın üreticiliği yapılan sert kabuklu meyvedir. Fındık meyvesi çerezlik olarak tüketilmesinin yanında, helva, kek, bisküvi, dondurma, pasta, tatlı yapımlarında ve özellikle çikolata endüstrisinde büyük oranda kullanılmaktadır. Ayrıca kabuğundan yakıt olarak da yararlanılan fındık, çeşitli sanayi kollarında (sunta, yer muşambaları, plastik, boya, parlatma yağı vs.) hammadde olarak değerlendirilmektedir (Öztürk & Kaşko Arıcı, 2017; Anonim, 2019).

Dünya fındık üretim alanları toplamı 2018 yılı verilerine göre, yaklaşık 978 bin ha'dır. Üretim alanları göz önünde bulundurulduğunda, fındık üreticisi ülkeler içerisinde Türkiye %74.48'lik pay ile birinci sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2019 yılı verilerine göre ise, Türkiye fındık üretim alanı yaklaşık 734 bin ha olup, bunun %30.95'i Ordu, %16.04'ü Giresun, %15.85'i Samsun, %10.12'si Sakarya, %8.92'si Trabzon, %8.60'ı Düzce illerinde yer almaktadır. Üretim alanının geri kalan yaklaşık %9'luk kısmını da diğer iller oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Bütün bu veriler göz önüne alındığında Türkiye'de fındık üretiminin her bakımdan incelenmesi büyük önem arz etmektedir.

Fındık Türkiye'de ilk defa Doğu Karadeniz bölgesinde Giresun ilinde kültüre alınmıştır. Fındık yetiştiriciliği, 1964 yılında devletin alım garantisi vermesi ve diğer tarım ürünlerine göre daha az emekle yetiştirilebilmesi nedenleriyle cazibeli hale getirmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinden gerçekleşen göçler sayesinde fındık yetiştirme kültürü, Batı Karadeniz bölgesi ve diğer bölgelere de yayılmıştır (Anonim, 2014, 2019). Bugün başta Ordu, Giresun, Samsun olmak üzere Karadeniz'e kıyısı olan hemen her ilde fındık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahip olan ve Karadeniz bölgesinin en önemli tarımsal ürünü olarak yerini koruyan fındık, çok sayıda üretici ailesinin geçim kaynağı durumundadır. Aynı zamanda fındık, ülke kaynaklarının ekonomik olarak değerlendirilmesi amacıyla kırsal yaşamın sürdürülebilirliğini sağlamak, geliri sadece fındığa bağlı olan üreticilerin gelirlerinde istikrar sağlamak, fındık kalitesini yükseltmek, meyilli arazilerde erozyonu önlemek gibi amaçlarla uzun yıllardır desteklenen bir üründür.

Türkiye'de fındık tarımı yapılan bölgeler üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar; 1., 2. ve 3. Standart Bölgelerdir. En önemli bölge olarak kabul edilen 1. Standart Bölge kapsamında Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illeri bulunmaktadır (Anonim, 2020). Giresun, bölgede en kaliteli fındığın üretildiği ildir. Kabuğu çıkarılmış fındık büyüklüğü 13-15 mm'dir (Yıldız, 2016). Sonuç olarak TÜİK 2019 yılı verilerine göre, hem fındık üretim alanının büyüklüğü bakımından, hem de fındık rekoltesi bakımından 2. sırada yer alan Giresun ili Türkiye fındık üretiminde büyük bir yere sahiptir. Bu nedenle araştırma için Giresun ili seçilmiştir. Araştırma için Merkez ilçe havzasının seçilmesinin temel sebebi ise, bölgede fındık üretiminin yaygın olarak yapılmasıdır. Bölgedeki köylülerin en önemli geçim kaynağı fındık yetiştiriciliğidir. Ancak işletmeler, çevre şartlarına bağlı olarak karşılaştığı problemler nedeniyle istediği istikrarı sağlayamamakta ve harcadığı emeğin karşılığını alamamaktadır. Bu nedenle bölgede yapılacak bu araştırma fındık yetiştiren üreticilerin doğru kararlar alarak, belirli gelir seviyelerini yakalayabilmelerine ve ayrıca üretim sorunlarını aşabilmelerine yardımcı olabilecektir. Türkiye, dünya fındık üretiminde lider ülke olmasına rağmen, günümüze kadar bu konuda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı düzeydedir (Hacıbrahimoğlu, 1992; Kılıç, 1997; Kılıç vd., 2005; Alkan, 2006; Kılıç vd., 2007; Demiryürek & Ceyhan, 2008; Yalçın, 2009; Kızıltan & Yalçın, 2010; Sıray, 2010; Öztürk & Akçay 2011, Yıldız, 2016; Dağdemir & Yıldız, 2017; Öztürk & Kaşko Arıcı, 2017, Demir, 2018; Cansev vd., 2018; Bozoğlu vd., 2019, Mennan vd., 2020). Bunun dışında fındık ile ilgili çalışmaları; fındık üretim miktarı ve üretim fiyat ilişkisi (Hüsnuoğlu, 2018; Erköse vd., 2020), fındık üretiminde desteklemelerin etkisi (Kayalak & Özçelik 2012; Günay vd., 2020), fındık sektörünün durumu (Hekimoğlu & Altındağ, 2006; Kayalak, 2009) ve fındıkta lisanslı depo yer seçimi (Memiş & Keskin, 2016) ile ilgili yapılan çalışmalar oluşturmaktadır. Fındık üretimin ekonomik yönünü inceleyen çalışmalar dışında, fındık çeşitleri ve üretim süreci ile ilgili çalışmalar olmakla birlikte bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır (Akın & Aygün, 2021).

Çalışmada fındık yetiştiriciliği yapan işletmelerin üretim yapısını ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu genel amaç doğrultusunda fındık yetiştiren işletmelerin sosyo-ekonomik özelliklerini ve fındık üretim maliyetlerini ortaya koymak, fındık kârlılık oranlarını belirlemek, fındık yetiştiriciliğinde üretim esnasında karşılaşılan problemleri tespit etmek, fındık yetiştiriciliği yapan işletmelerin üretim problemlerini aşmalarına yardımcı olacak çözüm önerileri geliştirmek hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini tarım işletmelerinden anket yoluyla toplanan veriler, ilişkili kamu kurum ve kuruluşlarının kayıtları ve daha önceki araştırma bulguları oluşturmuştur.

### Fındık İşletmelerinin Belirlenmesinde ve Verilerin Toplanmasında Kullanılan Yöntem

Giresun ili Merkez ilçe havzasında fındık yetiştiriciliği diğer yerlere oranla daha yaygın olarak yapıldığı için bu bölge gayeli olarak seçilmiştir. Bölgede fındık üretim faaliyetinde bulunan çiftçi kayıt istemine kayıtlı 227 tarım işletmesi araştırmanın ana kitlesini oluşturmuştur.

Örnekleme sürecinde işletmelerin sahip oldukları fındık arazisi büyüklüğü kriter olarak kullanılmış ve anket yapılacak tarım işletmesi sayısı basit tesadüfi örnekleme metodu ile aşağıda belirtilen formül yardımıyla belirlenmiştir. Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre anket yapılacak fındık yetiştiren işletme sayısı 53 (hata payı: 0.10 ve  $\alpha=0.05$ ) olarak hesaplanmıştır (Yamane, 2001).

$$n = \frac{N(zS)^2}{Nd^2 + (zS)^2}$$

Eşitlikte; n anket yapılacak işletme sayısını, N ana kitlede bulunan işletme sayısını, S standart sapmayı ve d araştırmada izin verilen hata payını ile ifade etmektedir. Anket yapılacak tarım işletmeleri belirlenirken tesadüfi sayılar tablosundan yararlanılmıştır.

Araştırmada kullanılan birincil veriler, 2018 üretim dönemine ait olup, ikincil veriler Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Giresun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve internet üzerinden elde edilen verilerden sağlanmıştır.

### Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntem

Çalışmada fındıkta maliyet çalışması tesis dönemi masrafları ve üretim dönemi masrafları olarak iki grupta incelenmiştir.

Tesis dönemi masrafları hesaplanırken, tesis döneminin 4 yıl olduğu kabul edilmektedir. Tesis dönemi masrafları hesaplanırken şu masraf kalemleri kullanılmaktadır (Kıral vd., 1999):

A. Değişken masraflar; 1. toprak işleme ve dikim: flora temizliği (sadece 1. yıl), flora taşıma (sadece 1. yıl), toprak işleme ve ocak açma (sadece 1. yıl), dikim (sadece 1. yıl); 2. bakım işleri: gübreleme, çapalama (2, 3 ve 4. yıl), ot biçme (2, 3 ve 4. yıl); 3. çeşitli girdiler: fidan (sadece 1. yıl), çiftlik gübresi (sadece 1. yıl), gübre (n), gübre (tsp) (sadece 1. yıl). B. Sabit masraflar; 1. yönetim masrafları, 2. arazi kıymeti faizi, 3. yatırım cari faiz gideri.

Tesis dönemi sabit masraf unsuru olan yönetim masrafı değişken masrafların %3'ü olarak hesaplanmıştır. Üretim dönemi sonunda çıplak arazinin cari alım satım değeri üzerinden %5 reel faiz uygulaması ile çıplak arazi değeri faizi hesaplanmıştır. Yatırım cari faizi ise tesis dönemi boyunca her yıl yapılan işlemlerin değerleri toplamına %5 reel faiz uygulaması sonucu belirlenmiştir. Toplam tesis dönemi masrafları, 4 yıl için ayrı ayrı elde edilen değişken ve sabit masrafların toplamından elde edilmiştir (Kıral vd., 1999).

Üretim dönemi masrafları değişken ve sabit masraflar olarak ikiye ayrılmıştır. Bu masraflar şu kalemlerden oluşmaktadır (Anonim, 2009; Kıral vd., 1999):

A. Değişken masraflar; 1. fidan yenileme, fidan bedeli, işçilik; 2. bakım masrafları, budama, sürgün kesimi, çapalama, belleme, ot biçme; 3. gübre ve gübreleme masrafları, 4. ilaç ve ilaçlama masrafları, 5. sulama masrafları, 6. hasat ve harman masrafları, 7. döner sermaye faizi, 8. Makine tamir ve bakım masrafları. B. Sabit masraflar; 1. genel yönetim masrafları, 2. tesis dönemi amortisman payı, 3. arazi kıymeti faizi.

Döner sermaye faizi, T.C. Ziraat Bankası tarafından bitkisel üretim için açılan kredi faiz oranının yarısı alınarak, %5 olarak hesaplanmıştır (Yıldız & Dağdemir, 2017; Hazneci & Arslanoğlu, 2021). Fındık üretim faaliyetinde üretim sürecinde yapılan değişken masraflara, ilgili dönemde T.C. Ziraat Bankası tarafından bitkisel üretim için açılan kredi faiz oranları üzerinden döner sermaye faizi hesaplanmaktadır. Döner sermaye faizinin hesaplanmasında, değişken masrafların, üretim dönemine homojen şekilde yayıldığı varsayımından hareketle, yarı değeri üzerinden faiz uygulanmaktadır (Kıral vd., 1999).

Üretim dönemi sabit masraf unsuru olan yönetim masrafı değişken masrafların %3'ü olarak alınmıştır. Üretim dönemi sonunda çıplak arazinin cari alım satım değeri üzerinden %5 reel faiz uygulaması ile çıplak arazi değeri faizi hesaplanmıştır. Amortismanlar ile makine hariç diğer tamir ve bakım masrafları fındık üretim alanı oranında kullanılmaktadır (Kıral vd., 1999). Tesis dönemi amortisman payı hesabı yapılırken fındığın ekonomik ömrü 55 yıl olarak kabul edilmiştir (Koral & Altun, 2005). Toplam maliyet öncesi fındık üretiminde yan gelirler hesaplamaya dahil edilmiştir. Tesis dönemi amortisman payı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Kıral vd., 1999):

$$\text{Tesis dönemi amortisman payı} = \frac{\text{Tesis Maliyeti (4 Yıllık Tesis Masraflarının Toplamı)}}{\text{Fındıklığın Ekonomik Ömrü}} \quad (1)$$

Fındığın toplam üretim maliyetinin hesabında;

$$\text{Toplam Fındık Üretim Maliyeti} = \text{Toplam Üretim Masrafları} - \text{Yan Gelirler Toplamı} \quad (2)$$

formülünden yararlanılmıştır. Daha sonra kilograma maliyetler bulunarak yorumlanmıştır.

$$\text{Fındık Kg Maliyeti} = \frac{\text{Toplam Üretim Masrafları}}{\text{Fındık Verimi}} \quad (3)$$

formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

Fındık yetiştiriciliğinde kârlılık göstergeleri brüt kâr, net kâr ve oransal kâr hesaplanarak belirlenmiştir.

$$\text{Brüt Kâr} = \text{Gayrisafi Üretim Değeri (GSÜD)} - \text{Değişken Masraflar} \quad (4)$$

$$\text{Net Kâr} = \text{GSÜD} - \text{Toplam Üretim Masrafları} \quad (5)$$

$$\text{Oransal Kâr} = \frac{\text{GSÜD}}{\text{Toplam Üretim Masrafları}} \quad (6)$$

formüllerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. GSÜD, ürün fiyatı ile dekara verim değerlerinin çarpılması sonucu elde edilmiştir (Açıl & Demirci, 1984; Kıral vd., 1999; Tanrıvermiş, 2000).

Erkek iş gücü birimine çevirmede, 15-64 yaş aralığında bulunan erkekler için katsayı 1, kadınlar için 0.75; 64 yaşından daha fazla olan erkekler için katsayı 0.75, kadınlar için 0.50 olarak alınmıştır (Erkuş & Demirci, 1985; Cinemre & Kılıç, 2015).

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Fındık işletmelerinin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. İnceleme alanında faaliyet gösteren üreticilerin yaşı 49 ile 81 arasında değişmekte olup, ortalama yaş 66 olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin eğitim gördüğü yıl 5 ile 16 arasında değişmektedir. Üreticilerin ortalama 7 yıl

eğitim gördüğü belirlenmiştir. Araştırma sonucunda lise ve üniversite mezunu üreticilerin sayısının az olduğu dikkati çekmiştir. İşletmelerde tarımda çalışan kişi sayısı ortalama 2 olup, üretime katılan işçilerin erkek iş gücü birimi ortalama 0.79'dur. Bu kişilerin fındık bahçesinde çalışma süresi ise yılda ortalama 40 gündür. İşletmelerin ortalama fındık arazisi büyüklüğü 15 dekadır. Araştırma bölgesinde incelenen işletmeler içerisinde, en küçük fındık arazisi büyüklüğünün 5.36 da, en büyük fındık arazisi büyüklüğünün ise 44 da olduğu gözlenmiştir. Araştırma bölgesindeki işletmecilerin büyük çoğunluğunu erkek üreticiler (%86.79) oluşturmaktadır. İncelenen işletmelerin yaklaşık %91'inin tarım dışı geliri bulunurken %9'unun tarım dışı gelirin bulunmadığı ve tüm geçimlerini tarımdan sağladıkları tespit edilmiştir. Tarım dışı gelirlerinin genellikle emekli maaşı ve serbest meslek gibi alanlardan geldiği saptanmıştır.

**Çizelge 1.** Fındık işletmelerinin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri

**Table 1.** Socio-demographic and economic characteristics of the hazelnut farms

|  | Ortalama /<br>Frekans (N) | Standart Sapma /<br>Yüzde (%) |
|--|---------------------------|-------------------------------|
| Yaş (yıl)  | 66.00                     | 9.70                          |
| Eğitim süresi (yıl)                              | 6.80                      | 3.50                          |
| Erkek iş gücü birimi (EİB)                       | 0.79                      | 0.17                          |
| Arazi varlığı (da)                               | 15.10                     | 10.00                         |
| İşletme sahibinin bahçede çalışması süresi (gün) | 40.10                     | 23.10                         |
| Tarım dışı gelir (TL/ay)                         | 1769.70                   | 786.70                        |
| Tarımsal gelir (TL/ay)                           | 1280.40                   | 152.86                        |
| <i>Sosyal güvence</i>                            |                           |                               |
| Bağ-kur  | 9                         | 16.99                         |
| Emekli sandığı                                   | 11                        | 20.75                         |
| SGK  | 27                        | 50.94                         |
| Diğer  | 6                         | 11.32                         |
| Toplam   | 53                        | 100.00                        |
| <i>Gelir (TL/ay)</i>                             |                           |                               |
| 2000≤  | 46                        | 86.79                         |
| 2001-3000  | 4                         | 7.55                          |
| 3001≥  | 3                         | 5.66                          |
| Toplam   | 53                        | 100.00                        |
| <i>Fındık bahçelerini sigortalatma</i>           |                           |                               |
| Sigorta yaptıranlar                              | 18                        | 33.97                         |
| Sigorta yaptırmayanlar                           | 35                        | 66.03                         |
| Toplam   | 53                        | 100.00                        |

İncelenen fındık üreticilerinin yaklaşık %55'i devamlı köyde ikamet ederken, %45'inin hasat zamanı köye gittikleri tespit edilmiştir. Hasat zamanı köyde bulunan üreticilerin çoğu, şehir merkezinde ikamet edip, ürünlerini toplamak için köye gelmektedir. Araştırma bölgesindeki işletmelerin tamamının sosyal güvencesi olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin yaklaşık %51'i SGK'lı, %21'i emekli sandığı güvencesinde olduğu, %17'sinin Bağ-kur, %11'inin özel sektör güvencesinde olduğu tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerin yaklaşık %87'sinin 2000 TL'nin altında ortalama aylık gelire sahip olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin %7'si 2001-3000 TL arasında gelire sahipken, %6'sının 3001 TL'den daha fazla aylık gelire sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerin ortalama aylık gelirinin ise 1770 TL olduğu tespit edilmiştir.

İncelenen işletmelerin yaklaşık %66'sının fındık bahçelerini sigortalamadıkları, geri kalan %34'ünün ise fındık bahçelerini sigortalattıkları tespit edilmiştir. Bahçelerini sigortalatmayı tercih etmeyen fındık üreticilerinin çoğunlukta olmasının sebebi; sigortaya ödenecek olan paranın, fındık üretiminde

harcanmasının daha mantıklı oluşunu düşünmeleri, kulaktan dolma bilgiler ve yakınlarının tavsiyesiyle meydana gelen zararları bir şekilde giderebileceklerine inanmalarıdır. Bahçelerini sigortalatan işletmeler ise devlet destekli olan Tarım Sigortaları Havuzunu (TARSİM) tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırma bölgesindeki üreticilerin tamamının tarımsal desteklerden faydalandığı belirlenmiştir. Destekleme alan üreticilerin tamamının mazot-gübre desteği ve alan bazlı gelir desteğini beraber aldığı gözlenmiştir. Mazot-gübre desteği dekara 10 TL, alan bazlı gelir desteği ise dekara 170 TL olarak devlet tarafından belirlenmiştir (Anonim, 2018). İncelenen işletmelerin yalnızca yaklaşık %6'sının tüm geçimini fındıktan sağladığı, geri kalan %94'ünün ise tüm geçimini yalnızca fındıktan sağlamadığı tespit edilmiştir. Tek geçim kaynağı fındık olmayan işletmelerin, fındıktan sağladığı gelirin yanı sıra, aldıkları emekli maaşı ya da hâlen özel sektörde faaliyette bulunmaları sebebiyle ellerine geçen paranın diğerlerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

### Fındık Bahçelerinin Yapısal ve Üretim Özellikleri

Fındık bahçelerinin yapısal ve üretim özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerin yaklaşık %87'sinin dekara ocak sayısı 71-80 arasında değişirken, geri kalan işletmelerin yaklaşık %11'inin dekara ocak sayısı 61-70 arasında olup, yalnızca 1 işletmenin ocak sayısının 51-60 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Araştırma bölgesinde bir ocakta bulunan fındık ağacı sayısı 4-5 arasında değişmekte olup, ortalama 4-5 kilo fındık hasat edilmektedir.

**Çizelge 2.** Fındık bahçelerinin yapısal ve üretim özellikleri

**Table 2.** Structural and production characteristics of hazelnut orchards

|  | Frekans (N) | Yüzde (%) |
|--|-------------|-----------|
| <i>Ocak sayısı</i>                           |             |           |
| 51-60  | 1           | 1.88      |
| 61-70  | 6           | 11.32     |
| 71-80  | 46          | 86.80     |
| Toplam                                       | 53          | 100.00    |
| <i>Fındık veriminin ilk alındığı yıl</i>     |             |           |
| 4 yıl  | 5           | 9.43      |
| 5 yıl  | 38          | 71.70     |
| 6 yıl  | 10          | 18.87     |
| Toplam                                       | 53          | 100.00    |
| <i>Fındık üretimindeki sorunlar</i>          |             |           |
| Girdilerin pahalı olması                     | 19          | 35.84     |
| Finansman yetersizliği                       | 3           | 5.66      |
| Piyasaların belirsiz oluşu                   | 2           | 3.77      |
| Hastalık ve zararlılar                       | 5           | 9.44      |
| Teknik bilgi yetersizliği                    | 2           | 3.77      |
| İş gücü yetersizliği                         | 1           | 1.90      |
| Emek ve masrafların karşılığının alınamaması | 21          | 39.62     |
| Toplam                                       | 53          | 100.00    |
| <i>Verim (kg/da)*</i>                        | 120         | 0,88      |

\* Verim değeri, ortalama ve standart sapma olarak hesaplanmıştır.

İncelenen işletmelerin yaklaşık %72'sinin fındık bahçesi tesis edildikten sonra 5. yıldan itibaren fındık verimi almaya başladıkları tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla 6 ve 4 yılda verim aldığını ifade eden

üreticiler izlemektedir. Fındık bahçelerinde genellikle bahçe kurulduktan 4 yıl sonra ürün alınmaktadır. Bazı işletmelerde bu sürenin 5-6 yıl olmasının sebebi; üreticilerin ekim süresindeki zaman farklılıklarından dolayı ürün verme döneminin diğer yıla kaymasından ve karşılaşılan üretim sorunlarından (hastalık, çevre şartları) kaynaklandığı tespit edilmiştir. İncelenen işletmeler, normal şartlar altında yılda ortalama 120 kg ürün almaktadır. Ancak üreticiler bazı yıllarda karşılaşılan olumsuz hava koşulları, hastalık ve zararlılar nedeniyle fındık veriminin düştüğünü ve ortalama 54 kg ürün alabildiklerini belirtmişlerdir. Araştırma bölgesinde iklim koşullarının uygun olduğu, gereken bakım ve onarım çalışmalarının aksatılmadan yapıldığı yıllarda, alınan verimin 181 kg'a kadar çıktığı tespit edilmiştir.

Fındık üretimi esnasında işletmeler en çok emek ve masraflarının karşılığını alamadıklarından şikâyet etmektedirler. Bunun yanında işletmelerin yaklaşık %36'sı girdilerin çok pahalı olduğunu düşünürken, yaklaşık %9'u hastalık ve zararlılardan, diğerleri ise sırasıyla; finansman yetersizliği, piyasaların belirsiz oluşu, teknik bilgilerinin yeterli olmadığı ve iş gücü yetersizliğinden dolayı problemlerle karşı karşıya kaldıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Samsun ili Çarşamba ve Terme ilçelerinde yapılan başka bir çalışmada, her iki ovada fındık üretiminde üreticilerin karşılaştıkları en büyük sorunun üretimde kullanılan girdilerin pahalı olması olduğu belirtilmiştir (Öztürk & Kaşko Arıcı, 2017). İncelenen işletmeler, hastalık ve zararlılar içerisinde daha çok külleme ve fındık kurduyla karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Finansman yetersizliğinden şikâyetçi olan işletmeler, herhangi bir birikim yapmadıklarını, birikim yapacak kadar para kazanmadıklarını ve elde edilen gelirin üretimde kullanılmak üzere harcandığını ifade etmişlerdir.

### **Fındık Üretim Maliyeti**

Fındık bahçesi tesis dönemi masrafları Çizelge 3'de verilmiştir. Ortalama bir fındık bahçesinin ömrü 50 ile 60 yıl arasında değişmektedir (Koral ve Altun, 2005). Araştırma bölgesinde yakın geçmişte yeni fındık bahçesi tesis edilmemiştir. Bununla birlikte, Giresun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün fındık maliyet hesaplamalarında tesis masraflarını dikkate almadığı gözlenmiştir. Araştırma bölgesinde yalnızca Fındık Araştırma Enstitüsü'nün 2014 yılında yaptığı tesis maliyeti hesaplamalarına ulaşılmıştır (Anonim, 2018a). Bu hesaplamadaki rakamlar enflasyon oranıyla bugüne taşınarak tesis masrafı verileri elde edilmiş ve hesaplamalara dâhil edilmiştir.

Enflasyon oranı ile geçmişteki bir değeri bugüne taşıma işlemi yapılırken Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası tarafından hazırlanmış enflasyon hesaplayıcısı kullanılmıştır. Buna göre enflasyondaki değişim oranı %25,68'dir (Anonim, 2018b). Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2014 yılı verilerine göre tesis amortismanı 7843.91 TL, enflasyon oranı dikkate alınarak bugüne taşındıktan sonra fındık tesis dönemi toplam masrafı 9858.03 TL olarak hesaplanmıştır. Buna göre tesis masrafları içerisinde, değişken masrafların toplam masraflar içerisindeki oranı yaklaşık %9 iken sabit masrafların toplam masraflar içerisindeki oranı %91 olarak tespit edilmiştir. Amortisman hesaplanırken toplam tesis masrafı, fındık bahçesinin ekonomik ömrü olan 55 yıla bölünmüş ve tesis dönemi amortisman payı 179.24 TL/da olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.** Fındık bahçesi tesis dönemi masrafları (TL)**Table 3.** The cost of hazelnut orchard establishment period

| MASRAFLAR  |   | TUTAR   |            |         |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | Toplam         |
|--|---|---------|------------|---------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|----------------|
|  |   | 1.YIL   |            |         | 2.YIL   |            |        | 3.YIL   |            |        | 4.YIL   |            |        | 5.YIL   |            |        |                |
|  |   | Miktarı | Br. Fiyatı | Toplam  | Miktar  | Br. Fiyatı | Toplam | Miktar  | Br. Fiyatı | Toplam | Miktar  | Br. Fiyatı | Toplam | Miktar  | Br. Fiyatı | Toplam |                |
| Malzeme  | Dikenli tel (metre)                                   | 160     | 0.63       | 100.54  |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 100.54         |
|  | Sınır kazığı (adet)                                   | 30      | 15.08      | 452.44  |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 452.44         |
|  | Çivi (adet)   | 1       | 3.14       | 3.14    |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 3.14           |
|  | Fidan (adet)  | 350     | 3.77       | 1319.61 | 35      | 3.77       | 131.96 |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 1451.58        |
|  | Gübre N   | 35      | 1.26       | 43.99   | 35      | 1.26       | 43.99  | 35      | 1.26       | 43.99  | 35      | 1.26       | 43.99  | 35      | 1.26       | 43.99  | 219.94         |
|  | Gübre TSP   | 16      | 1.63       | 26.14   | 16      | 1.63       | 26.14  | 16      | 1.63       | 26.14  | 16      | 1.63       | 26.14  | 16      | 1.63       | 26.14  | 130.70         |
|  | Gübre K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | 16      | 2.01       | 32.17   | 16      | 2.01       | 32.17  | 16      | 2.01       | 32.17  | 16      | 2.01       | 32.17  | 16      | 2.01       | 32.17  | 160.87         |
|  | Gübre çiftlik   | 62.50   | 0.50       | 31.42   | 62.5    | 0.50       | 31.42  | 62.5    | 0.50       | 31.42  | 62.50   | 0.50       | 31.42  | 62.50   | 0.50       | 31.42  | 157.10         |
| İşçilik  | Sınırlama işçiliği                                    | 4       | 100.54     | 402.17  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 603.25         |
|  | Toprak işleme   | 5       | 100.54     | 502.71  |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 502.71         |
|  | Kireç uygulaması                                      | 300     | 0.25       | 75.41   |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 75.41          |
|  | Dikim yerinin belenmesi ve ocak çukurlarının açılması | 3       | 100.54     | 301.63  | 1       | 100.54     | 100.54 |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 402.17         |
|  | Hendeklerin açılması                                  | 3       | 100.54     | 301.63  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 502.71         |
|  | Fidan dikimi  | 1       | 100.54     | 100.54  | 0.50    | 100.54     | 50.27  |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 150.81         |
|  | Budama  | 1       | 100.54     | 100.54  | 1       | 100.54     | 100.54 | 1       | 100.54     | 100.54 | 1       | 100.54     | 100.54 | 1       | 100.54     | 100.54 | 502.71         |
|  | Ot temizliği  | 6       | 100.54     | 603.25  | 6       | 100.54     | 603.25 | 6       | 100.54     | 603.25 | 6       | 100.54     | 603.25 | 6       | 100.54     | 603.25 | 3016.26        |
|  | Gübreleme işçiliği                                    | 2       | 100.54     | 201.08  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 0.50    | 100.54     | 50.27  | 402.17         |
|  | Diğer masraflar                                       | 0.25    | 75.41      | 18.85   | 0.25    | 75.41      | 18.85  | 0.25    | 75.41      | 18.85  | 0.25    | 75.41      | 18.85  | 0.25    | 75.41      | 18.85  | 94.26          |
| <b>TOPLAM</b>  |   | 4617.27 |            |         | 1289.95 |            |        | 1007.18 |            |        | 1007.18 |            |        | 1007.18 |            |        | 8928.76        |
| Masraflar toplamının %9 faiz oranından 8 aylık faizi |   |         |            |         |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 535.73         |
| Genel yönetim giderleri (toplam masrafların %3'ü)    |   |         |            |         |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 267.87         |
| Çıplak arazi kıymetinin %5'i (2000*0.05)             |   |         |            |         |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | 125.68         |
| <b>TESİS MASRAFLARI GENEL TOPLAMI</b>                |   |         |            |         |         |            |        |         |            |        |         |            |        |         |            |        | <b>9858.03</b> |

Kaynak: Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Fındık üretim dönemindeki masraflar Çizelge 4'de verilmiştir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerde toplam değişken masrafların yaklaşık %58'ini yetiştirme masrafları, %40'ını hasat masrafları oluşturmaktadır. Yetiştirme masrafları içerisinde en büyük payı gübre uygulaması ve taşıma işçiliği (%30.39) ve budama, dip sürgünü kesimi ve taşıma işçiliği (%14.81) oluşturmaktadır. Hasat masrafları içerisinde en büyük pay ise fındık toplama işçiliğinden (%21.85) meydana gelmektedir. İşletmelerin sabit masraflarının yaklaşık %58'ini tesis masrafları amortisman payı, %32'sini çıplak arazi kıymeti oluşturmaktadır. İncelenen işletmelerde fındık üretim dönemi toplam masrafı 1312.12 TL olarak hesaplanmıştır. Toplam masraflar içerisinde değişken masrafların payı yaklaşık %76, sabit masrafların payı %24 olarak belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerde kabuklu fındığın kilogram satış fiyatı 10.67 TL olup, bir dekadardan elde edilen fındık miktarı ortalama 120 kg/da'dır. Buna göre bir kilogram kabuklu fındığın maliyeti 10.93 TL/kg olarak hesaplanmıştır. Aynı coğrafyada 2010 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada ilk kuşak işletmelerde fındığın kg maliyeti 7.91 TL/kg, yüksek kuşak işletmelerde ise 7.53 TL/kg olarak bulunmuştur (Siray, 2010).

**Çizelge 4.** Fındık üretim dönemi masrafları (TL/da)

**Table 4.** The cost of hazelnut production period (TL/da)

| Masraf Unsurları                                    | Tutarı (TL) | Değişken veya Sabit Masrafa Oranı (%) | Toplam Masraflara Oranı (%) |
|---|-------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| A) Yetiştirme Masrafları                            | 579.15      | 57.76                                 | -                           |
| Kireç uygulaması ve taşıma işçiliği                 | 30.85       | 3.08                                  | 2.35                        |
| Gübre uygulaması ve taşıma işçiliği                 | 304.75      | 30.39                                 | 23.23                       |
| Zirai mücadele ve işçiliği                          | 95.05       | 9.48                                  | 7.24                        |
| Budama, dip sürgünü kesimi ve taşıma işçiliği       | 148.5       | 14.81                                 | 11.32                       |
| B) Hasat Masrafları                                 | 399.2       | 39.81                                 | -                           |
| Hasat öncesi ocak altı temizliği (akaryakıt dahil)  | 88.4        | 8.82                                  | 6.74                        |
| Fındık toplama işçiliği                             | 219.1       | 21.85                                 | 16.70                       |
| Harmana taşıma işçiliği                             | 73.2        | 7.3                                   | 5.58                        |
| Patoz-nakliye ve diğer masraflar (alet-ekipman vs.) | 18.5        | 1.84                                  | 1.41                        |
| C) Döner Sermaye Faizi                              | 24.45       | 2.43                                  | 1.86                        |
| D) Değişken Masraflar Toplamı (A+ B+ C )            | 1002.80     | 100.00                                | 76.43                       |
| E) Genel Yönetim Giderleri Payı                     | 30.08       | 9.72                                  | 2.29                        |
| F) Tesis Masrafları Amortisman Payı                 | 179.24      | 57.95                                 | 13.66                       |
| G) Çıplak Arazi Kıymeti Faizi                       | 100         | 32.33                                 | 7.62                        |
| H) Sabit Masraflar Toplamı (E+ F+ G)                | 309.32      | 100.00                                | 23.57                       |
| I) Üretim Masrafları Toplamı (D+ H)                 | 1.312.12    | -                                     | 100.00                      |

Fındık yetiştiriciliğinden elde edilen brüt kâr, net kâr ve oransal kâr değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Araştırma bölgesinde incelenen işletmelerin dekara brüt kârı 457.60 TL ve net kârı ise 148.28 TL olarak hesaplanmıştır. Fındık yetiştiren tarım işletmeleri fındık yetiştirmek üzere yaptıkları 1 TL'lik masrafa karşılık 0.97 TL elde etmektedir. Sonuç olarak işletmeler fındık üretim maliyetlerini karşılayamadıkları için zarar etmektedirler. Ancak görüşülen işletmelerin tamamı fındıktan yan gelir (devlet desteği) elde etmekte, yan gelir ise fındık maliyetinde önemli bir role sahip olmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda üreticilerin devlet desteği olmasa fındık üretiminden zarar ettikleri ancak desteklemelerle birlikte 1 kg kabuklu fındığın masraflarını karşılayabildikleri tespit edilmiştir. Siray (2010)'ın Giresun ilindeki fındık işletmeleriyle yaptığı araştırmada pozitif bir brüt kâr bulmuşken, sabit masraf unsurlarının yüksek olması nedeniyle net kârı negatif olarak bulmuştur. Demir (2018) Ordu ili Ünye ilçesinde yaptığı çalışmada bölgede 2017-2018 sezonu verim düşüklüğü nedeniyle 25.66TL/kg hesaplanan maliyetin, hali hazırdaki piyasa fiyatıyla (yaklaşık 11.50-12.50TL) karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ürün



miktarına dayalı birim maliyetler, verimin düşük veya yüksek olduğu yıllardan etkilenebilmektedir. Hesaplanan 25.66TL'lik birim maliyet, 2017 yılının ürün miktarına göre hesaplandığında ise 9.23TL/kg olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 5.** Fındık üretiminden elde edilen gelir ve kârlılık

**Table 5.** Income and profitability in hazelnut production

|                                | Birim | Miktar  |
|--------------------------------|-------|---------|
| Fındık verimi                  | kg/da | 120.00  |
| Fındık satış fiyatı            | TL/kg | 10.67   |
| Fındık gayrisafi üretim değeri | TL/da | 1280.40 |
| Fındık destekleme geliri       | TL/da | 180.00  |
| Fındık üretim maliyeti         | TL/kg | 10.93   |
| Brüt kâr                       | TL/da | 457.60  |
| Net kâr                        | TL/da | 148.28  |
| Oransal kâr                    | %     | 0.97    |

## SONUÇ

Araştırma bölgesindeki fındık üreticilerinin büyük çoğunluğunun başka işlerde çalışmaları sebebiyle, sadece hasat zamanında fındık bahçeleriyle ilgilendikleri tespit edilmiştir. Bu durum fındık bahçelerinin verimini olumsuz etkilemektedir. Üreticilerin fındık bahçelerinin bakımıyla daha fazla ilgilenmeleri verimi artırabilecektir. Atadan kalan bahçelerin eski dönemlerde sık ve yanlış dikim teknikleri ile dikildiği gözlemlenmiştir. Araştırma alanında, yeni teknikler ve yeni uygulamalar dikkate alınarak kurulacak yeni bahçeler sayesinde de dekara verimlerin artacağı düşünülmektedir. Ayrıca fındık üretimi esnasında karşılaşılan bazı risk ve belirsizlikler de (don, sel, hastalık ve zararlılar, vb.) verim düşüklüklerine neden olabilmektedir. Bu nedenle işletmelerin bir risk yönetim stratejisi olarak fındık bahçelerini sigortalatması önerilebilir.

Toplam masrafların %97'si gayrisafi üretim değeri (GSÜD) yoluyla karşılanmaktadır. İşletmeler toplam masraflarını, GSÜD'ne tarımsal desteklerin eklenmesiyle birlikte karşılayabilmektedir. Fındık üretiminde devlet desteği olmadığı takdirde üretici ürettiği üründen zarar etmekte, 1 kg fındığı birim maliyetini karşılayamayacak bir fiyat seviyesinden satmaktadır. Üretici tarımsal desteklerle kâra geçmektedir. Bu sebeple fındık üreticilerine yapılan desteklemelerin devam etmesi, üreticilerin fındık üretiminden gelir elde edebilmesi bakımından önem arz etmektedir.

Yapılan incelemelerde üreticilerin, tarımsal yetiştiricilik konusunda bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu, teknolojiyi kullanmadıkları ve daha çok aile büyüklerinden gördükleri yöntemlerle üretim faaliyetinde buldukları tespit edilmiştir. Görüşülen üreticilerin gübre ve ilaç gibi girdilerin kullanımında da geçmişten gelen kendi tecrübelerini kullandıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle üreticilerin bu konularda eğitim ve yayım faaliyetleri aracılığıyla bilgilendirilmesi önerilmektedir.

Araştırma sonucunda görüşülen Üreticilerin bir kısmının fındığı depolama yerlerinin, depolama şartlarına uygun olmadığı tespit edilmiştir. Giresun'da kurulmuş olan 17000 ton kapasiteli fındık lisanslı deposu, üreticilere; güvenli, sigortalı ve sağlıklı koşullarda mamullerini saklama olanağı sunmaktadır. Bu nedenle üreticilerin ürünlerini lisanslı depolarda muhafaza etmesi önerilmektedir. İşletmelerin yaklaşık 2/3'ünün fındık bahçelerini sigortalatmadığı tespit edilmiştir. Lisanslı depoya teslim edilen mamuller, tüm risklere karşı sigortalanmaktadır. Böylece üretici mamulünü hırsızlık, yangın, don, sel vb. doğal afetlere karşı da korumuş olacaktır.

Tarımsal üretimde tek geçim kaynağı fındık olan üreticilerin, bu sektörden yeterince gelir elde edemedikleri için, çoğunun özel sektörde çalıştığı tespit edilmiştir. Bunun için devletin, üretici beklentilerini göz önünde bulundurarak bir fiyat politikası uygulaması ve özellikle genç üreticiler için yeni istihdam alanları yaratarak, tek geçim kaynağı fındık olan üreticiler için ek gelir kaynağı sağlaması, üreticilerin hayat standartlarını yükseltebilecektir.

İşletmeler, bugün kurduğu bir fındık bahçesini, gereken bakım ve onarımlarını eksiksiz yaptığı takdirde ilk ürünü ortalama 4 yıl içinde alırken, gereken ilgiyi göstermeyen işletmelerde bu süre 6 yıla kadar uzamaktadır. Üreticilerin fındık bahçeleriyle daha çok ilgilenmeleri, verimlerini daha çok arttıracığından bu da daha fazla gelir elde etmelerini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye ekonomisi açısından oldukça önemli olan fındığın, ülke ekonomisine kazandırdığı katma değer ve yarattığı istihdam düşünüldüğünde desteklenmeye devam edilmesi ve üreticilerin sahada karşılaştığı sorunların giderilmesine yönelik, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesindeki ilgili birimlerin gerekli çalışmaları yapması önerilmektedir. Araştırma sonucunda üreticiler için en büyük sorunun, emek ve masrafların karşılığını alamamak olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle fındıkta sürdürülebilir politikalarla üreticinin zarar etmesinin önüne geçilmesi önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Açıl, A.F. & R. Demirci, 1984. Tarım Ekonomisi Dersleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 880, Ankara.
- Akın, M. & A. Aygün, 2021. Determining the tolerance of various Turkish hazelnut cultivars (*Coryllus avellane* L.) against *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 58 (2): 211-216. DOI: 10.20289/zfdergi.699904.
- Alkan, H.I., 2006. Samsun İli Terme İlçesinin Ova ve Yüksek Kesiminde Fındık Yetiştiriciliğinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Anonim, 2009. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dosya Kayıtları, Giresun.
- Anonim, 2014. 2013 Yılı Fındık Sektör Raporu, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2018. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/1352/2018-Yilinda-Yapilacak-Tarimsal-Destekler-Belirlendi> (Erişim Tarihi: 02.03.2022)
- Anonim, 2018a. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dosya Kayıtları, Giresun.
- Anonim, 2018b. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (Web sayfası: [https://www3.tcmb.gov.tr/enflasyoncalc/enflasyon\\_hesaplayici.html](https://www3.tcmb.gov.tr/enflasyoncalc/enflasyon_hesaplayici.html)) (Erişim Tarihi: 02.03.2022)
- Anonim, 2019. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. (Web sayfası: <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/findiksektorraporu2018.pdf>) (Erişim tarihi: 09.10.2019).
- Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı. (Web sayfası: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarim%20Urunleri%20Piyasaları/2020-Ocak>) (Erişim tarihi: 10.11.2020).
- Bozoğlu, M., U. Başer, B. Kılıç Topuz & N. Alhas Eroğlu, 2019. An overview of hazelnut markets and policy in Turkey. Journal of Agriculture and Nature, 22 (5): 733-743.
- Cansev, A., M. Tüccar & Ş. Turhan, 2018. Sakarya ili Kocaeli ilçesi'nde faaliyette bulunan fındık işletmelerinin mevcut yapısı ve sorunları. Bahçe, 47 (2): 23-31, ISSN 1300-8943.
- Cinemre, H.A. & O. Kılıç, 2015. Tarım Ekonomisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No:11, Samsun.
- Dağdemir, V. & Ö. Yıldız, 2017. Sakarya ilinde fındık üretimi yapan işletmelerin kârlılık analizi ve pazarlama yapısı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (1): 33-40.

- Demir, İ., 2018. Fındık tarımında çiftçi bakış açısından maliyetler ve etkinlik: bağlak sayısı üzerine stokastik sınır analizi. *Turkish Studies Economics, Finance and Politics*, 13 (22): 619-639.
- Demiryürek, K. & V. Ceyhan, 2008. Economics of organic and conventional hazelnut production in the Terme district of Samsun, Turkey. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23 (3): 217-227. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170508002251>.
- Erköse, H.Y., O. Şahin, D. Yüksekler & D. H. Sert, 2020. Devlet ve küresel piyasa arasında: Karadeniz Bölgesi'nde küçük ölçekli fındık üretimi. *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi*, 40 (1): 55-77.
- Erkuş, A. & R. Demirci, 1985. Tarımsal işletmecilik ve Planlama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 944. Ankara.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization. (Web sayfası: [www.fao.org](http://www.fao.org)) (Erişim tarihi: 14.10.2020).
- Günay, H.F., U. Uyğun & F. Yardımcıoğlu, 2020. Fındık üretimine yönelik mali desteklerin yeterlilik ve çiftçi memnuniyeti yönünden değerlendirilmesi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 9 (4): 299-332.
- Hacıbrahimoğlu, A., 1992. Fındığın Ekonomik Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Trabzon.
- Hazneci, E. & Ş.F. Arslanoğlu, 2021. Orta Karadeniz bölgesinde kırsal alanlar için keten bir şans mı? kârlılık analizi ve yapılabirliği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3): 586-598.
- Hekimoğlu, B. & M. Altındağ, 2006. Fındık Sektörünün Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Samsun Valiliği, Samsun Tarım İl Müdürlüğü Yayını, Strateji Geliştirme Birimi, Samsun, 50 s.
- Hüsnüoğlu, N., 2018. Türkiye'de fındık üretim miktarı ve fiyat ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Social Sciences Research Journal*, 7 (4): 24-41.
- Kayalak, S. & A. Özçelik, 2012. Türkiye'de fındık üretim alanlarının artmasında desteklemelerin etkisi. *Alinteri*, 23 (B): 1-11, ISSN:1307-3311.
- Kayalak, S., 2009. Türkiye Fındık Piyasasındaki Ekonomik Değişkenlerin Yapısal Değişimi ve Zaman Serisi Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Kılıç, O., 1997. Samsun İli Çarşamba ve Terme İlçelerinin Ova Köylerinde Fındık Üretimine Yer Veren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Fındığa Alternatif Üretim Planlarının Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 170 s., Ankara.
- Kılıç, O., I. Alkan & T. Binici, 2007. Türkiye'de fındık dikim alanlarının daraltılmasına karşı çiftçi davranışlarının belirlenmesi (Samsun-Çarşamba Ovası). *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (3/4): 9-14.
- Kılıç, O., H.A. Cinemre, V. Ceyhan & M. Bozoğlu, 2005. Samsun İli Çarşamba ve Terme İlçelerinin Ova Kesiminde Fındığa Alternatif Üretim Planlaması. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Teknolojik Araştırma Projesi Proje No: TAP-012 Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 136 s., Samsun.
- Kıral, T., H. Kasnakoğlu, F.F. Tatlıdil, H. Fidan & E. Gündoğmuş, 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayını, Proje Raporu 1999-13, Yayın No:37, Ankara.
- Kızıltan, A. & H. Yalçın, 2010. Türkiye'de fındık sektöründe üreticilerin sorunları: Samsun ilinde bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 24, Sayı: 4.
- Koral, A. İ. & Altun A., 2005. Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünlerinin Üretim Girdileri Rehberi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 104, Rehber No: 16, Ankara.
- Memiş, S. & H.D. Keskin, 2016. Fındık mamulü ihracatı yapan işletmelerin lisanslı depo yer seçimine yönelik algılarının faktör analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi / Cilt: 18, Sayı: 2, 83-113*.
- Mennan, H., M. Bozoğlu, U. Başer, I. Brants, X. Belvaux, E. Kaya Altop & B. Zandstra, 2020. Impact analysis of potential glyphosate regulatory restrictions in the European Union on Turkish hazelnut production and economy. *Weed Science*, 68 (3): 223-231.
- Öztürk, D. & Y. Akçay, 2011. Fındık yetiştiriciliğinin yatırım analizi ve kârlılığının belirlenmesi üzerine bir araştırma (Samsun ili Çarşamba ve Terme Ovası örneği). *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13 (21): 65-73.

- Öztürk, D. & Y. Kaşko Arıcı, 2017. Analysis of production and marketing problems of hazelnut producers: a case of Samsun province. *Ordu University Journal of Social Science Research*, 7 (1): 21-34.
- Sıray, E., 2010. Giresun İli Merkez İlçede Fındık Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi, Üretim ve Pazarlama Sorunlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Gaziösmenpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Tanrıvermiş, H., 2000. Orta Sakarya Havzası'nda Domates Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Araştırma Enstitüsü, Yayın No:42, Ankara.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. (Web sayfası: [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)) (Erişim tarihi: 09.10.2020)
- Yalçın, H., 2009. Fındık Sektörünün Türkiye Ekonomisi ve İhracatındaki Yeri, Önemi ve Sektörün Sorunları. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Yamane, T., 2001. Temel Örnekleme Yöntemleri. 1. Baskı, (Çevirenler: Alptekin Esin, Celal Aydın, M. Akif Bakır, Esen Gürbüzsel), Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Yıldız, Ö. & V. Dağdemir, 2017. Sakarya ilinde fındık üretim maliyeti. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 23 (1): 37-42.
- Yıldız, Ö., 2016. Sakarya İlinde Fındık Üretimi ve Pazarlaması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tarım İşletmeciliği Bilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):513-527  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1021553>

Selda GÖKÇE<sup>1</sup> 

Tülay TİTİZ<sup>2</sup> 

Fatih ÖZDEN<sup>3\*</sup> 

Feruh IŞIN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Ata Mah. Cumhuriyet Cad. Gökçe Sk.

Ataköy Kasabası Almus, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup> Çopurlu Mah. Merkez7 Küme Evleri

Toroslar, Mersin, Türkiye

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım

Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[fatih.ozden@ege.edu.tr](mailto:fatih.ozden@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Büyükşehir Kanunu, kırsal refah, tarımsal destekleme, tarımsal hizmetler

**Keywords:** Metropolitan Law, rural welfare, agricultural support, agricultural services

# İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin kırsal kalkınmaya yönelik hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Bergama ve Ödemiş ilçeleri örneği \*

Evaluation of service quality for rural development of İzmir Metropolitan Municipality: A case study on Bergama and Ödemiş districts

\* Bu makale EÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2019 yılında kabul edilen LKP-2020-21200 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Received (Alınış): 13.11.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 16.05.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, kırsal mahallelerde yaşayanların, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik destek ve uygulamalarından memnuniyet düzeylerinin belirlenmesidir.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırmanın ana materyalini İzmir ilinde Bergama ve Ödemiş ilçelerinde, toplam 84 üreticiyle yapılan yüz yüze anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde hizmet kalitesini ölçmekte kullanılan ServQual ölçeğinden yararlanılmıştır. Ölçek bileşenleri faktör analizi yardımıyla alt boyutlara ayrılarak gruplandırılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Bulgular İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin tarıma ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerinin kırsal mahallelerde yaşayanlar tarafından olumlu karşılandığını ancak yeterli bulunmadığını göstermektedir. Faktör analizinden elde edilen alt boyutlar içinde en yüksek ortalamayı "fiziksel özellikler" grubu, en düşük ortalamayı ise "empati" alt boyutu almıştır.

**Sonuç:** Yerel yönetimlerin kırsal mahallelerde tarım ve kırsal kalkınma için yapacakları faaliyetlerde ekonomik, sosyal ve ekolojik önceliklere dayalı orta ve uzun vadeli stratejiler çerçevesinde ilgili aktörlerle işbirliği halinde hareket etmesinin yeni bir kır-kent ilişkisine kapı aralayacağı, kentte ve kırsal yaşayan insanların refahına olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the satisfaction levels of people living in rural neighborhoods about the support and practices of İzmir Metropolitan Municipality for agricultural and rural development.

**Material and Methods:** The main material of the research is the data obtained from the face to face surveys with 84 producers in Bergama and Ödemiş districts of İzmir. ServQual scale was used in the analysis of the data. Scale components were grouped into sub-dimensions by factor analysis.

**Results:** The services of İzmir Metropolitan Municipality for agricultural and rural development are welcomed but found insufficient by the people living in rural neighborhoods. Among the sub-dimensions obtained from the factor analysis, the "physical characteristics" group had the highest average, and the "empathy" sub-dimension had the lowest average.

**Conclusion:** In the activities to be carried out by local governments for agricultural and rural development in rural neighborhoods; acting in cooperation with the relevant actors within the framework of medium and long-term strategies based on economic, social and ecological priorities will open the door to a new rural-urban relationship and will reflect more positively on the welfare of people living in the city and the countryside.

## GİRİŞ

Tarım sektörüne ve kırsal kalkınmaya yönelik verilen destekler ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasında ve kır-kent arasındaki gelir farklılıklarının azaltılmasında önem taşımaktadır. Söz konusu destekler merkezi yönetimler tarafından sağlanabildiği gibi 06.12.2012 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 6360 sayılı Kanun sonrasında yerel yönetimler tarafından da sağlanmaya başlanmıştır. Türkiye yerel yönetim mevzuatında köklü değişiklikler içeren bu kanunla 14 yeni büyükşehir belediyesi kurulmuş ve Türkiye’de toplam 30 il büyükşehir statüsüne geçmiştir. Bu kanun çerçevesinde 30 büyükşehirin belediye hizmet sınırı tüm il sınırını kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Özden & Olgun, 2017). Yasayla birlikte büyükşehir belediyelerinin bünyesinde bulunan tüm belde belediyeleri kapatılmış, tüm köylerin ve il özel idarelerinin tüzel kişilikleri kaldırılmıştır. Sonuç olarak 30 büyükşehirde bulunan 1053 beldenin ve 16.082 köyün tüzel kişilikleri kaldırılarak bu belde ve köyler mahalleye çevrilmiştir (Kalkan, 2018).

Kırsal alanları niteleyen en önemli özelliklerden biri ekonomilerinin tarım sektörü ağırlıklı olmasıdır. Dolayısıyla 2012 yılı sonrasında yerel yönetimlerin birçok belediyeçilik hizmetinin yanı sıra mahalle statüsündeki kırsal alanlara bir takım tarımsal hizmetleri ulaştırması da gündeme gelmiştir. Yasanın 7. maddesinin f bendinde “Büyükşehir ve ilçe belediyeleri tarım ve hayvancılığı desteklemek amacıyla her türlü faaliyet ve hizmette bulunabilirler” ifadesi yer almaktadır (Resmi Gazete, 2012). Bu kapsamda birçok büyükşehir belediyesi bünyesinde tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik birimler oluşturulmaya ve destekler vermeye başlanmıştır. Birkaç örnek vermek gerekirse; İzmir ve Tekirdağ’da Tarımsal Hizmetler Daire Başkanlığı; Ankara’da Kırsal Hizmetler ve Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı; Balıkesir’de, Bursa’da ve Kayseri’de Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı; Samsun’da Kırsal Kalkınma Daire Başkanlığı adı altında birimler kurulmuştur (Türkiye Belediyeler Birliği, 2016). Kırsal kesimde yaşam düzeyinin yükseltilmesi, doğal kaynakların korunması ve gıda güvencesinin sağlanabilmesi için tarımsal yayımla ilgili kurumlarda örgüt içi ve dışı güçlü iletişim mekanizmalarının kurulması, kırsal kesimin ekonomik, ekolojik ve sosyolojik önceliklerinin ve koşullarının dikkate alınması önem taşımaktadır (Boyacı & Yıldız, 2014). Dolayısıyla yasa sonrası yerel yönetimlerin kırsal/tarımsal kalkınma ve tarımsal yayım hizmetlerinin de bir parçası oldukları söylenebilir.

Değişiklik sonrası yasanın kırsal alanlara etkisi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Kamu yönetimi bakımından yasa’yı anayasaya uygunluk, ölçek, merkezileşme ve yerelleşme ile hizmette etkinlik ve verimlilik bağlamında ele alan çalışmalar bulunmaktadır (Gözler, 2013; İzci & Turan, 2013; Genç, 2014; Günal vd., 2014; Kara, 2016; Biriciklioğlu & Yalınzoğlu, 2018). Kırsal alanlar üzerine yasanın etkilerini inceleyen çalışmalarda ise konu hem genel düzeyde hem de il ve ilçe örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Örneğin yasanın kırsal dönüşüme etkilerinin incelendiği bir çalışmada yasa öncesinde belde ve köy nüfusunun toplam nüfus içindeki oranının % 22,7 iken, yasa ile birlikte büyükşehir sınırları içindeki köylerin mahalle statüsüne geçirilmesi sonrası bu oranın % 8,2’ye düştüğü belirtilmekte, ancak yasanın demografik anlamdaki bu değişikliğin çok ötesinde kırsal alanlarda sosyolojik, ekonomik, politik ve çevresel etkilerinin olacağı vurgulanmaktadır (Susta & Gülçubuk, 2016). Yine Büyükşehir Yasası’nın genel düzeyde tarımsal altyapıya olası etkilerinin ele alındığı bir başka çalışmada ise daha önce kırsal alana altyapı hizmetlerinin ulaştırılmasından sorumlu olan il özel idarelerinin yasa ile birlikte kapatılması sonucu, belediyelerin genel belediyeçilik hizmetlerinin yanı sıra tarımsal altyapıya ilişkin hizmetlerin sunumunda da rol almalarının gerekeceği, ancak buna ilişkin hazırlığı bulunmayan yerel yönetimlerin söz konusu hizmetleri kırsal alanlara ulaştırmada sorunlarla karşılaşmalarının muhtemel olduğu belirtilmiş ve il merkezinden uzaklaşıldıkça belediye hizmetlerinden memnuniyetin azaldığı vurgulanmıştır (Ayyıldız vd., 2016).

Büyükşehir Kanunu’nun kırsal alanlara etkisini il ve ilçe düzeyinde inceleyen ve büyük bölümü anketler aracılığıyla alandan toplanan verilere dayanan çalışmalar da dikkati çekmektedir. Yasanın olumlu ve olumsuz etkilerini birincil kaynaklar aracılığıyla inceleyen bu çalışmalarda yol, su, kanalizasyon vb. altyapı hizmetleri ile tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik destek ve projelerin yeterliliği konusunda görüşler belediyeden belediyeye veya bir kırsal mahalleden diğerine değişiklik gösterdiği gibi, memnuniyet düzeyi açısından da farklılaşmaktadır. Çalışmalarda öne çıkan sonuçlar ise; kırsal mahallelerde yaşayanların

yasayla ve yasanın getirdiği yeniliklerle ilgili bilgi düzeylerinin genel olarak yetersiz olduğu, imarda meydana gelen değişikliklerin uzun vadede tarım alanlarını ve tarımsal üretimi olumsuz etkileme riskinin bulunduğu ancak buna karşın arazi değer artışlarının da arazi sahipleri tarafından olumlu karşılanabildiği, hizmetlere erişimde zaman zaman siyasi tercihlerin öne çıkabildiği, tüzel kişiliğin kaldırılması nedeniyle idari ve mali özerkliğin kaybolması, köy taşınmazlarının devrinden kaynaklanan memnuniyetsizlik, yasanın yerelleşmeden çok merkezileşme yönünde kırsal alanlara yansımaları şeklinde özetlenebilir (Çiftçi & Tomar, 2013; Kalpaklıoğlu, 2017; Özalp, 2017; Eriş, 2018; Kalkan, 2018; Susta, 2018).

Bu çalışmada ServQual (Service Quality-Hizmet Kalitesi) ölçeği kullanılarak İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB)'nin kırsal mahallelere yönelik hizmet kalitesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Literatürde ServQual ölçeği kullanılarak farklı alanlarda yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin bu çalışmalardan birinde üreticilerin tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerine yönelik algıladıkları hizmet kalitesi ve memnuniyet düzeylerinin sosyo-ekonomik özelliklerine göre nasıl değiştiği ortaya konmaktadır (Şimsek, 2019). Bir başka çalışmada ise tarımsal kalkınma kooperatiflerinde ortakların kooperatiflerin hizmet kalitesinden memnuniyetleri ServQual ölçeği kullanılarak belirlenmiştir (Kınıklı, 2017). Tarımsal faaliyetleri ele alan bu çalışmalar dışında genel düzeyde yerel yönetimlerin vermiş oldukları hizmetin kalitesini ve bu hizmetlere yönelik memnuniyet derecesini ServQual ölçeği ile ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır (Filiz vd., 2010; İlban & Biçimveren, 2017).

Büyükşehir belediyeleri içerisinde İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin yasa öncesinde kırsal alanlara yönelik başlatmış olduğu desteklemeler nedeniyle diğer büyükşehir belediyelerinden ayrıldığı söylenebilir. Bu kapsamda İzmir Modeli olarak ifade edilen ve odağına yerelden kalkınma hedefini koyan yaklaşım çerçevesinde tarıma, kırsal kalkınmaya ve örgütlenmeye özel önem verilmektedir. İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik faaliyetleri 2004 yılında çıkan 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile başlamıştır. Bu dönemde ilk olarak Tarım, Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı adında kurulan bir birim aracılığıyla bu uygulamalar yürütülürken, daha sonra bu birimin adı Tarımsal Hizmetler Daire Başkanlığı olarak değiştirilmiştir (Özden & Olgun, 2017; Tekeli, 2018). Bu daire başkanlığı bünyesinde tarıma ve kırsal kalkınmaya yönelik verilen hizmet ve destekler arasında; organik ve iyi tarım uygulamalarının geliştirilmesine yönelik faaliyetler, tohum, fide, fidan dağıtımı, küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini ve arıcılık faaliyetlerini destekleme, arazi yollarına yönelik altyapı çalışmaları, toprak ve yaprak analizi desteği, tarımsal tahmin ve erken uyarı sistemleri, alternatif ürün destekleri, alet-makine destekleri ve kooperatiflere yapılan destekler bulunmaktadır (Özden & Olgun, 2017).

İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik desteklerinin ve bu yöndeki kurumsallaşma çabalarının Büyükşehir Kanunu öncesinde başlaması nedeniyle, 2013 yılı sonrası tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlere bünyesinde yer vermeye başlayan yerel yönetimlere göre bilgi, deneyim ve insan kaynağı açısından avantajlı olduğu düşünülebilir. Yasa kapsamında yerel yönetimler tarafından hayata geçirilen uygulamaların sonuçlarını değerlendirme açısından İBB bu yönüyle de öne çıkmaktadır. Söz konusu avantajlı durumun kırsal alanlara yansımalarının ve bu yerlerde yaşayan insanların verilen hizmetlere ilişkin algı ve düşüncelerinin ne yönde olduğu ise bu çalışmanın temel sorusudur. Çalışmada İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından sağlanan hizmetler ile tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik destek ve uygulamalarının iki ilçe özelinde kırsal mahallelerde yaşayan çiftçiler tarafından nasıl değerlendirildiği ortaya konularak memnuniyet düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmesi için 2019 yılında kabul edilen ve söz konusu tarihte destekleyen kurum tarafından herhangi bir etik kurul belgesi istenmeyen bu araştırmanın ana materyalini, İzmir ilinde kırsal nüfusun ve tarımsal üretimin yoğunlaştığı Bergama ve Ödemiş ilçelerinde üreticilerle yapılan anketlerden elde edilen birincil kaynaklı veriler oluşturmaktadır. Son yerel seçimlerin 2019 yılında yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda



araştırma bulgularını 2014 yılında yapılan yerel seçimler sonucu görev yapan yerel yönetimin destek ve uygulamalarının sonuçları olarak görmenin uygun olacağı düşünülmektedir. Ayrıca 2014 yerel seçimlerinde Bergama'nın yerel yönetiminin büyükşehir ile aynı şekilde ana muhalefet partisinden, Ödemiş'in yerel yönetiminin ise iktidar partisinden olduğu; 2019 seçimlerinde ise durumun tam tersi şekilde değiştiği de not olarak düşünülmelidir.

Birincil kaynaklı veriler dışında çalışmada konuyla ilgili araştırma, rapor, tez ve makaleler ile İzmir Büyükşehir Belediyesi Tarım Dairesi'nden elde edilen ikincil kaynaklı verilerden de yararlanılmıştır.

Araştırmanın örnek hacmi, oransal örnekleme yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır (Newbold, 2008).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px^2} + p(1-p)}$$

n = örnek hacmi,

N = Bergama ve Ödemiş ilçesi üretici sayısı 11400 (kırsal kalkınmaya yönelik tarımsal desteklerden yararlanmamış üretici sayısı 10862 (%95,3) ve yararlanmış üretici sayısı 538 (% 4,7)) (TOB, 2019; İBB, 2019).

$\sigma_{px^2}$  = anakitle varyansı

p= % 5 olarak saptanmıştır (kırsal kalkınmaya yönelik tarımsal desteklerden yararlanmış üretici oranı)

Bu yaklaşımla % 95 güven aralığı, % 5 hata payı ile örnek hacmi 73 olarak hesaplanmıştır. Olanaklar dahilinde, görüşmeyi kabul eden üreticilerle örnek hacmi 84'e çıkarılmıştır. Örnek hacminin kırsal kalkınmaya yönelik tarımsal desteklerden yararlanan ve yararlanmayan üreticiler arasındaki dağılımında ise oransal olarak destek almayan üreticilerin sayısı daha fazla olmasına karşın, çalışmanın amacı çerçevesinde desteklerden yararlanan üreticilerin görüşlerinin belirlenebilmesi ve desteklerden yararlanan ve yararlanmayan üreticiler arasında karşılaştırmaların yapılabilmesi için gayeli örnekleme tercih edilmiştir. Bu kapsamda her iki gruptaki üretici sayısının 30'un üzerinde ve birbirine yakın olması gözlemlenmiştir. Buna göre toplam destek alan 38, destek almayan 46 üretici ile görüşülmüştür.

Verilerin analizinde basit istatistiksel hesaplamalar kullanılmış, destek alan ve almayan üreticiler arasında farklılık olup olmadığı ise parametrik olmayan testlerle analiz edilmiştir. Katılımcıların kendilerine sunulan ifadeler hakkındaki görüşlerini ölçmek için likert ve hizmet kalitesini ölçmek için ServQual ölçeklerinden yararlanılmıştır. ServQual ölçeğinde ifadeler farklı çalışmalardan yararlanılarak araştırma konusuna uygun hale getirilmiştir (Sipahi vd., 2008; İlban & Biçimveren, 2017; Şimşek, 2019). ServQual ölçeğinde üreticilerin beklentisi aynı zamanda söz konusu hizmete verdikleri önemi ifade etmektedir. Algılar ise üreticilerin önem derecesini belirledikleri hizmet konusunda, belediyenin hizmet kalitesine verdikleri puandır. Ölçekte algı için elde edilen skorlar beklenti skorundan çıkarılarak hizmet kalitesi skoru bulunmaktadır. Skorun pozitif olması ilgili hizmete ilişkin beklentinin üzerinde olduğunu, negatif değer alması ise beklentinin karşılanmadığını ifade etmektedir (Şimşek, 2019). Çalışmada ayrıca ölçek bileşenleri faktör analizi yardımıyla alt boyutlara ayrılarak gruplandırılmıştır. Analizin ön şartlarından birisi olan değişkenler arasında belirli bir oranda korelasyon bulunup bulunmadığı Bartlett testi ile, değişkenler arası korelasyonların faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ile, ölçekte yer alan her bir ifadenin faktör analizine uygunluğu ise Measures of Sampling Adequacy (MSA) testi ile belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### Görüşülen üreticilere ve işletmelerine ilişkin genel bilgiler

Araştırmaya katılan üreticilerin demografik özellikleri incelendiğinde yaş ortalaması 50,89, eğitim ortalaması 6,43 yıl, tarımsal üretimdeki deneyimleri 36,07 yıl ve hanehalkı sayısı 4'tür (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Çiftçilere ilişkin genel özellikler (n=84)**Table 1.** General features of farmers

| Özellikler       | En Küçük | En Büyük | Ortalama | Std. Sapma |
|------------------|----------|----------|----------|------------|
| Yaş              | 23       | 72       | 50,89    | 11,26      |
| Eğitim           | 3        | 16       | 6,43     | 2,47       |
| Tarımsal Deneyim | 7        | 60       | 36,07    | 13,86      |
| Hanehalkı Sayısı | 1        | 12       | 3,96     | 1,82       |

Araştırma kapsamında soruları yanıtlayan üreticilerin %94' ü erkek ve %6'sı kadındır. Üreticilerin % 81 gibi büyük bir bölümünün tarım dışında herhangi bir gelir kaynağı bulunmamaktadır. Ayrıca üreticilerin %60,7' si ziraat odasına kayıtlıdır ve %44' ünün en az bir kooperatife ortaklığı bulunmaktadır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Çiftçilerin cinsiyet, örgütlülük ve sosyal güvence durumları**Table 2.** Gender, organization and social security status of the farmers

| Özellikler                  | Sayı           | Oran (%) |
|-----------------------------|----------------|----------|
| Cinsiyet                    | Erkek          | 79       |
|                             | Kadın          | 5        |
|                             | Toplam         | 84       |
| Tarım Dışı Gelir Durumu     | Evet           | 3        |
|                             | Hayır          | 68       |
|                             | Cevap vermeyen | 13       |
|                             | Toplam         | 84       |
| Ziraat Odasına Kayıt Durumu | Evet           | 51       |
|                             | Hayır          | 33       |
|                             | Toplam         | 84       |
| Kooperatif Ortaklığı        | Evet           | 37       |
|                             | Hayır          | 47       |
|                             | Toplam         | 84       |

Araştırmaya katılan üreticilerin kendi ifade ettikleri değer üzerinden hesaplanan yıllık ortalama geliri 64 621,62 TL, ortalama tarımsal geliri 56 472,97 TL'dir. Toplam gelirlerin % 87,3'ünü tarımsal gelir oluşturmaktadır. 84 üreticiden 38'i İBB'nin fide-fidan veya küçükbaş hayvancılık desteklerinden yararlanmışlardır. Belediye desteklerinden yararlanmayanların yararlananlara oranla ortalama tarımsal geliri % 54, toplam geliri ise % 76 daha fazla olmasına karşın iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Görüşülen çiftçilerin yıllık ortalama gelirleri**Table 3.** Annual average income of the farmers

| Gelir Durumu                             | Tarım Geliri (TL) | Toplam Gelir (TL) |
|--|-------------------|-------------------|
| Belediye Desteklerinden Yararlananlar    | Ortalama          | 42 967,74         |
|  | n=38              | 31                |
|  | Std. Sapma        | 35035,68          |
| Belediye Desteklerinden Yararlanmayanlar | Ortalama          | 66 209,30         |
|  | n=46              | 43                |
|  | Std. Sapma        | 109276,74         |
| GENEL*                                   | Ortalama          | 56 472,97         |
|  | Toplam n=84       | 74                |
|  | Std. Sapma        | 86649,54          |
| Mann-Whitney U **                        | 636,000 (p=0,693) | 595,000 (p=0,399) |

\* Destek alan 7, destek almayan 3 üretici soruya cevap vermemiştir. \*\* p<0,05 ise anlamlı

Üreticilerin ortalama olarak işledikleri arazi büyüklüğü 48,94 dekadır (daa). İşlenen arazinin %64,22'sini mülk arazi, %0,65'ini ortak arazi, %35,1'ini kira arazi oluşturmaktadır. İBB desteklerinden yararlanan üreticilerin ortalama işlenen arazi genişliği 35 daa iken, destekten yararlanmayan üreticilerin 61,5 daa'dır. Ayrıca belediye desteklerinden yararlanmayan üreticilerin işledikleri arazinin %44'ü kiralıktır ve ortalama genişliği 26,8 daa'dır. Destekten yararlanan üreticilerin ortalama kiralık arazi genişliği ise 6,5 daa'dır (Çizelge 4).

Ortalama işlenen arazi ve ortalama kiralık arazi bakımından desteklerden yararlanan ve yararlanmayan üreticiler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (Çizelge 4). Buna göre İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik desteklerinden yararlanan üreticiler yararlanmayanlara göre daha az genişlikte arazi işlemekte ve/veya işlemek için kiralamaktadır.

**Çizelge 4.** Çiftçilerin işledikleri arazi ve mülkiyet durumu

**Table 4.** Land and property status of the farmers

| Değişkenler                              |             | İşlenen Arazi (daa)   | Mülk Arazi (daa)   | Ortak Arazi (daa) | Kira Arazi(daa)      |
|--|-------------|-----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| Belediye Desteklerinden Yararlananlar    | Ortalama    | 35,00                 | 28,51              | ,00               | 6,49                 |
|  | n=38        | 38                    | 38                 | 38                | 38                   |
|  | Std. Sapma  | 41,749                | 27,198             | ,000              | 23,000               |
| Belediye Desteklerinden Yararlanmayanlar | Ortalama    | 61,51                 | 34,07              | ,61               | 26,83                |
|  | n=46        | 41                    | 41                 | 41                | 41                   |
|  | Std. Sapma  | 69,097                | 38,229             | 3,904             | 47,009               |
| GENEL*                                   | Ortalama    | 48,94                 | 31,44              | ,32               | 17,18                |
|  | Toplam n=84 | 79                    | 79                 | 79                | 79                   |
|  | Std. Sapma  | 58,929                | 33,359             | 2,831             | 38,72                |
| Mann-Whitney U                           |             | 571,50<br>p= 0,061*** | 748,00<br>p= 0,916 | 740,00<br>p=0,342 | 498,00<br>p= 0,001** |

\* Destek almayan 5 üretici soruya cevap vermemiştir.

\*\*p<0,05 ise anlamlı \*\*\* p<0,10 ise anlamlı

Üreticilerin tarımsal faaliyetleri incelendiğinde %56,3' ünün sadece bitkisel üretim, %13,8'inin sadece hayvansal üretim, %30'unun ise hayvansal ve bitkisel üretimi birlikte yaptıkları görülmektedir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** İşletme tipleri

**Table 5.** Farms typology

| Üretim Tarzı                 | Destekten Yararlananlar |       | Destekten Yararlanmayanlar |       | Toplam |       |
|------------------------------|-------------------------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|
|                              | Sayı                    | %     | Sayı                       | %     | Sayı   | %     |
| Sadece Bitkisel              | 18                      | 47,4  | 27                         | 64,3  | 45     | 56,3  |
| Sadece Hayvansal Üretim      | 7                       | 18,4  | 4                          | 9,5   | 11     | 13,8  |
| Bitkisel ve Hayvansal üretim | 13                      | 34,2  | 11                         | 26,2  | 24     | 30,0  |
| Toplam*                      | 38                      | 100,0 | 42                         | 100,0 | 80     | 100,0 |

\*Destek almayan 4 kişi soruya cevap vermemiştir.

### Statü değişikliği sonrası verilen hizmetlere ilişkin görüşler

Büyükşehir Kanunu sonrası yerel yönetimler tarafından sağlanmaya başlanan içme suyu temini, kanalizasyon hizmetleri, imar düzenlenmesi ve ruhsatlandırma, park-bahçe düzenlemesi ve temizlik hizmetleri gibi başlıklarda üreticilere yasa sonrası yaşanan statü değişikliğinin etkisinin ne yönde olduğu sorulmuştur. Ankete katılanların çoğunluğu temizlik hizmetleri dışındaki diğer hizmetler açısından geçmişe göre olumlu veya olumsuz yönde bir değişiklik olmadığını bildirmiştir. Temizlik hizmetleri açısından üreticilerin % 46,4'ü değişikliğin olumlu etkisi olduğunu, % 33,3'ü ise herhangi bir etkisi olmadığını ifade etmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Değişikliğin altyapı hizmetleri açısından etkisine ilişkin düşünceler**Table 6.** Thoughts on the impact of the change in terms of infrastructures services

| Altyapı Hizmetleri Açısından Değerlendirme | Destek Alan   | Destek Almayan | Toplam |          |       |
|--|---------------|----------------|--------|----------|-------|
|  |               |                | Sayı   | Oran (%) |       |
| İçme suyuna etkisi                         | Olumlu        | 13             | 5      | 18       | 21,4  |
|  | Olumsuz       | 1              | 4      | 5        | 6,0   |
|  | Etkisi olmadı | 23             | 33     | 56       | 66,7  |
|  | Fikrim yok    | 1              | 4      | 5        | 6,0   |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Kanalizasyon hizmetlerine etkisi           | Olumlu        | 7              | 4      | 11       | 13,1  |
|  | Olumsuz       | 2              | 3      | 5        | 6,0   |
|  | Etkisi olmadı | 28             | 38     | 66       | 78,6  |
|  | Fikrim yok    | 1              | 1      | 2        | 2,4   |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Temizlik hizmetlerine etkisi               | Olumlu        | 17             | 22     | 39       | 46,4  |
|  | Olumsuz       | 2              | 3      | 5        | 6,0   |
|  | Etkisi olmadı | 14             | 14     | 28       | 33,3  |
|  | Fikrim yok    | 5              | 7      | 12       | 14,3  |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| İmar-Ruhsat işlerine etkisi                | Olumlu        | 4              | 4      | 8        | 9,5   |
|  | Olumsuz       | 4              | 6      | 10       | 11,9  |
|  | Etkisi olmadı | 28             | 31     | 59       | 70,2  |
|  | Fikrim yok    | 2              | 5      | 7        | 8,3   |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Park-bahçe düzenlemesi hizmetlerine etkisi | Olumlu        | 4              | 3      | 7        | 8,3   |
|  | Olumsuz       | 0              | 4      | 4        | 4,8   |
|  | Etkisi olmadı | 33             | 34     | 67       | 79,8  |
|  | Fikrim yok    | 1              | 5      | 6        | 7,1   |
|  | Toplam        | 38             | 44     | 84       | 100,0 |

Mahalle ile İzmir arasında ve mahalle ile ilçe arasındaki ulaşım hizmetlerine etkisi açısından ankete katılanların sırasıyla % 58,3'ü ve % 65,5'i statü değişikliğinin herhangi bir etkisi olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca değişikliğin arazi yollarına etkisi bakımından üreticilerin % 50'si "etkisi olmadı" şeklinde cevap vermiştir. Ulaşım hizmetleri konusunda İBB desteğinden yararlananlar destek almayanlara göre daha olumlu görüşe sahip olmakla birlikte genel eğilim gruplar açısından benzerlik göstermektedir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Değişikliğin ulaşım hizmetleri açısından etkisine ilişkin düşünceler**Table 7.** Thoughts on the impact of the change in terms of transport services

| Ulaşım Hizmetleri Açısından Değerlendirme | Destek Alan   | Destek Almayan | Toplam |          |       |
|---|---------------|----------------|--------|----------|-------|
|   |               |                | Sayı   | Oran (%) |       |
| Mahalle-İzmir ulaşımına etkisi            | Olumlu        | 13             | 10     | 23       | 27,4  |
|   | Olumsuz       | 0              | 3      | 3        | 3,6   |
|   | Etkisi olmadı | 19             | 30     | 49       | 58,3  |
|   | Fikrim yok    | 6              | 3      | 9        | 10,7  |
|   | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Mahalle-ilçe ulaşımına Etkisi             | Olumlu        | 10             | 10     | 20       | 23,8  |
|   | Olumsuz       | 1              | 4      | 5        | 6,0   |
|   | Etkisi olmadı | 25             | 30     | 55       | 65,5  |
|   | Fikrim yok    | 2              | 2      | 4        | 4,8   |
|   | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Arazi yolları açısından etkisi            | Olumlu        | 18             | 11     | 29       | 34,5  |
|   | Olumsuz       | 2              | 4      | 6        | 7,1   |
|   | Etkisi olmadı | 15             | 27     | 42       | 50,0  |
|   | Fikrim yok    | 3              | 4      | 7        | 8,3   |
|   | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |

Mahalle statüsüne geçmenin üreticilerin hem kendilerinin hem de yaşadıkları kırsal mahallenin tarımsal üretimine ne yönde etki ettiği sorusuna üreticilerin % 86,9'u kendi tarımsal üretimleri bakımından, % 85,7'si ise yaşadıkları kırsal mahalle açısından "etkisi olmadı" şeklinde cevap vermiştir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Değişikliğin tarımsal üretime etkisine ilişkin düşünceler

**Table 8.** Thoughts on the impact of the change on agricultural production

| Etki Durumu                                  | Destek Alan   | Destek Almayan | Toplam |          |       |
|--|---------------|----------------|--------|----------|-------|
|  |               |                | Sayı   | Oran (%) |       |
| Kendi tarımsal üretimine etkisi              | Olumlu        | 2              | 1      | 3        | 3,6   |
|  | Olumsuz       | 0              | 4      | 4        | 4,8   |
|  | Etkisi olmadı | 35             | 38     | 73       | 86,9  |
|  | Fikrim yok    | 1              | 3      | 4        | 4,8   |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |
| Kırsal mahallenin tarımsal üretimine katkısı | Olumlu        | 3              | 3      | 6        | 7,1   |
|  | Olumsuz       | 1              | 3      | 4        | 4,8   |
|  | Etkisi olmadı | 33             | 39     | 72       | 85,7  |
|  | Fikrim yok    | 1              | 1      | 2        | 2,4   |
|  | Toplam        | 38             | 46     | 84       | 100,0 |

Köylerin mahalle statüsüne geçirilmesi ve verilen hizmetlere ilişkin üretici görüşleri likert ölçeği ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda en düşük ölçek ortalaması 1,73 ile "köylerin mahalleye dönüştürülmesi doğru bir karardır" ifadesine verilmiştir. Bunu sırasıyla 2,00 ortalamayla "mahalle olduktan sonra arazilerimiz değerlendirildi"; 2,04 ortalamayla "köylerin mahalleye dönüştürülmesi tarım alanları ve meraların amaç dışı kullanımı yönünden bir tehlike içermemektedir"; 2,11 ortalamayla "köyler mahalleye dönüştükten sonra hizmetlere ve yetkili mercilere ulaşma imkânları artmıştır"; 2,48 ortalamayla "Büyükşehir Belediyesinin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerini yeterli buluyorum" ifadeleri takip etmektedir (Çizelge 9). Bu ölçek ortalamaları ankete katılanların söz konusu önermelere katılmadıklarını ifade etmektedir.

En yüksek ölçek ortalamasına ise 3,35 ile "Büyükşehir Belediyesi tarafsız bir şekilde tüm ilçe ve mahallelere hizmet götürmektedir" ifadesi sahiptir. Ölçek ortalaması olarak bu ifadeyi 3,21 ile "Büyükşehir Belediyesinin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerini olumlu buluyorum" ve 2,73 ile "Büyükşehir Belediyesi mahallemize yeterli hizmeti sağlamaktadır" ifadeleri izlemektedir. Ölçekte yer alan ifadelere verilen en yüksek ortalamaların "kararsızım" seçeneğine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 9).

İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerinin olumlu bulunması ile yeterli bulunması ifadeleri arasında yapılan t testi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Buna göre katılımcılar hizmetleri olumlu karşılama konusunda "kararsızım" seçeneğine yakınken, hizmetlerin yeterliliğine ilişkin önermeye "katılmıyorum" ifadesine yakın cevap vermiştir. Ayrıca "Büyükşehir Belediyesinin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerini olumlu buluyorum" ifadesine verilen cevaplarda destek alanlarla almayanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (Çizelge 9).

Bu bulgular özellikle İBB'nin desteklerinden yararlanan çiftçilerin destekleri görece daha olumlu bulduklarını ancak yeterli görmediklerini göstermektedir. "Büyükşehir Belediyesi tarafsız bir şekilde tüm ilçe ve mahallelere hizmet götürmektedir" ifadesi için verilen cevaplarda da destek alanlar ve almayanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Buna göre destekten yararlanan çiftçiler yararlanmayanlara göre İBB'nin ilçe ve kırsal mahalle ayrımı yapmadan tarafsız bir şekilde hizmet götürdüğü görüşünü daha fazla oranda desteklemektedir (Çizelge 9).

**Çizelge 9.** Köylerin mahalle statüsüne geçirilmesi ve verilen hizmetlere ilişkin görüşleri (n=84)**Table 9.** Opinions on transferring villages to neighborhood status and services provided (n=84)

| İfadeler   | Genel | Destek Alan | Destek Almayan | Mann-Whitney U        |
|--|-------|-------------|----------------|-----------------------|
| 1)Hiç katılmıyorum 2)Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum                                  |       |             |                |                       |
| Köylerin mahalleye dönüştürülmesi doğru bir karardır   | 1,73  | 1,87        | 1,61           | 857,500<br>p=0,858    |
| Mahalle olduktan sonra arazilerimiz değerlendi.  | 2,00  | 2,00        | 2,00           | 828,500<br>p=0,639    |
| Köylerin mahalleye dönüştürülmesi tarım alanları ve meraların amaç dışı kullanımı yönünden bir tehlike içermemektedir. | 2,04  | 1,97        | 2,09           | 797,500<br>p=0,461    |
| Köyler mahalleye dönüştükten sonra hizmetlere ve yetkili mercilere ulaşma imkanları artmıştır                          | 2,11  | 2,13        | 2,09           | 868,000<br>p=0,954    |
| Büyükşehir Belediyesinin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerini yeterli buluyorum*                            | 2,48  | 2,63        | 2,35           | 705,000<br>p= 0,115   |
| Büyükşehir Belediyesi mahallemize yeterli hizmeti sağlamaktadır.   | 2,73  | 2,84        | 2,63           | 768,500<br>p=0,329    |
| Büyükşehir Belediyesinin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerini olumlu buluyorum*                             | 3,21  | 3,50        | 2,98           | 694,500<br>p=0,091**  |
| Büyükşehir Belediyesi tarafsız bir şekilde tüm ilçe ve mahallelere hizmet götürmektedir.                               | 3,35  | 3,58        | 3,15           | 698,000<br>p= 0,095** |

\* p&lt;0,01 ise anlamlı (t=6,282 p=0,000)

\* \*p&lt;0,10 ise anlamlı

Çalışma kapsamında çeşitli ifadeler aracılığıyla destek alan çiftçilerin desteklerle ilgili görüşleri alınmıştır. Çiftçiler “desteklerden yararlanırken herhangi bir sorunla karşılaşmadım” ve “destekten yararlandıktan sonra kendime olan güvenim arttı” ifadelerine sırasıyla 4,37 ve 3,79 ölçek ortalamasıyla “katılıyorum” şeklinde cevap vermiştir. Buna karşılık “kendilerini güçlü ve özgür hissettiklerine”, “desteklerin tarımsal gelirlerini artırdığına”, “desteklerin isteklerini karşıladığına”, “yararlanılan desteğin işletmelerine uygun ve yeterli olduğuna”, “desteklerin üretimlerini önemli oranda artırdığına”, “destek sonrası belediyenin yardımlarına devam ettiğine” ve “destekleme sonuçlarının belediye tarafından düzenli olarak takip edildiğine” yönelik ifadeler ise “kararsızım” seçeneğine yakın yanıtlar vermişlerdir (Çizelge 10).

**Çizelge 10.** Belediye desteklerinden yararlananların desteğe yönelik görüşleri**Table 10.** Opinions of the beneficiaries about the Municipality supports

| İfadeler   | Cevap Veren | Ortalama |
|--|-------------|----------|
| 1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum              |             |          |
| Belediye tarafından verilen desteklerden yararlanırken herhangi bir sorunla karşılaşmadım.           | 38          | 4,37     |
| Belediye tarafından verilen destekten yararlandıktan sonra kendime olan güvenim arttı                | 38          | 3,79     |
| Belediye tarafından verilen destek sonrası kendimi ekonomik olarak daha güçlü ve özgür hissediyorum. | 38          | 3,45     |
| Yararlandığım destek sayesinde tarımsal gelirim arttırdım.   | 38          | 3,42     |
| Belediye tarafından verilen destekler isteklerimizi karşılıyor.                                      | 18          | 3,39     |
| Yararlandığım desteğin işletmeme uygun ve yeterli olduğunu düşünüyorum.                              | 37          | 3,32     |
| Belediye tarafından verilen destek veya destekler sayesinde üretimimde önemli bir artış oldu         | 38          | 3,16     |
| Belediye destek sonrasında da yardımlarına devam ediyor.   | 38          | 2,71     |
| Belediye verilen desteklerin sonuçlarını düzenli olarak takip ediyor.                                | 38          | 2,58     |

İzmir Büyükşehir Belediyesi tarımsal hizmetlerine yönelik beklenti ve algılar ServQual ölçeği ile ortaya konmuştur. Üreticilerin hizmet konusunun önemine dair önermelere “tamamen katılıyorum” cevabı vermeleri hizmet beklentilerinin en üst düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle algı ve beklenti arasındaki farkı ifade eden hizmet kalitesi skorları tüm önermelerde negatif işaretli çıkmıştır. Algı ile beklenti arasında en büyük fark “Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler hizmetlerini en hızlı şekilde verirler” ifadesinde

ortaya çıkarken; en düşük fark ise “Belediyenin tarımsal hizmetler için görevli personeli kılık kıyafetine ve kişisel temizliklerine dikkat etmektedir” ifadesinde oluşmuştur. Yapılan t testi sonuçlarına ( $p=0,00$ ) göre ölçekte bulunan tüm ifadeler için beklenti ile algı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır. Önermelere verilen algıya yönelik cevaplar incelendiğinde “Belediyelerden aldığımız tarımsal hizmetlere ilişkin işlemlere güven duyarım” ve “Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişilerin davranışları üreticilerde güven duygusu uyandırır” önermelerine verilen cevaplarda İBB’den destek alan ve almayan üreticiler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir. Buna göre destek alanların hizmet kalitesine yönelik memnuniyet algıları almayanlara göre daha yüksektir (Çizelge 11).

**Çizelge 11.** Üreticilerin tarımsal hizmetlere yönelik beklenti ve algıları (ServQual) (n=84)

**Table 11.** Expectations and perceptions of producers towards agricultural services

| No | ÖNERMELER<br>1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum<br>5) Tamamen katılıyorum               | Konunun<br>Önemi /<br>Beklenti | İBB'nin<br>Performansı/Algı |                 |                    |
|----|---|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|
|    |   |                                | Genel*                      | Destek Alanlar* | Destek Almayanlar* |
| 1  | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler hizmetlerini en hızlı şekilde verirler.                               | 5,00                           | 2,68<br>(-2,32)             | 2,71<br>(-2,29) | 2,65<br>(-2,35)    |
| 2  | Belediye üreticilerin tarımsal üretim veya hizmetlerle ilgili yaşadıkları sorunları zamanında çözer.                  | 5,00                           | 2,71<br>(-2,29)             | 2,74<br>(-2,26) | 2,70<br>(-2,30)    |
| 3  | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin neye ihtiyaç duyduklarını anlarlar.                      | 5,00                           | 2,74<br>(-2,26)             | 2,63<br>(-2,37) | 2,83<br>(-2,17)    |
| 4  | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin çıkarlarını korurlar.                                    | 5,00                           | 2,79<br>(-2,21)             | 2,74<br>(-2,26) | 2,83<br>(-2,17)    |
| 5  | Belediyeler tarımsal hizmetlere yönelik kaynaklarını etkin ve yerinde kullanırlar.                                    | 5,00                           | 2,88<br>(-2,12)             | 2,87<br>(-2,13) | 2,89<br>(-2,11)    |
| 6  | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticiler için uygun dönemlerde ve zamanlarda hizmetlerini verirler. | 5,00                           | 2,93<br>(-2,07)             | 2,84<br>(-2,16) | 3,00<br>(-2,00)    |
| 7  | Belediye tarımsal hizmetlerle ilgili konularda üreticilere yardım etmeye isteklidir.                                  | 5,00                           | 3,17<br>(-1,83)             | 3,34<br>(-1,66) | 3,02<br>(-1,98)    |
| 8  | Belediye tarımsal üretim ve hizmetlerle ilgili bir sorun yaşandığında bu sorunu çözmek için gerekli ilgiyi gösterir.  | 5,00                           | 3,18<br>(-1,82)             | 3,29<br>(-1,71) | 3,09<br>(-1,91)    |
| 9  | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler her zaman yardıma hazır ve isteklidirler.                             | 5,00                           | 3,19<br>(-1,81)             | 3,29<br>(-1,71) | 3,11<br>(-1,89)    |
| 10 | Belediye tarımsal hizmetlerle ilgili vermiş olduğu sözü yerine getirir.   | 5,00                           | 3,23<br>(-1,77)             | 3,37<br>(-1,63) | 3,11<br>(-1,89)    |
| 11 | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler bireysel olarak üreticilerle ilgilenirler.                            | 5,00                           | 3,23<br>(-1,77)             | 3,24<br>(-1,76) | 3,22<br>(-1,78)    |
| 12 | Belediye tarımsal hizmetler bakımından modern donanıma sahiptir.  | 5,00                           | 3,25<br>(-1,75)             | 3,42<br>(-1,58) | 3,11<br>(-1,89)    |
| 13 | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişilerin davranışları üreticilerde güven duygusu uyandırır.***               | 5,00                           | 3,54<br>(-1,46)             | 3,74<br>(-1,26) | 3,37<br>(-1,63)    |
| 14 | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin sorularını yanıtsız bırakmazlar.                         | 5,00                           | 3,57<br>(-1,43)             | 3,76<br>(-1,24) | 3,41<br>(-1,59)    |
| 15 | Belediyenin yaptığı tarımsal hizmetlerle ilgili duyuru, broşür, kitapçık gibi malzemeler görsel olarak çekicidir.     | 5,00                           | 3,65<br>(-1,35)             | 3,82<br>(-1,18) | 3,52<br>(-1,48)    |
| 16 | Belediyelerden aldığımız tarımsal hizmetlere ilişkin işlemlere güven duyarım.**                                       | 5,00                           | 3,67<br>(-1,33)             | 3,84<br>(-1,16) | 3,52<br>(-1,48)    |
| 17 | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticiye karşı saygılıdır.   | 5,00                           | 4,05<br>(-0,95)             | 4,11<br>(-0,89) | 4,00<br>(-1,00)    |
| 18 | Belediyenin tarımsal hizmetler için görevli personeli kılık kıyafetine ve kişisel temizliklerine dikkat etmektedir.   | 5,00                           | 4,30<br>(-0,70)             | 4,42<br>(-0,58) | 4,20<br>(-0,80)    |

Not: Parantez içindeki değerler hizmet kalitesi skorunu ifade etmektedir.

\*beklenti ve algı arasındaki fark 0,05 düzeyinde tüm ifadeler için anlamlı

\*\* destek alanlar ve almayanlar arasında  $p<0,05$  ise anlamlı ( $p= 0,03$ ), \*\*\*\*  $p<0,10$  ise anlamlı ( $p= 0,07$ )

Araştırma kapsamında ServQual ölçeğinden yararlanılarak faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizinde KMO (Kaiser-Meyer-Olin) testi, soru grubunun genel olarak faktör analizine uygunluğunu

ölçerken, MSA (Measures of Sampling Adequacy) değeri tek tek her bir sorunun faktör analizi için uygunluğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda verilerin analize uygun hale getirilebilmesi için Çizelge 11'deki 5-9 ve 12 no'lu ifadeler çıkarılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Bartlett testinin p değerinin 0,05'in altında olduğu; 0 ila 1 arasında değişen ve 1'e yaklaştıkça faktör analizine uygunluk derecesi artan KMO test sonucunun ise 0,811 ile çok iyi kategorisine giren (Sipahi vd., 2008) bir uyum gösterdiği görülmektedir (Çizelge 12).

**Çizelge 12.** KMO ve Bartlett's Test

**Table 12.** KMO and Bartlett's Test

|  |                    |              |
|--|--------------------|--------------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. |                    | <b>0,811</b> |
|  | Approx. Chi-Square | 965,906      |
| Bartlett's Test of Sphericity                    | df                 | 153          |
|  | Sig.               | <b>0,000</b> |

Literatürde ServQual ölçeğinin bileşenleri fiziksel özellikler, güvenilirlik, heveslilik, duyarlılık, güven, yetkinlik ve empati gibi gruplar altında ifade edilmektedir (Sipahi vd., 2008; Kınıklı, 2017; Şimşek, 2019). Yapılan faktör analizinde ise ölçeği oluşturan önermeler; fiziksel özellikler, güvenilirlik/duyarlılık, empati ve güven olmak üzere 4 alt boyut altında toplanmıştır. Alt boyutların birincisi toplam varyansın % 23,407'sini, ikincisi % 20,762'sini, üçüncüsü %16,874'ünü ve dördüncüsü % 11,257'sini açıklamaktadır. Dört boyut birlikte toplam varyansın % 72,299'unu açıklamaktadır. Ayrıca yapılan güvenilirlik testinde Cronbach's Alfa değeri, güvenilirlik sınırı olarak kabul edilen 0,7'nin üzerinde 0,896 olarak çıkmıştır (Çizelge 13).

**Çizelge 13.** Faktör analizi sonuçları

**Table 13.** Factor analysis results

| Bileşen         | Başlangıç Öz Değerleri |                     |             | Toplam Faktör Yükleri |                     |             |
|-----------------|------------------------|---------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------|
|                 | Toplam                 | Açıklanan Varyans % | Kümülatif % | Toplam                | Açıklanan Varyans % | Kümülatif % |
| 1               | 6,258                  | 41,718              | 41,718      | 3,511                 | 23,407              | 23,407      |
| 2               | 1,805                  | 12,035              | 53,753      | 3,114                 | 20,762              | 44,168      |
| 3               | 1,488                  | 9,918               | 63,671      | 2,531                 | 16,874              | 61,042      |
| 4               | 1,294                  | 8,628               | 72,299      | 1,689                 | 11,257              | 72,299      |
| 5               | 0,797                  | 5,312               | 77,611      |                       |                     |             |
| 6               | 0,672                  | 4,478               | 82,088      |                       |                     |             |
| 7               | 0,650                  | 4,332               | 86,421      |                       |                     |             |
| 8               | 0,491                  | 3,273               | 89,694      |                       |                     |             |
| 9               | 0,419                  | 2,796               | 92,490      |                       |                     |             |
| 10              | 0,332                  | 2,215               | 94,705      |                       |                     |             |
| 11              | 0,247                  | 1,649               | 96,354      |                       |                     |             |
| 12              | 0,201                  | 1,341               | 97,695      |                       |                     |             |
| 13              | 0,146                  | 0,971               | 98,665      |                       |                     |             |
| 14              | 0,115                  | 0,770               | 99,435      |                       |                     |             |
| 15              | 0,085                  | 0,565               | 100,000     |                       |                     |             |
| Cronbach's Alfa |                        |                     |             | 0,896                 |                     |             |

Üreticilerin hizmet algıları faktör grupları üzerinden değerlendirildiğinde en büyük skoru 3,99 ile fiziksel özellikler almıştır. Bu faktör grubunda İBB'nin tarımsal hizmetlerle ilgili duyuru, broşür, kitapçık gibi malzemelerin görsel olarak dikkat çekici olması ve tarımsal hizmetlerde görevli personelin kılık kıyafetine ve temizliğine dikkat etmesi yer almaktadır. Faktör grupları içinde en düşük skoru ise 2,92 ile empati almıştır.



Empati grubu tarımsal hizmetlerdeki personelin üreticilerin neye ihtiyaç duyduklarını anlamaları, üreticiler için uygun dönem ve zamanda hizmet vermeleri, üreticilerle bireysel olarak ilgilenmeleri ve üreticilerin çıkarlarını korumaları gibi özellikleri içermektedir. Faktör grupları arasında ikinci sırada 3,72'lik skorla güven, üçüncü sırada ise 3,00 skor düzeyiyle güvenilirlik/duyarlılık grubu yer almaktadır (Çizelge 14).

İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik desteklerinden yararlananlar ve yararlanmayanlar arasındaki ortalamalar dikkate alındığında tüm faktör gruplarında destek alanların hizmet algısı skorlarının almayanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun desteklerden yararlananların bu konuda hizmet veren ekip ile yakın ilişkili olmalarından kaynaklandığı ifade edilebilir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise faktör gruplarından sadece güven alt boyutu için aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14). Sonuç olarak İBB'nin tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik destekleri konusunda desteklerden yararlananlar ve yararlanmayanların fiziksel özellikler, güvenilirlik ve empati boyutlarında hizmet algılarının istatistiksel olarak farklı olmaması, hizmeti götüren ekiplerin tüm üreticilere aynı mesafede olduğunu göstermektedir şeklinde değerlendirilebilir. Diğer taraftan birebir ilişkinin gerçekleştiği destek alanlar açısından güven algısının yüksek olması da beklenen bir durumdur.

**Çizelge 14.** Faktör grupları ve algı ortalamaları

**Table 14.** Factor groups and perception averages

| Gruplar                        | Bileşenler  | ServQual Algı Ortalaması |                |                   | Mann-Whitney U      |
|--------------------------------|---|--------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
|                                |   | Genel                    | Destek Alanlar | Destek Almayanlar |                     |
| <b>Fiziksel Özellikler</b>     | Belediyenin yaptığı tarımsal hizmetlerle ilgili duyuru, broşür, kitapçık gibi malzemeler görsel olarak çekicidir.     | 3,99                     | 4,12           | 3,86              | 732,000<br>p=0,192  |
|                                | Belediyenin tarımsal hizmetler için görevli personeli kılık kıyafetine ve kişisel temizliklerine dikkat etmektedir.   |                          |                |                   |                     |
| <b>Güven</b>                   | Belediyelerden aldığımız tarımsal hizmetlere ilişkin işlemlere güven duyarım.   | 3,72                     | 3,86           | 3,58              | 672,500<br>p=0,068* |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişilerin davranışları üreticilerde güven duygusu uyandırır.                  |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticiye karşı saygılıdır.   |                          |                |                   |                     |
| <b>Güvenilirlik/Duyarlılık</b> | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin sorularını yanıtızsız bırakmazlar.                       | 3,00                     | 3,09           | 2,91              | 790,500<br>p=0,451  |
|                                | Belediye tarımsal üretim ve hizmetlerle ilgili bir sorun yaşandığında bu sorunu çözmek için gerekli ilgiyi gösterir.  |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediye tarımsal hizmetlerle ilgili konularda üreticilere yardım etmeye isteklidir.                                  |                          |                |                   |                     |
| <b>Empati</b>                  | Belediye üreticilerin tarımsal üretim veya hizmetlerle ilgili yaşadıkları sorunları zamanında çözer.                  | 2,92                     | 2,86           | 2,97              | 815,500<br>p=0,597  |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler hizmetlerini en hızlı şekilde verirler.                               |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediye tarımsal hizmetlerle ilgili vermiş olduğu sözü yerine getirir.   |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin neye ihtiyaç duyduklarını anlarlar.                      |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticiler için uygun dönemlerde ve zamanlarda hizmetlerini verirler. |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler bireysel olarak üreticilerle ilgilenirler.                            |                          |                |                   |                     |
|                                | Belediyelerde tarımsal hizmetleri veren kişiler üreticilerin çıkarlarını korurlar.                                    |                          |                |                   |                     |

\*p<0,10 ise anlamlı

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Büyükşehir Kanunu hem merkezi hem de yerel yönetimler düzeyinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Yıllardır sürdürülen ve daha çok merkezîyetçi bir anlayışı odağına alan idari sisteme karşılık bu kanunla âdem-i merkezîyetçi bir yapının kurulması öngörülmüştür. Ancak yasanın kırsal alanlara yansımaya bakıldığında, daha önce sahip oldukları tüzel kişilikleri sayesinde daha fazla yerinden yönetime konu olan köyler, yasa sonrasında karar alma ve alınan kararların yaşama geçirilmesi açısından belediyelere bağlı hale gelmişlerdir.

Araştırma kapsamında ele alınan üreticilere verilen hizmete yönelik algı ile hizmet beklentisi arasında en büyük fark “Belediyede tarımsal hizmetleri veren kişiler hizmetlerini en hızlı şekilde verirler” ifadesinde oluşmuştur. Daha önce de ifade edildiği gibi köylerin tüzel kişiliklerini korudukları dönemde bir takım hizmetlere doğrudan ve daha hızlı erişimleri mümkünken, âdem-i merkezîyetçilik başka bir deyişle yerelleşme iddiasıyla yürürlüğe sokulan Büyükşehir Kanunu sonrasında yerel yönetimlerin insan, bilgi, deneyim ve fiziki altyapı olanakları açısından karşılaştıkları sorunlar üreticilerin bu hizmetlere ulaşımını yavaşlatmıştır. Bu yönüyle yasanın kırsal alanlar için daha çok yeni bir merkezileşme getirdiği söylenebilir. Nitekim araştırma bulguları da katılımcıların, köylerin mahalleye dönüşmesini ve tüzel kişiliklerinin kaldırılmasını doğru bulmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç daha önce konuyla ilgili yapılan farklı çalışmalarla da uyumludur (Kalpaklıoğlu, 2017; Eriş, 2018; Susta, 2018).

Büyükşehir Kanunu yerel yönetimlerin diğer hizmet alanları dışında tarıma yönelik yatırım ve desteklemelerinin önünü açmıştır. Ancak yerel yönetimlerin yapmış oldukları uygulamaların ne derece karşılığını bulduğu ve tüm bu çabaların kırsal alanlarda yaşayan insanlar tarafından nasıl algılandığı da önemli bir soru olarak gündeme gelmiştir. Araştırmada İzmir Büyükşehir Belediyesi özelinde bu sorulara yanıt aranmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular İBB'nin tarıma ve kırsal kalkınmaya yönelik hizmetlerinin desteklerden yararlananlar başta olmak üzere kırsal mahallelerde yaşayanlar tarafından görece olumlu karşılandığını ancak yeterli bulunmadığını göstermektedir. İBB tarafından tarım ve kırsal kalkınmaya yönelik desteklerin görece gelir düzeyi düşük ve daha az arazi genişliğine sahip üreticilere yönlendirilmesi sosyal yönden olumlu bir durumdur. Destekten yararlanan üreticiler destekler sayesinde kendilerine olan güvenlerinin arttığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte üreticilerin verilen destekler sonrası İBB tarafından takibinin yapılması konusundaki olumsuz görüşleri, bu desteklerin önceden belirlenmiş hedeflere ulaşmak için birer politika aracı olmaktan çok sosyal yardım aracı olarak gündeme geldiğini göstermektedir.

Büyükşehir Yasası sonra gündeme gelen ve eleştiri konusu olan konulardan birisi de yasanın tarım arazilerinin amaç dışı kullanımının önünü açacağı ve tarım arazilerinin değerlendirileceği yönünde olmuştur. Daha önce Antalya ili için yapılan bir çalışmada kırsalda yaşayanların büyük çoğunluğunun uzun vadede yasanın tarıma olumsuz etkileri olacağı ancak buna karşın tarım arazilerinin değer kazanacağı düşüncesinde oldukları ortaya konmuştur (Özalp, 2017). Susta (2018) tarafından yapılan çalışmada da muhtarların, köylerinin mahalleye dönüşmesinin tarım alanlarının ve meralarının amaç dışı kullanımı yönünde tehlike arz ettiği düşüncesine yakın oldukları tespit edilmiştir. Yasanın çıkışı üzerinden henüz uzun vade olarak nitelenebilecek bir süre geçmemiş olmasına karşın orta vadeli bir çıkarım olarak, bu çalışmaya katılan üreticiler Büyükşehir Yasası'nın kendilerinin veya mahallelerinin tarımsal üretimine olumlu veya olumsuz bir etkisinin olmadığını ve yasa sonrasında tarım arazilerinin değerinde bir artış yaşanmadığını belirtmişler ancak yasanın tarım ve mera alanlarının amaç dışı kullanımı açısından tehdit yarattığını ifade etmişlerdir.

ServQual ölçeği üzerinden yapılan faktör analizinden elde edilen alt boyutlar içinde en yüksek ortalamayı “fiziksel özellikler” grubu almıştır. Bu grup altında belediye tarafından kullanılan duyuru, broşür, kitapçık gibi tarımsal yayım materyallerinin görsel olarak ilgi çekici olması ve hizmet götüren personelin görünümüne ilişkin ifadeler yer almaktadır. Bu durum olumlu olmakla birlikte yayım faaliyetlerinde önemli bir yeri olan iletişime ilişkin ifadelerin yer aldığı “empati” alt boyutu en düşük ortalamayı almıştır. Bunu tarımsal hizmetleri veren personelin kişisel özellikleri yanında, tarıma ve kırsal

kalkınmaya yönelik hizmetlerin üreticilere ulaştırılmasında yöntemsel bir sorun olarak görmenin daha doğru bir yaklaşım olacağı söylenebilir. Bu anlamda son yıllarda kırsal kalkınma paradigmasında yaşanan değişime bağlı olarak daha fazla gündeme gelmeye başlayan katılımcı yöntemlerden yararlanmak orta ve uzun dönemde daha etkili ve olumlu değişimlerin önünü açma potansiyeline sahiptir.

Yerel yönetimlerin kırsal mahallelerde tarım ve kırsal kalkınma için yapacakları faaliyetlerde kısa dönemli politik kazanımlardan çok; ekonomik, sosyal ve ekolojik önceliklere dayalı orta ve uzun vadeli stratejiler çerçevesinde ilgili aktörlerle işbirliği halinde hareket etmesi, yeni bir kır-kent ilişkisine kapı aralayacak, kentte ve kırdaki yaşayan insanların refahına çok daha olumlu yansıtacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. İzmir Büyükşehir Belediyesi Tarımsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı'nın Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik. <http://www.izmir.bel.tr/tr/Dokumanlar/23/3>. Erişim tarihi: Ekim 2021.
- Ayyıldız, M., A. Çiçek, E. Gürel & G. Erdal, 2016. "Büyükşehir yasanının tarımsal alt yapıya olası etkileri, 951-954". XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi (25-27 Mayıs 2016, Isparta), Bildirileri, 2256 s.
- Biriciklioğlu, H. & Y. Yalınzoğlu, 2018. 6360 Sayılı Kanun'un etkinlik-verimlilik ile hizmette yerellik ilkeleri açısından değerlendirilmesi: Kocaeli ilçesinde yapılan bir araştırma. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16 (32): 255-284.
- Boyacı, M. & Ö. Yıldız, 2014. Tarımsal yayım örgütlerinde kurum kültürü. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (2): 125-132. <https://doi.org/10.20289/euzfd.27768>
- Çiftçi, F. & A. Tomar, 2013. "Büyükşehir Yasasının İzmir kırsalı üzerine olası etkileri, 409-417". TMMOB İzmir 2. Kent Sempozyumu (28-30 Kasım 2013, İzmir), Bildirileri, 905. <http://www.tmmobizmir.org/wp-content/uploads/2014/06/37.pdf>. Erişim tarihi: Kasım 2021.
- Eriş, V., 2018. Büyükşehir Sınırlarında Tüzel Kişiliği Kaldırılan Köylerde Hizmet Kalitesindeki Değişimin Değerlendirilmesi: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Antalya*, 115 s.
- Filiz, Z., V. Yılmaz & C. Yağız, 2010. Belediyelerde hizmet kalitesinin ServQual analizi ile ölçümü: Eskişehir belediyelerinde bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (3): 59-76.
- Genç, F. N., 2014. 6360 Sayılı Kanun'un Aydın'a etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (5): 1-29. <https://doi.org/10.30803/adusobed.188827>
- Gözler, K., 2013. 6360 Sayılı Kanun hakkında eleştiriler; yirmi dokuz ilde İl Özel İdarelerinin kaldırılması anayasamıza uygun mudur? *Legal Hukuk Dergisi*, 11 (122): 37-82.
- Günel, V. A., S. Atvur, K. & O. Dernek, 2014. 6360 Sayılı Yasanın yerelleşme bağlamında değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19 (3): 55-70.
- İlban, M. O. & L. Biçimveren, 2017. Belediyelerde hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Burhaniye Belediyesi örneği. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 26 (2): 75-104.
- İzci, F. & M. Turan, 2013. Türkiye'de büyükşehir belediye sistemi ve 6360 Sayılı Yasa ile büyükşehir belediye sisteminde meydana gelen değişimler: Van örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 117-152.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB), 2019. Tarımsal Hizmetler Daire Başkanlığı kayıtları.
- Kalkan, Y., 2018. 6360 Sayılı Kanunun Kırsal Gelişime Etkisinin İncelenmesi; Van Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa*, 2018.
- Kalpakoğlu, G., 2017. 6360 Sayılı Büyükşehir Yasasının Kırsal Kesime Etkilerinin Değerlendirilmesi (Ordu Büyükşehir Belediyesi Örneği). *Gazosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tokat*, 56 s.
- Kara, M., 2016. Türkiye'de Merkezleşme-yerelleşme tartışmaları ve hizmet sunumunda ölçek sorunu. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14 (27): 249-276.
- Kınıklı, F., 2017. Tarımsal Kooperatiflerde Ortakların Hizmet Kalitesi Algısı: İzmir İli Sütçülük Kooperatifleri Örneği. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 92s.
- Newbold, P., 2008. İşletme ve İktisat İçin İstatistik. *Literatür Yayıncılık, İstanbul*. Çev. Şenesen, Ü. 981 s.

- Özalp, B., 2017. Antalya İlinde Kırsal Alanda Yaşayanların Büyükşehir Yasası ile Getirilen Yeni Düzenlemelere İlişkin Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 71 s.
- Özden, F. & F. A. Olgun, 2017. Kırsal kalkınmada yerel yönetimler ile üretici örgütlerinin işbirliği olanakları üzerine bir inceleme: İzmir ili örneği. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, Özel Sayı 52: 257-283.
- Resmî Gazete, 2012. On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun Ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. Kanun no: 6360, sayı: 28489.
- Sipahi, B., S. E. Yurtkoru & M. Çinko, 2008. Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi. Beta Yayınları, İstanbul. 215 s.
- Susta, G.O. & B. Gülçubuk, 2016. "Kırsalın dönüşümünde fırsat ve tehditleriyle yeni büyükşehir yasası analizi, 1059-1068". XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi (25-27 Mayıs 2016, Isparta), Bildirileri, 2256 s.
- Susta, G.O., 2018. 6360 Sayılı Yasa ile Oluşan Yeni Büyükşehir Yasası'nın Kırsal Alanda Hizmet Etkililiği Açısından İncelenmesi: İzmir İli Kiraz İlçesi Araştırması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 178 s.
- Şimşek, Y. B., 2019. Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetlerinde Algılanan Kalite ve Üretici Memnuniyeti. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 51 s.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Tekeli, İ., 2018. İzmir Belediyeciliğinde 2004-2018 Dönemi'nin Öyküsü. İzmir Büyükşehir Belediyesi, 143 s.
- Türkiye Belediyeler Birliği, 2016. Belediyelerin kırsal kalkınma stratejileri. Türkiye Belediyeler Birliği Dergisi, 821-822.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):529-539  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1092623>

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR<sup>1\*</sup>

Bekir TOSUN<sup>2</sup>

Arif ŞANLI<sup>2</sup>

Tahsin KARADOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
32200, Merkez, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,  
32200, Merkez, Isparta, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[fatmagoze@isparta.edu.tr](mailto:fatmagoze@isparta.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Apiaceae, biyolojik mücadele, Kök ur nematodu, uçucu yağ

**Keywords:** Apiaceae, biological control, Root knot nematode, essential oil

## Bazı Apiaceae uçucu yağlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)'ya karşı nematoksik etkisi

Nematotoxic activity of some Apiaceae essential oils against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)

Received (Alınış): 24.03.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 23.05.2022

### ÖZ

**Amaç:** Çalışmada Apiaceae familyasına ait kültürü yapılan ve doğal florada yayılış gösteren bazı türlerin meyve uçucu yağlarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda *Meloidogyne incognita*'ya karşı nematoksik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** *in vitro* çalışmalarda 125, 250, 500 ve 1000 ppm uçucu yağ konsantrasyonlarının ikinci dönem larva (L2) üzerine etkisi araştırılmıştır. *In vivo* çalışmalar bitki büyütme kabinlerinde domates bitkisinde uçucu yağların 1000 ppm konsantrasyonları ile yürütülmüştür. Çalışma 9 hafta sonra sonlandırılmış ve köklerde gal ve yumurta paketi sayısı belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** En yüksek nematoksik etki *in vitro* koşullarda % 83.3 ölüm oranı ile *Ferulago pauciradiata* uçucu yağının 1000 ppm dozunda belirlenmiştir. *Ferulago pauciradiata* ve *Foeniculum vulgare* uçucu yağları uygulanan bitkilerin köklerinde gal ve yumurta paketi sayısı daha düşük olmuştur.

**Sonuç:** *Meloidogyne incognita*'ya karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda *F. pauciradiata* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının yüksek nematoksik etki gösterdiği saptanmıştır.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine *in vitro* and *in vivo* nematotoxic effects of cultivated and naturally distributed fruit essential oils (EO's) of Apiaceae species against *Meloidogyne incognita*.

**Material and Methods:** The effects of 125, 250, 500 and 1000 ppm EO's concentrations on the second juvenile larvae (J2) were investigated *in vitro*. *In vivo* studies were carried out in climate room using tomato seedlings at 1000 ppm concentrations of EO's. The number of galls and egg masses in the roots was determined after 9 weeks.

**Results:** A 1000 ppm concentration of *Ferulago pauciradiata* EO showed the highest nematotoxic effect with a mortality rate of 83.3% *in vitro*. The number of gall and egg masses in the roots treated with *F. pauciradiata* and *Foeniculum vulgare* EO's was lower.

**Conclusion:** *Ferulago pauciradiata* and *F. vulgare* EO's have strong nematotoxic effects against *M. incognita* *in vitro* and *in vivo*.

## GİRİŞ

Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) endoparazit olarak vaskular dokularda zarar meydana getirmeleri, yılda verilen döl sayısının fazla olması ve dişi başına bırakılan yumurta sayısının yüksek olması nedeniyle ekonomik olarak önemli bitki paraziti nematod türleri arasında yer almaktadır (Bartlem et al., 2014; Eder et al., 2021). Kök ur nematodlarının sıcak bölgelerde yaşam döngülerini daha hızlı tamamlamaları ve hızlı çoğalmaları nedeniyle popülasyonlarının kontrol altında tutulması zorlaşmaktadır (Udo et al., 2008). Dünya'da en yaygın bulunan kök-ur nematodu türleri *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889), *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo & Finley, 1980, *Meloidogyne fallax* Karssen, 1996 ve *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949)'dur (Adam et al., 2007; Menjivar et al., 2012; Siddiqui & Zaki, 2017; Tapia-Vázquez et al., 2022). Türkiye de ise kök ur nematodu türlerinden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. chitwoodi*, *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968, *Meloidogyne artiellia* Franklin, 1961, *Meloidogyne acrita* (Chitwood, 1949), *Meloidogyne luci* Carneiro et al., 2014, *Meloidogyne exiqua* Goeldi, 1887 ve *Meloidogyne thamesi* Chitwood in Chitwood, Specht & Havis, 1952 bildirilmiştir (Devran & Söğüt, 2009; Özarslandan & Elekçioğlu, 2010; Evlice & Bayram, 2016; Uysal et al., 2017; Göze Özdemir & Uysal, 2018; Gürkan et al., 2019; Aslan & Elekçioğlu, 2022). *Meloidogyne incognita*, kök ur nematodlarının en yaygın türü olup, hemen hemen tüm bitkileri enfekte edebilmekte ve ekonomik anlamda önemli zararlar meydana getirmektedir (Hallmann & Kiewnick, 2018; Eder et al., 2021). Kök-ur nematodları bitkilerin su ve besin alımını zorlaştırarak verimde önemli kayıplara sebep olmaktadır. Kök ur nematod türlerinin geniş konukçu aralığına sahip olmaları, toprakta daha uzun süre hayatta kalmalarını kolaylaştırmakta, bu durum ise kök-ur nematodlarının münavebe ile kontrol altına alınmasını zorlaştırmaktadır (Brodie et al., 1993). Dünyada Kök-ur nematodları ile mücadelede en yaygın kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir (Wang et al., 2006). Ancak insan, hayvan ve çevreye verdikleri zararlı etkilerinden dolayı kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan çok amaçlı fumigant ve nematisitlerin birçoğu yasaklanmıştır (Youssef et al., 2017; Pardavella et al., 2021). Bu durum, bitki paraziti nematodların kontrolünde alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu alanda belki de üzerinde en yoğun araştırma yapılan konuların başında bitkisel kökenli metabolitler gelmektedir (Javed et al., 2007; Turatto et al., 2018; Pardavella et al., 2021). Bitkilerde bulunan izotiyosiyanatlar, glukozitler, alkaloidler, ketonlar, aldehitler, fenolikler ve sabit yağ asitlerinin nematisidal aktivite gösterdiği bazı araştırmalarla ortaya konmuştur (Chitwood, 2002; Kabera et al., 2014; Stavropoulou et al., 2021).

Sekonder metabolitlerin terpenoidler grubunda yer alan uçucu yağlar, kök-ur nematodları kontrolünde en çok üzerinde durulan alternatif mücadele yöntemleri arasında yer almaktadır. Uçucu yağ bileşenleri nematod sinir sistemine etki ettiği gibi nematodun hücre zarını bozabilmekte ve geçirgenliğini değiştirebilmektedir (Oka et al., 2000). Apiaceae familyasının önemli bir kısmı uçucu yağ, fenolik bileşikler ve kumarinler bakımından zengin olup tıbbi ve aromatik kullanımlarının dışında antimikrobiyal, antiviral, antifungal, nematisidal, insektisidal ve antioksidan gibi özellikler gösterebilmektedirler (Dorman & Deans, 2000; Cavanagh, 2007; Ntalli et al., 2010; Lang & Buchbauer, 2012; Siddiqui & Zaki, 2017). Apiaceae familyasına ait *Carum capticum* L., *Carum carvi* L., *Foeniculum vulgare* Miller. ve *Pimpinella anisum* L. bitkilerinin uçucu yağlarının *M. incognita* ve *M. javanica* üzerinde nematisidal etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Oka et al., 2000; Gupta et al., 2011; Ntalli et al., 2011). Dias et al. (1988), tıbbi aromatik bitkilerden *Achillea millefolium* L., *Arctium lappa* L. ve *Bryophyllum calycinum* Salisb. köklerinde *M. incognita*'nın gelişemediğini tespit etmiştir. Sellami et al. (2013), *F. vulgare* (Apiaceae) uçucu yağının 800 µL/L dozunda *M. incognita* ikinci dönem larvalarında (L2) ölüm oranını 72 saat sonra % 90.87 olarak bulurken, yumurtadan çıkışı %68.18 oranında engellediğini belirlemişlerdir.

Çalışmada Apiaceae familyasına ait ülkemizde kültürü yapılan (*Anethum graveolens* L. ve *Coriandrum sativum* L.) ve doğal florada bulunan (*Ferulago pauciradiata* Boiss&Held (Endemik), *Foeniculum vulgare* Miller., *Heracleum platytaenium* Boiss. (Endemik), *Smyrniium connatum* Boiss&Kotschy ve *Kundmannia anatolica* Boiss. (endemik) türlerinin meyve uçucu yağlarının *Meloidogyne incognita* türüne karşı nematoksik etkilerinin *in vitro* ve *invivo* koşullarında etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2019-2020 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Nematoloji Laboratuvarı ve Tarla Bitkileri Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan *Meloidogyne incognita* kök-ur nematodu popülasyonu sera üretim alanlarında yetiştirilen domates bitkilerinin kökünden elde edilmiş ve saf kültürü yapıldıktan sonra perineal kesitten morfolojik olarak tanımlanmıştır (Şekil 1). Apiaceae familyasına ait bitki materyalleri ise Çizelge 1 de yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan *Meloidogyne incognita* popülasyonunun perineal kesiti.

Figure 1. Perineal pattern of the *Meloidogyne incognita* population used in the study.

### Araştırmada kullanılan uçucu yağların üretimi

Taksonlara ait meyvelerin uçucu yağları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Bu amaçla her türün meyvelerinden 100'er g örnek öğütüldükten sonra distilasyon cihazının kaynatma balonunda 1/3 oranında su eklenerek 100 °C'de 3 saat süreyle (Marotti & Piccaglia, 1992) damıtılmıştır.

Her türe ait uçucu yağ örneklerinin bileşenleri Stein (1990)'inin belirttiği şekilde GC - MS (Perkin Elmer marka) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir. Bu amaçla; n-hekzan seyreltilecek 1 µl kadar uçucu yağ silika kapiler kolona enjekte edilerek ve belirli bir çalışma programında (enjektör sıcaklığı 250°C'de ve detektör sıcaklığı 240°C'de tutularak, kolon/ fırın sıcaklığı ise (120°C/3 dak.// 3°C/dak./200°C/6 dak.// 3°C/dak.//120°C/3 dak.) bileşenlerine ayrılarak ve her bir bileşen daha önce tanımlanmış olan uçucu yağ standart piklerinden oluşan kromatogramlar aracılığı tanımlanmıştır. Uçucu yağların ana bileşenleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan Apiaceae familyasına ait bitki türleri ve türlere ait meyve uçucu yağlarını oluşturan önemli bileşenler

Table 1. The plant species belonging to the Apiaceae family used in the study and the main components in the fruit essential oils of the species

| Apiaceae Türleri                            | Ana Bileşenler (%)      |                            |                         |
|---|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <i>Anethum graveolens</i> L.                | d-Carvone (% 51.7)      | L-Limonene (% 24.8)        | Dihydrocarvone (% 6.3)  |
| <i>Coriandrum sativum</i> L.                | Linalool (% 56.3)       | α-Pinene (% 10.0)          | Geranyl acetate (% 9.6) |
| <i>Ferulago pauciradiata</i> Boiss ve Heldr | Sabinene (% 27.8)       | α-Pinene (% 20.6)          | p-Cimene (% 7.8)        |
| <i>Foeniculum vulgare</i> Miller            | Trans anethole (% 75.4) | L-Limonene (% 9.06)        | p-Allylanisole (% 7.78) |
| <i>Heracleum platytaenium</i> Boiss.        | Octyl Butyrate (% 83.5) | Ethylhexyl Acetate (% 6.6) | Hexyl Butanoate (% 1.5) |
| <i>Kundmannia anatolica</i> Boiss.          | β- Pinene (% 33.1)      | α-Pinene (% 27.9)          | α-Thujene (% 8.0)       |
| <i>Smyrniun connatum</i> Boiss&Kotschy      | Curzerene (% 24.7)      | Germacrene D (% 17.8)      | Germacrene B (% 13.0)   |



### **Kök-ur nematodu popülasyonunun saf kültürünün oluşturulması ve kitle üretimi**

Saf kültür ve kitle üretimleri Kök-ur nematoduna duyarlı "Tueza F1" domates çeşidi ile yürütülmüştür. Tueza F1 domates tohumları iklim odası koşullarında viyollerde yetiştirilmiş ve 3 haftalık fideler kullanılmıştır. Saf kültür  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de,  $\%60\pm 5$  neme sahip iklim odası koşullarında, 250 ml hacime sahip plastik saksılarda ve  $\% 68$  kum,  $\% 21$  Silt ve  $\%11$  kil içeren toprak karışımı kullanılarak yapılmıştır. Her saksıya 1 domates fidesi şaşırtılarak 5 tekrür hazırlanmıştır. Binoküler mikroskop altında pens ve bistüri yardımıyla çıkarılan 1 adet yumurta paketi ependorf tüplerine alınmış ve bitki kök boğazı yakınına yaklaşık 2 cm kök derinliğine pastör pipeti yardımıyla inokule edilmiştir. İnokulasyondan sonra saksılara biraz toprak eklenmiş ve hafif nemlendirilmiştir. Kök-ur nematodu saf kültür oluşturma işlemleri inokulasyondan 8 hafta sonra sökülmüştür ve domates kökleri dikkatli bir şekilde çeşme suyu altında yıkanmıştır. Kitle üretimi için bu domates köklerinden en iyi yumurta paketi oluşturan seçilmiş ve binoküler mikroskop altında yumurta paketleri çıkarılarak saf su bulunan ependorf tüplere konulmuştur. Kitle üretimi 15 tekrürde yürütülmüştür. Saf inokulumunun çoğaltılmasında izlenen inokulasyon yöntemi kitle üretimde kullanılmıştır. Saf kültüründen tek farkı her saksıya 5 adet yumurta paketinin inokule edilmesidir (Uysal et al., 2017).

### ***Meloidogyne incognita* ikinci dönem larva eldesi**

Kitle üretimi yapılan urlu domates köklerinden binoküler mikroskop altında yumurta paketleri çıkarılarak distile su içeren petri içerisinde elekler içerisine alınarak  $28^{\circ}\text{C}$ 'de üç gün inkübe edilmiştir. Bu şekilde yumurta paketlerinden L2 çıkışları sağlanmıştır. Işık mikroskobu altında L2 sayımları yapılarak ependorf tüpleri içerisine alınmış ve inokulasyona hazır hale getirilmiştir (Geç vd., 2018).

### ***in vitro* koşullar altında uçucu yağların *Meloidogyne incognita* ikinci dönem larvalarına karşı etkinliğinin belirlenmesi**

Çalışma *in vitro* koşullarda birinci faktör olarak değişik uçucu yağlar ve ikinci faktör olarak farklı uçucu yağ konsantrasyonları kullanılarak (kontrol, negatif kontrol, 125, 250, 500 ve 1000 ppm) 3 tekrürlü olarak yürütülmüştür (Çizelge 1). Uçucu yağ konsantrasyonları Tween-80 ( $\%0.1$ ) ve saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Her bir mikrotüp (1.5 ml) içine otomatik pipet yardımıyla 50  $\mu\text{l}$  saf su ile birlikte 100 L2 konulduktan sonra uçucu yağ konsantrasyonu uygulamaları yapılmıştır (Oka et al., 2000). Her mikrotüp içerisine konsantrasyondan 1 ml konulmuştur. Çalışmada sadece saf su ve Tween-80 uygulanan mikrotüpler negatif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Mikrotüpler parafilm ile kapatıldıktan sonra  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de tutularak 3 gün sonra mikroskop altında canlı-ölü birey sayımı yapılmış ve yüzde ölüm değerleri hesaplanmıştır (Siddiqui & Zaki, 2017). İnce bir iğne ile dokunulduğunda hareket etmeyen nematodlar ölü olarak kabul edilmiştir (Cayrol et al., 1989).

### **Uçucu yağların domates kökünde gal ve yumurta paketi sayısına karşı etkinliğinin belirlenmesi**

Çalışma  $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de,  $\%60\pm 5$  neme sahip iklim odası koşullarında steril toprak karışımı ( $\% 68$  kum,  $\% 21$  silt ve  $\%11$  kil) içeren 250 ml hacime sahip saksılarda yürütülmüştür. Çalışma, *in vitro* da uçucu yağların en yüksek etki gösterdiği 1000 ppm konsantrasyonunda 10 tekrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her saksıya 1 adet Tueza F1 domates fidesi şaşırtılmıştır. Şaşırtmadan 1 hafta sonra her saksıya *M. incognita* 1000 L2 gelecek şekilde bitki kök boğazı yakınına yaklaşık 2 cm kök derinliğine pastör pipeti yardımıyla inokule edilmiştir (Özdemir & Gözel, 2017). Uçucu yağ uygulamaları bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede, 4-5 cm derinlik ve 1 cm çapında açılan oyuklara 30 ml'lik sulama suyu ile birlikte uygulanmıştır. Uçucu yağ uygulaması ve nematod inokulasyonu aynı zamanda yapılmıştır (Kepenekçi et al., 2016). Kontrole ise nematod inokulasyonu yapıldıktan sonra herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Bitkilerin su gereksinimleri 2 güne bir çeşme suyu ile karşılanmıştır. Bitkiler 9 hafta sonra saksılardan sökülmüş ve kökleri iyice su ile yıkanarak topraktan arındırılmıştır. Daha sonra stereo mikroskop altında kökler incelenmiş, gal ve yumurta paketi sayısı belirlenmiştir (Göze Özdemir et al., 2022).

## İstatistiksel analiz

Ölçüm ve analizler sonucu elde edilen verilerden *in vitro* da ölüm oranları tesadüf parselleri deneme planında faktöriyel düzenlemeye göre, domates köklerinde gal ve yumurta paketi sayısı ise tesadüf parsellerine göre SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

*In vitro* da yürütülen çalışmada uçucu yağların kök ur nematoduna karşı etkileri dozlarla bağlı olarak çok önemli seviyede farklılık göstermiştir (Çizelge 2). Bu *Meloidogyne incognita* L2 ölüm yüzdelerinin uygulanan uçucu yağlara ve uygulama konsantrasyonuna göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini, uygulama dozlarının artışının neredeyse bütün uçucu yağ uygulamalarında nematod ölümlerini artırdığını göstermiştir. Uçucu yağların domates köklerindeki gal ve yumurta paketi sayısına etkilerinin de istatistikî açıdan önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Uçucu yağ uygulamalarının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisine ait varyans analiz sonuçları

**Table 2.** Variance analysis of the effect of essential oil applications against *Meloidogyne incognita*

| Varyasyon kaynakları | <i>Meloidogyne incognita</i> 2. Dönem larva ölüm oranı |          | Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kökteki gal sayısı | Kökteki yumurta paketi sayısı |
|----------------------|--|----------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
|                      | Serbestlik derecesi                                    | F Değeri |                      |                     | F Değeri           | F Değeri                      |
| Uçucu yağ (U)        | 6  | 265**    | Uçucu yağ            | 7                   | 244.88**           | 167.54**                      |
| Konsantrasyon (K)    | 5  | 5675**   | Hata                 | 72                  |                    |                               |
| U X K                | 30   | 44.59**  | Genel                | 79                  |                    |                               |
| Hata                 | 84   |          |                      |                     |                    |                               |
| Genel                | 125  |          |                      |                     |                    |                               |
| CV                   | 4.58   |          | CV                   |                     | 7.63               | 9.00                          |

\*\* İstatistiksel olarak  $P < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

Çalışmada ele alınan türlerin uçucu yağlarının konsantrasyon artışına bağlı olarak kök-ur nematodunun ölüm oranlarında da önemli derecede artış belirlenmiştir. *Ferulago pauciradiata* bitkisinin 1000 ppm uçucu yağ dozu *M. incognita* L2 popülasyonunu % 83.3 oranında baskılayarak en yüksek ölüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. *Heracleum platytenium* (% 72.7) ve *Foeniculum vulgare* (% 70.3) türlerinin 1000 ppm dozlarının ölüm oranları da yüksek bulunmuştur. En düşük ölüm oranı negatif kontrol gruplarında belirlenmiştir. Kontrol gruplarında ölümlerin doğal sebeplerden gerçekleştiği düşünülmektedir. *In vitro* çalışmada 1000 ppm dozu değerlendirildiğinde ele alınan bitkilerin uçucu yağlarının *M. incognita* L2 popülasyonu üzerinde ölüm oranının % 50'den fazla (% 68.8) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Domates köklerinde Apiaceae familyasına ait bitkilerin uçucu yağlarının *M. incognita*'nın oluşturduğu gal ve yumurta paketi sayısına etkisinin değerlendirildiği çalışmada *in vitro* da uçucu yağların en yüksek etki gösterdiği 1000 ppm dozu kullanılmış ve *A. graveolens*, *C. sativum*, *F. pauciradiata*, *F. vulgare*, *H. platytenium*, *K. anatolica* ve *S. connotum* uçucu yağ uygulamaları domates kökünde meydana gelen gal ve yumurta paketi sayısını kontrole göre önemli derecede azaltmıştır. Domates kökünde en yüksek gal sayısı (109.6 adet/kök) ve yumurta paketi sayısı (125.7 adet/kök) uçucu yağ uygulaması yapılmayan kontrolde tespit edilmiştir. Çalışmada en düşük gal sayısı *F. pauciradiata* (36.9 adet/kök) ve *F. vulgare* (40.2 adet/kök) uçucu yağı uygulamalarının yapıldığı domates köklerinde belirlenmiştir. Domates kökünde yumurta paketi sayısının gal sayısından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bazı galler üzerinde birden fazla yumurta paketi bulunmasıdır. Kontrolde sonra en yüksek yumurta paketi sayısı *S. connotum* (100.8 adet/kök) uçucu yağ uygulaması yapılan

domates köklerinde saptanmıştır. Gal sayısına benzer olarak, en düşük yumurta paketi sayısı *F. pauciradiata* ve *F. vulgare* uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4). *Heracleum platytaenium* uçucu yağının 1000 ppm dozunun *in vitro* da L2 üzerinde nematoksik etkileri *F. vulgare* uçucu yağından daha yüksek bulunurken, domates kökünde gal ve yumurta paketi sayısına etkisi *F. vulgare*'den daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3;4). *In vitro* yürütülen çalışmada *A. graveolans*, *C. sativum* ve *K. anatolica* uçucu yağlarının 1000 ppm dozunun nematoksik etkisi birbirine yakın bulunurken, domates köklerinde *K. anatolica*'nın nematoksik etkisi *C. sativum* ve *A. graveolans*'den yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 3;4).

**Çizelge 3.** Çalışmada kullanılan Apiaceae bitkilerinin uçucu yağlarının *Meloidogyne incognita* ikinci dönem larvalarında yüzde ölüm oranları

**Table 3.** Percent mortality rates of the essential oils of Apiaceae plants used in the study in the second juvenile of *Meloidogyne incognita*.

| Doz (ppm)  | <i>Anethum graveolens</i> | <i>Coriandrum sativum</i> | <i>Ferulago pauciradiata</i> | <i>Foeniculum vulgare</i> | <i>Heracleum platytaenium</i> | <i>Kundmannia anatolica</i> | <i>Smyrniium connatum</i> | Ort. |
|------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| Saf su     |                           |                           |                              | 8.0                       |                               |                             |                           | 8.0  |
| Tween (80) |                           |                           |                              | 9.3                       |                               |                             |                           | 9.3  |
| 125        | 22.0                      | 16.3                      | 38.0                         | 23.7                      | 20.7                          | 19.0                        | 15.3                      | 22.2 |
| 250        | 33.7                      | 25.7                      | 46.7                         | 33.0                      | 26.0                          | 31.3                        | 25.3                      | 31.7 |
| 500        | 41.7                      | 36.7                      | 68.3                         | 39.7                      | 53.0                          | 53.0                        | 36.0                      | 46.9 |
| 1000       | 64.7                      | 69.7                      | 83.3                         | 70.3                      | 72.7                          | 66.7                        | 54.0                      | 68.8 |
| Ort.       | 29.9                      | 27.6                      | 42.3                         | 30.7                      | 31.6                          | 31.2                        | 24.7                      |      |

\* Lsd<sub>uçucu yağ x doz</sub>: 2.34

**Çizelge 4.** Çalışmada kullanılan Apiaceae bitkilerinin uçucu yağlarının 1000 ppm konsantrasyonuygulamalarının domates köklerinde *M. incognita*'nın oluşturduğu gal ve yumurta paketi sayısına etkisi

**Table 4.** The effect of 1000 ppm concentration applications of essential oils of Apiaceae plants used in the study on the number of gall and egg masses formed by *M. incognita* in tomato roots.

| Uygulama                      | Gal Sayısı (adet/kök) | Yumurta Paketi Sayısı (adet/kök) |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Anethum graveolens</i>     | 75.7 d*               | 82.6 d                           |
| <i>Coriandrum sativum</i>     | 64.9 c                | 72.4 c                           |
| <i>Smyrniium connatum</i>     | 89.0 e                | 100.8 e                          |
| <i>Ferulago pauciradiata</i>  | 36.9 a                | 42.9 a                           |
| <i>Foeniculum vulgare</i>     | 40.2 a                | 48.3 a                           |
| <i>Heracleum platytaenium</i> | 52.8 b                | 61.6 b                           |
| <i>Kundmannia anatolica</i>   | 56.2 b                | 64.7 bc                          |
| Kontrol                       | 109.6 f               | 125.7 f                          |

\*Aynı sütunda gösterilen küçük harfler uçucu yağ uygulamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P≤0.01).

Çalışmada *F. pauciradiata* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının *in vitro* da *M. incognita* L2 dönemi önemli oranda baskıladığı ve domates köklerinde 1000 ppm konsantrasyonlarının gal ve yumurta paketi sayısını azalttığı, dolayısıyla domates köklerinde üremesini baskıladığı belirlenmiştir. Bu durumun, bu uçucu yağların önemli bileşenlerinin tek başına etkilerinden ya da ana bileşenlerin uçucu yağı oluşturan diğer bileşenlerle olan sinerjistik etkilerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Genellikle uçucu yağın ana bileşenleri yağın biyofiziksel ve biyolojik özelliklerini yansıtırken (İpek et al., 2005), bazı

durumlarda uçucu yağın içerisinde yer alan diğer moleküller ana bileşenlerle beraber sinerjik etki yaratarak biyolojik özelliklerin artırılmasının mümkün olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Santana-Rios et al., 2001; Ultee et al., 2002; Hoet et al., 2006; Hemaiswarya et al., 2008; Langevel et al., 2014; Miladi et al., 2017). *Ferulago pauciradiata* uçucu yağ içeriğine bakıldığında  $\alpha$ -pinene ve sabinene'nin ana bileşenler olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Sabinene ve  $\alpha$ -pinene monoterpenoid grubunda yer almaktadır. Monoterpenoid grubunda yer alan  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene ve eugenol bileşiklerinin asetilkolinesteraz aktivitesinin önemli ölçüde inhibe edilmesine neden olduğu dolayısıyla sinir sistemine etki ettiği bildirilmiştir (Saad et al., 2018). İkiyüz elli mg/ml konsantrasyonunda monoterpenoid grubundaki çoğu bileşiğin *P. penetrans* üzerinde ticari nematisit 'Oxamyl' den daha fazla toksik etki gösterdiği bildirilmiştir (Tsao & Yu, 2000). Çalışmamızda  $\alpha$ -pinene ve  $\beta$ -pinene içeren diğer uçucu yağ olan *K. anatolica*'nın da 1000 ppm dozunda *M. incognita*'nın gal ve yumurta paketi sayısını kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Echeverrigaray et al. (2010) monoterpenoid grubunda yer alan  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, citronellal, menthone ve terpinen-4-ol bileşiklerinin *M. incognita* üzerinde yüksek nematisidal etkisini rapor etmişlerdir. *Ferulago angulata* (Schlecht.) Boiss'nın çiçek (0.4%) ve yaprak özütü (0.2% and 0.4%) *M. javanica* L2 üzerinde %90'dan fazla ölüme neden olmuştur (Ghezelbash & Abdolahi, 2013). El-Habashy et al. (2020) sera koşullarında patlıcanda yürüttükleri çalışmada  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, eugenol ve nerolidol bileşiklerinin 500 mg/L konsantrasyonunun kontrole karşılaştırıldığında *M. javanica*'nın gal, yumurta paketi, bitki başına düşen yumurta ve topraktaki 2. dönem larva sayısını önemli oranda azalttığını bulmuşlardır.

*Foeniculum vulgare* uçucu yağının ana bileşeni ise anethole görülmekte ve fenilpropanoid grubunda yer almaktadır. Birçok basit fenol uçucudur ve nematisidal aktiviteye sahip bitki esansiyel yağlarında bulunmaktadır (Zhou et al., 2012). *Foeniculum vulgare*'nin *M. incognita* ile mücadelede başarıyla kullanılabileceği bildirilmektedir (Ntalli et al., 2010). Carvacrol, t-anethole, thymol ve (+)-carvone bileşikleri *in vitro* da 125  $\mu$ l/litre uygulamasında *M. javanica* 2. Dönem larvalarını hareketsiz hale getirmiş ve yumurtadan çıkmayı engellemiş, 75 ve 150 mg/kg konsantrasyonlarında kumlu toprakta karıştırılan bu bileşenlerin çoğu, salatalık fidelerinde kök gallenmesini azaltmıştır (Oka et al., 2000). Sellami et al. (2013) *in vitro*da *F. vulgare* uçucu yağının 800  $\mu$ L/L doz uygulamasında 72 saat sonra *M. incognita* L2' nin ölüm oranını %90.87 bulmuşlardır. Rezene kaynaklı estragol bakımından zengin ve trans-anetol bakımından zengin 2 uçucu yağın, *M. chitwoodi* yumurtaları üzerinde 2  $\mu$ L/mL<sup>-1</sup> uygulamasında yumurtadan çıkışın sırasıyla %90 ve %92 oranında engellendiği saptanmıştır (Faria et al., 2016). Göze Özdemir et al. (2021) *in vitro* koşullarda Apiaceae familyasına ait 12 farklı bitki türünün uçucu yağının Kök lezyon nematodlarına (*Pratylenchus* spp.) karşı nematisidal etkilerinin nematod türüne bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bulmuş ve *Pratylenchus penetrans*(Cobb, 1917) Filipjev&Schuurmans Stekhoven üzerinde *F. vulgare* ve *A. graveolens* uçucu yağlarının daha yüksek etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Diğer taraftan, çalışmada seskiterpenoid bakımdan zengin olan *S. conatum*'un *M. incognita* üzerinde nematoksik etkisinin monoterpenoidler bakımdan zengin olan uçucu yağlardan (*A. graveolens*, *C. sativum*, *K. anatolica* ve *F. pauciradiata*) ve esterler bakımından zengin olan *H. platytaenium* uçucu yağından daha düşük olarak saptanmıştır. Seskiterpenoid grubunda yer alan  $\beta$ -caryophyllene, nerolidol, artemisinin ve artesunate bileşiklerinin *M. incognita* üzerinde nematisidal etkisinin olmadığı bulunmuştur (Bai et al., 2013; D'Addabbo et al., 2013). Ayrıca monoterpenler ve fenilpropenler, seskiterpen ve alkollere kısımlandığında asetilkolinesteraz aktivitesi üzerindeki inhibitör etkisi ile güçlü bir nematisidal aktivite gösterdiği belirtilmektedir (El-Habashy et al., 2020). Çalışmada domates köklerinde *S. conatum*'dan sonra en çok gal ve yumurta paketi oluşumu *A. graveolens* uçucu yağ uygulaması yapılan köklerde belirlenmiştir. Kepenekçi & Dura (2017) Yalova ilinde serada yetiştirilen *A. graveolens* köklerinde *M. incognita* tespit etmişler ve Türkiye için yeni konukçu olarak bildirilmiştir. Göze Özdemir et al. (2021) ise *in vitro* koşullarda *A. graveolens* uçucu yağının *P. penetrans* ve *Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) 1953 üzerinde %45'den daha yüksek etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Apiaceae familyası bitkileri *F. pauciradiata*, *F. vulgare*, *H. platytaeniium* ve *K. anatolica* meyvelerinin uçucu yağlarının *M. incognita* ile mücadelede doğal nematisit olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir. Ancak bu 4 uçucu yağın ana bileşenleri karşılaştırıldığında aralarında benzerlik tespit edilememiştir. Sadece *F. pauciradiata* (%20.6) ve *K. anatolica* (%27.9) uçucu yağ bileşenlerinde  $\alpha$ -pinene'nin ortak olduğu görülmektedir (Çizelge 1). *Coriandrum sativum* uçucu yağ bileşeninde de %10.0 oranında  $\alpha$ -pinene belirlenmiş olmasına rağmen (Çizelge 1) çalışmamızda *C. sativum*'un *M. incognita* üzerinde nematoksik etkisi düşük saptanmıştır. Oysaki *in vitro* çalışmada *C. sativum*'un Kök lezyon nematodlarında % 50'nin üzerinde nematisidal etki gösterdiği belirlenmiştir (Göze Özdemir et al., 2021). Bu durum, nematisidal aktivitenin uçucu yağları oluşturan bileşenlerin tek başına etkilerinden ziyade bileşenler arasındaki sinerjik etkiden olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde uçucu yağların gösterdiği nematoksik etkinin uçucu yağ bileşenlerinin girdiği terpenoid grubuna, ana bileşenlere ve bileşenlerin sinerjistik yada antagonistik etkisine göre değiştiği ve monoterpenlerin *M. incognita*'ya karşı potansiyel doğal nematisit kaynağı olduğu anlaşılmıştır (Kong et al., 2006; Siddiqui & Zaki, 2017; El-Habashy et al., 2020).

Araştırmada *Meloidogyne incognita* mücadelesinde *F. pauciradiata* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının ümitvar olduğu tespit edilmiştir. Bu uçucu yağlar ile daha ayrıntılı çalışmalar yürütülerek arazi performanslarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca bu uçucu yağların bileşenlerinin tek ya da birbiriyle kombinasyonlarının *M. incognita* üzerinde etkisinin araştırılmasıyla daha kuvvetli nematisidal aktivitelerin ortaya çıkartılabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adam, M. A. M., M. S. Phillips & V. C. Blok, 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56: 190-197. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2006.01455.x
- Aslan, A., & İ. H. Elekcioglu, 2022. Biochemical and molecular identification of root-knot nematodes in greenhouse vegetable areas of Eastern Mediterranean Region (Turkey). *Turkish Journal of Entomology*, 46 (1): 115-127.
- Bai, P.H., C.Q. Bai, Q.Z. Liu, S.S. Du & Z.L. Liu, 2013. Nematicidal activity of the essential oil of *Rhododendron anthopogonoides* aerial parts and its constituent compounds against *Meloidogyne incognita*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 68 (c): 307-312.
- Bartlem, D. G., M.G. Jones & U.Z. Hammes, 2014. Vascularization and nutrient delivery at root-knot nematode feeding sites in host roots. *Journal of Experimental Botany*, 65 (7): 1789-1798. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert415>
- Brodie, B.B., K. Evans & J. Franco, 1993. "Nematode Parasites of Potato, 87-132". In: *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture* (Eds. K. Evans, D. L. Trudgill & J.M. Webster). CAB International, Wallingford, UK, 656 pp.
- Cavanagh, H. & M.A. Cavanagh, 2007. Antifungal activity of the volatile phase of essential oils: A brief review, *Natural Product Communications*, 2: 1297-1302.
- Cayrol, J.C., C. Djian & L. Pijarowski, 1989. Study of the nematicidal properties of the culture filtrate of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus*. *Revue de Nematologie*, 12 (4): 331-336.
- Chitwood, D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review Of Phytopathology*, 40 (1): 221-249.
- D'Addabbo, T., T. Carbonara, M.P. Argentieri, V. Radicci, P. Leonetti, L. Villanova & P. Avato, 2013. Nematicidal potential of *Artemisia annua* and its main metabolites. *European Journal of Plant Pathology*, 137 (2): 295-304.
- Devran, Z. & M.A. Söğüt, 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41 (2): 128-133.
- Dias, C.R., S.L. Maciel, J.B. Vida & C.A. Scapim, 1988. Efeito de quatro espécies de plantas medicinais sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 em protegido. *Nematologia Brasileira*, 22 (2): 58-65.

- Dorman, H.J.D. & S.G. Deans, 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal Applied Microbiology*, 88 (2): 308-316.
- Echeverrigaray, S., J. Zacaria & R. Beltrão, 2010. Nematicidal activity of monoterpenoids against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology*, 100 (2): 199-203.
- Eder, R., E. Consoli, J. Krauss & P. Dahlin, 2021. Polysulfides Applied as Formulated Garlic Extract to Protect Tomato Plants against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita*. *Plants*, 10 (2): 394-494.
- EI-Habashy, D.E., M.A.A. Rasoul & S.A. Abdelgaleil, 2020. Nematicidal activity of phytochemicals and their potential use for the control of *Meloidogyne javanica* infected eggplant in the greenhouse. *European Journal of Plant Pathology*, 158 (2): 381-390. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02079-6>
- Evlice, E. & Ş .Bayram, 2016. Identification of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) in the potato fields of Central Anatolia (Turkey) using molecular and morphological methods. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6 (4):339-347.
- Faria, J. M. S., I. Sena, B. Ribeiro, A. M. Rodrigues, C. M. N. Maleita, I. Abrantes & A. C.da Silva Figueiredo, 2016. First report on *Meloidogyne chitwoodi* hatching inhibition activity of essential oils and essential oils fractions. *Journal of Pest Science*, 89 (1): 207-217. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0664-0>
- Geç, S., F.G. Göze Özdemir & B. Yaşar, 2018. "İn vitro koşullarda bazı bitkisel yağların *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) ırk 2'ye karşı nematosisidal etkilerinin belirlenmesi, 78-87". *Proceeding Book of 6th International Congress of Agriculture and Environment*, 11-13 October, Antalya, Turkey, 469 pp.
- Ghezelbash, N. & M. Abdolahi, 2013. In vitro inhibition of Root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* by aqueous extract of *Zataria multiflora* and *Ferulago angulata* and some of their compounds. *Journal of Research in Plant Pathology*, 2 (1): 51-60.
- Göze Özdemir, F. G., B. Tosun, A. Şanlı & T. Karadoğan, 2021. Türkiye'de yetişen bazı Apiaceae türlerinin uçucu yağlarının Kök lezyon nematodlarına karşı nematosisidal aktiviteleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (2): 425-433. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.796093>
- Göze Özdemir, F. G., Ş. E. Arıcı & İ. H. Elekcioğlu, 2022. Interaction of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) (Nemata:Meloidogynidae) and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker in tomato F1 hybrids with differing levels of resistance to these pathogens. *Turkish Journal of Entomology*, 46 (1): 63-73.
- Göze Özdemir, F.G. & G. Uysal, 2018. *Meloidogyne incognita* ırk 2'nin farklı inokulasyon yoğunluklarının bazı dayanıklı biber hatlarında reaksiyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (2): 161-170. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.408828>
- Gupta A., S. Sharma & S.N. Naik, 2011. Biopesticidal value of selected EOs against pathogenic fungus, termites, and nematodes. *International Biodeterioration Biodegradation*, 65 (5): 703-707.
- Gürkan, B., R. Çetintaş & T. Gürkan, 2019. Gaziantep ve Osmaniye Sebze Alanlarında Bulunan Kök-ur Nematodu Türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin Teşhisi ile Bazı Nematod Popülasyon İrklarının Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek sayı 1): 113-124. (in Turkish with abstract in English).
- Hallmann, J. & S. Kiewnick, 2018. Virulence of *Meloidogyne incognita* populations and *Meloidogyne enterolobii* on resistant cucurbitaceous and solanaceous plant genotypes. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125 (4): 415-424.
- Hemaiswarya, S., A.K. Kruthiventi & M. Doble, 2008. Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. *Phytochemistry*, 15 (8):639-652.
- Hoet, S., C. Ste´vigny, M.F. He´rent & J. Quetin-Leclercq, 2006. Antitrypanosomal compounds from leaf essential oil of *Strychnos spinosa*. *Planta Medica*, 72 (5): 480-482.
- Ipek, E., H. Zeytinoglu, S. Okay, B.A.Tuyulu, M. Kurkcuoğlu & K.H.C Baser, 2005. Genotoxicity and antigenotoxicity of Origanum oil and carvacrol evaluated by Ames Salmonella/microsomal test. *Food Chemistry*, 93 (3): 551-556.
- Javed, N., S.R. Gowen, M. Inam-ul-Haq & S.A. Anwar, 2007. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. *Crop Protection*, 26 (4): 530-534.
- Kabera, J.N., E. Semana, A.R. Mussa & X. He, 2014. Plant secondary metabolites: Biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2 (7): 377-392.

- Kepenekci, I., D. Erdoğan & P. Erdoğan, 2016. Effects of some plant extracts on root-knot nematodes in vitro and in vivo conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 40 (1): 3-4.
- Kepenekci, İ. & O. Dura, 2017. *Anethum graveolens*, a new host of Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 35 (2): 215-216. <http://dx.doi.org/10.18681/pjn.v35.i02.p215-216>
- Kong J., Lee S., Moon Y., Lee S., & Ahn Y. (2006). Nematicidal activity of plant EOs against *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: aphelenchoididae). *Journal of Asia Pacific Entomology*, 9 (2): 173-178.
- Lang, G. & G. Buchbauer, 2012. A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. *Flavour Fragrance Journal*, 27 (1): 13-39.
- Langeveld, W.T., E.J.A. Veldhuizen & S.A. Burt, 2014. Synergy between essential oil components and antibiotics: a review. *Critical Reviews in Microbiology*, 40 (1): 76-94, DOI: 10.3109/1040841X.2013.763219
- Marotti, M. & R. Piccaglia, 1992. The influence of distillation conditions on the essential oil composition of three Varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal of Essential Oil Research*, 4 (6): 569-576.
- Menjivar, R.D., A.A. Dababat & R.A. Sikora, 2012. Biological control of *Meloidogyne incognita* on cucurbitaceous crops by the non-pathogenic endophytic fungus *Fusarium oxysporum* strain162. *International Journal of Pest Management* 57 (3): 70-72.
- Miladi, H., T. Zmantar, B. Kouidhi, Y.M.A. Al Qurashi, A. Bakhrouf & Y. Chaabouni, 2017. Synergistic effect of eugenol, carvacrol, thymol, p-cymene and  $\gamma$ -terpinene on inhibition of drug resistance and biofilm formation of oral bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 112: 156-63.
- Ntalli, N.G., F. Ferrari, I. Giannakou & U. Menkissoglu-Spiroudi, 2010. Phytochemistry and nematicidal activity of the essential oils from 8 Greek Lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 58 (13): 7856-7863.
- Ntalli, N.G., F. Ferrari, I. Giannakou & U. Menkissoglu-Spiroudi, 2011. Synergistic and antagonistic interactions of terpenes against *Meloidogyne incognita* and the nematicidal activity of EOs from seven plants indigenous to Greece. *Pest Management Science*, 67 (3): 341-351.
- Oka, Y., S. Nacar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv & Y. Spiegel, 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology*, 90 (7): 710-715.
- Ozdemir, E. & U. Gozel, 2017. Efficiency of some plant essential oils on root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 7 (3): 178-183.
- Özarslandan, A. & İ. H. Elekcioğlu, 2010. Identification of the Root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) collected from different parts of Turkey by molecular and morphological methods. *Turkish Journal of Entomology*, 34 (3): 323-335.
- Pardavella, I., D. Daferera, T. Tselios, P. Skiada & I. Giannakou, 2021. The use of essential oil and hydrosol extracted from *Cuminum cyminum* seeds for the control of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. *Plants*, 10 (1): 46-60. <https://doi.org/10.3390/plants10010046>
- Saad, A.S.A., M.B., Al-Kadi, A.A.A. Deebes & A.M. El-Kholy, 2018. Nematicidal performance of certain organic and inorganic compounds against *Meloidogyne incognita* infecting okra plants. *Pakistan Journal of Nematology*, 36 (2): 177-189. <http://dx.doi.org/10.18681/pjn.v36.i02.p177-189>
- Santana-Rios, G., G.A. Orner, A. Amantana, C. Provost, S.Y. Wu & R.H. Dashwood, 2001. Potent antimutagenic activity of white tea in comparison with green tea in the Salmonella assay. *Mutation Research*, 495 (1-2): 61-74.
- Sellami, S., L. Reguieg & T. Dahmane, 2013. Effectiveness of essential oils of *Mentha spicata* (Lamiaceae) and *Foeniculum vulgare* (Apiaceae) against *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Meloidogynidae). *Bulletin de la Société zoologique de France*, 138 (1/4): 139-149.
- Siddiqui, A. & M.J. Zaki, 2017. Efficacy of some seeds of family apiaceae against root knot Nematode, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 14 (1): 89-94.
- Stavropoulou, E., E. Nasiou, P. Skiada & I.O. Giannakou, 2021. Effects of four terpenes on the mortality of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. *European Journal of Plant Pathology*, 160 (1): 137-146. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02229-4>
- Stein S.E., 1990. National Institute of Standards and Technology (NIST) Mass Spectral Database and Software, Version 3.02, Juen USA.

- Tapia-Vázquez, I., A. C. Montoya-Martínez, D. los Santos-Villalobos, M. J. Ek-Ramos, R. Montesinos-Matías & C. Martínez-Anaya, 2022. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) a threat to agriculture in Mexico: biology, current control strategies, and perspectives. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38 (2): 1-18.
- Tsao, R. & Yu Q. 2000. Nematicidal activity of monoterpenoid compounds against economically important nematodes in agriculture. *Journal of Essential Oil Research*, 12 (3):350-354.
- Turatto, M.F., F.D.S. Dourado, J.E. Zilli & G.R. Botelho, 2018. Control potential of *Meloidogyne javanica* and *Ditylenchus* spp. using fluorescent *Pseudomonas* and *Bacillus* spp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49: 54-59. doi: [10.1016/j.bjm.2017.03.015](https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.03.015)
- Udo, I.A., M.I. Uguru, R.O. Ogbuji, & D.A. Ukeh, 2008. Sources of tolerance to root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in cultivated and wild tomato species. *Plant Pathology Journal*, 7 (1): 324-329.
- Ultee, A., M.H.J. Bennik & R. Moezelaar, 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied Environment Microbiology*, 68 (4): 1561-1568.
- Uysal, G., M.A. Söğüt & İ.H. Elekçioğlu, 2017. Identification and distribution of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) in vegetable growing areas of Lakes Region in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41 (1): 105-122. <https://doi.org/10.16970/ted.91225>
- Wang, K.H., R. McSorley & N. Kokalis-Burelle, 2006. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. *Plant and Soil*, 286 (1): 229-243.
- Youssef, M., H. Abd Abd-EI-Khair & W.M. El-Nagdi, 2017. Management of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting sugar beet as affected by certain bacterial and fungal suspensions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Special issue*: 293-301.
- Zhou, L., J. Wang, K. Wang, J. Xu, J. Zhao, T. Shan & C. Luo, 2012. Secondary metabolites with antinematodal activity from higher plants. In *Studies in Natural Products Chemistry*, 37: 67-114.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):541-555  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1072006>

Ayperi DAĞTEKİN<sup>1</sup>

Atilla Levent TUNA<sup>1\*</sup>

Hakan ALLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 48000, Menteşe, Muğla, Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[tuna@mu.edu.tr](mailto:tuna@mu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Besin elementi, demir, hiperakümülatör, *Morchella*, toprak

**Keywords:** Nutrient, iron, hyperaccumulator, *Morchella*, soil

# Farklı bölgelerden toplanan *Morchella* sp. cinsi mantarların askokarplarında ve toprakta besin elementi kapsamları\*

Nutrient contents of soils and ascocarps of *Morchella* sp. mushrooms collected from different regions

\* Bu makale, M.S.K.Ü.-B.A.P. Koordinasyon Birimi tarafından 17/250 numaralı proje ile desteklenmiş ve birinci sıradaki yazarın Yüksek Lisans Tezinden kısmı olarak derlenmiştir.

Received (Alınış): 17.02.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 04.06.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma, *Morchellaceae* familyasından, yenilebilir ve ekonomik öneme sahip bir mantar türü olan *Morchella* cinsi türlerinin ve doğal yayılım gösterdikleri toprakların besin element kapsamlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** *Morchella* cinsine ait 26 adet örnek toplanmış ve 9 tür tespit edilmiştir. Klasik sistematik yöntemlerle teşhis edilen türler: *M. angusticeps*, *M. conifericola*, *M. dunensis* ve *M. esculenta* olup, moleküler yöntemlerle teşhis edilen türler ise: *M. dunalii*, *M. frustrata* *M. impotuna*, *M. tridentina* ve *M. fekeensis*'dir.

**Araştırma Bulguları:** Toprak örneklerinin analizlerinde (min-max): N; 0.02-1.11%, P; 2-101, K; 40-462, Ca; 1288-13558, Fe; 11-276 ve Zn; 0.6-8.59 ppm olarak belirlenmiştir. *Morchella* mantarlarının askokarpında ise (min-max): N; (%) 3.18-8.76, P; 0.72-1.97, K; 1.99-5.02, Ca; 0.02-1.11, Mg; 0.10-0.62, Fe; 119-2811, Cu; 11-50, Mn; 17-195 ve Zn; 87-276 ppm olarak belirlenmiştir.

**Sonuç:** Elde edilen sonuçlara göre, 4 *Morchella* örneğinde Fe miktarları 1084-2811 ppm aralığında saptanmış ve bazı *Morchella* türlerinin "olası Fe-hiperakümülatör" özellikte olduğu sonucuna varılmıştır.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to investigate the nutrient content of *Morchella* genus species and the soils in which they naturally spread, which is an edible and economically important mushroom species from the *Morchellaceae* family.

**Material and Methods:** A total of 26 samples of *Morchella* genus were collected and 9 species were identified. Species identified by classical systematic methods were *M. angusticeps*, *M. conifericola*, *M. dunensis* and *M. esculenta* and the species identified by molecular methods were *M. dunalii*, *M. frustrata* *M. impotuna*, *M. tridentina*, *M. fekeensis*.

**Results:** In the analysis of soil samples, (as min-max): N; 0.02-1.11%, P; 2-101, K; 40-462, Ca; 1288-13558, Fe; 11-276 and Zn; 0.6-8.59 ppm as were determined. In the ascocarp of the *Morchella* mushroom samples (min-max): N; (%) 3.18-8.76, P; 0.72-1.97, K; 1.99-5.02, Ca; 0.02-1.11, Mg; 0.10-0.62, Fe; 119-2811, Cu; 11-50, Mn; 17-195 and Zn; 87-276 ppm as were determined.

**Conclusion:** According to the results obtained, Fe contents in the 4 *Morchella* samples were determined in the range between 1084 and 2811 ppm and it was concluded that some *Morchella* species had "probable Fe-hyperaccumulator" characteristics.

## GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada en fazla tüketilen mantarlardan biri olan kuzu göbeği mantarı, hem besin maddesi olarak, hem de tıbbi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. *Morchella* cinsi mantarlar, Ascomycetes sınıfının, *Pezizales* takımının, *Morchellaceae* familyasına dahil olup, ülkemizde göbelek ve kuzu göbeği olarak bilinmektedir (Gücin, 1993). *Morchella* cinsinin tüm türleri sünger görünümünde bir askokarp yapısına sahiptir. Askokarp şekilleri konikten, yuvarlağa kadar değişkendir. Askokarp yüzeyini saran girintili çıkıntılı yapılar petek benzeri bir görünümündedir. Mantar ortadan ikiye bölündüğünde içinin boş olduğu görülür. Hoş bir kokuya sahip olan *Morchella* mantarları oldukça lezzetlidir. Askokarptaki girintili çıkıntılı olan bu yapılara alveol denir. Askokarp rengi türden türe, siyahtan sarıya, değişkenlik göstermenin yanında gelişim evrelerinde de morfolojik olarak oldukça farklı görülmektedir (Tüzel & Boztok, 1987).

Ülkemizde *Morchella* cinsi mantar türlerinin yaygın olarak yetiştiği yerler çok çeşitlidir. Genellikle çam ormanlarında *Pinus nigra* (karaçam), *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus pinea* (fıstık çamı) yayılım göstermekte ve ilkbahar aylarında toplanmaktadır. Bunların dışında, diğer orman ağaçlarıyla beraber, nehir vadileri, dere boyları ve yanmış orman alanlarında da rastlanmaktadır (Gücin, 1993; O'Donnell et al., 2011).

*Morchella* mantarları hem tadı, hem besin değeri, ve hem de tıbbi önemi bakımından ülkemizde ve dünyada en fazla tüketilen mantar türleri arasındadır (Pilz et al., 2007). *Morchella* cinsinin en büyük ihracatçıları Hindistan, Pakistan, Türkiye, Nepal, ABD, Kanada ve Çin'dir (Iqbal, 1993). TÜİK verilerine göre son yıllarda kuzu göbeği mantarı ihracatı 5 milyon doları bulmaktadır. Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve Kuzey Amerika kuzu göbeğinin ana ihracatçılarıdır (Pilz et al., 2007). Türkiye'den 2017 yılında yaklaşık 50 ton taze-soğutulmuş kuzu göbeği mantarı ihraç edilmiş ve yaklaşık 2 milyon \$ gelir elde edilmiştir (TÜİK, 2017). Mantarların en fazla temin edildiği bölgeler: Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleridir. Ayrıca kuzu göbeği mantarı taze, kurutulmuş, salamura ya da dondurulmuş olarak da kullanılmaktadır (Ak vd., 2016).

*Morchella esculenta*'nın % 29.7 protein, % 3.6 yağ ve % 51.3 karbonhidrat içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Bayük vd., 2016). Mantarlarda protein, karbonhidrat, mineral ve vitamin miktarlarının yetiştiği bölgeye ve toprak yapısına göre değiştiği bilinmektedir (Szefer, 2007). *Morchella esculenta*'nın antioksidan aktivite gösterdiği de tespit edilmiş ve bu konuda birçok çalışma yapılmış olup, cinsin antioksidan aktivitesi açıklanmaya çalışılmıştır (Elmastas vd., 2006).

*Morchella conica*'dan elde edilen ekstrelerin, Gr (+) ve Gr (-) bakterileri üzerinde antibakteriyal bir özellik gösterdiği, fakat maya kültürlerine karşı bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Çoban et al., 2000). Son yıllarda *Morchella esculenta*'nın anti enflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal ve antitümör aktivite göstermesine neden olan farklı polisakaritler tespit edilmiştir (Kalyoncu vd., 2010; Yang, 2014). *Morchella esculenta* misellerinin kronik hepatotoksisteye karşı hepato-protektif (karaciğer koruyucu) bir etki gösterdiği tespit edilmiş olup, hepato-protektif ajan olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Nitha et al., 2013).

Mantarlar, ökaryotik hücre yapısında ve heterotrof canlılardır. Besinleri monomer yapıda doğrudan alırlarken, polimer ise depomeraz denilen ekstraselüller enzimlerle hücre dışında sindirdikten sonra absorpsiyonla hücre içine alırlar. Mantarlar saprofit, mikorizal ya da parazit olarak beslenirler. Parazit mantarlar besinleri direk olarak canlılardan absorpsiyonla alırlar ve bazıları hastalık yapıcıdır. *Morchella* cinsi mantarlar, saprofit ya da mikorizal olarak beslenmektedir. Ekosistem için podsollaşmış olan topraklarda yetişen saprofit mantarların önemi büyüktür. Çünkü bu topraklarda organik maddelerin ayrışması oldukça zordur. Saprofit mantarlar topraklara organik madde kazandırır (Scherzinger, 1996).

Mikorizal birlik içerisinde olan bir bitki, mantar hifi aracılığıyla kendisinden 11 cm uzaklıktaki fosfordan faydalanırken, normal koşullardaki bir bitki ise sadece 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabilir (Li et al., 1991). Mantarlar beslenmeleri esnasında N, P, K, S, Fe, Ca, Mg, ve Zn gibi elementlerin serbest bırakılmasını sağlayarak, toprağın bitki beslenmesi ve gelişimi için daha uygun hale gelmesini

sağlamaktadır (Tamer vd., 2006). *Morchella* cinsi mantar türleri ağaçlarla mikorizal ilişki içerisinde de yaşamaktadır (Pilz et al., 2007). *Morchella* cinsi makrofungus türleri hem saprofit hem de mikorizal olarak adlandırılmaktadır (Taşkın et al., 2012).

Yalçın et al. (2014)'a göre "Bitkisel Arıtım" olarak bilinen fitoremediasyon, toprakta veya suda ağır metal birikimi gibi çevre kirliliklerinde hiperakümülatör canlıların kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde kirliliğin kontrol altına alınması için hiperakümülatör bitkiler ya da algler kullanılmaktadır (Salt et al., 1998). Uygulanan yöntemde önemli olan hangi bitkilerin hangi metalleri akümüle ettiğini tespit edebilmektir.

Mantarlarda metal taşıma proteinleri tarafından hücre içine alınan fazla metaller sitosolden vakuole geçer (Hall, 2002). Cd hiperakümülatörü *Paxillus involutus* mantarının bünyesine aldığı Cd'un % 20-30'unu vakuollerinde biriktirdiği görülmüştür (Blaudez et al., 2000). *Pisolithus arhizus* mantar türünde metiyonin benzeri, düşük molekül ağırlıklı ve metal bakımından zengin protein yapıları gözlenmiştir. Bu protein yapılarının fazla alınan metalleri bir alanda muhafaza ederek, mantarı toksik etkilerden koruduğu savunulmaktadır. Şu anda mevcut olan deneysel kanıtlar, bu proteinlerin çoklu biyolojik işlemlerde rol oynayabileceğini göstermektedir (Morselt et al., 1986). Yapılan moleküler çalışmalar bu yapıların farklı mantar türlerinde benzer yapıda olduğunu göstermektedir (Bellion et al., 2006). Makro mantarlarda iz elementlerin ya da metallerin biyolojik birikimini etkileyen faktörler tam olarak anlaşılamamıştır. Son yapılan çalışmalara bakılarak, birikimi etkileyen faktörler; 1:) Doğal faktörler (anakaya jeokimyası), toprağın köken aldığı anakaya türü, 2:) pH, 3:) Organik madde içeriği ve 4:) Diğer elementlerin topraktaki formunun etkili olduğu tespit edilmiştir (Kabata & Pendias, 2000). Mantarlarda alınan fazla metalin metabolik toksitesini kısıtlayan bazı mekanizmalar olduğu bilinmektedir. Bunlar; hücre dışı selasyon yoluyla veya hücre duvarı bileşenlerine bağlanarak sitozole alımını azaltan mekanizmalar ya da sitozolde metallerin şelasyonunu sağlayan ligantlar ve sitozoldeki bölmeler olduğu düşünülmektedir (Bellion et al., 2006).

*Morchella* cinsi mantarların değerli bir besin kaynağı olmaları ve tıbbi etkilerinden dolayı rağbet görmeleri nedeniyle, kapsadığı makro ve mikro besin içeriklerinin bilinmesinin gerekli olduğu fikriyle yola çıkılan bu çalışmada, *Morchella*'nın besin kapsamının yanı sıra bazı *Morchella* örneklerinde belirlenen yüksek Fe konsantrasyonları, bu örneklerin birer "olası Fe hiperakümülatörü" olabileceği düşüncesini doğurmuştur. Elde edilen bulgu, ek ilave araştırma gerektirmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü-Kriptogam Araştırma Laboratuvarı ile üniversitemizin Araştırma Laboratuvarı Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada, 2016-2018 ilkbaharında Muğla ilinde: (Akyaka, Yılanlı, Esençay, Menteşe, Köyceğiz, Arıcılar, Karabörtlen, Fethiye, Kızılbil), Balıkesir ilinde: (Narlı), İzmir ilinde: (Bergama Kozak Yaylası), Çanakkale ilinde: (Tavaklı, Ezine) ve Denizli ilinde ise (Recep Yazıcıoğlu Parkı)'nda arazi çalışmaları yapılmış ve toplam 26 adet *Morchella* örneği toplanmıştır. Her bir mantar örneğinin yayılım gösterdiği yaklaşık 100 m<sup>2</sup> çapındaki bölgeden ayrı ayrı toprak örnekleri alınmıştır. Mantar örneğinin 20-40 cm uzağından belirlenen 4 noktadan, ilk önce toprak üzerindeki ölü bitki parçaları temizlenmiş ve 10-20 cm derinliğe kadar bel küreği ile 'V' şeklinde çukurlar açılarak toprak örnekleri toplanmıştır. Her mantar örneğinin görüldüğü lokasyonda farklı mesafelerden alınan toprak örnekleri homojen olarak karıştırılıp tek örnek olarak arazide numaralandırılmıştır. Örnekler laboratuvarında yayılıp karıştırılarak hava kurusu hale getirilmiş ve kuruyan toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilip, tartılarak analize hazır hale getirilmiştir.

Mantar örnekleri fotoğrafları çekildikten sonra arazi defterine habitatları ve morfolojik özellikleri kaydedilmiş, daha sonra uygun yöntemlerle toplandıktan sonra numaralandırılarak, kese kağıdı ya da alüminyum folyo içerisine koyularak laboratuvara getirilmiştir. Topraklarından saf suyla yıkanarak iyice temizlenen mantar örnekleri 65°C de son iki tartım sabit kalana kadar 72 saat süreyle kurutulmuştur. Kuruyan örnekler numaralandırılıp polietilen torbalara koyularak saklanmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

Mantar örneklerinin askuslarından preparat hazırlanarak; spor, parafiz ve askusları ölçülmüş, fotoğrafları çekilmiş ve gözlenen tüm detaylar not edilmiştir. Hem makroskobik hem de mikroskobik veriler ele alınarak, teşhisleri yapılan *Morchella* örnekleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Kriptogam Araştırma Laboratuvarı fungaryum materyali olarak saklanmaktadır.

Toprak örneklerinde K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn analizi hizmet alım yoluyla üniversitemizin Araştırma Laboratuvarları Merkezinde ICP cihazında yaptırılmıştır. Toprak örneklerinin toplam N belirlemesi Kjeldahl yöntemine göre, yarıyıllı fosfor belirlemesi ise kolorimetrik olarak yapılmıştır. Yine toprak örneklerinde tuz, pH, kireç ve organik madde kapsamı da aynı merkezde belirlenmiştir (Kacar, 2009). Mantar askokarplarında, toplam azot tayini (Kacar & Katkat, 2008)'a göre belirlenmiştir. Askokarpların P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn ve B analizleri ise, öğütülmüş ve kurutulmuş 0.5 g mantar örneği 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 5 ml HNO<sub>3</sub> ultra pür asitle ekstrakte edilmiş, mikrodalgada yaş yakma uygulanmış ve ultra saf su ile 50 ml'ye tamamlanarak Araştırma Laboratuvarları Merkezinde ICP cihazında yaptırılmıştır (Kacar & Katkat, 2008).

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada farklı bölgelerden kirlenmemiş alanlardan 26 adet *Morchella* örneği toplanmıştır. 4 örnek klasik sistematik yöntemlerle diğer örnekler ise moleküler yöntemlerle belirlenmiştir. Yapılan sistematik ve moleküler çalışmalar sonucunda, toplanan örneklerden 9 adedinin tür tespiti gerçekleştirilmiştir. Bunlar: *Morchella importuna*, *Morchella angusticeps*, *Morchella frustrata*, *Morchella tridentina*, *Morchella esculenta*, *Morchella dunalii*, *Morchella conifericola*, *Morchella dunensis* ve *Morchella fekeensis* türleridir.

Mantar türleri, basit fiziksel özellikleri, genel yayılış alanları ve toplandığı yerlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

### ***Morchella importuna***

Çalışmada toplanan 26 adet mantar örneğinin 6 tanesinin *Morchella importuna* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Askokarpı 3-15 cm yüksekliğinde, 2-9 cm genişliğinde, gençken gri ya da koyu gri, olgunlaştığında ise rengi siyaha yaklaşır. Şekli çoğunlukla konik nadiren yumurtamsıdır. Tüy yapısı yoktur ya da çok incedir. Alveolleri merdiven görünümüne sahiptir. Yüzeyi krem, beyaz ve bejdir. Türün yayılış alanları genellikle *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Abies cilicica* ormanlarıdır (Taşkın vd., 2012). Yanmış alanlara spesifik tür olarak tanımlanmıştır (Du et al., 2012). Bu tür, Akyaka Mezarlığı-Ula/Muğla, Narlı Mahallesi-Balıkesir, Akyaka Orman Kampı-Ula/Muğla, Kızılbil Mahallesi-Fethiye/Muğla ve Kadyanda Antik Kenti-Fethiye/Muğla bölgelerinde *Pinus brutia* ve yaprak dökken ağaçların yayılım gösterdiği karışık ormanlık alanlardan toplanmıştır.

### ***Morchella angusticeps***

Bu türe ait sadece 1 adet örnek bulunmuştur. Askokarp 18 cm uzunluğunda, 5 cm genişliğinde, şekli genellikle koniktir. Bazen uca doğru sivrilebilir. Askokarp rengi gençken kahverengi olgunlaşma sonrası siyaha dönebilir. Alveoller dört köşelidir. Sap rengi gençken krem, olgunlaştığında ise koyu sarı renge döner. Sap geniş ve silindirik. Hoş bir kokusu vardır. Boyuna kesildiğinde içi tüylü bir yapıya sahiptir. Yayılış alanı genellikle iğne yapraklı ormanlar, çayır-meralar ya da orman yollarıdır. Toplandığı yer, Recep Yazıcıoğlu Parkı-Denizli, *P. brutia* ve yaprak dökken ağaçlar ormanı bölgesidir.

### ***Morchella frustrata***

Çalışmada toplanan örneklerin 3'ü *Morchella frustrata* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp 60-90 mm yüksekliğinde, 44-60 mm genişliğinde, genellikle konik, gençken beyazımsı soluk sarı renkte, olgunlaştığında soluk ten rengini alır. Sap 2-4 cm yüksekliğinde, silindir şeklinde ve rengi beyazımsı, içi boş, granüllüdür. Yayılış alanı *Arbutus unedo* (kocayemiş), *Quercus* sp. (meşe) ve kozalaklı ağaçlık

alanlarda rastlanır. Çalışmada toplandığı yerler ise: Kadyanda Antik Kenti-Fethiye/Muğla ve Karabörtlen Mahallesi-Ula/Muğla, *Pinus brutia* ve karışık yaprak döken ağaçlardan oluşan ormanlardır.

#### ***Morchella tridentina***

Çalışmada toplam 3 örnek *Morchella tridentina* olarak teşhis edilmiştir. Bu türde askokarp 5-10 cm yüksekliğinde, 2.5-3.5 cm genişliğinde, genellikle geniş konik, silindirik ya da nadiren oval, gri- bej rengi olup, olgunlaştığında kahverengileşir. Beyaz renkli, hoş kokulu, silindirik ya da tepe kısmına doğru geniş, yüzeyi granüllüdür. Yayılış alanı *Abies* sp., *Quercus* sp. ve *Pinus* sp. ormanlarında bulunur. Çalışmada toplandığı yerler: Yılanlı Dağı-Muğla, Kozak Yaylası-Bergama/İzmir ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *Pinus brutia* ve yaprak döken ağaçlardan oluşan ormanlardır.

#### ***Morchella esculenta***

Çalışmada toplanan 5 adet örnek *Morchella esculenta* türünü temsil etmektedir. Bu türde askokarp 6-15 cm yüksekliğinde, 3-5 cm genişliğinde, konik ya da yumurta şeklinde olabilir. Dikey kaburgalar düzenli, yatay kaburgalar ise rastgele dizilmiştir. Sap 1-5 cm çapında, 4-11 cm yüksekliğindedir. Rengi sarı ya da sarı-kremdir. Yayılış alanı bahçe kenarları, çitlerin altları veya bozuk topraklarda, parklarda, bahçelerde, kozalaklı ağaçların yakınında bulunur. Çalışmada toplandığı yerler: Fethiye/Muğla, Tavaklı Mahallesi-Ezine/Çanakale, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla bölgelerinde, *Pinus brutia* ile *Quercus* sp. yakınlarında ve yaprak döken ağaçlar ormanı civarlarındadır.

#### ***Morchella dunalii***

Çalışmada toplanan 5 adet örneğin *Morchella dunalii* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Türe ait özelliklere bakıldığında, askokarpı 3-8 cm yüksekliğinde, eni ise 3-6 cm çapında, konik şeklinde ya da yuvarlağa yakındır. Düzensiz dizilmiş alveoller beyin şekline benzetilir. Gençken beyaza yakın, olgunlaştığında ise griden siyaha kadar değişebilir. Elastik yapıda olan askokarpın kokusu oldukça güzeldir. İçi boş, granüllü yapıda ve krem rengidir. Yayılış alanı genellikle *P. brutia*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *Q. coccifera* ormanlarıdır. Çalışmada toplandığı yerler: Arıcılar Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla ve Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *Pinus brutia* ve yaprak döken ağaçlar ormanı bölgeleridir.

#### ***Morchella conifericola***

Çalışmada toplanan örneklerin sadece 1 adedi *Morchella conifericola* olarak teşhis edilmiştir. Bu türde askokarp 30-60 mm yüksekliğinde, 15-25 mm genişliğinde, eliptik ya da konik şekilde iken, olgunlaşmayla birlikte keskin konik şekline dönmektedir. Sap olgunlaştığında kahverengine döner ve granüller gözlenebilir. Yayılış alanı genellikle *Pinus nigra*, *Cedrus libani* ve *Abies cilicica* ormanlarıdır. Çalışmada, Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla, *Pinus brutia* ormanı çevresinde bulunmuştur.

#### ***Morchella dunensis***

Çalışmada sadece 1 örnek *Morchella dunensis* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp yüksekliği 3-8 cm, eni 2.5-5 cm, düzensiz şekle sahip, gençken turuncu-sarı olgunlaştığında rengi soluklaşır, kahverengine dönebilir, pas lekelerine benzer lekeler gözlenir, sap 2.5-6 cm yüksekliğinde ve 2-3.5 genişliğinde olup, taban kısmı daha geniştir. Genel yayılış alanı kumul alanlar ile *Castanea sativa* ağaçlarının yakınlarında rapor edilmiştir. Toplandığı yer Esençay Mahallesi-Menteşe/Muğla, orman açıklığı bölgeleridir.

#### ***Morchella fekeensis***

Çalışmada 1 adet örnek *Morchella fekeensis* olarak belirlenmiştir. Bu türde askokarp 10-30 mm yüksekliğinde, şekli silindirik açık konik ya da oval olup, düzensiz vertikal çukurlar, sarı-turuncudan, sarı-kahveye kadar değişebilmektedir. Olgunlaştığında rengi koyulaşır ve yüzeyi granüllüdür. Sap silindirik, yanlardan basık ve tabana doğru konik, gençken beyaz, olgunlaştığında, yüzeyinde granüller görülebilir.

Yayıllık alanı karışık çam ormanları olup, çalışmada toplandığı yer, Yayla Mahallesi-Köyceğiz/Muğla, *P. brutia* ve yaprak döken ağaçlar ormanıdır.

### ***Morchella* türlerinin geliştikleri toprakların bazı özellikleri ile makro/mikro element kapsamları**

Çalışmada toplam 9 *Morchella* türüne ait örneklerinin yayılış gösterdikleri ve toplandıkları yerlere ait toprak örneklerinin EC, pH, kireç ve organik madde kapsamlarına ait analiz bulguları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelgeye bütünüyle bakıldığında, *Morchella* türlerinin birbirlerinden farklı bölgelerden toplanmalarına rağmen, toprakta çözünebilir toplam tuz konsantrasyonunu ifade eden EC bakımından oldukça düşük tuzluluğa sahip topraklarda yayılış gösterdikleri görülmektedir. Bu bağlamda genel EC aralığı 0.31-1.18 dS/m arasında bulunmuştur. Diğer yandan pH değeri 5.4-7.7 arasında bulunmuştur ve bu durum, *Morchella* türlerinin hafif ila orta asitten hafif alkali reaksiyona sahip topraklarda yayılım gösterebildiğini ifade etmektedir. Kireç kapsamları bakımından değerlendirildiğinde ise, türlerin oldukça geniş bir aralıkta yayılım gösterebildikleri anlaşılmaktadır. Toprakların % kireç kapsamları 0.13-47.00 arasında değişim göstermektedir. Bu duruma göre, türlerin kireç kapsamı çok düşük ila çok yüksek aralığındaki topraklarda rahatlıkla gelişebildiğinin ve kireç toleranslarının yüksek olduğunun bir ifadesi olarak yorumlanabilir. Organik madde kapsamı da kireçle benzerlik göstermekte olup, türlerin yayılım aralığı 0.42-22.00 arasında tespit edilmiştir. Ancak % 3 organik madde kapsamı altında sadece 8 örnek varken, diğer 18 örnek yüksek organik madde kapsamına sahip topraklarda yayılım göstermiştir. Bu durum, türlerin organik maddece zengin topraklarda geliştiğinin bir ifadesi olarak yorumlanabilir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Toprak örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ilişkin veriler

**Table 1.** Data on some physical properties of soil samples

| Örnek*                        | EC (dS/m)     | pH         | Kireç (%)    | Organik madde (%) |
|-------------------------------|---------------|------------|--------------|-------------------|
| <b><i>M. importuna</i></b>    | 0.71          | 6.8        | 16.00        | 4.43              |
|                               | 0.88          | 7.0        | 3.41         | 7.33              |
|                               | 0.49          | 6.5        | 0.20         | 4.84              |
|                               | 0.57          | 7.4        | 2.42         | 2.49              |
|                               | 0.41          | 7.7        | 0.24         | 3.87              |
|                               | 0.98          | 6.4        | 0.29         | 4.70              |
| <b><i>M. angusticeps</i></b>  | 0.39          | 7.7        | 26.00        | <b>0.42</b>       |
| <b><i>M. frustrata</i></b>    | <b>1.18**</b> | 6.9        | <b>0.13</b>  | 9.13              |
|                               | 0.47          | 6.4        | 0.33         | 2.49              |
| <b><i>M. tridentina</i></b>   | 0.57          | 6.6        | 0.26         | 16.00             |
|                               | 1.03          | 7.2        | 11.00        | 8.30              |
|                               | 0.83          | <b>5.4</b> | 0.17         | 9.55              |
| <b><i>M. esculenta</i></b>    | 0.55          | 5.4        | 0.13         | <b>22.00</b>      |
|                               | 0.87          | 6.8        | 5.08         | 4.70              |
|                               | 0.92          | 6.1        | 0.25         | 6.78              |
|                               | 0.59          | <b>7.7</b> | 37.00        | 1.94              |
|                               | 0.65          | 7.5        | 21.00        | 1.52              |
| <b><i>M. dunalii</i></b>      | 0.55          | 5.4        | 0.13         | 22.00             |
|                               | 0.99          | 7.0        | 0.49         | 6.86              |
|                               | <b>0.31</b>   | 7.0        | 0.19         | 0.55              |
|                               | 0.68          | 7.6        | 30.00        | 4.70              |
|                               | 0.64          | 7.7        | 36.00        | 2.63              |
| <b><i>M. conifericola</i></b> | 0.55          | 5.4        | 0.13         | 22.00             |
|                               | 0.60          | 7.7        | <b>47.00</b> | 2.77              |
| <b><i>M. dunensis</i></b>     | 0.64          | 7.2        | 28.00        | 3.04              |
| <b><i>M. fekeensis</i></b>    | 0.49          | 5.9        | 0.28         | 8.85              |

\*İlgili *Morchella* türlerinin yayılış gösterdiği ve toplandığı yerlere ait toprak örneklerini temsil etmektedir

\*\* Koyu yazılmış rakamlar min. ve max. değerleri ifade etmektedir.

*Morchella* türlerinin yayıldıkları toprakların özellikle düşük tuz kapsamına sahip oldukları yapılmış diğer bazı çalışmalarla da teyit edilmiştir. Taşkın vd. (2015)'nin yapmış olduğu çalışmada, *Morchella galilaea* türünde EC: 0.6 dS/m olarak belirlemiş olup, yapılan bu çalışma ile örtüşmektedir. Kalyoncu vd.

(2009) tarafından yapılan çalışmada, misel büyümesi için uygun tuzluluk; *M. esculenta*, *M. costata*, *M. elata*, *M. hortensis*, *M. intermedia* ve *M. rotunda* için ortalama 0.5 dS/m olarak belirlenmiştir. Duran vd. (2011) tarafından Adana-Feke'de sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin yayıldıkları topraklarda düşük tuz kapsamı rapor etmişlerdir.

Yapılan farklı araştırmalarda, *Morchella* türlerinin orta asitten-orta/yüksek alkali seviyelerine kadar pH'lara uyum sağlayabildikleri anlaşılmaktadır. Kalyoncu vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada 6 *Morchella* türünün, farklı toprak parametrelerindeki gelişimleri izlenmiş ve 5.5-8.5 pH aralığında misellerin en iyi gelişim gösterdiği görülmüştür. Taşkın vd. (2015), *M. galilaea* türünün optimum pH isteğini 7.6 olarak belirlemiştir. Kalyoncu vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada ise, *M. costata*, *M. elata*, *M. esculenta*, *M. hortensis*, *M. intermedia* ve *M. rotunda* için belirlenen en uygun pH aralığı 6-7'dir. Winder (2006) tarafından yapılan çalışmada ise *M. elata* türünün en iyi gelişebildiği pH aralığı 7.0-7.5 olarak rapor edilmiştir. Kireç kapsamı da pH'ya benzer olarak geniş aralıklarda bulunmaktadır. Taşkın vd. (2015), *M. galilaea* türünün yayıldığı toprakların kireç kapsamını % 19 civarında rapor ederken, Duran et al. (2011), Adana/Feke'deki sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin topraklarının çok az kireçli olduğunu belirlemiştir. *Morchella* türleri genellikle organik maddece zengin toprakları sevmekte olup, yapılan çalışmalar da bu durumu doğrular niteliktedir. *M. galilaea* türünde yapılan çalışmada Taşkın vd. (2015) organik madde kapsamını % 2.6 bulmuşken, Duran vd. (2011), Adana sedir ormanından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türlerinin yayılım gösterdiği toprakların, organik madde yönünden oldukça zengin olduğunu belirlemiştir. Rapor edilen literatür bulguları, bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

*Morchella* mantarının yayılım gösterdiği yerlerden alınan toprak örneklerinin makro besin elementi kapsamı Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre, toprak örneklerinde azot besin elementi için en yüksek değer % 1.11, en düşük değer ise % 0.08 olarak belirlenmiş olup, Duran vd. (2011) tarafından Adana/Feke sedir ormanlarından toplanan *Tricholoma anatolicum* mantar türünün ekolojik isteklerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmanın verileriyle (% N: 0.23-0.45) örtüşmektedir.

**Çizelge 2.** Toprak örneklerinin makro besin elementi kapsamı

**Table 2.** Macro nutrient content of soil samples

| Örnek                  | N (%)       | P (ppm)    | K (ppm)    | Ca (ppm)     | Mg (ppm)    |
|------------------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|
| <i>M. importuna</i>    | 0.20        | 18         | 131        | 6727         | 159         |
|                        | 0.37        | <b>101</b> | 424        | 6795         | 323         |
|                        | 0.24        | 7          | 148        | 3910         | 262         |
|                        | 0.12        | 6          | 125        | 5396         | 359         |
|                        | 0.19        | 7          | 104        | 3535         | 669         |
|                        | 0.24        | 100        | 231        | 4812         | 255         |
| <i>M. angusticeps</i>  | 0.20        | 8          | 109        | 6033         | 233         |
| <i>M. frustrata</i>    | 0.46        | 68         | 210        | 8489         | <b>1149</b> |
|                        | 0.12        | 7          | 159        | 4967         | 485         |
|                        | 0.80        | 32         | 300        | 5983         | 323         |
| <i>M. tridentina</i>   | 0.42        | 25         | 461        | <b>13558</b> | 191         |
|                        | 0.48        | 48         | 241        | 4626         | 429         |
|                        | <b>1.11</b> | 39         | 360        | 5214         | 673         |
| <i>M. esculenta</i>    | 0.24        | 68         | <b>462</b> | 5708         | 497         |
|                        | 0.34        | 29         | 343        | 5224         | 483         |
|                        | 0.10        | 5          | 216        | 6934         | 129         |
|                        | <b>0.08</b> | 17         | 183        | 5992         | 275         |
| <i>M. dunalii</i>      | 1.11        | 39         | 360        | 5214         | 673         |
|                        | 0.34        | 39         | 285        | 7562         | 326         |
|                        | 0.30        | <b>2</b>   | <b>40</b>  | <b>1288</b>  | 353         |
|                        | 0.24        | 13         | 276        | 8508         | 135         |
|                        | 0.13        | 5          | 290        | 7672         | <b>124</b>  |
|                        | 1.11        | 39         | 360        | 5214         | 673         |
| <i>M. conifericola</i> | 0.14        | 5          | 282        | 7579         | 127         |
| <i>M. dunensis</i>     | 0.15        | 85         | 311        | 6686         | 297         |
| <i>M. fekeensis</i>    | 0.44        | 7          | 219        | 4672         | 488         |



Çalışmada (ppm olarak) fosfor besin elementi, 2-101, potasyum, 40-462, kalsiyum 1288-13558 ve magnezyum 124-1149 ppm aralıklarında belirlenmiştir. Azot dahil tüm makro besin elementlerinin oldukça geniş aralıklarda değişim gösterdikleri görülmektedir. Bu durum, *Morchella* türlerinin besin elementi toleranslarının da oldukça geniş aralıklarda değiştiğini ve bitkilerde olduğu gibi noksanlık düzeylerinden çok da etkilenmediklerini düşündürmektedir. Taşkın vd. (2015), ülkemizde yeni kayıt olarak bulunan *Morchella galilaea* türünde fosfor kapsamını 19.2 ppm, potasyumu 167 ppm, kalsiyumu 2300 ppm ve magnezyumu ise 759 ppm seviyesinde rapor etmiştir. Bu bulgular elde edilen verilerle örtüşmektedir.

*Morchella* mantarının geliştiği yerlerden alınan toprak örneklerinin mikro besin elementi kapsamı Çizelge 3'de verilmiştir. Bu çalışmada, toprak örneklerinin analizlerinde (ppm olarak), Na: 20-124, Fe: 11-276, Cu: 0.41-23, Mn: 6-382 ve Zn ise 0.31-40 ppm aralıklarında değişim göstermiştir. *Morchella* türlerinin geliştiği toprakların mikro element kapsamının literatürle uyum gösterdiği anlaşılmaktadır. Mantarların geliştiği toprakların mikro element kapsamı değerlendirildiğinde, makro elementlerdeki gibi geniş bir aralıkta değişim göstermiştir. Aynı zamanda bazı elementlerce oldukça düşük mikro elemente sahip toprak yapısında geliştiği de göz önünde bulundurulduğunda *Morchella* türlerinin mikro element yönünden de besin elementi toleranslarının yüksek olduğunu düşündüren bir bulgudur. Sevindik (2015), Gaziantep ilinde çam ormanlarından *Morchella esculenta*'nın geliştiği topraklarda yaptıkları analizlerde Fe: 465, Zn: 20.5, Mn: 104 ve Cu: 7.6 ppm değerlerini rapor etmişlerdir. Tüzen (2003) ise *Morchella esculenta* toprağında Fe, Zn, Cu ve Mn'ı sırasıyla 146, 45, 43 ve 25 ppm olarak rapor etmiştir. Öte yandan Taşkın vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada *Morchella galilaea* toprağında 1.6 ppm Cu, 4.8 ppm Mn, 2.8 ppm Zn ve 6.6 ppm Fe bulunduğunu bildirmişlerdir. Literatür bildirişleri, bu çalışma bulgularıyla uyumludur.

**Çizelge 3.** Toprak örneklerinin Na ve mikro besin elementi kapsamı (ppm)

**Table 3.** Na and micro nutrient content of soil samples (ppm)

| Örnek                  | Na                 | Fe         | Cu          | Mn         | Zn          |
|------------------------|--------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| <i>M. importuna</i>    | 35                 | 28         | 0.89        | 70         | 1.77        |
|                        | <b>124</b>         | 57         | <b>23.0</b> | 56         | 2.95        |
|                        | 29                 | 27         | 0.91        | 97         | 2.03        |
|                        | <b>20</b>          | 16         | 0.61        | 17         | 0.38        |
|                        | 24                 | 26         | <b>0.41</b> | 25         | 0.49        |
| <i>M. angusticeps</i>  | 58                 | 48         | 14.0        | 63         | <b>40</b>   |
|                        | 29                 | <b>11</b>  | 0.85        | <b>6</b>   | 0.22        |
| <i>M. frustrata</i>    | 31                 | 84         | 4.26        | 65         | 2.91        |
|                        | 42                 | 38         | 2.16        | 86         | 0.97        |
| <i>M. tridentina</i>   | 36                 | 66         | 1.46        | 131        | 2.91        |
|                        | 97                 | 41         | 1.64        | 127        | 2.44        |
|                        | 48                 | 51         | 2.23        | 134        | 7.77        |
| <i>M. esculenta</i>    | 57                 | <b>276</b> | 0.78        | 79         | 6.56        |
|                        | 62                 | 36         | 2.12        | 80         | 4.65        |
|                        | 76                 | 153        | 0.68        | 69         | 3.60        |
|                        | 29                 | 28         | 0.51        | 22         | <b>0.31</b> |
| <i>M. dunalii</i>      | 28                 | 18         | 1.16        | <b>382</b> | 4.43        |
|                        | 57                 | 276        | 0.78        | 79         | 6.56        |
|                        | 32                 | 42         | 2.79        | 140        | 3.33        |
|                        | -                  | 39         | 0.75        | 16         | 0.33        |
|                        | 55                 | 66         | 1.01        | 63         | 0.95        |
| <i>M. conifericola</i> | 39                 | 34         | 1.04        | 35         | 0.38        |
|                        | 57                 | 276        | 0.78        | 79         | 6.56        |
|                        | 29                 | 23         | 0.51        | 35         | 0.68        |
|                        | <i>M. dunensis</i> | 46         | 24          | 6.25       | 25          |
| <i>M. fekeensis</i>    | 79                 | 139        | 1.18        | 173        | 5.4         |

### *Morchella* türlerinin makro ve mikro besin elementi kapsamı

*Morchella* örneklerinin askokarplarının makro besin kapsamına (%) ilişkin veriler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği üzere, N: 3.18-8.76, P: 0.72-1.97, K: 1.99-5.02, Ca: 0.02-1.11 ve Mg ise 0.10-0.62 aralığında belirlenmiştir. Azot besin elementi kapsamı en yüksek *M. esculenta* türünde,

fosfor, *M. conifericola*'da, potasyum, *M. tridentina*'da, kalsiyum ve magnezyum ise en yüksek *M. importuna*'da belirlenmiştir. Dikkat çeken husus, bitkilerle kıyaslandığında *Morchella* türlerinde makro besin elementi kapsamından N, P ve K yaklaşık benzer referans sınırları arasında değişirken, Ca ve Mg kapsamı bakımından bitkilere göre oldukça düşük düzeylerde bulunmuştur.

**Çizelge 4.** *Morchella* örneklerinin makro besin elementi kapsamı (%)

**Table 4.** Macro nutrient content of *Morchella* samples (%)

| Örnek                         | N           | P           | K           | Ca          | Mg          |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b><i>M. importuna</i></b>    | 6.21        | 0.77        | 2.92        | 0.81        | 0.12        |
|                               | 6.18        | 1.24        | 3.46        | 0.34        | 0.17        |
|                               | 3.95        | 1.73        | 4.86        | 0.61        | 0.25        |
|                               | 5.38        | 1.23        | 3.48        | 0.19        | 0.14        |
|                               | <b>3.18</b> | 0.99        | 3.85        | <b>1.11</b> | <b>0.62</b> |
|                               | 6.47        | 1.26        | 3.28        | 0.23        | 0.17        |
|                               | 5.61        | 1.19        | 2.90        | 0.11        | 0.15        |
| <b><i>M. angusticeps</i></b>  | 4.21        | 1.34        | 4.93        | 0.53        | 0.29        |
| <b><i>M. frustrata</i></b>    | 4.43        | 1.09        | 2.88        | 0.11        | 0.13        |
|                               | 6.76        | 1.54        | 3.20        | 0.04        | 0.14        |
|                               | 6.46        | 1.23        | 2.60        | 0.08        | 0.17        |
| <b><i>M. tridentina</i></b>   | 4.53        | 1.23        | 3.50        | 0.37        | 0.15        |
|                               | 6.94        | <b>1.97</b> | <b>5.02</b> | 0.16        | 0.21        |
|                               | 5.06        | 0.89        | 3.68        | 0.06        | 0.23        |
| <b><i>M. esculenta</i></b>    | 4.31        | 0.97        | 2.75        | 0.08        | 0.12        |
|                               | <b>8.76</b> | 1.11        | 2.71        | 0.05        | 0.12        |
|                               | 6.78        | 1.35        | 2.48        | 0.24        | <b>0.10</b> |
|                               | 6.19        | 1.57        | 2.88        | 0.20        | 0.10        |
|                               | 4.71        | <b>0.72</b> | 2.05        | 0.06        | 0.12        |
| <b><i>M. dunalii</i></b>      | 7.47        | 1.41        | 3.77        | 0.03        | 0.11        |
|                               | 6.95        | 1.18        | 3.06        | <b>0.02</b> | 0.15        |
|                               | 5.25        | 1.23        | <b>1.99</b> | 0.17        | 0.15        |
|                               | 5.85        | 1.40        | 2.92        | 0.49        | 0.20        |
|                               | 5.28        | 1.54        | 3.76        | 0.10        | 0.16        |
| <b><i>M. conifericola</i></b> | 6.65        | 1.95        | 4.29        | 0.64        | 0.16        |
| <b><i>M. dunensis</i></b>     | 5.29        | 1.70        | 3.11        | 0.51        | 0.17        |
| <b><i>M. fekeensis</i></b>    | 7.25        | 1.09        | 3.17        | 0.07        | 0.19        |

Öztürk vd. (2010), "Akdeniz Bölgesinde doğal yetişen yenilebilir *Morchella conica*'nın biyoaktivitesi ve mineral içeriği" adlı çalışmalarında P kapsamı (% olarak) 1.32, K: 2.04, Ca: 0.087 ve Mg ise: 0.16 olarak rapor edilmiştir. Rossbach et al. (2017) ise, Almanya'nın farklı bölgelerinden toplanan mantar örneklerinde yapmış olduğu çalışmada *Morchella esculenta*'da % 4.6 azot tespit etmişlerdir. Yıldız vd. (2005)'in yapmış olduğu çalışmada Batman ilinden toplanan *Morchella esculenta*'da N kapsamını % 4.29, Diyarbakır Dicle Üniversitesi kampüsünden toplanan *Morchella conica*'da ise % 3.38 olarak belirlenmiştir. Gençcelep vd. (2009), Erzurum bölgesinde yürüttükleri bir çalışmada, aralarında *Morchella vulgaris* ve *Morchella esculenta* türlerinin de bulunduğu toplam 30 adet yenilebilir mantar türünün makro ve mikro element kapsamını belirlemişlerdir. Mg, Ca, K, Na ve P kapsamını (kuru maddede mg/g olarak) sırasıyla, *Morchella vulgaris* için: 1.92, 0.87, 20.4, 0.08 ve 2.92, *Morchella esculenta* için ise: 1.81, 0.85, 23.5, 0.18 ve 3.49 olarak rapor etmişlerdir. Rossbach et al. (2017), Almanya'nın farklı bölgelerinden toplanan *M. esculenta* örneklerinde P kapsamını % 1.38, K: % 3.51, Ca: % 0.2 ve Mg ise: % 0.11 olarak bildirmiştir. Bu veriler özellikle Ca ve Mg açısından, bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Keleş vd. (2017), Erzincan bölgesi elma bahçesinden toplanan *M. esculenta* türünde K kapsamını % 0.45, Mg: % 0.051 ve Ca: % 0.0073 olarak rapor edilmiştir. Michelot et al. (1998), *Morchella esculenta* türünde Ca: % 0.574 olarak bildirmiş olup, bu değer literatüre göre hafif yüksektir. Sarıkürkcü vd. (2012), Isparta, Muğla ve Osmaniye illerinde *Morchella angusticeps*, *Morchella esculenta*, *Morchella excissa* ve *Morchella eximia* mantarlarında K kapsamını (% olarak) sırasıyla 0.074, 0.042, 0.092 ve 0.082 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Mg kapsamı sırasıyla 0.144, 0.147, 0.194 ve 0.185 olarak, Ca

kapsamları ise yine sırasıyla 0.25, 0.11, 0.11 ve 0.47 olarak belirlenmiştir. Kalac (2009), 9 yıllık Avrupa çalışmasında yabancı yayılım gösteren yenebilir mantarların majör element kapsamlarını (% olarak) Na (0.01-0.04), K (2-4), Ca (0.01-0.05), Mg (0.08-0.18) ve P için (0.5-1) aralığında rapor etmiştir. Bu veriler ile çalışma bulguları arasında kısmi benzerlik bulunmaktadır.

*Morchella* örneklerinin askokarplarının mikro besin kapsamları (ppm) Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı gibi, Fe: 119-2811, Cu: 11-50, Mn: 17-195, Zn: 87-276 ve B ise: 0.01-32 ppm aralığında belirlenmiştir. *Morchella* örneklerinin Fe kapsamları açısından değerlendirildiğinde, bazı türlerin oldukça yüksek Fe kapsamlarına sahip oldukları anlaşılmıştır. Kacar & Katkat (2007), çeşitli bitkilerde yeterli Fe kapsamlarının yaklaşık 50-300 ppm sınırında olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam 4 adet *Morchella* örneğinin (*M. importuna*, *M. feekensis*, *M. tridentina* ve *M. dunalii*) Fe kapsamları 1084-2811 ppm aralığında belirlenmiş olup, bu değerler özellikle kültür bitkilerine göre oldukça yüksektir. Fe açısından dikkat çeken örnekler için veriler Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Bazı *Morchella* örneklerinin Fe elementi kapsamları (ppm)

**Table 5.** Fe nutrient content of some *Morchella* samples (ppm)

| <i>Morchella</i> türü | Fe kapsamı (ppm)   |
|-----------------------|--------------------|
| <i>M. importuna</i>   | 1340               |
|                       | 1376               |
| <i>M. feekensis</i>   | 1165               |
| <i>M. tridentina</i>  | 1770               |
|                       | <b>2811 (max.)</b> |
| <i>M. dunalii</i>     | <b>1084 (min.)</b> |

**Çizelge 6.** *Morchella* örneklerinin mikro besin elementi kapsamları (ppm)

**Table 6.** Micro nutrient content of *Morchella* samples (ppm)

| Örnek                         | Fe          | Cu        | Mn         | Zn         | B           |
|-------------------------------|-------------|-----------|------------|------------|-------------|
| <b><i>M. importuna</i></b>    | 135         | 18        | 31         | 141        | <b>0.01</b> |
|                               | 293         | 27        | 32         | <b>276</b> | 4.12        |
|                               | 1340        | 32        | 57         | 227        | 11          |
|                               | 1376        | 31        | 56         | 188        | 0.04        |
|                               | 489         | 37        | 44         | 113        | 0.01        |
|                               | <b>119</b>  | 21        | 37         | 152        | 0.01        |
|                               | 568         | 45        | 39         | 170        | 0.01        |
| <b><i>M. angusticeps</i></b>  | 214         | 33        | 48         | 236        | <b>32</b>   |
| <b><i>M. frustrata</i></b>    | 121         | 30        | <b>17</b>  | <b>87</b>  | 0.01        |
|                               | 887         | 41        | 31         | 155        | 0.01        |
|                               | 2446        | 41        | 73         | 88         | 1.87        |
| <b><i>M. tridentina</i></b>   | 903         | 33        | 52         | 155        | 0.01        |
|                               | <b>2811</b> | 28        | <b>195</b> | 228        | 1.43        |
|                               | 1770        | 41        | 69         | 172        | 0.01        |
| <b><i>M. esculenta</i></b>    | 403         | <b>11</b> | 26         | 147        | 0.01        |
|                               | 216         | 37        | 27         | 143        | 0.01        |
|                               | 186         | 28        | 24         | 134        | 0.01        |
|                               | 372         | 40        | 24         | 177        | 0.01        |
|                               | 448         | 26        | 25         | 94         | 0.01        |
| <b><i>M. dunalii</i></b>      | 182         | 37        | 34         | 233        | 0.01        |
|                               | 384         | 28        | 29         | 128        | 0.01        |
|                               | 188         | 37        | 33         | 172        | 0.01        |
|                               | 187         | 22        | 41         | 150        | 0.01        |
|                               | 1084        | 24        | 48         | 190        | 0.01        |
| <b><i>M. conifericola</i></b> | 169         | 29        | 33         | 137        | 0.01        |
| <b><i>M. dunensis</i></b>     | 575         | <b>50</b> | 28         | 251        | 0.01        |
| <b><i>M. fekeensis</i></b>    | 1165        | 15        | 58         | 136        | 0.01        |

Gürsoy vd. (2009), Fe kapsamını (ppm) *M. rotunda*'da 254, *M. crassipes*'de 476 ve *M. angusticeps*'de ise 594 ppm olarak, ayrıca Zn kapsamını ise *M. rotunda*'da 75 ppm olarak bildirmiştir. Yine Sevindik vd. (2015), *M. esculenta* için 379 ppm Fe, 31 ppm Mn, 90 ppm Zn ve 14 ppm Cu kapsamı rapor etmiştir. Aynı yazarlar, literatürde yer alan min. ve max. değerleri de araştırmışlar ve Fe (146-835 ppm), Zn (29-158 ppm), Cu (71-95 ppm) ve Mn (18-103 ppm) değerlerini rapor etmişlerdir.

Diğer bir yayında ise Michelot (1998), *M. esculenta*'da 208 ppm Zn bildirmiştir. Tüzen (2003) ise Tokat bölgesindeki çalışmasında, *M. esculenta* askokarpında, 25.4 ppm Mn, 42.9 ppm Cu, 45 ppm Zn ve 146 ppm Fe rapor etmiştir. Sarıkürkçü vd. (2012), *Morcella angusticeps*, *Morchella esculenta*, *Morcella excissa* ve *Morcella eximia* mantarlarında Fe kapsamını (ppm olarak) sırasıyla 324, 148, 139 ve 460 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Zn kapsamı sırasıyla 94, 84, 83 ve 115 olarak, Cu kapsamı, 16.3, 16.4, 45.0 ve 14.1 ve son olarak Mn kapsamı ise 22, 27, 53 ve 41 ppm olarak belirlenmiştir. Bor kapsamına bakıldığında; Rossbach et al. (2017) *M. esculenta*'da 3.02 ppm, Durkan vd. (2011) ise *M. conica*'da 0.34 ppm B içeriği bildirmişlerdir.

Yine Güney Ege'den toplanan 7 adet *Morchella* türünde yapılan element analizlerinde (kuru maddede ppm olarak): Cu (11-45), Mn (13-45), Zn (75-153) ve Fe (72-594) olarak belirlenmiştir (Gürsoy vd., 2009). Genel olarak bakıldığında, *Morchella* örneklerinin mikro element kapsamı Cu, Mn ve Zn açısından literatürle örtüşmekte, ancak Fe açısından ayrılmaktadır.

Bu çalışmada belirlenen toplam 4 adet *Morchella* örneğindeki Fe kapsamı gibi yüksek Fe değerlerinin (1084-2811 ppm) bildirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır (Çizelge 5). Bu çalışma, kirlenmemiş alanlarda *Morchella* türünde "olası Fe hiperakümlasyonu" özelliğinin bildirilmesi açısından önem taşımaktadır. Diğer yandan, yüksek Fe kapsamına sahip *Morchella* örneklerinin toplandığı bölgelerden alınan toprak örneklerinin Fe kapsamı değerlendirildiğinde, mantar örneklerinin geliştiği ve yayılım gösterdiği yerlerden alınan toprak örneklerinin Fe kapsamının genellikle literatürde bildirilen düzeylerde (11-276 ppm) olduğu ve özellik göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Avrupa genelinde yabancı olarak yetişen yenebilir nitelikteki mantar türlerinin eser element içerikleri 2000-2009 yılları arasında geniş kapsamlı bir projeye araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kirlenmemiş alanlarda yetişen mantar türlerinin birçoğu için olağan rapor edilen element kapsamı mantarın kuru maddesinde ppm olarak 20-100 (Cu), 50-300 (Fe), 10-60 (Mn) ve 25-200 (Zn) şeklindedir. Kirlenmiş bölgelerden toplanan mantarlarda bu değerler önemli ölçüde artabilir. Ayrıca, bazı türlerin çeşitli elementler için birikim ve hatta aşırı birikim yeteneği vardır (Kalac, 2010). Literatür verileri, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Ayrıca, Lalotra et al. (2016), 3 yabancı mantar türünde (*Macrolepiota procera*, *Amanita augusta* ve *Boletus subvelutipes*) yaptıkları ağır metal analizleri sonucunda (ppm olarak) Zn kapsamını 87-299, Cu kapsamını 83-290, Mn kapsamını 25-118 ve Fe kapsamını ise 118-1411 olarak rapor etmişlerdir.

Mantarların birçok ağır metali biriktirdiği uzun zamandır bilinmektedir. Wondratschek & Roder (1993), hiperakümümlasyonun tespit edildiği ilk çalışmalardan birinde, yenilebilir *Suillus variegatus* mantar türünde çarpıcı derecede yüksek Fe konsantrasyonlarına rastlamış olup, Friese (1929), bundan tam 46 yıl sonra aynı mantar türünde tekrar yüksek oranda demir bulunduğu rapor etmiştir (Drbal et al., 1975). Yine diğer bir çalışmada ise, Fe hiperakümümlatörü olduğu tespit edilen yenebilirliği şüpheli *Hygrophoropsis aurantiaca*'nın Fe miktarları, 2762-4757 ppm, *Suillus variegatus*'un ise 1833-2075 ppm olduğu ve bu mantarların *Morchella* mantarlarından daha fazla demir biriktirebildiği rapor edilmiştir. İncelenen yaklaşık 130 mantar örneğinin Fe kapsamı, yüksek Fe saptanan 2 mantar türü hariç median değer olarak 76.3-107 ppm aralığında belirlenmiştir (Borovička & Řanda, 2007).

Yüksek miktarda demir bulduran *Morchella* örneklerindeki Fe kapsamıyla, toprak Fe kapsamı arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Bunun nedeni mantar misellerinin çeşitli mineral ve metalleri mobilize ve absorbe etme yeteneği olabilir. Ayrıca ektomikorizal mantarların, minerallerdeki

besinleri kullanma yeteneklerindeki farklılıklar da bilinmektedir (Landeweert et al., 2001; Fomina et al., 2005). *Morchella* cinsinin yaşam döngüsündeki skleratium yapısından gelişen bir birey için, geliştiği topraktaki besin element miktarlarına bakmak yeterli olmayabilir. Mantarlar, misellerinde bulunan hücre dışı enzimler sayesinde mikro-gözenekli toprağın oldukça derininden organik madde alabilmekte, kompleks bileşikler çözülebilir hale getirebilmekte ve böylece toprağın karmaşık yapısını daha verimli hale getirebilmektedir. Olay oldukça komplekstir ve bu nedenle, toprak ve mantarın askokarbında bulunan demir miktarları arasında anlamlı bir korelasyon bulunamayabilir (Falandysz & Borovička, 2013). Hiperakümülatör bitkilerde, metal bakımından toprağın da zengin olmasına rağmen, mantarlarda metal miktarı topraktan bağımsızdır (Kabata & Pendias, 2000; Borovička et al., 2006). Aynı substrat üzerinde yetişen mantar türünün farklı bireylerinde bile besin elementi miktarının birbirinden farklılık gösterdiği yapılan literatür çalışmalarıyla desteklenmektedir (Lavola et al., 2011). Hem saprofit hem de mikorizal olarak beslenmekte olduğu bilinen *Morchella* cinsi mantar türleri mobilizasyon yetenekleri sayesinde bitkiler için alınmaz olan bazı metalleri alınabilir hale dönüştürebilirler (Taşkın vd., 2012). Ayrıca konukçu bitkiye aktararak, bitkinin normal koşullarda alamayacağı besin maddesini ona sağlamış olur. Demiri bünyesinde bu kadar fazla bulunduran mantar çürüyüp toprağa karıştığında da, alınabilir forma dönüştürdüğü demiri toprakta yeniden kullanılabilir duruma getirir. Tüm bu tespitlere rağmen, makro mantarlarda iz elementlerin ya da metallerin biyolojik birikimini etkileyen faktörler tam olarak anlaşılamamıştır.

Fitoremediasyon, toprakta veya suda ağır metal birikimi gibi çevre kirliliklerinde hiperakümülatör canlıların kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde kirliliğin kontrol altına alınması için hiperakümülatör bitkiler ya da alglerin kullanıldığı bilinmektedir (Salt et al., 1998). Önemli olan hangi bitkilerin hangi metalleri akümüle ettiğini tespit edebilmektir. Fitoremediasyon tekniklerinden biri olan bitkisel ekstraksiyon (fitoekstraksiyon), metal biriktirebilen bitkilerin kullanılarak, kirli topraklardan toksik olan metallerin uzaklaştırılmasıdır. Bu yöntemde kullanılan bitkiler, “hiperakümülatör” bitkilerdir (Yurdakul, 2015).

*Morchella* cinsi mantar türleri doğal koşullarda fitoekstraksiyon yapabilmektedir. Ancak kolay yetişebilen bitkilerin bile, temizlenmesi planlanan kirli bölgelere adaptasyonları zor olmaktadır. Bu anlamda *Morchella* cinsi mantar türlerinin hem oldukça cazip ve değerli bir yenebilir mantar olması ve hem de yayılım kısıtlılığından dolayı, fito-remediasyon açısından kullanımı radikal değildir. Dahası bu çalışmada ortaya konulan “olası Fe hiperakümülasyonu” açısından değerlendirildiğinde, topraklarda Fe kirlenmesi diye bir olgunun ekstrem koşullar haricinde gerçekçi olmamasından dolayı, *Morchella* mantarlarının bu amaçla kullanımı da söz konusu olmayacaktır.

## SONUÇ

Bu çalışmada, *Morchella* cinsine ait 26 örnek toplanmış ve 9 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin ve yayılım gösterdikleri toprakların makro ve mikro besin elementi kapsamı belirlenmiş, yenebilir ve değerli bir mantar olan *Morchella*'nın besin kapsamı ortaya konulmuş ve ayrıca 4 *Morchella* türünde bilimsel olarak değerli bir veri olma potansiyeline sahip “olası Fe-hiperakümülatör *Morchella*” olgusu tespit edilmiştir. En yüksek Fe kapsamı *Morchella tridentina*'da 2811 ppm olarak belirlenmiştir. Ancak bu veriler bir ön tespit niteliğinde olup, mantarlarda Fe hiperakümülasyonu bakımından net bilimsel kriterlerin bulunmayışının yanı sıra, literatürde rastlanmayan bu özelliğin, daha ayrıntılı çalışmalar ile bilimsel olarak desteklenmesi ve doğrulanması gereklidir.

## KAYNAKLAR

- Ak, E.E., Y. Tüzel, E. Eren & F. Atilla, 2016. Evaluation of Turkey mushroom export. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 4 (3): 239-243. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i3.239-243.606>
- Bayuk, B.G., K. Gezer & O. Kaygusuz, 2016. Mushrooms exported from Denizli province and nutrient content. International Journal of Secondary Metabolite, 3 (1): 27-38.

- Bellion, M., M. Courbot, C. Jacob, D. Blaudez & M. Chalot, 2006. Extracellular and cellular mechanisms sustaining metal tolerance in ectomycorrhizal fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 254 (2): 173-181. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2005.00044.x>
- Blaudez, D., C. Jacob, K. Turnau, J.V. Colpaert, U.A. Jonnarth, R. Finlay, B. Botton & M. Chalot, 2000. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals in vitro. *Mycological Research*, 104 (11): 1366-1371. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0953756200003166>
- Borovička, J., Z. Řanda & E. Jelínek, 2006. Antimony content of macrofungi from clean and polluted areas. *Chemosphere*, 64 (11): 1837-1844. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.01.060>
- Borovička, J. & Z. Řanda, 2007. Distribution of Fe, Co, Zn and Se in macrofungi. *Mycological Progress*, 6 (4): 249. <https://doi.org/10.1007/s11557-007-0544-y>
- Çoban-Yıldız, Y., G. Chiavari, D. Fabbri, A.F. Gaines, G. Galletti & S.Tuğrul, 2000. The chemical composition of Black Sea suspended particulate organic matter: pyrolysis-GC/MS as a complementary tool to traditional oceanographic analyses. *Marine Chemistry*, 69 (1-2): 55-67. [https://doi.org/10.1016/S0304-4203\(99\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(99)00093-6)
- Drbal, K., P. Kalač, A. Šeflová & J. Šefl, 1975. Iron and manganese content in some edible macrofungi. *Czech Mycology*, 29: 110-114.
- Du, X.H., Q. Zhao, Z.L. Yang, K. Hansen, H. Taşkın, S. Büyükalaca & D. Dewsbury, 2012. How well do ITS rDNA sequences differentiate species of true morels (*Morchella*)? *Mycologia*, 104 (6): 1351-1368. <https://doi.org/10.3852/12-056>
- Duran, C., H. Taşkın & S. Büyükalaca, 2011. Adana ili Feke ilçesinde bulunan Sedir Mantarı (*Tricholoma anatolicum*)'nin ekolojik isteklerinin belirlenmesi. *Alatarım*, 10 (1): 42-49.
- Durkan, N., I. Ugulu, M.C. Unver, Y. Dogan & S. Baslar, 2011. Concentrations of trace elements aluminum, boron, cobalt and tin in various wild edible mushroom species from Buyuk Menderes River Basin of Turkey by ICPOES. *Trace Elements and Electrolytes*, 28 (4): 242. DOI: 10.5414/TEX01198
- Elmastas, M., I. Turkecul, L. Ozturk, I. Gulcin, O. Isildak & H.Y. Aboul-Enein, 2006. Antioxidant activity of two wild edible mushrooms (*Morchella vulgaris* and *Morchella esculanta*) from North Turkey. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 9 (6): 443-448. <https://doi.org/10.2174/138620706777698544>
- Falandysz, J. & J. Borovička, 2013. Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97 (2): 477-501. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4552-8>
- Fomina, M.A., I.J. Alexander, J.V. Colpaert & G.M. Gadd, 2005. Solubilization of toxic metal minerals and metal tolerance of mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (5): 851-866. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.10.013>
- Friese, W., 1929. Über die mineralbestandteile von Pilzen. *Zeitschrift für Untersuchung der L.mittel.*, 57 (6): 604-613.
- Gençcelep, H., Y. Uzun, Y. Tunçtürk & K. Demirel, 2009. Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry*, 113 (4): 1033-1036. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.058>
- Gücin, F., 1993. Kozak yaylasında (Bergama-İzmir) yetişen ve ihraç potansiyeli olan kuzu göbeği (*Morchella*) Mantarları, *Ekoloji Dergisi*, 6: 22-27.
- Gürsoy, N., C. Sarikurkcu, M. Cengiz & M.H. Solak, 2009. Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (9): 2381-2388. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.06.032>
- Hall, J.L., 2002. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53 (366): 1-11. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.1>
- Iqbal, M., 1993. International trade in non-wood forest products: An overview. Written Paper. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 111 pp.
- Kabata-Pendias, A. & H. Pendias, 2000. *Trace Elements in Soils and Plants*. 3rd Ed., CRC Press, Boca Raton, 432 pp.
- Kacar, B. & V.Katkat, 2007. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No: 849, 3. Basım, 659 s.
- Kacar, B. & V.Katkat, 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241, 1. Basım, 892 s.
- Kacar, B., 2009. *Toprak Analizleri*. Nobel Yayın No: 1387, Genişletilmiş 2. Basım, 467 s.

- Kalac, P., 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113 (1): 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>
- Kalac, P., 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000–2009. *Food Chemistry* 122, 2-15. DOI : 10.1016/j.foodchem.2010.02.045
- Kalyoncu, F., M. Oskay & M. Kalyoncu, 2009. The effects of some environmental parameters on mycelial growth of six *Morchella* species. *Journal Pure Applied Microbiology* 3 (2): 467-472.
- Kalyoncu, F., M. Oskay & H. Kayalar, 2010. Antioxidant activity of the mycelium of 21 wild mushroom species. *Mycology*, 1 (3): 195-199. <https://doi.org/10.1080/21501203.2010.511292>
- Keleş, A., H. Genççelep & K. Demirel, 2017. Elemental composition of naturally growing wild edible mushroom. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 7: 37-44.
- Lalotra, P., D. Gupta, R. Yangdol, Y.P. Sharma & S.K. Gupta, 2016. Bioaccumulation of heavy metals in the sporocarps of some wild mushrooms. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 6 (3): 159-165. Doi 10.5943/cream/6/3/2
- Landeweert, R., E. Hoffland, R.D. Finlay, T.W. Kuyper & N. van Breemen, 2001. Linking plants to rocks: ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals (Review). *Trends in Ecology & Evolution*, 16 (5): 248-254. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02122-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02122-X)
- Lavola, A., P.J. Aphalo & T. Lehto, 2011. Boron and other elements in sporophores of ectomycorrhizal and saprotrophic fungi. *Mycorrhiza*, 21 (3): 155-165. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0321-7>
- Li, X.L., H. Marschner & E. George, 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root to shoot transport in white clover, *Plant and Soil*, 136: 49-57. <https://doi.org/10.1007/BF02465219>
- Michelot, D., E. Siobud, J.C. Dore, C. Viel & F. Poirier, 1998. Update of metal content profiles in mushrooms: toxicological implications and tentative approach to the mechanisms of bioaccumulation. *Toxicol*, 36 (12): 1997-2012. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(98\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(98)00131-7)
- Morselt, A.F., W.T. Smits & T. Limonard, 1986. Histochemical demonstration of heavy metal tolerance in ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 96 (3): 417-420.
- Nitha, B., P.V. Fijesh & K.K. Janardhanan, 2013. Hepato protective activity of cultured mycelium of Morel mushroom, *Morchella esculenta*. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 65 (1-2): 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2011.06.007>
- O'Donnell, K., A.P. Rooney & G.L. Mills, 2011. Phylogeny and historical biogeography of true morels (*Morchella*) reveals an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. *Fungal Genetics and Biology*, 48 (3): 252–265. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.09.006>
- Öztürk, İ., S.S. Sahan, U. Sahin, L. Ekici & O. Sagdic, 2010. Bioactivity and mineral contents of wild-grown edible *M. conica* in the Mediterranean Region. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5: 453–457. <https://doi.org/10.1007/s00003-010-0625-8>
- Pilz, D., R. McLain, S. Alexander & J.E. Smith, 2007. Ecology and management of morels harvested from the forests of western North America. Portland, Oregon, USDA General Technical Report PNW-GTR-710.
- Roszbach, M., E. Kümmerle, S. Schmidt, M. Gohmert, C. Stieghorst, Z. Revay & N. Wiehl, 2017. Elemental analysis of *Morchella esculenta* from Germany. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 313 (1): 273-278. <https://doi.org/10.1007/s10967-017-5298-7>
- Salt, D.E., R.D. Smith & I. Raskin, 1998. Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 49 (1): 643-668. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.643>
- Sarıkurkçu, C., B. Tepe, M.H. Solak & S. Cetinkaya, 2012. Metal concentrations of wild edible mushrooms from Turkey. *Ecology of Food and Nutrition*, 51 (4): 346-363. <https://doi.org/10.1080/03670244.2012.674448>
- Scherzinger, W., 1996. *Naturschutz im Wald*. Ulmer Verlag. Stuttgart, 447 pp.
- Sevindik, M., C.E. Eraslan & H. Akgül, 2015. Bazı makrofungus türlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. *Ormanlık Dergisi*, 11 (2): 48-53.
- Szefer, P., 2007. Chemometric tech. in analytical evaluation of food quality. *Mineral Components in Foods*, 69-122.
- Tamer, A.Ü., F. Gücin & M.H. Solak, 2006. Mikolojiye Giriş. Celal Bayar Üniversitesi, 9-10.

- Taşkın, H., S. Büyükalaca, K. Hansen & K. O'Donnell, 2012. Multilocus phylogenetic analysis of true morels (*Morchella*) reveals high levels of endemics in Turkey relative to other regions of Europe. *Mycologia*, 104 (2): 446-461. <https://doi.org/10.3852/11-180>
- Taşkın, H., H.H. Doğan & S. Büyükalaca, 2015. *Morchella galilaea*, an autumn species from Turkey. *Mycotaxon*, 130 (1): 215-221. DOI: 10.5248/130.215
- TÜİK, 2017. Konularına göre istatistikler: Tarım istatistikleri, Bitkisel üretim istatistikleri, Başka yerde sınıflandırılmamış diğer sebzeler, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111>, 02/2022.
- Tüzel, Y. & K. Boztok, 1987. *Morchella* türlerinin tanımı ve başlıca özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 223-231.
- Tüzen, M., 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal*, 74 (3): 289-297. [https://doi.org/10.1016/S0026-265X\(03\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S0026-265X(03)00035-3)
- Winder, R.S., 2006. Cultural studies of *Morchella elata*. *Mycological Research*, 110 (5): 612-623. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.02.003>
- Wondratschek, I. & U. Röder, 1993. Monitoring of heavy metals in soils by higher fungi. *Plants as Biomonitors*, 365-378.
- Yalçın, I., F. Barthas & M. Barrot, 2014. Emotional consequences of neuropathic pain: insight from preclinical studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47: 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.08.002>
- Yang, D.K., 2014. *Fundamentals of Liquid Crystal Devices*. John Wiley & Sons. U.S.A. 592 pp.
- Yıldız, A., Ö.F. Yeşil, Ö. Yavuz & M. Karakaplan, 2005. Organic elements and protein in some macrofungi of South East Anatolia in Turkey. *Food Chemistry*, 89 (4): 605-609. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.015>
- Yurdakul, İ., 2015. Kirlenmiş topraklarda ve sularda bitkisel iyileştirme teknikleri ve önemi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2 (1): 55-62.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):557-566

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1063327>

Yarkin AKYÜZ<sup>1\*</sup>

Ela ATIŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir Türkiye

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[yarkin.akyuz@ege.edu.tr](mailto:yarkin.akyuz@ege.edu.tr)

# Üreticilerin iklim değişikliğine uyum çerçevesinde çevresel tutumlarının belirlenmesi: Küçük Menderes havzası örneği\*

Determination of the environmental attitudes of producers within the framework of adaptation to climate change: The case of Küçük Menderes Basin

\*Bu makale ilk yazarın doktora tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 27.01.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 07.06.2022

## ÖZ

**Amaç:** Çalışmada, iklim değişikliğine uyum çerçevesinde Küçük Menderes Havzasındaki üreticilerin çevresel tutumlarının belirlenmesi ve mevcut tutumlarının iyileştirilmesine yönelik çeşitli öneriler getirmek hedeflenmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışma verileri 171 üretici yapılan ile yüz yüze anketler yardımı ile elde edilmiştir. Üreticilerin çevresel tutumları Çevresel tutum envanteri yardımı ile belirlenmiş ve faktör analizi kullanılarak değerlendirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** 12 faktör ve 24 ifadeden oluşan çevresel tutum envanteri araştırmaya dahil olan üreticiler açısından değerlendirildiğinde; 12 faktörden 5'inin üreticilerin çevresel tutumlarını yansıttığı sonucuna ulaşılmıştır. Havza üreticilerinin genel çevresel tutumlarının ise orta düzeyde (Ort=4,31, Std Sapma=2,30,  $\alpha$ = 0,66) olduğu ve daha da geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiği saptanmıştır.

**Sonuç:** Havzadaki üreticilerin çevre bilincinin artırılması ve tarım-çevre etkileşiminin üreticiye doğru şekilde aktarılması için çeşitli çiftçi toplantıları ve etkinlikler ile yayım çalışması yapılmalıdır. Ayrıca üreticilerin, davranışlarında yapacakları pozitif değişiklikleri çeşitli şekillerde ödüllendirilerek teşvik edilmesi tarımın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bunun yanı sıra, üreticileri çevreyi koruma adına teşvik edici tarım-çevre politikaları ile de yapılan çalışmalar desteklenmelidir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the environmental attitudes of the producers in Küçük Menderes Basin regarding adaptation to climate change and to make various suggestions to improve their current environmental attitudes.

**Material Method:** The data for the study were obtained with face-to-face surveys with 171 producers. The environmental attitudes of the producers were determined with the Environmental Attitude Inventory and the data obtained were evaluated using factor analysis.

**Results:** When the environmental attitude inventory consisting of 12 factors and 24 expressions is evaluated in terms of the producers involved in the study; it was found that 5 out of 12 factors reflect the environmental attitudes of the producers. It was also determined that the general environmental attitudes of the basin producers are at a moderate level (Avg = 4.31, Std Dev. = 2.30,  $\alpha$  = 0.66) and further studies are needed to improve them.

**Conclusion:** In order to increase the environmental awareness of the producers in the basin and to convey the agriculture-environment interaction to the producers correctly, various farmer meetings and events and extension work should be carried out. In addition, it is important for the sustainability of agriculture that producers are encouraged to make positive changes in their behaviors by rewarding them in various ways. In addition to this, studies with agro-environmental policies that encourage producers to protect the environment should be supported.

**Anahtar sözcükler:** Çevresel tutum envanteri, faktör analizi, iklim değişikliği, Küçük Menderes Havzası, tarım

**Keywords:** Environmental attitude inventory, factor analysis, climate change, Küçük Menderes Basin, agriculture

## GİRİŞ

Artan nüfus ile birlikte insanlık, çevre ile daha fazla mücadele içine girmiş ve yaşadığı ortama daha çok müdahale eder hale gelmiştir. Önceleri tolere edilebilecek seviyelerde olan bu müdahaleler daha sonra ekonomik ve teknolojik gelişmelerle birlikte çevresel sorunları beraberinde getirmiştir. Bu çevresel problemlerden belki de en önemlisi iklim değişikliğidir. İklim değişikliği küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve tüm dünyayı etkilemektedir. Bu da iklim değişikliğini birçok çevre probleminden daha da önemli kılmaktadır. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine göre iklim değişikliği; “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” şeklinde tanımlanmıştır (UNFCCC, 1992). Tanımda dikkat edilmesi gereken nokta insan faaliyetleridir. Yani iklim değişikliği açısından kişilerin tutumları ve bu bağlamda davranışları kilit rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra; Schreiner et al. (2005), çalışmalarında; “iklim değişikliği; insanoğlunun etkisiyle ortaya çıkan ve yirmi birinci yüzyılın üzerinde tartışılan en önemli ve büyük çevre sorunudur” diyerek duruma dikkat çekmek istemişlerdir. Kadioğlu (2012) da “Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi” isimli çalışmasında “geçmişte de yaşanmış olan doğal bir olgu olmasına rağmen iklim değişikliği, zamanın hiçbir diliminde günümüzdeki kadar hızlı yaşanmamış ve insanın tespit edilen etkisi de bu kadar fazla olmamıştır” diyerek iklim değişikliği sorununa ve bu sorunda insanın payına dikkat çekmiştir. IPCC (2022)’nin yayınladığı son raporunda da “daha sık ve yoğun aşırı olaylar dahil olmak üzere insan kaynaklı iklim değişikliği, doğal iklim değişkenliğinin ötesinde, yaygın olumsuz etkilere ve buna bağlı olarak doğaya ve insanlara yönelik kayıplara ve zararlara neden olmuştur” şeklinde insan etkilerinin sonuçlarından bahsedilmektedir. Dikkat edileceği üzere bütün çalışmalar iklim değişikliğinin kayıp ve zararlarından bahsederken insan faktörüne dikkat çekmektedir.

İklim değişikliği tüm sektörleri etkilediği gibi tarım sektörünü de etkilemektedir. 2021 yılında 31 Ekim-12 Kasım tarihlerinde İskoçya’nın Glasgow kentinde 26’ncısı düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansında “iklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık artışları, yağış farklılıkları ve aşırı hava olaylarının sıklığı ve yoğunluğu, küresel tarım ve gıda sistemleri üzerindeki baskıları artırmakta ve değişen iklim, su kıtlığı ve toprak bozulması gibi kaynak sorunlarına da katkıda bulunmaktadır” şeklinde tarım sektörünün iklim değişikliğinden büyük bir oranda etkilendiğine bir kez daha vurgu yapmaktadır.

Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde ise; gelecekte iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin daha da artacağından ve iklime olan bağımlılığı ile tarım sektörünün, özellikle kıyı kesimlerinde, bu durumdan daha da fazla etkileneceğinden söz edilmektedir (Türkeş vd., 2000, Türkeş, 2007; TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016; TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016; Akyüz & Atış, 2016). Yapılan bazı çalışmaların sonuçlarında da görüldüğü gibi ortalama sıcaklıklarda kıyı bölgelerinde 5-6 °C, özellikle Ege Bölgesi’nde yaz aylarında 7-8°C’lik bir artış, yağışlarda ise %40’lık bir azalma yaşanabileceği öngörülmektedir (Demir vd., 2008; Talu et al., 2010; MGM, 2014). Bu durum tarım gibi iklimle doğrudan bağlantılı olan bir sektör üzerinde olumsuz etkiler doğurmakta ve üretimin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. İklim değişikliğinin tarım üzerindeki bu etkisinin giderilmesi ya da bu etki halinde bile uyum sağlayarak sürdürülebilir bir şekilde tarımın gerçekleştirilmesi adına üreticilerin mevcut bazı davranışlarından vazgeçmeleri, bazı yeni uygulamalara yer vermeleri gerekmektedir. İklim değişikliğine uyum açısından bu uygulamaları gerçekleştirecek üreticilerin çevresel tutumlarının bilinmesi önemlidir. Bu doğrultuda, iklim değişikliği konusunda üreticilerin çevre tutumlarının belirlenmesi, çevreye olan bakış açılarının ortaya konması gelecekteki davranışları yönünde bilgi sağlayacaktır.

Bir çevre problemi olan iklim değişikliğinin çözümüne yönelik olarak üreticilerin davranış değişikliğine yönelmeleri gerekmekte yani; tarımsal üretimde ekolojik davranışta bulunmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da oluşturulacak politikaların uygulanabilirliğinin artırılması adına önem teşkil etmektedir. Özetle, oluşturulacak tarım-çevre politikaların uygulanması aslında üreticilerin ekolojik davranışları ile mümkün olmaktadır. Üreticilerin ekolojik davranışlarının değiştirilebilmesinde en önemli

etkenlerin başında çevresel tutum gelmektedir. Çünkü tutum insan davranışını etkileyen önemli bir faktördür (Newhouse, 1990; Kaiser et al., 1999). Bu noktada ortaya konacak politikaları uygulayacak olan üreticilerin çevre tutumları politikaların uygulanabilirliği üzerinde önemli bir rol oynayacaktır. Çalışma bu anlamda üreticilerin çevresel tutumlarını belirlemesi ve bir çevre sorunu olan iklim değişikliğine uyuma yönelik uygulanacak politikaların uygulanabilirliğinin artırılabilmesi için çevre tutumlarını iyileştirmeye yönelik çeşitli öneriler getirmesi ile literatürdeki bir açığa katkı sağlamaktadır.

Bu çerçevede bu çalışmanın amacı; Ege bölgesinin kıyı kesiminde yoğun tarım faaliyetinin gerçekleştirildiği ve iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun olarak hissedildiği Küçük Menderes Havzası'ndaki üreticilerin çevresel tutumlarını ortaya koymak, değerlendirmek ve mevcut tutumlarını iyileştirmeye yönelik çeşitli öneriler getirmektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini, Küçük Menderes Havzası'nda yer alan ve halihazırda iklim değişikliğinden etkilenmekte olan; Bayındır, Beydağ, Ödemiş ve Tire ilçelerinden seçilmiş köylerdeki çiftçilerle yüz yüze yapılan anketler sonucu elde edilmiş veriler oluşturmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliğinin etkilerini dünya, ülke ve bölgesel düzeyde ele alan; IPCC raporları, Birleşmiş Milletler İDÇS ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye İstatistik Kurumu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gibi kurumların kayıt, rapor ve eylem planlarından da kaynak olarak yararlanılmıştır. Bunun yanında konuyla ilgili yapılmış tezler, araştırmalar, makaleler, bildiriler ve kitaplar çalışmanın ikincil kaynaklı verilerini oluşturmaktadır.

### Yöntem

Küçük Menderes Havzası, bir yandan iklim değişikliğinin etkilerinden olumsuz olarak etkilenen, diğer yandan da tarımsal faaliyetin yoğun olarak devam ettiği bir havzadır (Akyüz & Atış, 2018). Mevcut durumda havza Türkiye'de yoğun su stresi gözlenen bir havza olarak dikkat çekmektedir (Muluk et al., 2013) Yapılan çalışmalar ışığında Küçük Menderes Havzasında gelecekte ortalama 3-5°C'lik sıcaklık artışları yaşanacağı, yağışların ise %10-20 aralığında azalacağını söylemek mümkündür (MGM, 2014). Havzada, su arzı su talebini günümüzde bile karşılayamamakta, yapılan çalışmaların da işaret ettiği gibi, gelecekte ise yağışların azalması ve kuraklığın artması ile daha da büyük sorunlar yaşanabileceği beklenmektedir. Özellikle, tarım sektörünün iklime olan bağımlılığından dolayı bu sorunlardan daha da fazla etkilenecek olması yoğun tarımsal faaliyetin gerçekleştirildiği havzanın araştırma alanı olarak seçilmesinde önemli pay sahibidir.

Bu bağlamda anketler, seçilen havzada tarımın yoğun olarak yapıldığı ve gelecekte de tarımsal üretimin devam edeceği öngörülen ve iklim değişikliği etkilerinin yansımalarının incelendiği ilçeler olan Bayındır, Beydağ, Ödemiş ve Tire ilçeleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Anketler bu dört ilçedeki 12 köyde yüz yüze görüşmeler yoluyla tamamlanmıştır. Anket çalışması için, ilçelere ait üretici sayıları, İzmir Tarım İl Müdürlüğü 2015 yılı kayıtlarından temin edilmiş ve bu sayı ana kitle olarak kabul edilmiştir. Örnek hacmi aşağıdaki oransal örnek hacmi formülü ile hesaplanmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1 - p)}{(N - 1)\sigma^2_{px} + p(1 - p)}$$

Formülde;

n = Örnek hacmi;

N = Toplam çiftçisi sayısı;

p = Örneğe girecek çiftçilerin oranı;

$\sigma^2_{px}$  = Oranın varyansıdır.

Yapılan hesaplama sonucunda görüşülecek çiftçi sayısı %95 güven aralığı %7,5 hata payı ile 171 üretici olarak belirlenmiştir. Bulunan bu değer seçilen ilçelerdeki toplam çiftçi sayısına oranlanarak her ilçede kaç çiftçi ile görüşüleceği tespit edilmiştir. Anket çalışmaları 2017 yılının son çeyreğinde gerçekleştirilmiştir. İlçelerde görüşülen çiftçilerin sayısı ve mahallelere göre dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Anket sayılarının köylere göre dağılımı

**Table 1.** Distribution of the survey numbers by villages

| İlçeler  | Toplam Üretici Sayısı | Köyler       | Köylerin Üretici Sayıları | Köylere göre anket sayıları | Toplam Anket Sayısı |
|----------|-----------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Bayındır | 4.391                 | Alankıyı     | 40                        | 9                           | 45                  |
|          |                       | Balcılar     | 54                        | 12                          |                     |
|          |                       | Çınardibi    | 109                       | 24                          |                     |
| Beydağ   | 1.225                 | Palamutçuk   | 46                        | 4                           | 12                  |
|          |                       | Yukarıaktepe | 22                        | 2                           |                     |
|          |                       | Mutaflar     | 76                        | 6                           |                     |
| Ödemiş   | 5.828                 | Demircili    | 70                        | 18                          | 61                  |
|          |                       | Seyrekli     | 67                        | 17                          |                     |
|          |                       | Yeniköy      | 100                       | 26                          |                     |
| Tire     | 5.211                 | Çeriközü     | 124                       | 21                          | 53                  |
|          |                       | Dağdere      | 117                       | 20                          |                     |
|          |                       | Musalar      | 68                        | 12                          |                     |
| Toplam   | 16.655                |              |                           |                             | 171                 |

### Çevresel Tutum Envanteri

Bilim insanları, çevre ile ilgili çalışmalar yürüterek mevcut durumu anlamaya çalışmakta ve gelecekte çevre ve doğal kaynakların nasıl daha iyi korunabileceği/yönetilebileceği üzerine araştırmalar yapmaktadır. İnsanların doğaya karşı tutumları üzerinde sosyal bilimciler de uzunca bir süredir çalışmaktadır ve çevre sorunlarının müdahaleci insan davranışları sonucunda ortaya çıktığını uzun zamandır kabul etmişlerdir (Maloney & Ward, 1973). Yapılan araştırmalarda karşılaşılan güçlüklerin en önemlilerinden birisinin bu alanda, anlamlı, doğru ve gerçeğe yakın bir ölçeğin geliştirilmesi olduğu ifade edilmektedir (Lalonde & Jackson, 2002).

Bir çevre sorunu olan iklim değişikliğine yönelik politika oluşturulmak istendiğinde üreticilerin çevresel tutumlarının ortaya konması gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel tutumun belirlenmesine yönelik yapılmış çalışmaların başında araştırmacılar tarafından da kullanılan Yeni Çevresel Paradigma gelmektedir. 1970’li yılların sonunda Dunlap & Van Liere (1978) tarafından geliştirilen Yeni Çevresel Paradigma (YÇP), 2000 yılında Dunlap ve diğerleri tarafından revize edilmiş ve Yeni Ekolojik Paradigma (YEP) olarak değiştirilmiştir. Ancak, halen her iki terim de çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. 2000’li yılların başında YÇP’den daha kapsamlı ve çok boyutlu bir ölçek geliştirmek amacı ile Milfont & Duckitt birçok çalışma gerçekleştirmiş (Milfont & Duckitt, 2004, 2006, 2010) ve bu çalışmalar sonucunda “Çevresel Tutum Envanteri” oluşturulmuştur.

Bu bağlamda “Çevresel Tutum Envanteri” (Environmental Attitude Inventory), birçok çalışmada kullanılan “Yeni Çevresel Paradigma” ölçeğine bir alternatif olarak ortaya çıkmış ve çevresel tutumun karmaşık ve çok boyutlu yapısını dikkate alan yeni bir ölçek geliştirilmesi fikri ile oluşturulmuştur (Milfont & Duckitt, 2004, 2010; Sutton & Gyuris, 2015). Bu çerçevede, çevre tutumu açısından envanter dahilinde bulunan 12 ana boyuttaki (çevre tutum faktörü) 200 soru içerisinden en iyi olan 12 boyuttaki 10 soru yani toplamda 120 soru ele alınarak ana soru ölçeği oluşturulmuştur. 2010 yılında Milfont & Duckitt bu setin 72 soruluk (her bölümde 6 sorudan oluşan) kısa versiyonunu ve 24 soruluk (her bölümde 2 sorudan oluşan)

özet versiyonunu da geliştirmişlerdir. Bu versiyon ile çevresel tutum belirlenirken; bahsi geçen 12 boyuttan ve boyutları kapsayan 2 yaklaşıma göre hazırlanmış sorulardan yararlanılmıştır. Bu yaklaşımlardan; “koruma (7 boyut - 14 soru)” ve “kullanım (5 boyut - 10 soru)” olarak bahsetmek mümkündür.

Bu çalışmada üreticilerin çevresel tutumlarını belirlemek ve mevcut tutumu oluşturan boyutları ortaya koymak için Milfont & Duckitt (2010) tarafından geliştirilen bu Çevresel Tutum Envanterinden yararlanılmıştır. Çalışmada soru seti olarak; çalışma kısıtlarına en uygun olan 24 soruluk özet versiyon kullanılmıştır. Uygulama aşamasında, çiftçilere ölçek dahilindeki çeşitli ifadeler yöneltilmiş ve bu ifadelere katılıp katılmama derecelerine göre yanıtlar alınmıştır. Değerlendirmede, 7’li likert ölçeğinden faydalanılmıştır. Çiftçilere çeşitli beklentiler doğrultusunda yöneltilen ifadelerin bir kısmının 7’ye (Kesinlikle Katılıyorum), bir kısmının ise 1’e (Kesinlikle Katılmıyorum) doğru yakınlığı çiftçilerin çevreye olan duyarlılığına ilişkin fikir vermektedir. Üreticiler açısından envanter dahilinde ele alınan 12 boyutun önem düzeyleri belirlenirken ise faktör analizinden yararlanılmıştır.

### **Faktör Analizi**

Faktör analizinin amacı; birbirleriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni birkaç temsili yapıya ya da faktöre dönüştürecek şekilde basitleştirmektir. Faktör analizinde, aralarında yüksek korelasyon olan değişkenler setinin bir araya getirilmesi suretiyle faktör adı verilen genel değişkenlerin oluşturulması söz konusudur. Yani faktör analizi veri azaltma veya özetleme amacıyla yapılmaktadır (Mazzocchi, 2008; Kalaycı, 2010; Malhotra, 2010; Ho, 2013). Faktör analizi yapılırken dört aşama izlenir. Bu aşamalar; veri setinin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve faktörlerin isimlendirilmesidir. Bu aşamalar tamamlandıktan sonra elde edilen faktör analizi sonuçlarının değerlendirilebilmesi için ifadelerin içsel tutarlılığının (çeşitli çalışmalarda bahsedildiği üzere güvenilirliğinin) incelenmesi için çeşitli çalışmalarda da kullanılan Cronbach’s Alpha değerlerinin hesaplanması gerekmektedir (Günden & Miran, 2008, Everest & Yercan, 2016). Bu noktada çeşitli çalışmalarda farklı değerler farklı şekilde yorumlanmakla beraber Cronbach’s Alpha değerinin 0,6’dan yüksek olması kabul edilebilir bir değer olarak ele alınmaktadır (Hinton et al., 2004; Hair, 2006; Malhotra, 2010).

Çalışmada yapılan faktör analizi ile çevresel tutum ölçeğindeki 12 boyutun araştırmaya katılan üreticiler açısından önem düzeyi belirlenmiştir (Milfont & Duckitt, 2007). Bunun sonucunda “Çevresel Tutum Envanteri” ile hem üreticilerin çevre bilinci hem de envanter dahilinde yer alan ölçek boyutlarından hangilerinin çalışmanın gerçekleştirildiği yöre için geçerli olduğu ortaya konulmuştur.

### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Küçük Menderes Havzasında yürütülen bu çalışmaya dahil olan üreticilerin yaşları 18 ila 81 arasında değişmekte olup, yaş ortalamaları yaklaşık 49 olarak bulunmuştur. Üreticilerin tarımsal deneyimleri 25 yıldır. Bu durum üreticilerin ömürlerinin yarısında tarım sektöründe faaliyet gösteren tecrübeli üreticiler olduklarını ortaya koymaktadır. Üreticilerin ortalama eğitim sürelerinin 6 yıl olduğu ve genel olarak 4 kişilik çekirdek aileye sahip oldukları belirlenmiştir. Üreticilerin %41’i hayvancılıkla uğraşmaktadır. Bunun yanında, üreticilerin %22’si fiilen tarım dışı bir işte çalışmakta olup, %40’ının ise tarım dışı bir gelir kaynağına sahip olduğu saptanmıştır. Üreticilerin %72’sinin tarımla uğraşmaktan memnun oldukları saptanmıştır.

Üreticilerin aylık gelir düzeyleri incelendiğinde, ağırlıklı olarak 2501-5000 TL (%23,4) ve 2001-2500 TL (%22,2) gelir aralıklarında kümelendikleri tespit edilmiştir. Üreticilerin üretim döneminde işledikleri ortalama arazi genişliği 38,57 da’dır ve zaten küçük olan bu araziler yaklaşık 4 parselden oluşmaktadır. İşlenen arazinin; %81’ini (31,51 da) mülk arazi oluşturmaktadır, bunu %15’le kira arazi (5,61 da) ve %4 ile ortak arazi (1,45 da) izlemektedir. Bunun yanında, işlenen arazinin %52’si sulanan (20,15 da), %48’i (18,42 da) ise sulanmayan arazilerden oluşmaktadır

Üreticiler iklim değişikliğini bir sorun olarak ele almaktadırlar. Burada önemli olan bu sorunun üreticilere göre boyutlarının belirlenmesidir. Üreticiler; iklim değişikliğinin küresel bir sorun olduğunu (4,47) ve Türkiye'nin de risk altında olduğunu (4,44) düşünmektedirler. Özellikle tarım ile uğraşan insanlar için ise iklim değişikliğinin etkileri üreticilere göre büyüktür (4,36). Üreticiler; İklim değişikliği abartılmaktadır (2,35) ve iklim değişikliği bölgesel bir olgudur (1,78) ifadelerine ise katılmamaktadır (Çizelge 2). Üreticilerin iklim değişikliği konusunda algısı yüksek olmakla birlikte, önemli olan bu sorunun üreticilere göre boyutlarının belirlenmesidir.

**Çizelge 2.** Üreticilerin bir sorun olarak iklim değişikliği algısı

**Table 2.** Producers' perception of climate change as a problem

| İfadeler  | Ortalama | Std. Sapma |
|---|----------|------------|
| İklim değişikliği küresel bir olgudur.  | 4.47     | 1.081      |
| Türkiye iklim değişikliği açısından risk altındadır.  | 4.44     | 0.964      |
| Ben ve benim gibi insanlar için iklim değişikliğinin etkileri büyüktür  | 4.36     | 1.039      |
| Çevresel sorunları bilmek kendi adıma önemlidir.  | 4.35     | 0.836      |
| Çevresel konuları bilmek kendi adıma önemlidir.   | 4.35     | 0.822      |
| İklim değişikliği bilimsel olarak kanıtlanmıştır.   | 4.25     | 1.111      |
| İklim değişikliği çoğunlukla gelişmekte olan ülkeleri etkilemektedir  | 3.17     | 1.572      |
| Tarım iklim değişikliğini olumsuz etkilemektedir.   | 3.13     | 1.600      |
| Çevre problemlerine yönelik endişelerin çoğu abartılıyor.   | 2.61     | 1.504      |
| İklim değişikliği abartılıyor   | 2.35     | 1.437      |
| İklim değişikliği bölgesel bir olgudur.   | 1.78     | 1.375      |
| 1.Kesinlikle katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3.Ne Katılıyorum ne katılmıyorum 4.Katılıyorum 5.Kesinlikle Katılıyorum |          |            |

Çalışmanın ana hedefi çerçevesinde üreticilerin çevresel tutumlarını ortaya koymak için Milford & Duckitt (2010) tarafından geliştirilen, "Çevresel tutum envanterinden" yararlanılmıştır. Burada temel amaç, envanter dahilinde yer alan 12 faktörün (24 ifadenin) üreticiler için etkili olup olmadığını bulmak ve üreticilerin yaklaşımlarını belirlemektir. Bu doğrultuda elde edilen veriler faktör analizinden yararlanılarak incelenmiştir. Veri setinin faktör analizine uygun olması için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0,5 – 1 arasında bir değer olması gerekmektedir (Malhotra, 2010). Yapılan analiz sonucunda; Kaiser-Meyer-Olkin örnekleme yeterliliği ölçüsüne (KMO=0,527; > 0,5) ve Barlet Küresellik testine göre ( $\chi^2= 629,28$  ;  $df=45$ ,  $p<0,000$ ) çevresel tutum envanterindeki ifadeler arasındaki korelasyonların faktör analizi yapmaya uygun olduğu kanıtlanmıştır. Her ölçek için özdeğerler (eigenvalues) 1'den büyük ve kümülatif yüzdesi 81,48'dir. Yapılan analiz sonucunda; "Doğadan Keyif Almak, İnsan Merkezli Endişeden Dolayı Korumacılık, Bilim ve Teknolojiye Güven, Doğayı Değiştirmek, Bireysel Korumacı Davranışlar, Ekoloji Merkezli İlgi, Nüfus Artış Politikalarına Destek" olmak üzere 7 faktör (14 ifade) çapraz yüklerden ve 0,5'ten düşük faktör yüklerine sahip olmalarından dolayı analizden çıkarılmıştır. Bu yedi faktörün, araştırmaya kapsamındaki üreticilerin çevresel tutumlarını yansıtmadığını söylemek mümkündür. Sonuç olarak çevresel tutum envanterinde yer alan 12 faktör (24 ifade) bu üreticiler için beş faktör (10 ifade) olarak elde edilmiştir (Çizelge 3). Çiftçilerin çevresel tutumları temelinde yer alan bu beş faktör grubu Milfont & Duckitt'in çalışması (2010) dikkate alınarak; müdahaleci koruma politikalarını desteklemek, insanın doğa üzerinde baskı kurması, çevresel aktivizm, çevresel tehdit ve insanoğlunun doğadan fayda sağlaması olarak isimlendirilmiştir.

**Çizelge 3.** Çevresel tutum envanteri için faktör analizi sonuçları**Table 3.** Factor analysis results for the environmental attitude inventory

|  | Ort.* | Std. Sap. | Faktör Yükü | $\alpha$ |
|--|-------|-----------|-------------|----------|
| <b>1.Müdahaleci Koruma Politikalarını Desteklemek</b>  |       |           |             |          |
| Hükümetler, tarımda kullanılan makine/alet-ekipmanın mümkün olduğunca uzun ömürlü kullanılmasının sağlanması için makine/alet-ekipman üstündeki vergileri kontrol etmelidir. | 4.71  | 2.470     | 0.96        | 0.92     |
| Hükümetlerin, daha uzun ömürlü kullanım için makine/alet-ekipmanın kullanımı üzerinde düzenleme ve denetleme yapmasına karşı çıkıyorum.                                      | 3.35  | 2.528     | -0.94       |          |
| <b>2.İnsanın Doğa Üzerinde Baskı Kurması</b>   |       |           |             |          |
| İnsanoğlu doğanın geri kalan kısmına hükmetmek için yaratılmıştır ya da evrimleşmiştir.  | 3.73  | 2.619     | 0.96        | 0.92     |
| İnsanoğlu doğanın geri kalan kısmına hükmetmek için yaratılmıştır ya da evrimleşmiş olduğuna inanmıyorum.  | 4.33  | 2.521     | -0.95       |          |
| <b>3.Çevresel Aktivizm</b>   |       |           |             |          |
| Çevreci organizasyonlara dahil olmak istemem.  | 4.26  | 2.412     | 0.91        | 0.79     |
| Çevreci gruplara katılmayı ve aktif görev almayı isterim.  | 3.27  | 2.471     | -0.88       |          |
| <b>4.Çevresel Tehdit</b>   |       |           |             |          |
| Doğanın insanoğlu tarafından şiddetli şekilde suistimal edilmiş olduğuna inanmıyorum.  | 2.30  | 2.078     | 0.89        | 0.74     |
| İnsanoğlu doğayı şiddetli bir şekilde suistimal etmektedir.  | 6.06  | 1.715     | -0.88       |          |
| <b>5. İnsanoğlunun Doğadan Fayda Sağlaması</b>   |       |           |             |          |
| İnsanların işlerinin korunması, doğanın korunmasından daha önemlidir.  | 3.16  | 2.274     | -0.89       | 0.72     |
| Çevrenin korunması, insanların işlerinin korunmasından daha önemlidir.   | 5.56  | 1.834     | 0.84        |          |

\*İfadeler 7'li likert ölçeğine göre değerlendirilmiştir (1.Kesinlikle Katılmıyorum–7.Kesinlikle katılıyorum).

Çevresel tutum envanteri ayrıca koruma ve kullanım olarak 2 temel yaklaşımı da ele almaktadır. Burada bahsi geçen yaklaşımlar YÇP'deki insan ve çevre merkezci yaklaşımlara benzetilebilir. Araştırmada, bu yaklaşımlardan; koruma ve kullanım olarak iki ayrı çevresel tutum değeri elde edilmiştir. Bu yaklaşımlar doğrultusunda üreticiler korumacı (1 ve 3) yaklaşıma (Ort=5,02, Std Sapma=2,28, Cronbach's Alpha= 0,63) yakın bir çizgide düşünmektedir. Kullanım (2,4 ve 5) yaklaşımına ise daha uzak kalmaktadırlar (Ort=3,25, Std Sapma=2,33, Cronbach's Alpha= 0,64). Çevre ile sürekli iç içe olan üreticilerin genel çevresel tutumlarının (Ort=4,31, Std Sapma=2,30, Cronbach's Alpha= 0,66) ise orta düzeyde olduğu ve daha da geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiği söylenebilir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen bulgulara göre, üreticiler iklim değişikliğini bir sorun olarak görmektedir. İklim değişikliği gibi çevre sorunlarının daha iyi ele alınması ve tarım sektöründe daha uygulanabilir uyum politikalarının oluşturulabilmesi adına çiftçilerin çevresel tutumlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla araştırmada Çevresel Tutum Envanterinden faydalanılmıştır. Envanterin çeşitli ifadelerden oluşan farklı ölçekleri bulunmakla beraber, bu çalışmada 24 ifade ve 12 faktörden oluşan versiyonu kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda envanter dahilindeki 12 faktör; havza üreticileri için beş faktör olarak elde edilmiştir. Bu faktörler; müdahaleci koruma politikalarını desteklemek, insanın doğa üzerinde baskı kurması, çevresel aktivizm, çevresel tehdit, insanoğlunun doğadan fayda sağlamasıdır. Bu faktörler dışında kalan yedi faktör, araştırma kapsamındaki üreticilerin tutumunu yansıtmamaktadır.

Bu noktada iki önemli soru ortaya çıkmaktadır. Bunların ilki üreticiler açısından bu beş faktörün üreticilerin çevresel tutumunu ne şekilde yansıttığı, ikincisi ise hangi faktörlerin üretici tutumunu yansıtmadığıdır. Buna göre birinci sorudan yola çıkarak, üreticiler kendileri önlem almak yerine devletin önlemler almasını istemekte, çevre ve doğanın önemini bilmekte, insanlığın mevcut durumda çevre üzerinde baskı kurduğunu belirtmektedirler, ancak bu durumunun önlenmesi noktasında da herhangi bir



çevre korumaya yönelik örgüt veya kuruluş içerisinde yer almak istememektedirler. Üreticileri harekete geçirmek için aktif olarak çevreyi korumaya ve iyileştirmeye yönelik çaba ve faaliyetler içinde yer alan üreticilerin yerelde düzenlenecek çeşitli organizasyonlar ile ödüllendirilmesi başlangıç için motive edici bir yöntem olacaktır. Ayrıca iklim değişikliğine uyuma yönelik çevre koruma ve iyileştirme uygulamalarında bulunan üreticiler için vergi muafiyeti sağlanması yine üreticileri harekete geçirecek önlemler arasında yer alacaktır. Bu durumun tersi uygulamalarda bulunan üreticilerin iklim değişikliğine uyum kapsamında çevre politikalarının uygulanması için üreticilerin ek vergilere tabi tutulması bu üreticileri çevreyi korumaya yönelik eylemlere yöneltmek adına caydırıcı olabilir. Yine politikaların uygulanması için teşviklerden yararlanma, kısmen yararlanma ya da yararlanamamayı içeren ceza-ödül sistemlerinin uygulanması yararlı da üreticilerin iklim değişikliğine yönelik çevresel tutumlarının iyileştirmesine yönelik güdüleyici olacaktır.

Çevre envanteri incelendiğinde ortaya çıkan ikinci soruyu ele aldığımızda; havza üreticisinin mevcut çevresel tutumu üstünde etkisi bulunmayan ancak; çevresel tutumun havza için daha iyi bir şekilde ortaya konması adına oldukça önemli olan boyutlardan bahsetmek gerekmektedir. Havza üreticilerinin çevresel boyutlara gösterdiği önemi arttırmak adına; özellikle üniversitelerin ve araştırma enstitülerinin üretici ile ortaklaşa yaptıkları sayıları yetersiz olan çalışmalar arttırılmalıdır ki üreticilerin hem teknolojik yeniliklerden hem de yeni üretim tekniklerinden haberdar olması sağlansın. Üreticiler birey olarak çevre sorunlarını giderme konusunda çok etkili olamayacaklarını düşünmekte ve bu nedenle çevreye olan bireysel etkilerini hem olumlu hem de olumsuz anlamda toplum içerisinde göz ardı etmektedirler. Bu noktada üreticilerin, çevreyi etkileyen davranışlarında yapacakları pozitif değişiklikler için çeşitli şekillerde ödüllendirilmesi ve/veya teşvik edilmesi önemlidir. Bunun yanında; üreticilerin çevreye verdikleri zararı azaltması ve/veya telafi etmesi için nakdi veya aynı yükümlülükler uygulayarak da çevresel tutumlarında değişiklikler oluşturulabilir.

Çevresel tutum envanteri değerlendirildiğinde, üreticilerin genel çevresel tutumlarının orta düzeyde (Ort: 4,31; Cronbach's Alpha= 0,66) olduğu sonucuna varılmıştır. Milfont & Duckitt (2010) çalışmalarında, ölçeği geliştirirken çeşitli gruplarla yaptıkları denemelerde orta düzeye yakın (Ort: 5,20; Cronbach's Alpha= 0,93) bir sonuç elde etmişlerdir. İklim değişikliğinden yoğun bir şekilde etkilenmesi beklenen Türkiye'nin kıyı şeridinde balıkçılarla yürütülen bir çalışmada da (Durgun, 2019), balıkçıların çevresel tutumları benzer bir sonuç (Ort: 4,11) göstermiştir. Ancak üreticiler ile balıkçıların tutumunu oluşturan boyutların farklı olduğu; balıkçıların iş sırasında doğadan keyif alma ve bireysel korumacı davranışların da çevre tutumları açısından önemli olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise, üreticiler açısından bu iki boyutun çevresel tutumları üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca üreticilerin balıkçılardan farklı olarak çevresel tutumları üzerinde müdahaleci koruma politikalarına destek boyutunun etkili olduğu görülmektedir.

Tüm bu sonuçlar ışığında üreticilerin çevresel tutumu olumlu ancak ne yazık ki yeterince yüksek değildir. Ancak çevresel tutumların incelendiği çeşitli çalışmalarla da paralel bir seyir izlemektedir. Bu noktada üreticilerin hem genel hem de iklim değişikliği yönünde çevre bilincinin arttırılması ve tarım-çevre etkileşiminin üreticiye doğru şekilde aktarılması için daha önce de bahsedildiği gibi çeşitli çiftçi toplantıları ve etkinlikler yapılmalıdır. Tüm bu faktörleri içeren ve üreticileri çevreyi korumaya teşvik edici olarak oluşturulacak tarım-çevre politikaları ile de bu bilinç uzun vade de yerleştirilmeye çalışılmalı ve sürdürülebilir çevre bilincinin oluşturulması oldukça önemlidir. Bu durum tarım da sürdürülebilirliği açısından elzemdir.

Özetle, tarımın iklim değişikliği koşullarında sürdürülebilirliğinin sağlanması için üreticilerin çevre bilincinin arttırılması çok önemlidir. Bu bağlamda üreticilerin çevresel tutumlarının iyileştirilmesi kilit bir rol oynamaktadır. Bunun sağlanabilmesi adına ise oluşturulacak tarım-çevre politikalarının bu amacı destekleyici şekilde ve üreticileri de sürece dahil ederek ortaya konulması, gelecekte iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini gidermeye yönelik uygulanacak tüm politikaların daha doğru bir şekilde oluşturulmasını sağlayacak ve uygulanabilirliğini arttıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Akyüz Y & E. Atış, 2016. "Türkiye'de iklim değişikliği tarım etkileşiminin iki yönüyle incelenmesi, 120-127". Uluslararası Katımlı 2. İklim Değişimi ve Tarım Etkileşimi Çalıştayı (08-09 Kasım 2016, Şanlıurfa), 178 s.
- Akyüz, Y & E. Atış, 2018. Küçük menderes havzasında iklim değişikliğinin olası etkileri ve üreticilerin konuya ilişkin farkındalıkları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21: 109-115.
- Demir, İ., G. Kılıç & M., Coşkun, 2008. "PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye İçin İklim Öngörülleri: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, 365-373". IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü (25-28 Mart 2008, İstanbul), 615 s.
- Dunlap, R. E & K. D. Van Liere, 1978. A proposed measuring instrument and preliminary results: the new environmental paradigm. The Journal of Environmental Education, 9: 10-19.
- Dunlap, R.E., K.D. Van Liere, A.G. Mertig & R.E. Jones, 2000. Measuring endorsement of new ecological paradigm: A revised NEP scale. Journal of Social Issues, 56: 425-442.
- Durgun, D., 2019. Balıkçılığın Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Azaltılmasında Balıkçıların Kişisel Değerleri, Çevre Tutumları ve Balıkçılık Davranışlarının Analizi: Ege Balıkçılığı Örneği. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, 248 s.
- Everest, B. & M. Yercan, 2016. Kooperatif ortaklarının kooperatifçilik ilkelerini algılamaları üzerine bir araştırma: tarım kredi kooperatifleri örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53 (1): 67-73.
- Günden, C. & B. Miran, 2008. Yeni çevresel paradigma ölçeğiyle çiftçilerin çevre tutumunun belirlenmesi: İzmir ili Torbalı ilçesi örneği. Ekoloji, 18 (69): 41-50.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham & W. Black, 2006. Multivariate Data Analysis. NJ: Pearson/Prentice Hall, Inc., 899 pp.
- Hinton, P. R., C. Brownlow, I. McMurray & B. Cozens, 2004. SPSS Explained. East Sussex, England, Routledge Inc., 386 pp.
- Ho, R., 2013. Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis with IBM SPSS. Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, 600 pp.
- IPCC, 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem & B. Rama). Cambridge University Press. In Press. 40 pp.
- Kadioğlu, M., Y. Ünal, A. İlhan & C. Yürük, 2017. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu, 86 s.
- Kaiser, F. G., S. Wölfling & U. Fuhrer, 1999. Environmental attitude and ecological behavior, Journal of Environmental Psychology, 19: 1-19.
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, ISBN: 975-9091-14-3, Ankara, 426 s.
- Lalonde, R., & E. L. Jackson, 2002. The NEP scale: Has it outlived its usefulness? Journal of Environmental Education, 33: 28-36.
- Malhotra, N.K., 2010. Marketing Research, An Applied Orientation, 6th Ed. New Jersey: Pearson, 897 pp.
- Maloney, M. P. & M. P. Ward, 1973. Ecology: Let's hear it from the people – An objective scale for measurement of ecological attitudes and knowledge. American Psychologist, 28: 583-586.
- Mazzocchi, M., 2008. Statistics for Marketing and Consumer Research. London: SAGE Publications.
- MGM, 2014. İklim Projeksiyonlarına Göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Şubat 2014, 87 s.
- Milfont, T.L. & J. Duckitt, 2004. The structure of environmental attitudes: first- and second-order confirmatory factor analysis. Journal of Environmental Psychology, 24 (3): 289-303.
- Milfont, T.L. & J. Duckitt, 2006. Preservation and utilization: Understanding the structure of environmental attitudes. Medio Ambiente y Comportamiento Humano, 7(1): 29-50.
- Milfont, T.L. & J. Duckitt, 2007. A brief version of the environmental attitudes inventory, Unpublished Manuscript, 6 pp.

- Milfont, T.L. & J. Duckitt, 2010. The environmental attitudes inventory: A valid and reliable measure to assess the structure of environmental attitudes, *Journal of Environmental Psychology*, 30 (1): 80-94.
- Muluk, Ç. B., B. Kurt, A. Turak, A. Türker, M. A. Çalışkan, Ö. Balkız, S. Gümrükçü, G. Sarıgül & U. Zeydanlı, 2013. Türkiye'de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif. *İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği -Doğa Koruma Merkezi*, 112 s.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for business and economics*. Prentice-Hall International. New Jersey, 793 pp.
- Newhouse, N., 1990. Implications of attitude and behavior research for environmental conservation. *Journal of Environmental Education*, 22 (1): 26-32.
- Schreiner, C., E.K. Henriksen & P. J. K. Hansen, 2005. Climate education: Empowering today's youth to meet tomorrow's challenges. *Studies In Science Education*. 41, 3-50.
- Sutton, S. G. & E. Gyuris 2015. Optimizing the environmental attitudes inventory, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16 (1): 16-33.
- Talu N., M. S. Özden, S. Özgün, W. Dougherty & A. Fencel, 2010. Participatory Vulnerability Analysis Synthesis Report. MDG-F 1680: Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Birleşmiş Milletler Ortak Programı, 41 pp.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016. Türkiye İklim Değişikliği. 6. Ulusal Bildirimi. 278 s.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi. Proje Nihai Raporu, Ek 8 – Küçük Menderes Havzası. 424 s.
- Türkeş, M., 2007. "Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, 38-54". I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı, (11-13 Nisan 2007), 492 s.
- Türkeş, M., U.M. Sümer & G. Çetiner, 2000. "Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri,". Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları. İstanbul Sanayi Odası, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.17 s.
- UNFCCC, 1992. United Nations framework convention on climate change. FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 (E) 200705. United Nations. 25 pp.