



ATATÜRK
UNIVERSITY
PUBLICATIONS

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Official journal of Atatürk University Agricultural Faculty

Volume 53 • Issue I • January 2022

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Editor

Göksel TOZLU 

Department of Plant Protection, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Associate Editors

Bülent ÇETİN 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Erdoğan ÖZTÜRK 


Department of Field Crops, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Selda ORS CIRIK 

Department of Agricultural Structures and Irrigations, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Nuray DEMİR 

Department of Agricultural Economics, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Serdar BİLEN 

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Saliha ÇORUH 

Department of Plant Protection, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Cihat YILDIZ 

Department of Agriculture, Machinery, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Melek EKİNCİ 

Department of Horticulture, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Murat AYDIN 

Department of Biotechnology, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Sinan KOPUZLU 

Department of Zootechnics, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Advisory Board

Taşkın ÖZTAŞ 

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Fikretin ŞAHİN 

Department of Genetics and Bioengineering, Yeditepe University, Faculty of Engineering, İstanbul, Turkey

Marcin KADEJ 

Department of Invertebrate Biology, University of Wrocław, Faculty of Biology, Evolution and Conservation, Evolution and Ecology, Wrocław, Poland

Giuseppe Fabrizio TURRISI 

Via Cristoforo Colombo 8, 95030 Pedara (Catania), Italy

Celeste WELTY

Professor Emerita, Ohio State University, Columbus, Ohio, USA

Atilla DURSUN 

Turkish Manas University, Kyrgyz-Turkish Manas University



Founder

İbrahim KARA

General Manager

Ali ŞAHİN

Publishing Director

Gökhan ÇİMEN

Editor

Hira Gizem FIDAN

Publications Coordinator

Defne DOĞAN

Web Coordinator

Doğan ORUÇ

Finance Coordinator

Osman YALÇIN

Contact

Address: Büyükdere Cad.

105/9 34394

Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 272 13 50

E-mail: info@cordus.com.tr

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

AIMS AND SCOPE

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is a scientific, open access, online-only periodical published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles. The journal is official publication of the Atatürk University Faculty of Agricultural and published tri-annually on January, May and September. The publication languages of the journal are Turkish and English.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty, horticultural crops, plant protection, biosystems engineering, food engineering, forestry engineering, landscape architecture, aquaculture, agricultural economics, agricultural mechanization, agricultural structures and irrigation, field crops, soil science and plant nutrition it aims to contribute to the literature with original research, compilation, technical notes and letters to the editor with high scientific quality in all fields of science, plant nutrition and zootechnical sciences.

The scope of the journal is basically; Plant physiology, breeding and genetics, cultivation technique, horticultural, plant protection crops, field crops etc. It covers all areas related to agriculture.

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal is in conformity with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is currently indexed in Web of Science-Zoological Record, CABI, EBSCO, ProQuest, MIAR, DRJI, Index Copernicus and TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin.

All expenses of the journal are covered by the Atatürk University. Processing and publication are free of charge with the journal. No fees are requested from the authors at any point throughout the evaluation and publication process. All manuscripts must be submitted via the online submission system, which is available at www.agriculture-ataunipress.org. The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal's web page.

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the Atatürk University Faculty of Agricultural, editors, editorial board, and/or publisher; the editors, editorial board, and publisher disclaim any responsibility or liability for such materials.

Open Access Statement

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is an open access publication, and the journal's publication model is based on Budapest Access Initiative (BOAI) declaration. All published content is available online, free of charge at www.agriculture-ataunipress.org. The journal's content is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) 4.0 International License which permits third parties to share and adapt the content for non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work.

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://agriculture-ataunipress.org/>

Editor in Chief: Göksel Tozlu

Address: Atatürk University Faculty of Agricultural, Erzurum, Turkey

E-mail: auzfdeditor@atauni.edu.tr

Publisher: AVES

Address: Büyükderece Cad., 105/9 34394 Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 272 13 50

E-posta: info@cordus.com.tr

Web: www.cordus.com.tr



CONTENTS

Research Articles

Effects of Hydro-priming and Seed Size on the Germination, Root, and Shoot of Peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L. var. NSIC Pn18) Grown under Drought Conditions Van Marie Editha CAGASAN, Ulysses CAGASAN	1
A Contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon, III. Cryptinae Saliha ÇORUH, Janko KOLAROV, Ömer Selim ERCELEP	8
Evaluation of the Stability of Encapsulated and Free Probiotic <i>Lactobacillus acidophilus</i> ATCC 4356 Strain During ice Cream Storage Sedat SEDEFOĞLU, Fatih ORTAKCI, Selahattin SERT	14
Investigation of the Awareness Level of Consumers about Red Meat Consumption and Animal Welfare Ali KAYGISIZ, Adile TATLIYER TUNAZ, Oğuz ARSLAN	24
Estimating the Conditional Variance Volatilities of Beef Carcass, Lamb Carcass, and Fodder Wheat Markets in the Context of Exchange Rate Using VAR(2)- Asymmetric BEKK-GARCH (1,1) Model Faruk URAK, Abdalbaki BİLGİÇ, Vedat DAĞDEMİR, Hüseyin ÖZER	31
An Analysis on Benefiting of Dairy Cattle Farms from Livestock Supports Which Are Members of Cattle Breeders Association and Non-Members of the Association Mustafa TERİN, Melike CEYLAN, Kenan ÇİFTÇİ, İbrahim YILDIRIM	42
Mitigation of Drought Stress in Wheat by Bio-priming by PGPB Containing ACC Deaminase Activity Fatih ÇİĞ, Murat ERMAN, Behçet İNAL, Harun BEKTAŞ, Mehmet SONKURT, Mohsen MIRZAPOUR, Mustafa CERİTOĞLU	51
Examining the Time-Dependent Change in Landscape Diversity: The Example of Afşin-Elbistan Thermal Power Plant Yüksel ÜNLÜKAPLAN, Elif Dilan KARAGÖZ	58
Estimation of Growth Curves of Awassi Sheep by Isotonic Regression Analysis Aycan Mutlu YAĞANOĞLU	67
Practice Problems, Solution Offers, and Horasan District Example of Erzurum Province of Irrigation and Animal Water Supply Reservoirs Talip AYDIN, Abdurrahman HANAY	71
Reviews	
The Presence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products in Our Country and in The World Hilal KARAOĞLAN, Ece Damla YANIK, Nermin TUNÇ	81
Potato Glykoalkaloids: Properties and Biological Activities Fatma Zehra OK, Arif ŞANLI	88

Effects of Hydro-priming and Seed Size on the Germination, Root, and Shoot of Peanut (*Arachis hypogaea* L. var. NSIC Pn18) Grown under Drought Conditions

Ön İslatma ve Tohum Büyüklüğünün Kurak Koşullarında Yetiştirilen Yer Fıstığında (*Arachis hypogaea* L. var. NSIC Pn19) Çimlenme, Kök ve Sürgün Üzerine Etkileri

Van Marie
Editha CAGASAN ,
Ulysses CAGASAN 

Department of Agronomy, Visayas State University, College of Agriculture and Food Science, Visca, Baybay City, Leyte, Philippines



ABSTRACT

This study aimed to assess the effects of hydro-priming duration and peanut seed size on the germination performance and the root and shoot characteristics of peanut seedlings under drought conditions. Two experiments were conducted under the laboratory and nursery. Peanut seed sizes (S1: small seeds and S2: large seeds) designated as the main plots, and duration of priming (P1: 0 hour, P2: 5 hours, and P3: 10 hours) was considered as the subplots. A 2 x 3 split-plot completely randomized design with three replications was used. Ten small and ten large seeds were placed in 4 x 4 inch plastic containers for laboratory experiment and 25 x 25 cm cellophane for pot experiment per treatment filled with dry soil at 10% moisture content. Large seeds soaked at 5–10 hours emerged earlier than the unsoaked seeds in this study. Final germination enhanced in bigger seeds also resulted in an increase in the germination index (seeds day⁻¹) and the seedling vigor index. Likewise, larger seeds produced shorter shoots and plant height but broader shoots with more leaves. It is recommended that bigger seeds can be a good source of planting materials when planted in drought conditions and primed at 5–10 hours. However, unprimed smaller seeds can be used as planting materials in moist soil conditions. The interaction effect was noted on the fresh shoot weight of peanut plants as affected by seed size and hydro-priming. Higher fresh shoot weight of peanut plants when exposed to priming regardless of the seed size was obtained.

Keywords: Germination, peanut, priming, seed size, vigor

ÖZ

Bu çalışma ile kurak koşullarında tohum ıslatma süresi ve yer fıstığı tohum boyutunun yer fıstığı tohumlarının kök ve sürgün özellikleri ile çimlenme performansı üzerine etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Laboratuvar ve fide üretim şartlarında iki deneme yürütülmüştür. Yer fıstığı tohum büyüklüğü (S1-küçük tohum ve S2-büyük tohum) ana parsel, tohumların suyla muamele edilme süresi (P1-0 saat, P2-5 saat ve P3-10 saat) alt parsel olarak belirlenmiştir. Deneme 2 x 3 Şansa Bağlı Tam Bloklar deneme deseninde bölünmüş parseller düzenlemesine göre 3 tekerrürlü olarak tasarlanmıştır. Laboratuvar denemesi için 10 adet küçük ve 10 adet büyük tohum 4 x 4 inçlik plastik kaplara yerleştirilmiş ve saksı denemeleri için ise %10 nem içeriğine sahip kuru toprakla doldurulmuş 25 cm x 25 cm selofan kullanılmıştır. Çalışmada, 5 ve 10 saat ıslatılan tohumların ıslatılmamış tohumlardan daha erken çıkış yaptığı tespit edilmiştir. Büyük tohumlarda çimlenme artırılmış, ayrıca çimlenme indeksinde (tohumlar/gün) ve fide canlılık indeksinde bir artış olmuştur. Benzer şekilde, büyük tohumlar daha kısa sürgün ve bitki boyu oluşturmuş, ancak daha fazla yapraklı sürgünler meydana gelmiştir. Kurak koşullarda daha büyük tohumlar ve 5 ile 10 saat ıslatılan tohumların daha iyi bitki ekim materyali olabileceği tavsiye edilmiştir. Bununla birlikte, nemli toprak koşullarında ekim materyali olarak ıslatılmamış küçük tohumların kullanılabileceği belirlenmiştir. Fıstık bitkilerinin taze sürgün ağırlığı (FSW) üzerine tohum büyüklüğü ve ön ıslatma

Received: 03.04.2021

Accepted: 02.10.2021

Corresponding Author:
Ulysses CAGASAN
E-mail: ulycagasan@vsu.edu.ph

Cite this article as: Cagasan V.M. E., & Cagasan, U. (2022). Effects of Hydro-priming and Seed Size on the Germination, Root, and Shoot of Peanut (*Arachis hypogaea* L. var. NSIC Pn18) Grown Under Drought Conditions. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 2022;53(1):1-7.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

interaksiyon etkisi kaydedilmiş, tohum büyüklüğüne bakılmaksızın ön ıslatma uygulanan yerfıstığı bitkilerinin daha yüksek FSW oluşturduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme, yer fıstığı, ön ıslatma, tohum büyüklüğü, canlılık

Introduction

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), also known as groundnut, is a self-pollinating, indeterminate, annual herbaceous legume crop (Adinya et al., 2016). It is considered the 13th most important food crop globally (Taru et al., 2018). Yakubu et al. (2020) noted that peanuts could fix atmospheric nitrogen at the rate of 150–206 kg/ha annually in soils through root nodule bacterium. Thus, it can help improve soil fertility and productivity. However, this crop production is not enough to satisfy the industry's demand because of low production per unit area and time (Papong & Cagasan, 2020). Hence, researchers are trying to find ways to improve the productivity of the crop. One possible way to improve peanut production is to ensure successful crop establishment by promoting high seedling vigor, especially when the crop is planted under adverse conditions. Good crop establishment through the use of seed priming techniques is considered an essential factor for most field crops' success, as it can contribute to uniform plant growth and maturity, better competition with weeds, and high productivity. Thus, priming techniques must be studied to improve the germination rates and quality of seedlings. Hydro-priming is a simple procedure that partially hydrates seed in a controlled environment, followed by seed drying, so that germination processes begin without radicle emergence (Pill & Necker, 2001). This approach is helpful for several crops where unfavorable soil conditions can constrain germination and emergence. According to Sarcol and Cagasan (2016) in general, dry season cropping gives a higher yield with high seed quality than rainy season cropping. However, the germination rate makes it a problem for the peanut farmers during dry season planting because of low moisture contents during early crop establishment.

Moreover, some research findings show that large seeds have a better germination rate than small seeds (Ekpo, 2004). It has been reported that seed size correlates with seed vigor and that large seeds tend to produce more vigorous seedlings and better stand and more likely to emerge from greater depth than those from small seeds (Sanderson et al., 2002). Plants from larger seeds have been reported to produce bigger seed yield than those from small kernels during dry season cropping. Other research results indicated better germination and vigor in small and large-sized seeds. However, there is still no specific publication written regarding the effects of seed size on peanut crops. Therefore, improving seed vigor is a primary objective of the industry on seed production to enhance crop establishment's critical and yield-defining stage. Nevertheless, after sowing, low vigor of seeds or adverse environmental conditions may cause slow seed germination and unreliable seedling emergence under field conditions. This study was conducted to: (1) assess the effects of hydro-priming duration on the germination performance of peanut seeds and the root and shoot characteristics of peanut seedlings, (2) determine the effects of seed size on the germination rate of peanut seeds and the root and shoot characteristics of peanut seedlings and (3) determine the effects of hydro-priming

duration and seed size on yield components of seed size and the germination rate of peanuts seeds and the root and shoot characteristics of the peanut seedlings.

Methods

The study was conducted in the laboratory and nursery area of the Department of Agronomy, College of Agriculture and Food Science, Visayas State University, Baybay City, Leyte, from March 5 to 25, 2020. The newly NSIC-recommended peanut variety (NSIC Pn18) was used. Peanuts were shelled, seeds were segregated into small (<20 g) and large (>20 g), and soaked in distilled water following the duration of priming/soaking based on the specified treatments. The experiments were conducted under laboratory and nursery (pot experiment) conditions (Figure 1).

The laboratory and nursery experiments were laid out in a 2 × 3 split-plot, completely randomized design (CRD) with three replications. Ten small and ten large seeds (pre-germinated based on the specified treatments) were placed in a container (25 × 25 cm) per treatment filled with dry soil. The different sizes of peanut seeds (S₁- small seeds and S₂- large Seeds) were designated as the main plots, and priming duration (P₁- 0 hour, P₂- 5 hours, and P₃- 10 hours) was considered as the subplots.

Data Gathered

The following germination parameters were determined under laboratory and nursery conditions:

1. *Final germination (FG)* at the end of the experiment was calculated using the following equation:

$$FG = N_g / N_t \times 100$$



Figure 1. Preparation of the Pots for Nursery Experiment Using Clay Loam Soil with Less than 10%MC (dry soil/drought condition) as a Medium for Peanut Germination Study.

where N_g is the number of germinated seeds and N_t is the total number of seeds.

2. *Germination speed (GS)* (also known as germination rate) was calculated following the equation:

$$GS = \sum nt / \sum n$$

where n is the number of normal germinated seeds at time t .

3. *Timson's germination index (TGI)* was calculated with the use of the equation:

$$TGI = \sum G / t$$

where G is the percentage of germinated seeds at 2-day intervals and t is the total germination period.

4. *Mean germination time (MGT)* was calculated following the equation:

$$MGT = \frac{\sum (n_1T_1 + n_2T_2 + \dots + n_kT_k)}{\sum (n_1 + n_2 + \dots + n_k)}$$

where n is the number of newly germinated seeds and T is the time from the beginning of the experiment.

5. *Mean daily germination (MDG)* was calculated following equation:

$$MDG = \frac{FG}{T}$$

where FG is the final germination and T is the number of days after the start of the test.

1. *Seed vigor index (SVI)* was calculated by multiplying germination (%) and seedling length. This was done using the formula below:

$$SVI = [\text{Seedling length}] \times [\text{Final germination}]$$

Vigor testing did not only measure the percentage of viable seed in a sample but also reflected the ability of those seeds to produce normal seedlings under less than optimum growing conditions similar to those which may occur in the field. High values of SVI indicate a vigorous seed lot.

Nursery Pot Experiment

1. *Days from sowing to emergence*: this was gathered by counting the number of days from sowing to 50% seed emergence from the five sample plants that emerged in the soil media.
2. *Days to flowering*: this was gathered by recording the number of days from sowing to 50% flowering from the treatment plants from the three sample pots in each treatment.
3. *Seedling root length (cm)*: this was gathered by measuring the length of roots (cm) from the five sample plants 20 days after sowing.
4. *Seedling shoot length (cm)*: this was gathered by measuring the length of shoots (cm) from five sample plants 20 days after sowing.

5. *Seedling root fresh weight (g plant⁻¹)*: this was gathered by weighing the fresh roots from five sample plants 20 days after sowing.
 6. *Seedling shoot fresh weight (g plant⁻¹)*: this was gathered by weighing the fresh shoots from five sample plants 20 days after sowing.
 7. *Root to shoot ratio*: this was gathered by computing and recording the ratio of fresh roots and shoots from five sample plants 20 days after sowing. This was done using the formula:
- $$\text{Root / Shoot Ratio} = \frac{\text{Fresh wt. of plant shoots}}{\text{Fresh wt. of plant roots}}$$
8. *Nodules (plant⁻¹)* were gathered by counting the number of nodules produced from the five sample peanut plants 30 days after sowing.

Data Analysis

All data gathered were analyzed using the statistical tool for agricultural research to analyze variance. The comparison of treatment means was done using the honestly significant difference test.

Results and Discussion

The germination performance of peanuts as influenced by hydro-priming and seed size is presented in Table 1. The process of germination is defined as a sequence of stages beginning with the uptake of water (imbibition) and leading to the rupture of the seed coat by the radicle (embryonic roots) or the plumule (embryonic shoot). Cell division and enlargements in the embryo and the overall increase in metabolic activity accompany these steps. Although actual germination begins long before the seed coat's rupture, the germination is usually determined visibly by observing the protrusion of the radicle on the shoot.

Under Laboratory Condition

Effects of seed size on germination

The result of the study revealed that most of the germination parameters, except the mean germination speed (seeds day⁻¹), and mean germination time were significantly affected by the seed size (Table 1).

Bigger size contributed to the ability of the large seeds to emerge faster than the smaller ones. Likewise, final germination was enhanced in the bigger seeds, resulting in an increase in the germination index (seeds day⁻¹) and the SVI. These results can be attributed to the ability of the whole and bigger seeds that were characterized by the complete seed part/active enzyme when triggered by the absorbed water it imbibed and initiated the protrusion of the young shoot ready to come out for germination (Matthews & Hosseini, 2007).

Results of this study conform to the findings of Papong and Cagasan (2020) that light seeds had a significantly lower percentage of germination, vigor, and other agronomic parameters evaluated compared to heavier seeds. The results showed the advantages of the heavier or bigger seeds, which are characterized by full enzymatic elements inside the seeds such as the endosperm, cotyledon, and seed coat which gave the seeds a full nutrition during germination and early development. Thus,

Treatments	Final Germination (%)	Timson's Germination Index (Seeds Day ⁻¹)	Germination Speed (Seeds Day ⁻¹)	Germination Time (Day)	Mean Daily Germination	Seed Vigor Index
Seeds size						
Large	91.67 ^a	17.78 ^a	0.76	7.56	12.12	21.14 ^a
Small	87.00 ^b	14.58 ^b	0.77	7.67	11.34	17.12 ^b
<i>F</i> test	*	*	ns	ns	ns	*
% CV	8.32	3.87	5.07	3.68		5.98
Priming						
T ₁₋₀ hour priming	80 ^b	14.96 ^b	0.67 ^b	9.67 ^b	8.27 ^b	16.45 ^b
T ₂₋₅ hours priming	94 ^a	19.50 ^a	0.80 ^a	7.00 ^a	13.42 ^a	19.55 ^a
T ₃₋₁₀ hours priming	95 ^a	15.58 ^b	0.82 ^a	7.17 ^a	13.24 ^a	20.53 ^a
<i>F</i> test	*	*	*	*	*	*
Seed size x priming interaction	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	4.76	10.43	6.09	4.89	7.23	5.73
Columns having the same letter(s) are not significantly different from each other at 5% level of significance, HSD test; ns, not significant; CV, Coefficient of variation						
*significant at 5% level						

these seeds were able to exhibit good performance in most of the parameters evaluated.

Effects of hydro-priming on germination

Table 1 presents the effects of hydro-priming on peanut seeds under drought condition. All of the parameters were significantly affected by the hydro-priming treatments. Large seeds soaked at 5–10 hours emerged earlier than the unsoaked seeds (not subjected to hydro-priming). These results can be attributed to the amount of moisture absorbed by the seeds, which is a significant factor in seed germination. Similarly, presoaking of seeds before planting initiated the germination process. It should be noted, though, that during planting at the field, growth may be arrested under dry field conditions with a potential loss of seed viability. Under drought conditions, there is a shallow moisture content of the soil in the field, and priming of seeds for 5–10 hours can help increase or facilitate the seeds' germination. Little irrigation may favor the emergence of small seeds. Moisture levels should be enough to allow seeds to imbibe water, germinate, and emerge above the soil surface. Under insufficient moisture, small seeds may imbibe water, germinate, but die later.

Under Nursery Condition

Effects of hydro-priming and seed size on root and shoot length and weight

Table 2 presents the root and shoot length and weight of peanut 20 days after sowing as influenced by priming and seed size. Results revealed that only shoot length (cm) and root weight (g) were significantly affected by the seed size and seed priming treatments. Large seeds had a shorter length of shoots but heavier root weight. This result can be attributed to the bigger seed size that produced shorter but broader shoots and heavier root weight. This result conforms to the findings of Khan et al. (2009) that seedling vigor and broader with shorter shoots but heavier shoot weight was significantly noted when using bigger seeds as planting materials. Seeds soaked in water at 5 and 10 hours significantly increased the shoot length and eventually obtained the heavier root weight as compared to the unprimed

seeds. These results can be attributed to the effects of water that help facilitate the activation of the seed enzymes that also facilitated rapid germination (Taiz & Zeiger, 2002) and resulted in the early development of shoots and roots even under drought conditions. Moreover, Rafiq et al. (2006) reported the advantage of seed priming under problem soils. According to them, priming reduces the effect of salinity on the morphological parameter of the plants. A low-cost approach, designated as on-farm seed priming, was proposed by Harris (2019) and involved soaking of seed in water before sowing in the dry soil. This pre-sowing seed treatment, known as hydro-priming, allow the seeds to imbibe water and go through the first phase of germination in which pre-germination metabolic activities are started while the latter two phases of germination are inhibited (Pill & Necker, 2011). Moreover, Roy and Srivastava (2019) reported that soaking wheat kernels in water improved their germination rate even under dry conditions.

The interaction effect was noted on the fresh shoot weight (FSW) of peanut plants as affected by seed size and hydro-priming (Table 3). Results revealed a significantly higher FSW of peanut plants when exposed to priming regardless of seed size. This can be attributed to the differences in the seed size that absorbed more moisture for the development of the seeds like the germination and shoot development. This conformed to the report of Ashraf and Foolad (2005) that pre-sowing seed treatment a shot-gun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions.

Effects of hydro-priming and seed size on seed emergence, flowering, plant height, and number of nodules

Table 4 presents the seed emergence, flowering, plant height (cm), and number of nodules per plant 20 days after sowing as influenced by hydro-priming and seed size. Results revealed that all parameters were significantly affected by the seed size. Seedlings from the small seeds grow longer than those coming from the bigger seeds. This result can be attributed to the characteristics of the smaller seeds to grow thinner and longer stems to capture solar radiation for its photosynthetic activity (Papong & Cagasan, 2020). Meanwhile, bigger seeds produced broader

Table 2.
Root and Shoot Performance of Peanut 20 days after Sowing as Influenced by Hydro-priming and Seed Size (Figure 2a-d)

Size of Seeds	Root Length (cm)	Shoot Length (cm)	Fresh Root Weight (g)	Fresh Shoot Weight (g)	Fresh Root to Shoot Ratio
Large	9.78	9.39 ^b	0.19 ^a	1.30	0.15
Small	9.57	10.19 ^a	0.16 ^b	1.16	0.15
<i>F test</i>	ns	*	*	ns	ns
% CV	10.65	2.43	10.23	8.56	3.23
Priming					
T ₁₋₀ hour priming	9.83	8.55 ^b	0.17 ^b	1.10	0.17
T ₂₋₅ hours priming	9.30	10.16 ^a	0.18 ^a	1.41	0.13
T ₃₋₁₀ hours priming	9.88	10.67 ^a	0.18 ^a	1.19	0.14
<i>F test</i>	ns	*	*	ns	ns
Seed size × priming interaction	ns	ns	*	ns	ns
% CV	11.34	5.90	12.32	10.56	7.54

Columns having the same letter(s) are not significantly different from each other at 5% level of significance, HSD test; ns, not significant; CV, Coefficient of variation.
*significant at 5% level.

Table 3.
Interaction Effect on the Fresh Root Weight (g) of Peanuts Affected by Seed Size and Hydro-priming

Priming	Seed Size	
	Smaller	Larger
T ₁₋₀ hour priming	18.12 ^b	19.09 ^b
T ₂₋₅ hours priming	19.65 ^a	20.98 ^a
T ₃₋₁₀ hours priming	19.09 ^a	21.54 ^a

Columns having the same letter(s) are not significantly different from each other at 5% level of significance, HSD test.

stems which grew sideward, thus obtaining shorter plant height. According to Sarcol and Cagasan (2016), seed size in general can influence seedling development. Smaller seeds produced longer plant shoots and plant height (Table 4) but with lesser number of leaves. On the other hand, bigger seeds produced more number of nodules than smaller ones. This result can be attributed to the advantage of bigger seeds that can develop early, and after 20 days it can produce more nodules. Likewise, 50% emergence

and number of nodules plant⁻¹ were significantly affected by hydro-priming. Seeds soaked in water at 5 and 10 hours emerged significantly earlier than the unprimed seeds. This result can be attributed to the absorbed moisture during priming. Primed seeds have the advantage over unprimed ones because of the limited moisture present in the dry soil conditions. Thus, unprimed seeds were not able to absorb moisture needed by the seeds for germination. Seeds primed for 5 and 10 hours produced significantly more nodules per plant than plants from unprimed seeds. The result showed that 5 hours priming provide enough time for the seeds to absorb enough moisture ready for imbibition resulting in rapid germination (Abandani & Ramezani, 2012).

Conclusion and Recommendation

Based on the results of this study, it can be concluded that pre-sowing seed treatment at 5 and 10 hours showed a favorable germination rate at 94% and 96%, respectively. Hydro-priming activity allowed the seeds to imbibe water and go through the first phase of germination in which pre-germination metabolic activities started. Rapidly germinating seedlings could emerge and

Table 4.
Emergence, Flowering, Plant Height (cm), and Number of Nodules Plant⁻¹ of Peanut 30 Days After Sowing (Figure 2a-d)

Size of Seeds	Days to 50% Emergence	Days to 50% Flowering	Plant Height (cm)	Number of Nodules Plant ⁻¹
Large	9 ^a	29	27.98 ^b	20 ^a
Small	7 ^b	30	32.87 ^a	15 ^b
<i>F test</i>	*	ns	*	*
% CV	13.32	11.90	12.43	3.23
Priming				
T ₁₋₀ hour priming	9 ^b	30 ^b	27.87	15 ^b
T ₂₋₅ hours priming	7 ^a	28 ^a	26.09	18 ^a
T ₃₋₁₀ hours priming	7 ^a	27 ^a	27.45	19 ^a
<i>F test</i>	*	*	ns	*
Seed size × priming interaction	ns	ns	ns	ns
% CV	12.76	13.25	8.94	12.32

Columns having the same letter(s) are not significantly different from each other at 5% level of significance, HSD test; ns, not significant; CV, Coefficient of variation.
*significant at 5% level.



Figure 2. a-d.

Activities in the Nursery (Pot Experiment) and in the Laboratory Measuring and Weighing the Sample Plants. Data Gathered in These Activities are Presented in Tables 2–4. (a) Gathering Samples for Shoot and Root Length and Weight Measurements, (b) Measuring Root and Shoot Length, (c) Measuring Shoot and Root Weight, (d) Sample Plant for Data Collection



Figure 3.
Peanut Seedlings in the Nursery at 12 Days after Sowing.

produce deep roots before the upper layers of the soil are dried out and become crusted, which may result in good crop establishment and obtain higher crop yield. Likewise, under drought conditions where soil moisture is insufficient, small seeds may imbibe and germinate, but some will die. However, in large seeds, imbibed water may be insufficient to trigger germination, and such seeds may emerge later when conditions improve. Moreover, interaction effect was noted on the FSW of peanut plants as affected by seed size and hydro-priming. Results revealed a significantly higher FSW of peanut plants when exposed to priming regardless of seed size.

It is recommended that bigger seeds can be a good source of planting materials when planted in drought conditions and primed at 5–10 hours. However, unprimed smaller seeds can be used in moist conditions. Likewise, it is further recommended to continue the study up to harvesting maturity to assess the effects of seed size and seed priming duration on the yield and yield component parameters of the peanut crop.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – V.M.E.C., U.C.; Design – V.M.E.C., U.C.; Supervision – U.C.; Resources – V.M.E.C.; Materials – V.M.E.C.; Data Collection and/ or Processing – V.M.E.C.; Analysis and/ or Interpretation – V.M.E.C.; Literature Search – V.M.E.C.; Writing Manuscript – V.M.E.C., U.C.; Critical Review – U.C.

Conflict of Interest: The authors declared that no conflict of interest on this article submission.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağlısınız.

Yazar Katkıları: Fikir – V.M.E.C., U.C.; Tasarım – V.M.E.C., U.C.; Denetleme – U.C.; Kaynaklar – V.M.E.C.; Malzemeler – V.M.E.C.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – V.M.E.C.; Analiz ve/veya Yorum – V.M.E.C.; Literatür Taraması – V.M.E.C.; Yazıyı Yazan – V.M.E.C., U.C.; Eleştirel İnceleme – U.C.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.



Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

References

- Abandani, R. R., & Ramezani, M. (2012). The physiological effects on some traits of osmopriming germination of maize (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Agronomy*, 4(2), 4132–4148.
- Adinya, I. B., Enun, E. E., & Ijoma, J. U. (2016). Exploring profitability potentials in groundnut production through agroforestry practices: A case study in Nigeria. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 20(2), 123–131.
- Al-Soqueer, A. A. (2004). *The potential of seed soaking in sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) production* [PhD thesis]. UK: University of Nottingham.
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2005). Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223–271. [CrossRef]
- Ashraf, M., & Iram, A. (2012). Optimization and influence of seed priming with salts of potassium or calcium in two spring wheat cultivars differing in salt tolerance at the initial growth stages. *Agro Chimica*, 46, 47–55.
- Ashraf, M., & Rauf, H. (2001). Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: Growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23(4), 407–414. [CrossRef]
- Black, J. N. (1957). The early vegetative growth of three strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) in relation to size of seed. *Australian Journal of Agricultural Research*, 8(1), 1–14. [CrossRef]
- Chivassa, W., Harris, D., Chiduza, C., & Nayamudiza, P. (2000). Determination of optimum on-farm seed priming time for maize (*Zea mays* L.) and Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) to improve stand establishment in semi-arid agriculture. *Tanzanian Journal of Agricultural Science*, 2, 103–112.
- Ekpo, J. (2004). *Does seed size affect the rate of germination and early seedling growth in Hairy Vetch?* (McCabe Thesis Collection, Paper, 19).
- Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., & Nyamudeza, P. (2001). On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural Systems*, 69(1–2), 151–164. [CrossRef]
- Khan, H. A., Ayub, C. M., Pervez, M. A., Balal, R. M., Shahid, M. A., & Ziaf, K. (2009). Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. *Soil and Environment*, 28, 81–87.
- Longer, D. E., Lorenz, E. J., & Cothren, J. T. (2006). The Influence of seed size in Soybean emergence under simulated soil crust conditions. *Field Crops Research*, 14(4), 371–375.
- Matthews, S., & Khajeh-Hosseini, M. K. (2007). Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigor differences in seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*, 35(1), 200–212. [CrossRef]
- Papong, J. R., & Cagasan, U. A. (2020). Growth and yield performance of upland rice (*Oryza sativa* L. var. *zambales*) intercropped with Mungbean (*Vigna radiata* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 3(1), 264–269.
- Pepper, G. E. (2002). *Will it make a difference?* University of Illinois. Retrieved from <http://www.ag.uiuc.edu/~stratsoy/expert/soysize.html>.
- Pill, W. G., & Necker, A. D. (2001). The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratense* L.). *Seed Science and Technology*, 29, 65–72.
- Rafiq, S., Iqbal, T., Hameed, A., Rafiqi, N., & Rafiq, Z. A. (2006). Morphochemical analysis of salinity stress response of wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 38, 1759–1767.
- Sanderson, M. A., Skinner, R. H., & Elwinger, G. F. (2002). Seedling development and field performance of prairiegrass, grazing brome grass, and orchardgrass. *Crop Science*, 42(1), 224–230. [CrossRef]
- Sarcol, B. P., & Cagasan, U. A. (2016). Performance of peanut (*Arachis hypogaea*) as influenced by time of planting sweetpotato (*Ipomea batatas* L.) as intercrop. *Annals of Tropical Research*, 38, 122–133.
- Singn, S. P., & Rai, P. N. (1988). Effect of seed size upon germination and early stages of plant growth of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Acta Horticulturae*, 12(218), 71–76. [CrossRef]
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology* (3rd ed). Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Taru, V. B., Khagya, I. Z., Mshelia, S. I., & Adebayo, E. F. (2018). Economic efficiency of resource use in groundnut production in Adamawa State of Nigeria. *World Journal of Agricultural Science*, 56, 4896–4900.

A Contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon, III. Cryptinae

Trabzon'dan Ichneumonidae (Hymenoptera) Türlerine Katkılar III. Cryptinae

Saliha ÇORUH¹ ,
Janko KOLAROV² ,
Ömer Selim ERCELEP³

¹Department of Plant Protection,
Atatürk University, Faculty of
Agriculture Erzurum, Turkey

²University of Plovdiv, Faculty of
Pedagogy, 24 Tsar Assen Str., 4000
Plovdiv, Bulgaria

³Dereli Agricultural Credit
Cooperative, Giresun, Turkey

ABSTRACT

The present contribution is based upon Cryptinae species collected from the Black Sea Region (Trabzon, Ortahisar) in 2017. A total of 10 species belonging to the subfamily Cryptinae are recorded. Among the collected samples, *Aptesis nigrigula* (Thomson, 1885) and *Bathythrix montana* (Schmiedeknecht, 1905) are recorded for the first time from Anatolia. *Cryptus minorator* (Gravenhorst, 1829), *Endasys plagiator* (Gravenhorst, 1829), *Gelis cursitans* (Fabricius, 1775), and *Ischnus migrator* (Fabricius, 1775) are rare in the study area. New data on the distribution of eight known species are presented.

Keywords: Cryptinae, Ichneumonidae, new records, Trabzon, Turkey

ÖZ

Bu çalışmada, 2017 yılında Karadeniz Bölgesi (Trabzon, Ortahisar)'den toplanan Cryptinae türleriyle katkı sağlanmıştır. Toplanan örneklerden, *Aptesis nigrigula* (Thomson, 1885) ve *Bathythrix montana* (Schmiedeknecht, 1905) Türkiye için yeni kayıttır. *Cryptus minorator* Gravenhorst, 1829, *Endasys plagiator* Gravenhorst, 1829, *Gelis cursitans* (Fabricius, 1775) ve *Ischnus migrator* (Fabricius, 1775) çalışma bölgesinde nadir tür durumundadır. Bilinen sekiz türün dağılımı ile ilgili yeni veriler de sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Cryptinae, Ichneumonidae, yeni kayıt, Trabzon, Türkiye

Introduction

Parasitoid Hymenoptera are unique bioindicators because they are representative of the diversity of the hosts that they attack, and these constitute a great part of the diversity of all arthropods (Sharkey, 2007).

The Ichneumonidae Latreille, 1802 includes 45 subfamilies, 1601 genera, and 25,285 described species (Yu et al., 2016). According to recent studies, the number of Ichneumonidae of Turkey is 1298 species (Çaylak & Çoruh, 2020; Kırac & Gürbüz, 2020; Teymuroğlu, 2021).

The Cryptinae (sensu Townes, 1970) are largest of all ichneumonid subfamilies, with more than 5000 species worldwide, and are distributed in all biogeographic regions except for Antarctica (Yu et al., 2016). Most of them are idiobiont ectoparasitoids that attack pupae or prepupae of holometabola insects, but there are some endoparasitoids and koinobiont species. A few cryptines parasitize diverse other hosts such as spider and pseudoscorpion egg sacs, weevil egg masses and gregarious eurytomid (Hymenoptera) larvae (Laurenne et al., 2006). Although the host relationships and behavior of some species are well known, little is known about biology because of their immense species diversity.

Lately, Santos (2017) split Cryptinae into three subfamilies (Ateleutinae, Cryptinae, and Phygadeuontinae).

Worldwide, the subfamily comprises about 403 genera and 5080 species (Yu et al., 2016). In this case, Cryptinae takes first place with the number of species in the Ichneumonidae. In the catalog, Ichneumonidae of Turkey (Kolarov, 1995) listed 66 cryptine species by different researchers. From 1995 to the present, the numbers of cryptine fauna of Turkey reached to 204 species (Çaylak & Çoruh, 2020; Çoruh et al., 2014a, 2014b, 2016, 2018, 2019; Çoruh & Çalmaşur, 2016; Çoruh



Geliş Tarihi/Received: 08.04.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 15.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Saliha ÇORUH
E-mail: spekel@atauni.edu.tr

Cite this article as: Çoruh, S., Kolarov, J., & Ercelep, Ö. S. (2022). A Contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon, III. Cryptinae. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 8-13.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Figure 1.
Map of the Study Area

& Çoruh, 2008, 2012; Çoruh & Kesdek, 2008; Çoruh & Kolarov, 2016; Çoruh & Özbek, 2005, 2011; Eroğlu et al., 2011; Gürbüz & Kolarov, 2008; Jussila, 2001; Kirtay, 2008; Kolarov et al., 1997a, 1997b, 2002, 2014, 2016; Kolarov & Bordera, 2007; Kolarov & Gürbüz, 2007; Kolarov & Yurtcan, 2008; Gürbüz et al., 2009a, 2009b; Özdan & Gürbüz, 2016; Özdan, 2014; Özdemir & Güler, 2009; Quike et al., 2009; Sarı & Çoruh, 2018; Schwarz, 2005, 2007; Yurtcan et al., 2021).

The aim of this study was to contribute to the knowledge at the Turkish Ichneumonidae fauna.

Methods

Adult cryptine samples were collected by sweeping net on especially flowering plants and weeds of study area (Ortahisar, Trabzon, Turkey) (Figure 1) in 2017 summer.

Trabzon lies on a wide bay on the southeastern shore of the Black Sea backed by high ranges of the Pontic Mountains, which separate it from the central Anatolian Plateau. This city has been carefully protected with the civilizations. Many civilizations have made historical architectural works.

There is a lush vegetation in Trabzon, which receives abundant rainfall. Forests are found up to an altitude of 2300. There are large tea gardens in the east of the province. In total, 45% of the provincial land consist of forest, 33% cultivated-planted areas, and rest consist of meadows and pastures. 45% of the and

All adults samples were collected from three different altitudes (150 m, 350 m, and 750 m) in Ortahisar (Table 1). Ortahisar, which is the largest district of the city, also has evidence showing that is the oldest settlement with its historical and cultural heritage.

Samples were collected by the third author, identified by the first and second authors. The examined materials are deposited in the Entomological Museum, Erzurum, Turkey. Turkey distribution data for the species were obtained from different literatures (Table 4). Global distribution and hosts data mainly followed Taxapad (Yu et al., 2016). The newly recorded species are indicated with an asterisk (*) in the text. Different distributions information on the species is summarized in Table 2, 3, and 4.

Results and Discussion

We here report 26 samples belonging to 10 species, 10 genera for Trabzon, Ortahisar, two species are reported for the first time for the Turkish fauna.

***Agrothereutes hospes* (Tschek, 1871)**

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 04.VI.2017, 2 ♂♂; 12.VII.2017, 3 ♂♂. Dolaylı, 01.VIII.2017, 150 m, 2 ♂♂.

Global distribution: Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Czechoslovakia, Finland, France, Germany, Gibraltar, Hungary, Iran, Italy, Latvia, Moldova, Norway, Poland, Romania, Serbia & Montenegro, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, and United Kingdom.

Table 1.
Data of Collected Species

	Locality	Year	Altitude (m.)
Trabzon Ortahisar	Bulak	2017	700
	Bostancı		350
	Dolaylı		150

Name of Taxa	Distribution in Turkey	References
<i>Agrothereutes hospes</i> (Tschek, 1871)	Isparta, Giresun, Van	Beyarslan & Kolarov, 1994; Gürbüz et al., 2006; Gürbüz & Kolarov, 2008; Akdura et al., 2012; Çoruh et al., 2014a
*<i>Aptesis nigrifula</i> (Thomson, 1885)	New record from Turkey	Present study
*<i>Bathythrix montana</i> (Schmiedeknecht, 1905)	New record from Turkey	Present study
<i>Cryptus minator</i> Gravenhorst, 1829	Kütahya	Kolarov, 1987, 1995; Öncüer, 1991
<i>Endasys plagiator</i> Gravenhorst, 1829	Anatolia, Erzurum, Isparta, Rize	Çoruh et al., 2014a, Gürbüz et al., 2009a; Kolarov et al., 2016; Kolarov, 1995; Kolarov & Bordera, 2007; Kolarov & Gürbüz, 2007; Sawoniewicz & Luhman, 1992
<i>Gambrus incubitor</i> (Linnaeus, 1758)	Isparta, Rize, Kahramanmaraş	Beyarslan & Kolarov, 1994; Çoruh et al., 2014a; Gürbüz & Kolarov, 2008; Gürbüz et al., 2009a
<i>Gelis cursitans</i> (Fabricius, 1775)	Rize	Çoruh et al., 2014a
<i>Idiolispa analis</i> (Gravenhorst, 1807)	Burdur, Isparta, Gaziantep, Tunceli	Beyarslan & Kolarov, 1994; Çoruh et al., 2014b; Gürbüz & Kolarov, 2008; Kolarov et al., 2014
<i>Ischnus migrator</i> (Fabricius, 1775)	Adana, Isparta	Fahringer, 1922; Gürbüz et al., 2009a; Gürbüz & Kolarov, 2008; Kolarov, 1995
<i>Mesoleptus laevigatus</i> (Gravenhorst, 1820)	Anatolia, Erzurum	Çoruh et al., 2014b; Fahringer, 1922; Kolarov et al., 2014

* New record for the Turkish fauna

Geographical Regions	Aegean Region	Anatolia	Black Sea Region	Eastern Anatolia Region	Mediterranean Region	South Eastern Region
<i>Agrothereutes hospes</i>			●	●	●	
* <i>Aptesis nigrifula</i>			●			
* <i>Bathythrix montana</i>			●			
<i>Cryptus minator</i>	●					
<i>Endasys plagiator</i>	●	●			●	
<i>Gambrus incubitor</i>			●		●	
<i>Gelis cursitans</i>			●			
<i>Idiolispa analis</i>				●	●	●
<i>Ischnus migrator</i>					●	
<i>Mesoleptus laevigatus</i>		●		●		

* New record for the Turkish fauna

Zoogeographical Regions	Afrotropical	Eastern Palearctic	Europea Mediterranean Region	Nearctic Mediterranean	Oriental	Western Palearctic
<i>Agrothereutes hospes</i>		●	●			●
* <i>Aptesis nigrifula</i>		●	●			●
* <i>Bathythrix montana</i>			●	●		●
<i>Cryptus minator</i>			●			●
<i>Endasys plagiator</i>			●			●
<i>Gambrus incubitor</i>	●	●	●			●
<i>Gelis cursitans</i>			●			●
<i>Idiolispa analis</i>	●		●	●		●
<i>Ischnus migrator</i>		●	●			●
<i>Mesoleptus laevigatus</i>		●	●			●

* New record for the Turkish fauna

Geographical Regions	Geographical Regions					
	Agean Region	Anatolia	Black Sea Region	Eastern Anatolia Region	Mediterranean Region	South Eastern Region
<i>Agrothereutes hospes</i>		●	●	●		
* <i>Aptesis nigritula</i>			●			
* <i>Bathythrix montana</i>			●			
<i>Cryptus minator</i>	●					
<i>Endasys plagiator</i>	●	●			●	
<i>Gambrus incubitor</i>			●		●	
<i>Gelis cursitans</i>			●			
<i>Idiolispa analis</i>				●	●	●
<i>Ischnus migrator</i>					●	
<i>Mesoleptus laevigatus</i>		●		●		

Figure 2.
Distributions of Collected Species
* New record for the Turkish fauna

Hosts: *Canephora hirsuta*, *Drymonia ruficornis*, *Eriogaster lanestrus*, *Galleria mellonella*, *Lycaena dispar*, *Lymantria dispar*, *Saturnia spini*, *Sparganothis pilleriana*, *Zygaena angelicae*, *Z. carniolica*, *Z. filipendulae*, *Z. lonicerae*, *Z. minos*, *Z. scabiosae*, *Z. trifolii*, and *Z. viciae*.

****Aptesis nigritula* (Thomson, 1885)**

Material examined: Ortahisar: Dölaylı, 150 m, 18.VI.2017, 2 ♂♂.

Global distribution: Austria, Azerbaijan, Bulgaria, Czechoslovakia, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Lithuania, Netherlands, Poland, Russia, Ukraine, and United Kingdom.

New for Turkey.

****Bathythrix montana* (Schmiedeknecht, 1905)**

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 12.VII.2017, 2 ♂♂, 4 ♀♀.

Global distribution: Austria, Canada, Czechoslovakia, Estonia, Finland, Germany, Italy, Latvia, Moldova, Poland, Sweden, Switzerland, and USA.

Host: *Pristiphora abietina*.

***Cryptus minator* Gravenhorst, 1829**

Material examined: Ortahisar: Dölaylı, 150 m, 12.VII.2017, 1 ♀.

Global distribution: Austria, Bulgaria, Czechoslovakia, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Norway, Poland, Romania, Spain, Sweden, Turkey, and United Kingdom.

Hosts: *Hesperophanes cinereus*, *Hylotrupes bajulus*, *Opilo domesticus*, and *Pristiphora erichsonii*.

Zoogeographical Regions	Zoogeographical Regions					
	Afrotropical	Eastern Palearctic	Europea Mediterranean	Nearctic Mediterranean	Oriental	Western Palearctic
<i>Agrothereutes hospes</i>		●	●			●
* <i>Aptesis nigritula</i>		●	●			●
* <i>Bathythrix montana</i>			●	●		●
<i>Cryptus minator</i>			●			●
<i>Endasys plagiator</i>			●			●
<i>Gambrus incubitor</i>	●	●	●			●
<i>Gelis cursitans</i>			●			●
<i>Idiolispa analis</i>	●		●	●		●
<i>Ischnus migrator</i>		●	●			●
<i>Mesoleptus laevigatus</i>		●	●			●

Figure 3.
Zoogeographic Distribution of Collected Species

***Endasys plagiator* Gravenhorst, 1829**

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 12.VI.2017, 1 ♂.

Global distribution: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Czechoslovakia, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Italy, Macedonia, Netherlands, Norway, Poland, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Ukraine, United Kingdom, and Yugoslavia.

***Gambrus incubitor* (Linnaeus, 1758)**

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 12.VI.2017, 1♀; Bulak, 700 m, 22.VI.2017, 1♂.

Global distribution: Austria, Azerbaijan, Belgium, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Czechoslovakia, Finland, France, Germany, Hungary, Iran, Ireland, Italy, Italy, Kenya, Latvia, Lithuania, Norway, Poland, Romania, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom, and Yugoslavia.

Hosts: *Macaria liturata*, *Panolis flammea*, *Pristiphora erichsonii*, *Saturnia pavonia*, *Synanthedon formicaeformis*, *Trichiosoma lucorum*, *Utetheisa jacobaeae*, *Zygaena filipendulae*, *Z. lonicerae*, and *Z. trifolii*.

***Gelis cursitans* (Fabricius, 1775)**

Material examined: Ortahisar: Dölaylı, 150 m, 24.VIII.2017, 1 ♂.

Global distribution: Austria, Belarus, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Czechoslovakia, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Norway, Poland, Romania, Russia, Sweden, Switzerland, Ukraine, and United Kingdom.

Hosts: *Acanthopsyche atra*, *Aleiodes assimilis*, *Archips oporana*, *Canephora hirsuta*, *Charops cantator*, *Cimex connata*, *C. femorata*, *Coleophora vibicella*, *Dendrolimus pini*, *Diprion pini*, *D. simile*, *Epichnopteryx plumella*, *Gilpinia pallida*, *Liposthenes glechomae*,

Megalophanes viciella, *Nematus pallipes*, *Neodiprion sertifer*, *Orygia antiqua*, *Pachythelia villosella*, *Rhyacionia buoliana*, *Sterrhopterix hirsutella*, *Syspasis scutellator*, *Taleporia tubulosa*, *Trichiosoma nanae*, and *Trichopsyche fusca*.

Idiolispa analis (Gravenhorst, 1807)

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 13.VI.2017, 2 ♂♂. Bulak, 700 m, 22.VI.2017, 1 ♀.

Global distribution: Holarctic and Oriental Regions (84 country).

Hosts: *Gilpinia polytoma*, *Leucoma salicis*, *Lymantria dispar*, *Lymantria monacha*, *Saperda populnea*, and *Trochosa terricola*.

Ischnus migrator (Fabricius, 1775)

Material examined: Ortahisar: Bostancı, 350 m, 05.VII.2017, 1 ♂.

Global distribution: Austria, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Czechoslovakia, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Moldova, Netherlands, Norway, Poland, Romania, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, and United Kingdom.

Hosts: *Athalia rosae*, *Canephora graminella*, *Canephora hirsuta*, *Cerura erminea*, *C. vinula*, *Eristalinus sepulchralis*, *Eupoecilia ambiguella*, *Lasiocampa quercus*, *L. trifolii*, *Lobesia botrana*, *Macroglossum stellatarum*, *Megalophanes viciella*, *Pachythelia villosella*, *Pimpla rufipes*, *Polychrysis moneta*, *Saturnia pavonia*, *Scolioneura betuleti*, *Trichiosoma lucorum*, *Utetheisa jacobaeae*, *Zeiraphera griseana*, *Zygaena ephialtes*, *Z. filipendulae*, and *Z. punctum*.

Mesoleptus laevigatus (Gravenhorst, 1820)

Material examined: Ortahisar: Dolaylı, 150 m, 17.VIII.2017, 2 ♂♂.

Global distribution: Austria, Azerbaijan, Belgium, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Czechoslovakia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Italy, Sicily, Japan, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Moldova, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Ukraine, and United Kingdom.

Hosts: *Neodiprion sertifer*, and *Sarcophaga pseudoscopia*.

Zoogeographical Characterization

The zoogeographical characterization mainly follows the chorotype classification of the near East fauna proposed by Taglianti et al. (1999). After 4541 investigations of the recent geographic distribution of the species listed above, they can be divided into the following groups:

1. The most large ranges (Holarctic and Oriental) have the species *Idiolispa analis*.
2. Ranges in two zoogeographical regions (Western Palaearctic and Afrotropical) have also the species *Gambrus incubator*.
3. Holarctic ranges have the species *Bathytrix montana*.
4. The most numerous are the species with European ranges. Here belong *Agrothereutes hospes*, *Aptesis nigrifula*, *Cryptus minatory*, *Endasys plagiator*, *Gelis cursitans*, *Ischnus migrator*, and *Mesoleptus laevigatus*.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Tasarım – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Dene-tleme – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Kaynaklar – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Malzemeler – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Analiz ve/veya Yorum – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Literatür Taraması – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Yazıyı Yazan – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Eleştirel İnceleme – S.Ç., J.K., Ö.S.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Design – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Supervision – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Resources – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Materials – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Data Collection and/or Processing – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Analysis and/or Interpretation – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Literature Search – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Writing Manuscript – S.Ç., J.K., Ö.S.E.; Critical Review – S.Ç., J.K., Ö.S.E.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.




References

- Akdura, N., Aksoylar, Y., Karaca, İ., & Özgökçe, M. S. (2012). Fecundity and life table parameters of *Agrothereutes hospes* Tschek (Hymenoptera: Ichneumonidae) on *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera, Pyralidae). *Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği*, 3(1), 3–12.
- Beyarslan, A., & Kolarov, J. (1994). Investigations on Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey. II. Cryptinae. *Turkish Journal of Zoology*, 18, 227–231.
- Çaylak, F. Z., & Çoruh, S. (2020). Contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Bursa Uludağ National Park area including new records. *Turkish Journal of Entomology*, 43(4), 487–499. [\[CrossRef\]](#)
- Çoruh, İ., & Çoruh, S. (2008). Ichneumonidae (Hymenoptera) species associated with some Umbelliferae plants occurring in Palandöken Mountains of Erzurum, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32, 121–124.
- Çoruh, S. (2019). Taxonomic and biogeographic evaluations of the subfamily Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Turkish Journal of Entomology*, 43(3), 313–337. [\[CrossRef\]](#)
- Çoruh, S., & Çalmaşur, Ö. (2016). A new and additional records of the Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(4), 625–629. [\[CrossRef\]](#)
- Çoruh, S., & Çoruh, İ. (2012). Weeds visited by Ichneumonidae (Hymenoptera) species. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 43(1), 13–16.
- Çoruh, S., & Kesdek, M. (2008). Ichneumonidae (Hymenoptera) collected from under stone in eastern Anatolia Region of Turkey. *Munis Entomology and Zoology*, 3(2), 763–764.
- Çoruh, S., & Kolarov, J. (2016). Faunistic notes on the Ichneumonidae (Hymenoptera), with a new record from Northeastern Turkey. *Acta Entomologica Serbica*, 21, 123–132.
- Çoruh, S., Kolarov, J., & Çoruh, İ. (2014a). Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. II. *Turkish Journal of Entomology*, 38(3), 279–290. [\[CrossRef\]](#)
- Çoruh, S., Kolarov, J., & Çoruh, İ. (2016). A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from northeastern Anatolia II, with new records. *Turkish Journal of Entomology*, 40(3), 265–280.
- Çoruh, S., Kolarov, J., & Çoruh, İ. (2018). Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia. II. *Linzer Biologische Beiträge*, 50(1), 217–224.
- Çoruh, S., Kolarov, J., & Özbek, H. (2014b). The fauna of Ichneumonidae (Hymenoptera) of eastern Turkey with zoogeographical remarks and host data. *Journal of Insect Biodiversity*, 2(16), 1–21. [\[CrossRef\]](#)
- Çoruh, S., & Özbek, H. (2005). New records of Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey with some hosts. *Turkish Journal of Entomology*, 29(3), 183–186.

- Çoruh, S., & Özbek, H. (2011). New and little known some Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Turkey with some ecological notes. *Turkish Journal of Entomology*, 35(1), 119–131.
- Eroğlu, F., Kiraç, A., & Birol, O. (2011). A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Turkmen Mountain, Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 43(2), 1219–1228.
- Fahringer, J. (1922). Hymenopterologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Studienreise nach der Türkei und Kleinasien (mit Ausschluß des Amanusgebirges). *Archiv für Naturgeschichte*, A(88), 149–222.
- Gürbüz, M. F., Aksoylar, M. Y., & Buncukçu, A. (2009b). A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Isparta, Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 41(2), 1969–1984.
- Gürbüz, M. F., Kirtay, H., & Birol, O. (2009a). A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Kasnak Oak Forest Nature Reserve in Turkey with new records. *Linzer Biologische Beiträge*, 41(2), 1985–2003.
- Gürbüz, M. F., & Kolarov, J. (2008). A study of the Ichneumonidae (Hymenoptera). IV. Cryptinae, Cryptini. *Turkish Journal of Zoology*, 32, 373–377.
- Gürbüz, M. F., Kolarov, J., Aksoylar, M. Y., & Akdura, N. (2006). A survey of the *Agrothereutes hospes*, an ectoparasitoid on wax moth *Galleria mellonella*. *Journal of Pest Science*, 79(1), 31–34. [\[CrossRef\]](#)
- Jussila, R. (2001). Additions to the revision of the genus *Attractodes* (Hymenoptera: Ichneumonidae) of the Palaearctic region. III. *Entomologica Fennica*, 12(4), 193–216. [\[CrossRef\]](#)
- Kiraç, A., & Gürbüz, M. F. (2020). Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera) Faunası. B. International. *Journal of Science and Technology and Research*, 4(2), 150–159.
- Kirtay, H. (2008). *Isparta Kasnak Meşesi (Quercus vulcanica Boiss. and Heldr. ex Kotschy) Ormanı Tabiatı Koruma Alanı Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası Üzerine Bir Araştırma*. (s. 77) (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. (In Turkish)
- Kolarov, J. (1987). Ichneumonidae (Hymenoptera) from Balkan Peninsula and some adjacent regions. I. Pimplinae, Tryphoninae and Cryptinae. *Turkish Journal of Entomology*, 11(1), 11–26.
- Kolarov, J. (1995). A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 7, 137–188.
- Kolarov, J., Beyarslan, A., & Yurtcan, M. (1997a). Ichneumonidae (Hymenoptera) from the Gökçeada and Bozcaada Islands-Turkey. *Acta Entomologica Bulgarica*, 3–4, 13–15.
- Kolarov, J., & Bordera, S. (2007). Fauna and distribution of Macedonian Cryptinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) with a checklist of species. *Acta Entomologica Serbica*, 12(1), 55–58.
- Kolarov, J., Çoruh, S., & Çoruh, İ. (2016). Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey from north-eastern Anatolia, Part I. *Turkish Journal of Zoology*, 40(1), 40–56. [\[CrossRef\]](#)
- Kolarov, J., & Gürbüz, M. F. (2007). A study of the Ichneumonidae (Hymenoptera). IV. Cryptinae, Cryptini, Phygadeuontini. *Linzer Biologische Beiträge*, 39(2), 987–992.
- Kolarov, J., Yıldırım, E., Çoruh, S., & Yüksel, M. (2014). Contribution to the knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey. *Zoology in the Middle East*, 60(2), 154–161. [\[CrossRef\]](#)
- Kolarov, J., & Yurtcan, M. (2008). A study of the Ichneumonidae (Hymenoptera) of the north Anatolia (Turkey). I. Brachycryptinae, Cryptinae, Xoridinae. *Acta Entomologica Serbica*, 13(1/2), 89–91.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., & Beyarslan, A. (1997b). New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. I. Pimplinae, Tryphoninae, Phygadeuontinae, Banchinae and Ctenopelmatinae. *Acta Entomologica Bulgarica*, 3–4, 10–12.
- Kolarov, J., Yurtcan, M., & Beyarslan, A. (2012). *Ichneumonidae species of the Turkish Aegean Region. Parasitic wasps: Evolution, systematics, biodiversity and biological control* (p. 448). International Symposium, Agroinform, Koszeg-Hungary.
- Laurenne, N. M., Broad, G. R., & Quicke, D. L. J. (2006). Direct optimization and multiple alignment of 28S D2?D3 rDNA sequences: Problems with indels on the way to a molecular phylogeny of the cryptine ichneumonid wasps (Insecta: Hymenoptera). *Cladistics*, 22(5), 442–473. [\[CrossRef\]](#)
- Öncüler, C. (1991). Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, 505, 354. [In Turkish].
- Özdan, A. (2014). Gelincik Dağı Tabiat Parkı ve Kovada Gölü Milli Parkı (Isparta) Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası (s. 149) (Doktora Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. [In Turkish]
- Özdan, A., & Gürbüz, M. F. (2016). Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Gelincik Mountain Natural Park (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Entomology*, 40(4), 425–444. [\[CrossRef\]](#)
- Özdemir, Y., & Güler, Y. (2009). Determination of Ichneumonidae (Hymenoptera) species of cherry orchards in Sultandağı Reservoir. *Plant Protection Bulletin*, 49(3), 135–143.
- Quicke, D. L. J., Laurenne, N. M., Fitton, M. G., & Broad, G. R. (2009). A thousand and one wasps: A 28S rDNA and morphological phylogeny of the Ichneumonidae (Insecta: Hymenoptera) with an investigation into alignment parameter space and elision. *Journal of Natural History*, 43(23–24), 1305–1421. [\[CrossRef\]](#)
- Santos, B. F. (2017). Phylogeny and reclassification of Cryptini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae) with implication for ichneumonid higher-level classification. *Systematic Entomology*, 42(4), 650–676. [\[CrossRef\]](#)
- Sarı, Ü., & Çoruh, S. (2018). Ichneumonidae (Hymenoptera) from north-eastern Anatolia Region (Erzurum, Aşkale). *Turkish Journal of Entomology*, 42(3), 215–228.
- Sawoniewicz, J., & Luhman, L. C. (1992). Revision of European species of the subtribe Endaseina, III Genus: *Endasys* Foerster, 1868 (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Entomofauna*, 13, 1–96.
- Schwarz, M. (2005). Revisions and descriptions of new species of Cryptinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) 1. *Linzer Biologische Beiträge*, 37(2), 1641–1710.
- Schwarz, M. (2007). Revision der westpalaearktischen Arten der Gattung *Hoplocryptus* Thomson (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 39(2), 1161–1219.
- Sharkey, M. J. (2007). Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa*, 1668(1), 521–548. [\[CrossRef\]](#)
- Teymuroğlu, E. (2021). Erzincan İli Çayırılı İlçesi'nde Şeker Pancarı Alanlarında Tespit Edilen Zararlı ve Faydalı Böcek Türleri ile Önemli Tür Spodoptera exiqua (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Kısa Biyolojisi (s. 67). (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. (In Turkish).
- Townes, H. K. (1970). The genera of Ichneumonidae, Part 2. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 12, 537pp.
- Vigna Taglianti, A., Audisio, P. A., Biondi, M., Bologna, M. A., Carpaneto, G. M., Biase, A. De, Fattorini, S., Piattella, E., Sindaco, R., Venchi, A., & Zapparoli, M. (1999). A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the western Palearctic region. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 20, 31–59. [\[CrossRef\]](#)
- Yu, D. S., Van Achterberg, C., & Horstmann, K. (2016). *Taxapad 2016, Ichneumonidae 2015. Database on flash-drive*. Nepean, Ontario, Canada. Retrieved from [\[CrossRef\]](#)
- Yurtcan, M., Çoruh, S., Kolarov, J., Özdan, A. B., Gürbüz, M. F., & Erkaya, İ. (2021). Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of natural protection areas in the East Mediterranean Region of Turkey, Part II. *Entomological News*, 129(5), 453–472.

Enkapsüle Edilmiş ve Serbest Formda Probiyotik *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 Suşunun Dondurma Depolama Periyodunda Stabilitesinin İncelenmesi

Evaluation of the Stability of Encapsulated and Free Probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 Strain During ice Cream Storage

Sedat SEDEFOĞLU¹ ,
Fatih ORTAKCI² ,
Selahattin SERT³ 

¹Şen Piliç Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Sakarya, Türkiye
²Abdullah Gül Üniversitesi, Yaşam ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Kayseri, Türkiye
³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

öz

Bu çalışmada probiyotik *Lb. acidophilus* ATCC 4356 (ATCC 4356) suşu, ekstrüzyon yöntemi ile aljinat kullanılarak kapsüllenmiştir. Bu enkapsüle ve serbest formdaki ATCC 4356 dondurmaya ilave edilerek -18°C 'de 3 ay süre ile depolanmıştır. Depolamanın 0, 30 ve 90. günlerinde alınan örneklerde, ATCC 4356'nin canlılığını sürdürme yeteneği karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, dondurmaya ilave edilen serbest ve enkapsüle ATCC 4356'nın, -18°C 'de 3 aylık depolama süresinin sonunda canlılıklarını korudukları, buna karşılık sayılarındaki azalışın istatistiki olarak farklı düzeyde olmadıkları tespit edilmiştir ($P > .05$). Bununla birlikte, dondurmaların 90 günlük depolama periyodu boyunca, serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayılarının 10^7 kob/g'in altına düşmemiş olması, son üründe probiyotiklerin arzu edilen düzeyde canlılığını koruduğunu göstermiştir. Dolayısıyla bakterinin terapötik etkiler gösterebilme açısından dondurmanın uygun bir gıda olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Serbest ve enkapsüle dondurmalara ait duyu analizi sonuçlarında ise enkapsülasyonun dondurmanın yapı ve tekstüründe önemli seviyede etkiye yol açtığı ($P < .05$) ve genel kabul düzeyi olarak serbest ve enkapsüle dondurmalarındaki farkın önemli seviyede olduğu gözlemlenmiştir ($P < .05$). Bununla birlikte renk, görünüş, tat ve koku kriterleri bakımından serbest ve enkapsüle dondurmalarındaki farkın önemsiz seviyede olduğu belirlenmiştir ($P > .05$).

Anahtar Kelimeler: Enkapsülasyon, ekstrüzyon metodu, *Lactobacillus acidophilus*, dondurma, probiyotik

ABSTRACT

In this study, the probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 (ATCC 4356) strain was encapsulated using alginate by extrusion method. This encapsulated and free form ATCC 4356 was added to ice cream and stored at -18°C for 3 months. In the samples taken on the 0, 30, and 90th days of storage, the ability of ATCC 4356 to survive was demonstrated comparatively. According to the results of the research, it was determined that free and encapsulated ATCC 4356 added to ice cream preserved its vitality after 3 months of storage at -18°C but the decrease in their numbers was not at a statistically different level ($P > .05$). However, the fact that the free and encapsulated *Lb. acidophilus* ATCC 4356 numbers did not fall below 10^7 cfu/g during the 90-day storage period of the ice creams showed that the probiotics maintained their viability at the desired level in the final product. Therefore, it is thought that ice cream can be used as a suitable food in terms of the bacteria showing therapeutic effects. According to the sensory analysis results of free and encapsulated probiotic containing ice creams, the encapsulation caused significant reductions on structure and texture ($P < .05$). Also, overall acceptance rate of encapsulated probiotic containing ice creams was significantly lower than free cells containing product ($P < .05$). However, it was

Geliş Tarihi/Received: 15.04.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 05.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Sedat SEDEFOĞLU
E-mail: sedat.sedefoglu@ogr.atauni.edu.tr

Cite this article as: Sedefoğlu, S., Ortakçı, F., & Sert, S. (2022) Evaluation of the Stability of Encapsulated and Free Probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 Strain During Ice Cream Storage. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1):14-23.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

determined that the difference between free and encapsulated ice creams in terms of color, appearance, taste, and odor criteria was insignificant ($P > .05$).

Keywords: Encapsulation, extrusion method, *Lactobacillus acidophilus*, ice cream, probiotic

Giriş

Probiyotikler, Dünya Sağlık Örgütü tarafından (DSÖ, WHO), "yeterli miktarda verildiğinde konakta sağlığa yararlı etki yapan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanmaktadır (FAO/WHO, 2002). Günümüzde birçok kaynaktan probiyotik bakterileri almaktayız. Bunların başlıcaları fermente besin maddeleri (fermente süt, yoğurt, peynir, fermente sebzeler, turşu vs.), insan ağız florası, intestinal orijinli ve paketlenmiş veya kapsüllenmiş tedavi edici ürünlerdir (Özden, 2008). Probiyotiklerin konakçadaki etkileri, bağırsak pH'sını değiştirmek, antimikrobiyal ürünler üreterek patojen bakterilerin üremesini inhibe etmek, bağlanma bölgeleri ve besin maddeleri için patojen bakterilerle yarışmak, immun-modulatör hücreleri uyarmak olarak sayılabilir (Kaleli, 2007). Bununla birlikte probiyotik mikroorganizmaların faydalı etki gösterebilmeleri için, 10^9 - 10^7 kob/ml veya daha fazla sayıda vücuda alınmaları ve içinde buldukları gıdaların üretimi ve raf ömrü süresince canlı kalabilmeleri gerekmektedir (Ünal ve Erginkaya, 2010). Ayrıca probiyotik olarak gıdalarda kullanılacak bir mikroorganizma patojen olmamalı, insan kaynaklı olmalı, stabil olmalı, mide asidi ve safra tuzuna karşı direnç göstermeli, bağırsak yüzeyine tutunabilmeli ve gastrointestinal sistemde az da olsa yaşamını devam ettirebilmeli, antimikrobiyal bileşikler üretebilmeli, bazı enzim ve vitamin üretimi sayesinde metabolik etki gösterebilmeli ve bağışıklık sistemini uyarmalıdır (Bilginer ve Çetin, 2019).

İstenen probiyotik özelliklere sahip ve klinik olarak etkili kanıtlanmış suşlar genellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait türlerdir (Karthikeyan ve ark., 2014). *Lb. acidophilus* probiyotik bakteri olarak gıda formülasyonlarında oldukça yaygın olarak kullanılan *Lactobacillus* türlerinden biridir (Sanders & Klaenhammer, 2001). Karbonhidrat metabolizmaları sonucunda temel ürün olarak laktik asit oluşturan, çoğunlukla zorunlu homofermentatif bir bakteridir (Donkor, 2007). İnsan ve hayvanlarda doğal gastrointestinal sistem içerisinde, insan ağız florası ve vajinada ve kefir gibi bazı geleneksel fermente süt ürünlerinde yaygın olarak bulunur. Optimum gelişme pH aralığı 5.5-6.0'dır. Bundan dolayı birçok *Lb. acidophilus* suşunun düşük pH nedeniyle fermente süt içinde gelişimlerinin iyi olmadığı söylenebilir (Donkor, 2007).

Probiyotik mikroorganizmaların kullanımı özellikle süt ve süt ürünleri olmak üzere çeşitli fermente gıda ürünlerinde oldukça yaygındır (Granato ve ark., 2010). Bununla birlikte genişleyen probiyotik ürün sınıfı içinde çok az sayıda araştırmacı ve süt işletmesi, yüksek sayıda probiyotik kültür içeren dondurma çeşitlerinin üretimi konusunda çalışmışlardır.

Dondurma, besin değerinin yüksek olması ve sindirimini kolaylığı yanında, sevilen tat ve aroması ile ferahlatıcı niteliği sayesinde tüketimi oldukça fazla olan ve toplumun hemen her kesimi tarafından sevilerek tüketilen bir süt ürünüdür (Turgut, 2006). Ayrıca probiyotik bakterilerin canlılıklarını ve gelişimlerini olumsuz etkileyecek düşük pH'ya sahip olmaması, yapılan bazı çalışmalarda bakterilerin canlılık düzeylerinin yüksek oranda korunması gibi birtakım özellikler taşıması, dondurmaya probiyotik bakterilerin

vücuda canlı olarak alımı için cazip hale getirmektedir (Kırmacı ve ark., 2014). Ancak dondurma işleminin canlı bakteri sayısında 0,5-1 log birimlik kayba neden olabileceği, depolama sırasındaki (6-12 aylık) sıcaklık dalgalanmalarının üründe buz kristalleri oluşturarak bakteri hücrelerinin canlılıklarında azalmalar meydana getirdiği de belirtilmektedir (Davidson ve ark., 2000). Aynı şekilde dondurma miksinin karıştırılması esnasında uygulanan mekanik etkinin bakteri hücrelerinde hasara neden olabileceği, dondurma karışımına istenen overrun değerini vermek amacıyla belli miktarda uygulanan havanın, üründeki oksijen düzeyini artırarak anaerobik ve mikroaerofilik karakterdeki probiyotik bakteriler üzerinde inhibe edici etki oluşturabileceği de dikkate alınması gereken bir husus olarak değerlendirilmektedir (Şener, 2009).

Tüm bunların yanında gıdanın işlenmesinden kaynaklanan engeller (yüksek sıcaklık, yüksek basınç, kurutma, dondurma, asidik veya alkali ortam), tüketimden sonra metabolizmadan kaynaklanan engeller (sindirim sistemi enzimleri, yüksek asidik ortam ve safra tuzları) ve mikroorganizmanın kendisinden kaynaklanan engeller de (anaerobik gelişme koşulları ve zengin besin maddeleri gereksinimi, oksijen, sıcaklık, pH, inhibitörler ve rekabetçi mikroorganizmalardan kaynaklanan stres koşulları) probiyotik mikroorganizma içeren gıdaların üretimini kısıtlayan faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Desmond ve ark., 2004).

Günümüzde probiyotik bakterilerin canlı kalmasının önündeki bu engelleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amacıyla, uygun bakteri suşu seçimi, gıda üretim proseslerinin modifikasyonu, depolama koşullarının iyileştirilmesi ve kontrol edilmesi ile uygun ambalaj seçimi gibi bazı önlemler alınmakla birlikte (Ergin, 2013), son yıllarda yapılan çalışmalarda mikroenkapsülasyon tekniği, üzerinde durulan bir yöntem haline gelmiş ve büyük bir önem kazanmıştır.

Mikroenkapsülasyon, hücre hasarını ve hücre kaybını azaltmak amacıyla hücrelerin uygun bir taşıyıcı destek materyali içine hapsedilme işlemidir (Krasaekoopt ve ark., 2003). Amaç, mikroorganizmaların çevresinde çeşitli maddelerle koruyucu bir film tabakası oluşturarak olumsuz çevre koşullarına karşı canlılığının devam etmesini sağlamaktır (Çakır, 2006).

Mikroenkapsülasyon amacıyla birçok teknik kullanılmakla birlikte, günümüzde en çok araştırılan yöntem, kalsiyum-aljinat jel kapsülü oluşumu esasına dayalı ekstrüzyon kaplamadır (Çakır, 2006). Aljinatın gerek tek başına gerekse de diğer kaplama materyalleriyle bir arada kullanıldığı çeşitli enkapsülasyon uygulamalarında hücrelerin canlılıklarının serbest forma göre daha iyi korunduğu bildirilmiştir (Annan ve ark., 2008; Chandramouli ve ark., 2004; Guerin ve ark., 2003; Homayouni ve ark., 2008; Liserre ve ark., 2007; Karthikeyan ve ark., 2014; Kim ve ark., 2008; Mandal ve ark., 2006; Muthukumarasamy & Holley, 2006; Ortakci ve ark., 2012; Ortakci ve Sert, 2012; Shafei ve ark., 2012; Sheu ve ark., 1993; Tsen ve ark., 2007). Kalsiyum aljinat dışında jelatin, pektin, nişasta, kappa-karreganan, gellan gum, peyniraltı suyu gibi gıdaların bileşiminde güvenle kullanılabilen maddelerden de kaplama materyali olarak yararlanılabilmektedir (Çakır, 2006).

Aljinat kapsüllerinin mikroenkapsülasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılmasında sahip olduğu bazı avantajlar etkilidir. Bunlar; kolayca bakteri hücrelerinin etrafında jel matrisi oluşturması, vücut için toksik özellik taşıyamaması, gıda için güvenilir ve biyolojik açıdan uyumlu olması, ucuz olması, iyi performans gösterebilmesi için ılımlı proses koşullarına (sıcaklık gibi) gerek duyması, kolay hazırlanabilir ve uygulanabilir olması, bağırsaklarda uygun bir şekilde çözünebilir ve tutuklanmış hücrelerin salınımına izin verebilir olmasıdır (Mortazavian ve ark., 2007).

Ekstrüzyon yöntemi; hidrokolloid (aljinat gibi) kapsüllerin hazırlanmasında en eski ve en yaygın kullanılan bir yöntemdir (Krasaekoopt ve ark., 2003). Basit ve düşük maliyetli bir yöntem olmasının yanında genellikle bu yöntemde hücre yaralanması minimum düzeydedir ve probiyotik hücrelerin canlılığı nispeten yüksek oranda korunmaktadır. Boncuk büyüklüğü ve şekli, iğnenin çapı, aljinat çözeltisinin yoğunluğu ve serbest düşme mesafesine bağlı olarak değişmektedir. Aljinat konsantrasyonu ve dolayısıyla viskozite arttıkça boncukların boyutu azalmaktadır (Krasaekoopt ve ark., 2003; Mortazavian ve ark., 2007).

Bu çalışmada probiyotik *Lb. acidophilus* ATCC 4356 suşu, enjektör (şırınga) kullanılarak ekstrüzyon yöntemi ile kaplanmış ve kaplama materyali olarak sodyum aljinat kullanılmıştır. Ardından enkapsüle ve serbest kültürler dondurmaya ilave edilerek -18°C 'deki depolama stabiliteyi araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Gereç

Dondurma: Bu çalışmada kullanılan dondurma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrika'sından temin edilmiştir.

Probiyotik bakteri suşları: Bu çalışmada mikroenkapsülasyona tabi tutulacak probiyotik bakteri suşu olarak *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 kullanılmıştır. *Lactobacillus acidophilus* ATCC (American Type Culture Collection-Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu) 4356 bakteri suşu Microbiologics firmasından orijinal paketi içinde liyofilize formda temin edilmiştir.

Besiyerleri, dilüsyon sınırları ve çözeltiler: Çalışmada bakteri suşlarının aktifleştirilmesinde ve mikrobiyolojik sayımların gerçekleştirilmesinde MRS broth (Merck) besiyeri kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik analizlerde dilüsyonların hazırlanmasında Tamponlanmış Peptonlu Su (Merck) kullanılmıştır.

Diğer kimyasal maddeler: Mikroorganizmaların kaplanmasında sodyum aljinat (Sigma), tampon çözelti hazırlanmasında $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck), $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Merck) kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme planı: Araştırma serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurma örneklerinden olmak üzere iki farklı muamele ve 0, 30, ve 90 günlük 3 farklı depolama süresi ile üç tekerrürlü olarak $2 \times 3 \times 3$ faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür.

Probiyotik suş ve geliştirilmesi

Kaplama işlemi uygulanacak *Lb. acidophilus* ATCC 4356 suşu öncelikle 9 ml MRS Broth besiyerine inoküle edilmiş ve ardından 37°C 'de 48 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda bu tüpten 2 mL alınarak yeni bir 9 mL'lik MRS Broth besiyerine inoküle edilmiş ve 37°C 'de 24 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyondan çıkarılan tüp vortekslenerek 500 mL'lik MRS Broth besiyerine aktarılmış

ve yeniden 37°C 'de 24 saat anaerobik ortamda inkübe edilmiştir. Elde edilen bakteri süspansiyonu 50 ml'lik 10 adet steril santrifüj tüplerine aktararak 5000 rpm'de 4°C 'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. İçerisinde sadece pellet bulunan tüpler, her seferinde üzerine 2–3 mL steril peptonlu su ilave etmek suretiyle sırasıyla birbirine aktararak en nihayetinde toplamda 34 mL bakteri süspansiyonu elde edilmiştir. Bu süspansiyondan 1 ml alınarak TPS içinde 10^{-6} düzeyine kadar seyreltikten sonra her bir dilüsyondan yayma yöntemiyle MRS agara (Oxoid) ekim yapılmıştır. Anaerobik koşullarda 37°C 'de 48 saat inkübasyonun ardından *Lb. acidophilus* ATCC 4356 suşu $\sim 10^9$ kob/ml'ye çoğaltılmıştır. Böylece ileride yapılacak olan işlemlerde inkübasyon sonundaki sayıları belirlemek üzere başlangıçtaki yaklaşık m.o. sayısı tespit edilmiştir (Ortakçı, 2010).

Probiyotik bakterilerin aljinat içerisine mikroenkapsülasyonu

Aljinat mikrokapsülleri, modifiye edilmiş kapsülleme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir (Krasaekoopt ve ark., 2003; Ortakçı, 2010). Buna göre 20 mL $\sim 10^9$ kob/ml'ye çoğaltılmış olan *Lb. acidophilus* ATCC 4356 kültür konsantrasyonu, %2,5 sodyum aljinat içeren 80 mL steril aljinat solüsyonuna manyetik karıştırıcı kullanılarak yaklaşık 10 dakika süreyle yavaş yavaş ilave edilmiş ve immobilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde ettiğimiz aljinat-bakteri süspansiyonu, aljinatın jel içerisinde küresel boncuk oluşturmasını sağlayan 500 mL 0.2 M CaCl_2 çözeltisi içerisine, steril 21 G şırınga yardımıyla damla damla aktararak ekstrüde edilmiştir. Damlacıkların CaCl_2 çözeltisi içerisine damlatılmasıyla birlikte aljinat, çapraz iyonik bağlanma sonucu 3 boyutlu kafes yapı içerisinde hücreleri hapsederek enkapsülasyonu gerçekleştirmekte ve jel küreler (mikrokapsüller) oluşmaktadır (Karthikeyan ve ark., 2014; Krasaekoopt ve ark., 2003). Son olarak CaCl_2 çözeltisi içerisindeki mikrokapsülleri elde etmek üzere Whatmann # 4 filtre kâğıdı kullanmak suretiyle süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtre edilen mikrokapsüller aynı gün dondurmaya katılmak üzere 4°C 'de steril petri kutusunda muhafaza edilmiştir. Ekstrüzyon tekniği kullanılarak elde edilen kalsiyum aljinat mikrokapsülleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Mikrokapsüllerin boyutlarının belirlenmesi: Mikrokapsüllerin boyutlarının belirlenmesi amacıyla 25 mL'lik dereceli silindir



Şekil 1. Kalsiyum-Aljinat Mikrokürelerinin görünümü

kullanılmıştır. 50 adet kapsül, içerisinde 10 mL saf su bulunan silindire ilave edilerek hacim artışı not edilmiş, daha sonra 1 adet kapsülün hacminden yola çıkılarak küre hacim formülünden çap hesaplanmıştır. Böylece bir kapsülün ortalama boyutu belirlenmiştir.

Mikrokapsül içerisindeki probiyotik bakteri düzeyinin belirlenmesi: Kuru formdaki aljinat mikrokapsüller içerisindeki bakteri düzeyini belirlemek amacıyla 1 g mikrokapsül 99 mL 0,2 M fosfat tamponu (pH 7.0) içerisine aktarılmış ve 10 dakika süresince stomacher cihazında homojenize edilmiştir. Bunu takiben uygun seri dilüsyonlar hazırlanmış ve MRS agar besiyeri kullanılarak yayma plak yöntemi ile canlı hücre sayımları belirlenmiştir (Ortakçı, 2010). Sonuçların ortalamaları, numunenin gramı başına koloni oluşturan birimin logaritması alınarak (log kob/g) ifade edilmiştir.

Mikroenkapsüle ve serbest bakterileri içeren dondurmaların depolanması: Mikroenkapsüle bakteri içeren dondurmaların hazırlanmasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikasından temin edilen dondurma kullanılmıştır. 50 mL'lik steril plastik tüplere 18'er g konulan dondurmalar oda sıcaklığında 10 dakika bekletilerek kısmen erimeleri sağlanmış ve içerisine 10^8 kob/g düzeyinde canlı kültür içeren kapsüllerden 2 g katılıp homojen bir karışım meydana getirilmiştir. Mikroenkapsüle bakterileri içeren dondurmalar 90 gün süreyle -18°C 'de depolamaya tabi tutulmuş ve 0, 30, ve 90 gün sonunda *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayımı gerçekleştirilmiştir.

Serbest bakteri içeren dondurmaların hazırlanmasında da yine 50 mL'lik steril plastik tüplere 9'er g dondurma konulmuş ve oda sıcaklığında 10 dakika bekletmek suretiyle kısmen erimeleri sağlanarak üzerine 1 ml bakteri süspansiyonundan ilave edilmiştir. Ardından 90 gün süreyle -18°C 'de depolamaya tabi tutulmuş ve 0, 30, ve 90 gün sonunda *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayımı gerçekleştirilmiştir. Böylece -18°C 'de muhafaza edilen dondurmalarda depolama periyodu boyunca serbest ve mikroenkapsüle bakterilerin canlılıklarındaki değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Depolama periyodu boyunca dondurma örneklerinden *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nın sayımı: Depolama boyunca örneklerdeki canlı bakteri düzeylerinde meydana gelebilecek değişimleri belirlemek amacıyla 0, 30, ve 90. günlerde mikrobiyolojik sayımlar gerçekleştirilmiştir. Buna göre hem serbest formdaki hem de enkapsüle formdaki probiyotik bakterileri içeren örneklerin 10^{-1} 'lik ilk dilüsyonları hazırlanarak stomacher cihazında homojenize edilmiş ve daha sonra uygun seri dilüsyonları hazırlanmıştır.

Son aşamada yayma plak yöntemiyle her bir dilüsyondan MRS agar (Oxoid) besiyeri kullanılarak anaerobik koşullarda (37°C 'de 48 saat) canlı bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir.

Dondurma örneklerinde duyusal analiz

Dondurmalar, oda sıcaklığında 20 dakika bekletilerek kısmen erimeleri sağlanmış ve 25'er gramlık porsiyonlara bölünerek içerisine 10^8 kob/g düzeyinde canlı kültür içeren kapsüllerden 1/100 oranında katılıp homojen bir karışım sağlanmıştır. Daha sonra 1 gün süreyle -18°C 'de depolamaya tabi tutulmuş ve ardından duyusal analizleri yapılmıştır. Analizlerde kontrol olarak serbest mikroorganizma katılmış dondurma kullanılmıştır.

Duyusal analizlerin gerçekleştirilmesinde, Türk Standartları Enstitüsü "TS 4265 Süt Esaslı Dondurma" standardı esas alınarak hazırlanan duyusal değerlendirme puan cetveli kullanılmıştır. 10 farklı panelist tarafından gerçekleştirilen bu değerlendirmelerde renk, görünüş, yapı, kıvam, tat ve koku kriterleri dikkate alınmıştır.

İstatistiksel analizler

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 17.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Varyanslar arasındaki farklılığın önem kontrolü One-way ANOVA varyans analizi kullanılarak saptanmış, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Mikrokapsüllerin Boyutlarının Belirlenmesi

Lb. acidophilus ATCC 4356 suşunun %2,5'lik sodyum aljinat ile kaplanmasında elde edilen kapsüllerin boyutlarının belirlenmesi amacıyla 50 adet kapsül, içerisinde 10 mL saf su bulunan 25 mL'lik dereceli silindire ilave edilmiş, sonuçta 0,5 mL'lik hacim artışı olmuştur. Buna göre 1 adet kapsülün yaklaşık hacmi 0,01 mL olarak tespit edilmiştir.

$$\text{Kürenin hacmi (V)} = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad 0,01 = \frac{4}{3} \times 3,14 \times r^3 \quad r^3 = 0,00238$$

$$r = 0,133 \text{ cm} \quad R = 2r \rightarrow R = 2 \times 0,133 = 0,266 \text{ cm}$$

Yaklaşık 2660 μm (2,66 mm) çap boyutuna sahip kapsül elde edilmiştir. Reid ve ark. (2005), peyniraltı suyu proteinlerini kaplama materyali olarak kullanarak ekstrüzyon yöntemiyle probiyotiklerin mikroenkapsülasyonunu gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yaklaşık 3 mm boyutlarında boncuklar elde etmişlerdir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, arzu edilen boyutta kapsül elde edildiğini söylemek mümkündür. Şüphesiz, kullanılan destek materyalinin çeşidi, konsantrasyonu, şırınga ve reaktörün birbirine olan uzaklığı ve şırınga başlığının çapı oluşan kürelerin boyutunu direkt olarak etkileyen en önemli parametrelerdir. Sheu ve ark. (1993), büyük kapsüllerin dondurmanın tekstüründe pürüzlülüğe ve kabalağa neden olabileceğini, çok küçük kapsüllerin de probiyotik bakterileri yeterli şekilde koruyamayabileceğini bildirmiştir.

Serbest ve Enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nın Depolama Süresince Dondurmadaki Gelişimi

Depolama stabilitesinin belirlenmesinde serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurma örnekleri -18°C 'de depolanmıştır. 3 farklı depolama süresi ile yapılan sayımlarla, kaplama işleminin mikroorganizmanın canlılığı üzerine etkisi belirlenmiştir. Başlangıçta serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayıları sırasıyla 8,55 ve 8,32 log kob/g iken depolama sonunda sırasıyla 7,60 ve 7,44 log kob/g'a düştüğü gözlemlenmiştir.

Deneme dondurma örneklerine ait depolama periyodunda elde edilen *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayıları (log kob/g) Tablo 1'de, canlılık oranları Tablo 2'te verilmiştir.

Serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurmalara ait depolama periyodunda *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayılarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablonun bakteri satırındaki anlamlılık değeri ($P=,718$, $P > ,05$), bakterilerin enkapsüle edilip edilmemesiyle canlı m.o. oranı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymaktadır.

Tablonun depolama satırındaki anlamlılık değeri ise, serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurmalarda, depolamanın bakterilerin canlılık oranları üzerine çok önemli etki ettiğini göstermektedir ($P < ,01$).

Bakteri*Depolama değerlerine baktığımızda, bakteri formunun ve depolama süresinin canlı m.o. oranı üzerindeki ortak etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($P = ,949$, $P > ,05$). Bu bulgular ışığında serbest ve enkapsüle bakteri içeren dondurmaların canlı m.o. oranları, bakteri formuna bağlı olarak farklılık göstermezken, depolama süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir denilebilir.

Deneme dondurmaların depolanması esnasında belirlenen serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nın canlılık oranlarına ait One-way ANOVA varyans analizi Tablo 4'te verilmiştir. Böylelikle farklı bakteri formlarına sahip dondurmaların canlı m.o. oranları arasında fark olup olmadığı belirlenmiştir.

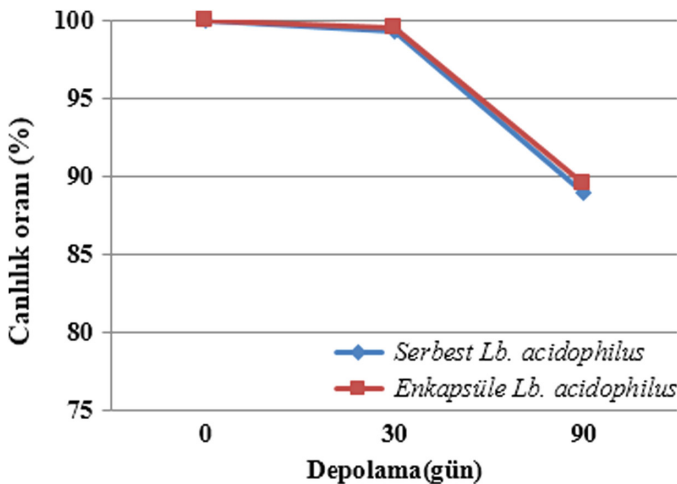
Buna göre göre serbest *Lb. acidophilus* ATCC 4356 depolama periyodunda ortalama %96,08 oranında canlılığını sürdürebilmişken, enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 ortalama %96,34 oranında canlı kalabilmiştir.

Yukarıdaki tabloya bakıldığında, enkapsüle bakteri içeren dondurma örneklerindeki canlı m.o. oranlarının serbest bakteri içeren dondurma örneklerindeki canlı m.o. oranlarından çok az farkla fazla olduğu görülmektedir. Ancak bu farklılıkların rastlantısal mı; yoksa herhangi bir etki sonucu mu olup olmadığını belirleyebilmek için ANOVA tablosunu incelememiz gerekir (Tablo 5).

ANOVA tablosunun Anlamlılık (p) sütunundaki değer 0,922 olduğu görülmektedir. Söz konusu değer 0,05'den büyük olduğu için serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nın 90 günlük depolamanın sonunda canlı kalabilme oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını söyleyebiliriz ($P > ,05$).

Deneme dondurmalarından depolama periyodunda belirlenen canlı m.o. oranlarına ait ortalamaların One-way ANOVA varyans analizi Tablo 6'da, Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 7'de verilmiştir. Böylelikle farklı depolama sürelerindeki dondurmaların canlı mikroorganizma oranları arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.

Görüldüğü üzere her iki tip dondurma esas alındığında depolama süresine bağlı olarak canlı m.o. oranlarında bir azalma söz konusudur (Tablo 6). Bununla birlikte Tablo 7'deki anlamlılık sütunundaki değerlerden, 0. gün ile 30. gün depolama süresinin canlı m.o.



Şekil 2. Deneme Dondurmalarında *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nin Canlılık Oranı Üzerine Depolama Süresi X Serbest/Enkapsüle Form İnteraksiyonunun Etkisi

oranları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($P > ,05$), 90. günde canlı m.o. oranlarındaki değişimin ise $P < ,05$ düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

Deneme dondurmalarında *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nın canlılık oranı (%) üzerine depolama süresi x serbest/enkapsüle form interaksiyonunun etkisi Şekil 2'de verilmiştir.

Sonuçların genel bir değerlendirmesi yapıldığında; soğuk depolamanın dondurma örneklerindeki canlı bakteri sayılarında azalmaya neden olduğu ve 3 aylık soğuk depolama boyunca mikroenkapsüle ve serbest formdaki bakterileri içeren dondurma örneklerindeki canlı bakteri düzeylerinde önemli bir değişiklik olduğu, buna karşılık serbest ve enkapsüle örnekler arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar Homayouni ve ark. (2008), Jurkiewicz ve ark. (2011) ve Karthikeyan ve ark. (2014) tarafından da elde edilmiş, 90 günlük depolama süresi sonunda dondurmalarındaki serbest ve enkapsüle *Lactobacillus casei* Lc-01, *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Bifidobacterium lactis* BI-04, *Lb. acidophilus* (LA-5) bakterilerinin canlılıklarında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte Homayouni ve ark. (2008) ve Karthikeyan ve ark. (2014)'nin çalışmalarında, söz konusu enkapsüle mikroorganizmalar, 180 günlük depolama süresi sonunda serbest mikroorganizmalara göre çok daha yüksek oranda canlılıklarını sürdürmüşlerdir. Dolayısıyla mikroenkapsüllemenin etkisinin, 120 günden daha uzun bir depolama süresinin sonunda gerçekleştiğini söylemek mümkün olacaktır.

Duyusal Analiz

Serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurmalarla ait renk ve görünüş, yapı ve kıvam, tat ve koku ile toplam kabul edilebilirlik duyuşal değerlendirme sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Tablolarda belirtilen puanlar, 10 farklı panelistin 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilen duyuşal analizde 1-5 puan aralığında yapılan değerlendirmelerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 9'da da görüldüğü üzere, yapılan istatistiksel analiz sonucunda serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurma örneklerinin, yapı ve kıvam ile toplam kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde önemli seviyede ($P < ,05$) farklılık arz ettiği; renk ve görünüş ile tat ve koku parametreleri arasındaki farkın ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bulunmuştur.

Deneme dondurma örneklerinin yapı ve kıvam özelliklerine ait duyuşal değerlendirme puan ortalamalarının One-way ANOVA varyans analizi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurma örnekleri yapı ve kıvam özellikleri bakımından genel olarak daha düşük puanlarla değerlendirilmiştir. Buna karşılık bazı panelistlerin enkapsüle bakteri içeren dondurma örneklerine ait yapı ve kıvam puanları "iyi" olarak değerlendirilen 4.0 ve üzerinde olmuştur (Tablo 11).

Deneme dondurma örneklerinin genel kabul edilebilirlik özelliklerine ait duyuşal değerlendirme puan ortalamalarının One-way ANOVA varyans analizi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre, enkapsüle *L. acidophilus* ATCC 4356 içeren dondurma örnekleri, toplam kabul edilebilirlik özellikleri bakımından genel olarak daha düşük puanlarla değerlendirilmiştir (Tablo 13). İstatistiksel analiz sonucunda da dondurma örneklerinin toplam kabul edilebilirlik özellikleri

Tablo 1.
Deneme Dondurma Örneklerine Ait Depolama Periyodunda Elde Edilen *Lb. acidophilus* ATCC 4356 Sayıları (log kob/g)

Dondurma Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)		
	0	30	90
Serbest	8,55 ± 0,083	8,49 ± 0,070	7,60 ± 0,285
Mikroenkapsüle	8,32 ± 0,078	8,28 ± 0,072	7,44 ± 0,125

Tablo 2.
Deneme Dondurma Örneklerine Ait Depolama Periyodunda Elde Edilen *Lb. acidophilus* ATCC 4356 Oranları (%)

Dondurma Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)		
	0	30	90
Serbest	100,00 ± 0,00	99,33 ± 0,74	88,92 ± 3,03
Mikroenkapsüle	100,00 ± 0,00	99,55 ± 0,13	89,46 ± 1,74

Tablo 3.
Serbest ve Enkapsüle Edilmiş Bakterileri İçeren Dondurmaların Depolanmasında *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nin Canlı Kalma Oranlarına (%) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Ana varyasyon Kaynakları	SD	<i>Lb. acidophilus</i> ATCC 4356 oranı (%)		
		KO	F	Anlamlılık
Bakteri (B)***	1	0,291	0,136	0,718
Depolama (D)	2	222,151	103,915	0,00**
Bakteri*Depolama BxD	2	0,112	0,052	0,949
Hata	12	0,589		

*Bakteri formu ve depolama süresinin m.o. oranı üzerindeki ortak etkisi

**P < ,01 düzeyinde önemli

***Bakteri, serbest ve enkapsüle m.o.'ları ifade etmektedir.

Tablo 4.
Dondurmaların Depolanmaları Sırasında Belirlenen Serbest ve Enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nin Canlılık Oranlarına (%) Ait Ortalamaların One-Way ANOVA Varyans Analizi

Mikroorganizma	N	<i>Lb. acidophilus</i> ATCC 4356 canlı kalma oranı (%)	
		Ortalama	Standart Sapma
Serbest	9	96,08	5,60 a
Enkapsüle	9	96,34	5,23 a

Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < ,05)

Tablo 5.
Serbest ve Enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356'nin Canlı Kalabilme Oranları Arasındaki One-Way ANOVA Varyans Analizi

<i>Lb. acidophilus</i> ATCC 4356 canlı kalma oranı (%)	SD	KO	F	Anlamlılık
Gruplar arasında	1	0,291	0,10	0,922
Gruplar içinde	16	29,386		
Toplam	17			

üzerinde örnekler arasındaki farkın, önemli olduğu bulunmuştur (P < ,05).

Enkapsüle *L. acidophilus* ATCC 4356'nin kullanıldığı dondurma örneklerine eklenen kapsüllerin duyuşal yönden etkisini

Tablo 6.
Depolama Periyodunda Belirlenen Canlı *Lb. acidophilus* ATCC 4356 Oranlarına Ait Ortalamaların One-Way ANOVA Varyans Analizi

Depolama	N	<i>Lb. acidophilus</i> ATCC 4356 canlı kalma oranı (%)	
		Ortalama	Standart Sapma
0. gün	6	100	0,00 a
30. gün	6	99,44	0,49 a
90. gün	6	89,19	2,23 b

Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < ,05)

Tablo 7.
Depolama Periyodunda Belirlenen Canlı *Lb. acidophilus* ATCC 4356 Oranlarına Ait Ortalamaların Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

<i>Lb. acidophilus</i> ATCC 4356 canlı kalma oranı (%)				
depolama (gün)	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
90	6	89,1950		
30	6		99,4467	
0	6			100,0000
Anlamlılık		1,000		,752
(I) depolama (gün)	(J) depolama (gün)	Ortalamalar arasındaki fark (I-J)	Standart hata	Anlamlılık
0	30	,55333	,76259	,752
	90	10,80500*	,76259	,000
30	0	-,55333	,76259	,752
	90	10,25167*	,76259	,000
90	0	-10,80500*	,76259	,000
	30	-10,25167*	,76259	,000

*Ortalamalar arasındaki fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

değerlendirmek amacıyla, panelistlerden özellikle tat ve koku ile yapı ve kıvam değerlendirmeleri sırasında dondurma örneklerinin ağızda herhangi bir pürüzlü yapı veya olumsuz bir his uyandırıp uyandırmadığına dikkat etmeleri istenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmelerde bazı panelistler tarafından düşülen özel notlarda, çeşitli dondurma örnekleri için "tekstürel yapısı, bilinen dondurma özelliğinde değil", "homojen olmayan bir yapı", "belirgin bir boncuğumsu kümelenme", "iyi erimemiş nişasta benzeri bir yapı" ifadeleri yer almıştır. Bu bağlamda panelistlerin, enkapsüle probiyotik bakteri ilave edilen dondurmaları, geleneksel dondurma tüketim alışkanlıklarından farklı olarak değerlendirdiği söylenebilir. Bazı örneklerde homojen olmayan bir yapıdan söz edilmesini, kapsüllerin dondurma içerisinde iyi bir şekilde karışmaması ve bunun sonucunda belli bir bölgede kapsüllerin toplanması ile açıklamak mümkündür. Bu durum, söz konusu ürünlerde yapı ve tekstürün damak tadına uygun şekilde geliştirilmesi gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Öte yandan kapsüller dondurmalara ilave edilmeden önce bir süre saf suda bekletilmesine rağmen, kapsüllerin eldesinde CaCl₂ çözeltisi kullanıldığından dolayı çok hafif derecede bir tuzluluk tadına sahip olduğu da ifade edilmiştir. Kapsüllerin ağızda meydana getirdiği "yabancı madde" hissi dışında renk, görünüş ve koku açısından herhangi bir olumsuzluk ifade edilmemiş; geleneksel dondurma tüketim alışkanlıklarından farklı olarak kapsüllerin

Tablo 8.
Serbest ve Enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 İçeren Dondurmalara Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Dondurma Örnekleri	Renk ve Görünüş	Yapı ve Kıvam	Tat ve Koku	Toplam Kabul Edilebilirlik
Enkapsüle	4,06 ± 0,82	3,63 ± 0,96	3,97 ± 0,80	3,72 ± 0,85
Serbest	4,43 ± 0,70	4,11 ± 0,71	4,24 ± 0,68	4,22 ± 0,62

Tablo 9.
Serbest ve Enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 İçeren Dondurmaların Duyusal Analiz Puanlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Renk ve Görünüş				Yapı ve Kıvam			
	SD	KO	F	Anlamlılık	SD	KO	F	Anlamlılık
Dondurma Örnekleri	1	2,017	3,417	0,070	1	3,408	4,732	0,034*
Varyasyon Kaynakları	Tat ve Koku				Toplam Kabul Edilebilirlik			
	SD	KO	F	Anlamlılık	SD	KO	F	Anlamlılık
Dondurma Örnekleri	1	1,093	1,964	0,166	1	3,750	6,703	0,012*

*P < ,05 seviyesinde önemli

Tablo 10.
Deneme Dondurma Örneklerinin Yapı ve Kıvam Özelliklerine Ait Duyusal Değerlendirme Puan Ortalamalarının One-Way ANOVA Varyans Analizi Sonuçları

Dondurma örnekleri	N	Yapı ve Kıvam	
		Ortalama	Standart Sapma
Serbest	30	4,11	0,71 a
Enkapsüle	30	3,63	0,96 b

Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < ,05).

Tablo 11.
Dondurma Örneklerinin Ortalama Yapı ve Kıvam Değerlendirme Puanları

Dondurma Tipi	Panelist No	Yapı ve Kıvam
		Ortalama Puan
Serbest	1	5,0 ± 0,0
	2	4,0 ± 1,0
	3	4,0 ± 0,0
	4	4,3 ± 0,5
	5	3,6 ± 0,5
	6	4,6 ± 0,5
	7	3,8 ± 0,7
	8	3,6 ± 1,1
	9	4,0 ± 1,0
	10	3,9 ± 0,1
Mikroenkapsüle	1	5,0 ± 0,0
	2	3,0 ± 1,0
	3	3,0 ± 0,0
	4	3,3 ± 0,5
	5	4,6 ± 0,5
	6	4,3 ± 0,5
	7	4,0 ± 0,5
	8	3,0 ± 1,0
	9	2,3 ± 0,5
	10	3,6 ± 0,1

Tablo 12.

Deneme Dondurma Örneklerinin Toplam Kabul Edilebilirlik Özelliklerine Ait Duyusal Değerlendirme Puan Ortalamalarının One-Way ANOVA Varyans Analizi Sonuçları

Dondurma örnekleri	N	Toplam Kabul Edilebilirlik	
		Ortalama	Standart Sapma
Serbest	30	4,22	0,62 a
Enkapsüle	30	3,72	0,85 b

Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < ,05$).

Tablo 13.

Dondurma Örneklerinin Ortalama Toplam Kabul Edilebilirlik Değerlendirme Puanları

Dondurma Tipi	Panelist No	Toplam Kabul Edilebilirlik
		Ortalama Puan
Serbest	1	5,0 ± 0,0
	2	4,1 ± 0,5
	3	4,0 ± 0,0
	4	5,0 ± 0,0
	5	4,3 ± 0,5
	6	4,3 ± 0,7
	7	3,9 ± 0,4
	8	3,6 ± 0,5
	9	4,0 ± 1,0
	10	3,8 ± 0,1
Mikroenkapsüle	1	5,0 ± 0,0
	2	3,6 ± 0,2
	3	4,0 ± 0,0
	4	3,3 ± 0,5
	5	4,6 ± 0,5
	6	4,0 ± 0,0
	7	3,8 ± 0,5
	8	2,6 ± 0,5
	9	2,3 ± 0,5
	10	3,7 ± 0,0

ağızda meydana getirdiği “yabancı madde” hissi dolayısıyla toplam kabul edilebilirliği düşük kalmıştır. Tüm bunlara karşılık, bazı panelistler tarafından dondurma içerisindeki bu kapsüller ilgi çekici bulunarak ağızda güzel bir his uyandırdığı ifade edilmiş ve toplam kabul edilebilirlik puanlamaları “iyi-tüketebilirim” olarak değerlendirilen 4.0 ve üzerinde olmuştur. Buna ilaveten kapsüllerin, çikolatalı veya farklı meyve aromalı soslarla kaplanmasıyla daha cezbedici bir görünüm oluşabileceği şeklinde fikirler de ileri sürülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada; destek materyali olarak aljinat kullanılarak gerçekleştirilen mikroenkapsülasyon işleminin, probiyotik *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 suşunun soğuk depolama sıcaklıklarına direnç özellikleri üzerine etkileri ve mikroenkapsüle probiyotik bakterilerin dondurma üretiminde kullanılabilirliği değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında, serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 probiyotik bakteri suşu içeren dondurmaların soğuk depolama süresince canlı bakteri sayılarında anlamlı bir azalma

belirlenmiş, ancak örnekler arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Hem serbest hem de enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 probiyotik bakteri suşunun, 90 günlük depolama süresi sonunda yaklaşık %89 oranında canlılığını sürdürebilmesi, enkapsülasyon işleminin bakteriyeye ilave bir koruyucu etki sağlamadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Örnekler arasında önemli bir farkın olmaması; gerek probiyotik *Lb. acidophilus* ATCC 4356 bakteri suşunun karakteristik özelliği olarak soğuğa karşı direnç göstermesi, gerekse de dondurmanın süt proteinleri (%3,4), yağ (%6,7) ve laktöz gibi süt bileşenlerini yoğun şekilde içermesi ve bu sayede probiyotik bakterileri koruması hatta çevreleyerek bir nevi kapsüllemesi neticesinde gerçekleşebileceği, buna ilave olarak pH değerinin probiyotik mikroorganizmaların yaşaması için uygun olmasından (pH: 5.5–6.5) kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu bağlamda gelecekte yapılacak çalışmalarda hayvan modelleri kullanımının yanı sıra başlangıç hücre sayıları, boncuk büyüklüğü, kaplama materyali seçimi ve konsantrasyonu ile taşıyıcı gıda maddesi seçimi gibi diğer parametreler incelemek gerekmektedir.

Öte yandan dondurmaların 90 günlük depolama periyodu boyunca, serbest ve enkapsüle *Lb. acidophilus* ATCC 4356 sayılarının 10^7 kob/g'ın altına düşmemiş olması son üründe probiyotiklerin arzu edilen düzeyde canlılığını koruduğunu, dolayısıyla bakterinin terapotik ve koruyucu özelliklerini göstermesi açısından dondurmanın iyi bir probiyotik süt ürünü olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Panelistlere duysal muayene öncesinde kapsüllerin içeriği hakkında bilgi verilmesi, dondurmalar üzerinde ilk gözlem esnasında oluşabilecek olumsuz izlenimi kırmış, bilinçli tüketime bağlı olarak kabul edilebilirlik artmıştır. Hayatımızın her anında bakterilerle iç içe yaşamamıza karşın, herhangi bir üründe -yararlı dahi olsa- bakterilerin kapsüller içerisine hapsedilmiş olması ve bu kapsüllerin net olarak görülmesi, tüketicilerde ister istemez bir çekince oluşturmuştur. Dolayısıyla bundan sonra yapılacak başka çalışmalarla probiyotik kültürlerle desteklenen dondurmalar ile ilgili eğitici kampanyaların düzenlenmesi ve tüketicilere bu ürünlerin yararını benimsetecek çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu manada gıda endüstrisinde bu amaca yönelik projeler yapıldığı uygulama alanları oluşturularak laboratuvar çalışması halindeki birçok çalışmanın pratikte uygulanabilme imkânı sağlanmalıdır.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağlımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - S.S., F.O., S.Sert.; Tasarım - S.S., F.O., S.Sert.; Dene-tleme - S.S., F.O.; Kaynaklar - S.S., F.O.; Malzemeler - S.S.; Veri Toplanması ve İşlenmesi - S.S.; Analiz ve Yorum - S.S., F.O.; Literatür Taraması - S.S.; Yazıyı Yazan - S.S.; Eleştirel İnceleme - S.S., F.O.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept - S.S., F.O., S.Sert.; Design - S.S., F.O., S.Sert.; Supervision - S.S., F.O.; Resources - S.S., F.O.; Materials - S.S.; Data Collection and/ or Processing - S.S.; Analysis and/ or Interpretation - S.S., F.O.; Literature Search - S.S.; Writing Manuscript - S.S.; Critical Review - S.S., F.O.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar




- Annan, N. T., Borza, A. D., & Hansen, L. T. (2008). Encapsulation in alginate-coated gelatin microspheres improves survival of the probiotic *Bifidobacterium adolescentis* 15703T during exposure to simulated gastro-intestinal conditions. *Food Research International*, 41(2), 184-193. [\[CrossRef\]](#)
- Bilginer, H., & Çetin, B. (2019). Probiyotikler ve Belirlenmelerinde Kullanılan in vitro Testler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 312-325. [\[CrossRef\]](#)
- Çakır, İ. (2006). *Mikroenkapsülasyon Tekniğinin Probiyotik Gıda Üretiminde Kullanımı*. Türkiye 9. Bolu: Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Poster Bildiriler Kongre Kitabı, 693-696.
- Chandramouli, V., Kailasapathy, K., Peiris, P., & Jones, M. (2004). An improved method of microencapsulation and its evaluation to protect *Lactobacillus* spp. in simulated gastric conditions. *Journal of Microbiological Methods*, 56(1), 27-35. [\[CrossRef\]](#)

- Davidson, R. H., Duncan, S. E., Hackney, C. R., Eigel, W. N., & Boling, J. W. (2000). Probiotic culture survival and implications in fermented frozen yogurt characteristics. *Journal of Dairy Science*, 83(4), 666-673. [\[CrossRef\]](#)
- Desmond, C., Fitzgerald, G. F., Stanton, C., & Ross, R. P. (2004). Improved stress tolerance of GroESL-overproducing *Lactococcus lactis* and probiotic *Lactobacillus paracasei*, NFBC338. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(10), 5929-5936. [\[CrossRef\]](#)
- Donkor, O. N. (2007). *Influence of probiotic organisms on release of bioactive compounds in yoghurt and soy yoghurt* (PhD thesis). Victoria University, School of Molecular Sciences, Faculty of Health, Engineering and Science, UK.
- Ergin, F. (2013). *Farklı sıcaklık-süre kombinasyonlarında ısıl strese maruz bırakılan L. acidophilus'un dondurma üretiminde kullanımının araştırılması* (s. 72). (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya.
- FAO / WHO, (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report. https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf.
- Guérin, D., Vuilleumard, J. C., & Subirade, M. (2003). Protection of bifidobacteria encapsulated in polysaccharide-protein gel beads against gastric juice and bile. *Journal of Food Protection*, 66(11), 2076-2084. [\[CrossRef\]](#)
- Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Yarmand, M. S., & Razavi, S. H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of symbiotic ice-cream. *Food Chemistry*, 111(1), 50-55. [\[CrossRef\]](#)
- Jurkiewicz, C., Boscaroli, M. P. M., Ferreira, R. G., Ribeiro, E. P., Prieto, W. H., & Kunigk, L. (2011). *Microencapsulation of probiotic bacteria with alginate and prebiotic and evaluation of survival in ice cream*. São Caetano do Sul, Brazil: Maua Institute of Technology.
- Kaleli, İ. (2007). Probiyotiklerin etki Mekanizması. *ANKEM Dergisi*, 21, 238-242.
- Karthikeyan, N., Elango, A., Kumaresan, G., Gopalakrishnamurthy, T. R., & Raghunath, B. V. (2014). Enhancement of probiotic viability in ice cream by microencapsulation. *International Journal of Science Environmental and Technology*, 3(1), 339-347.
- Kim, S., Cho, S. Y., Kim, S. H., Song, O., Shin, I., Cha, D. S., & Park, H. J. (2008). Effect of microencapsulation on viability and other characteristics in *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. *LWT - Food Science and Technology*, 41(3), 493-500. [\[CrossRef\]](#)
- Kırmacı, H. A., Hakan, K., & Atasoy, A. F. (2014). Farklı Oranlarda Probiyotik Lif İçeren Stevia Özü İlavlesinin Probiyotik Dondurmanın Kalite Özellikleri etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(3), 48-59.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal*, 13(1), 3-13. [\[CrossRef\]](#)
- Liserre, A. M., Ré, M. I., & Franco, B. D. G. M. (2007) Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* in Modified Alginate-chitosan Beads and Evaluation of Survival in simulated gastrointestinal conditions. *Food Biotechnology*, 21(1), 1-16. [\[CrossRef\]](#)
- Mandal, S., Puniya, A. K., & Singh, K. (2006). Effect of alginate concentrations on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NDCD-298. *International Dairy Journal*, 16(10), 1190-1195. [\[CrossRef\]](#)
- Mortazavian, A., Razavi, S. H., Ehsani, M. R., & Sohrabvandi, S. (2007). Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. *Iranian Journal of Biotechnology*, 5(1), 1-18.
- Muthukumarasamy, P., & Holley, R. A. (2006). Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*. *International Journal of Food Microbiology*, 111(2), 164-169. [\[CrossRef\]](#)
- Ortakçı, F. (2010). *Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonla Sağlığa Yararlı Etkilerinin Artırılması* (s. 50). (Yüksek Lisans Tezi). Yüksek Lisans Tezi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.

- Ortakci, F., Broadbent, J. R., McManus, W. R., & McMahon, D. J. (2012). Survival of microencapsulated probiotic *Lactobacillus paracasei* LBC-1e during manufacture of Mozzarella cheese and simulated gastric digestion. *Journal of Dairy Science*, 95(11), 6274–6281. [\[CrossRef\]](#)
- Ortakci, F., & Sert, S. (2012). Stability of free and encapsulated *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 in yogurt and in an artificial human gastric digestion system. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 6918–6925. [\[CrossRef\]](#)
- Özden, A. (2008). İnflamatuvar Barsak Hastalığında Probiyotiklerin yeri. *Güncel Gastroenteroloji*, 12(2), 121–127.
- Reid, A. A., Vuilleumard, J. C., Britten, M., Arcand, Y., Farnworth, E., & Champagne, C. P. (2005). Microentrapment of probiotic bacteria in a Ca²⁺-induced whey protein gel and effects on their viability in a dynamic gastro-intestinal model. *Journal of Microencapsulation*, 22(6), 603–619.
- Sanders, M. E., & Klaenhammer, T. R. (2001). Invited Review: The scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM Functionality as a probiotic. *Journal of Dairy Science*, 84(2), 319–331. [\[CrossRef\]](#)
- Şener, A. (2009). *Serbest ve Mikroenkapsüle Probiyotik Bakterilerin Ticari Dondurma Üretiminde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma* (s. 139). (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Shafiei, Y., Razavilar, V., Javadi, A., & Mirzaei, H. (2012). Survivability of free and microencapsulated *Lactobacillus plantarum* with alginate and resistant starch in simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10(3–4), 207–212.
- Sheu, T. Y., Marshall, R. T., & Heymann, H. (1993). Improving survival of culture bacteria in frozen desserts by microentrapment. *Journal of Dairy Science*, 76(7), 1902–1907. [\[CrossRef\]](#)
- Tsen, J. H., Huang, H. Y., Lin, Y. P., & King, V. A. (2007). Freezing resistance improvement of *Lactobacillus reuteri* using cell immobilization. *Journal of Microbiological Methods*, 70(3), 561–564. [\[CrossRef\]](#)
- Turgut, T. (2006). *Bazı Probiyotik Bakterilerin Dondurma Üretiminde Kullanım İmkanları* (s. 168). (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ünal, E., & Erginkaya, Z. (2010). Probiyotik Mikroorganizmaların Mikroenkapsülasyonu, *Gıda Dergisi*, 35(4), 297–304.

Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketimi ve Hayvan Refahı Konusundaki Bilinç Düzeylerinin Araştırılması

Investigation of the Awareness Level of Consumers about Red Meat Consumption and Animal Welfare

Ali KAYGISIZ¹ ,
Adile TATLIYER TUNAZ¹ ,
Oğuz ARSLAN² 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Tarım ve Orman Bakanlığı İl Müdürlüğü, Mersin, Türkiye

Öz

Bu araştırma, Mersin ilindeki tarım personelinin et tüketimine yönelik tutum ve davranışları ile hayvan refahı konusundaki görüşlerini incelemek amacıyla 2020 yılı Eylül-Kasım aylarında anket yoluyla yüz yüze görüşülerek yürütülmüştür. G*Power 3.0.10 yazılımı ile minimum örnek hacminin hesaplanmasında Priori power analizi T testi yaklaşımından yararlanılmıştır. Buna göre, etki büyüklüğü (d) 0,29; 0,80 güç (1-β); %95 güven aralığında ve 0,05 hata payı (α) ile minimum örnek hacmi 96 olarak hesaplanmıştır. Çalışma, anketlerin eksik ya da tutarsız olabileceği de göz önünde tutularak araştırmaya katılmayı kabul eden 100 kişi (n) ile yürütülmüştür. Mersin ilindeki tarım personelinin öncelikli olarak "kırmızı eti" (%48,3) ve en çok da "sığır" etini (%44,3) ve "koyun" (%40,1) etini tercih ettiği gözlenmiştir. Kırmızı eti tercih etmeme nedeni öncelikli olarak pahalı olmasından (%63,7) kaynaklanmaktadır. Katılımcılar arasında kırmızı eti tercih etme nedeninde ise ilk sırayı etin besleyici niteliği (%40,1) almaktadır. Tüketicilerin yarısından fazlası kırmızı eti en çok kendi belirledikleri kasaptan satın aldığı (%51,9), bunun nedeni ise satış yerinin güvenilir (%71,1) olmasını belirtmiştir. Kırmızı et en çok kıyma şeklinde satın alınırken (%40), porsiyonluk et ise en çok kuşbaşı şeklinde satın alınmaktadır (%74,6). Kırmızı et tüketim şekli ise en çok mangalda (ızgara) (%31,9) formunda tüketilmektedir. Katılımcılar hayvan refahı konusunda en çok "bakım-besleme" parametresinde (%36,2) endişe duyarken, çiftlik hayvanlarının yaşamlarında öncelikli (%23,4) olarak "olumsuz fiziki şartlar" parametresinin düzeltilmesinin gerekliliğini beyan etmişlerdir. Tüketicinin daha bilinçli hale gelmesi amacıyla kırmızı etin besin madde içeriği ve insan sağlığındaki önemi hakkında çeşitli bilgilendirmeler yapılmalı ayrıca, tüketicilerin hayvan refahı konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hayvan refahı, tüketici tutum ve davranışları, kırmızı et

ABSTRACT

This study was conducted by interviewing 100 people face-to-face with the aim of examining the attitudes and behaviors of agricultural personnel towards meat consumption and their views on animal welfare in September–November 2020 in Mersin Province. T test approach was conducted in Priori power analysis to calculate the minimum sample size with G*Power 3.0.10 software. Accordingly, the minimum sample size with 0.29 effect size (d=0.29), 0.80 power level (1-β=0.80), 95% confidence interval, and 0.05 significance level (α) was calculated as 96. Considering that the questionnaires may be incomplete or inconsistent, 100 people (n) who voluntarily participated in the study were included in the study. It was observed that the agricultural personnel in Mersin province preferred primarily "red meat" (48.3%) and mostly "beef" meat (44.3%) and "sheep" (40.1%). The reason for not choosing red meat is primarily because it is expensive (63.7%). Among the participants, the first reason for preferring red meat is the nutritious nature of meat (40.1%). More than half of the consumers stated that they mostly bought red meat from the butcher of their choice (51.9%), and this was because the place of sale was reliable (71.1%). Red meat is mostly purchased as minced meat (40%), while portioned meat is mostly purchased as "cubed" (74.6%). Red meat consumption method is mostly consumed in the form of barbecue (grilled) (31.9%). While the participants were most concerned about animal welfare in the "care-feeding" parameter (36.2%), they declared that the "negative physical conditions" parameter should be corrected as a priority (23.4%) in life's livestock. In order to make the consumer more conscious, various information should be given about the nutrient content of red meat and its importance in human health. In addition, the consumers need to be made aware of animal welfare.

Keywords: Animal welfare, attitudes and behaviors of consumers, red meat

Geliş Tarihi/Received: 15.06.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 08.10.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Ali KAYGISIZ
E-mail: alikaygisiz@ksu.edu.tr

Cite this article as: Kaygisiz, A., Tatliyer Tunaz, A., & Arslan, O. (2022). Investigation of the awareness level of consumers about red meat consumption and animal welfare. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 24-30.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Gelecek nesillerin sağlıklı bir şekilde yetişmesi ve insan sağlığının korunması için yeterli ve dengeli beslenme önemlidir. Bu açıdan, günlük alınması gereken hayvansal proteinlerin başında gelen et ve et tüketimi, çağlar boyunca insanoğlunun tükettiği en önemli gıdalardan biridir. Çünkü et, insanoğlunun büyüme-gelişme ve fizyolojik fonksiyonlarının yerine getirilebilmesinde temel ve en önemli hayvansal protein kaynağı olmasının yanında sahip olduğu biyolojik özellikleri nedeniyle de diğer gıda maddeleri ile karşılaştırılmaz bir yerdedir (Saygın & Demirbaş, 2018).

Et tüketimi, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin karşılaştırılması ve yaşam standartlarının belirlenmesinde de önemli bir parametredir (Sarıözkan ve ark., 2007). Ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça karbonhidratlı gıdaların tüketimi azalırken, proteinli gıdaların tüketimi artmaktadır (Saygın & Demirbaş, 2018). Türkiye’de ise daha çok bitkisel kaynaklı gıdaların tüketimi tercih edilirken, hayvansal kaynaklı gıdaların tüketimi gelişmiş ülkelere göre oldukça geridedir (Saygı & Bayhan, 2011).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı’nın (OECD) 2020 yılı verilerine göre dünyada kişi başına tüketilen toplam kırmızı et miktarı 22 kg/yıl; bu oran gelişmiş ülkelerde 39 kg/yıl iken az gelişmiş ülkelerde 2,85 kg’dır (Anonymous, 2021). Kırmızı “et tüketimi” arzın yüksek olması nedeniyle, Arjantin’de 51,2 kg, Avustralya’da 50,5 kg, ABD’de 49,8 kg, AB’de 45,4, Kanada’da ve Yeni Zelanda’da 34,3 kg ile dünya ortalamasının üzerindedir. OECD verilerine göre Türkiye’de ise kişi başına toplam kırmızı et tüketimi ise 12,5 kg ile dünya ortalamasını altındadır (Anonymous, 2020). Aktaş (2020), Türkiye’de son yıllardaki küçükbaş hayvan sayısındaki azalmaya bağlı olarak koyun eti tüketiminde %22’lik azalma, büyükbaş hayvan eti tüketiminde ise %107 artış gözlemlendiğini bildirmiştir.

Türkiye’nin coğrafi özelliklerinin büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğine elverişli olmasına rağmen, kişi başına kırmızı et tüketiminin bu kadar düşük kalması kişi başı gelirin düşük olması ve beyaz etin daha ucuz olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında, gelir dağılımındaki eşitsizlik, tüketici tercihleri, yıllık nüfus artışı oranı ve nüfus yapısında meydana gelen değişimler, gelenekler, iklim, tüketicinin eğitimi, etin hijyenik özellikleri, sağlık sorunları, gıda ile ilgili reklamlar, gıda güvenirliliği ve kalite, hazır gıda tüketimlerinin artması ve hayvan refahı et tüketiminde etkili sebepler olarak sayılabilir (Taşkın ve ark., 2020).

Yeterli ve dengeli beslenmede olmazsa olmaz ürün olan etin üretimi için yapılan her türlü çalışmada, et tüketimini etkileyen davranışların belirlenmesi gerekmektedir (Yaylak ve ark., 2010). Çünkü, et tüketiminde etkili davranışların belirlenmesi, iç pazarın şekillendirilmesinde, ulusal anlamda gıda politikalarının oluşturulmasında ve yatırımcıların uzun vadeli planlarında, ekonomik açıdan oldukça önem arz etmektedir (Doğan, 2019).

Bu amaçla, literatürde çoğu araştırmacı tarafından Türkiye’de farklı illerde yapılan pek çok çalışma mevcuttur (Karlı & Bilgiç, 2007; Karakuş ve ark., 2008; Karakaş, 2010; Ergönül, 2011; Lorcü & Bolat, 2012; Doğan, 2019; Taşkın ve ark., 2020). Kırmızı et tüketimine odaklanan bu çalışmada ise, kırmızı et tüketimindeki alışkanlıklarının belirlenmesi ve et tüketiminin hayvan refahı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırmanın materyalini Mersin ilinde 2020 yılında Eylül-Kasım aylarında anket yoluyla yüz yüze görüşülerek elde edilen veriler oluşturmaktadır.

Maksimum örnek hacmine ulaşmak amacıyla G*Power 3.0.10 yazılımı (Faul ve ark., 2007) kullanılmıştır. Priori power analizi T testi yaklaşımıyla yapılmıştır. Buna göre, etki büyüklüğü (d) 0,29; 0,80 güç (1-β); %95 güven aralığında ve 0,05 hata payı (α) ile minimum örnek hacmi 96 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre, bu çalışma anketlerin eksik ya da tutarsız olabileceği de göz önünde tutularak araştırmaya katılmayı kabul eden 100 kişi (n) ile yürütülmüştür. Çalışmanın yapılabilmesi için Akdeniz İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünden yasal izin, KSÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurul’undan etik kurul izni alınmıştır.

Çalışma anketörlerin kendi öz kaynakları ile yürütülmüş olup, herhangi bir kuruluş tarafından desteklenmemiştir. Çalışmanın örneklem hacmi Mersin-Merkez ilçesinde yürütüldüğünden elde edilen sonuçlar sadece örneklem hacminin alındığı bölgeye özgüdür.

Çalışmada, öncelikle ankete katılan katılımcıların genel karakteristik özellikleri ve tercih edilen et türleri üzerinde durulmuştur. Ardından, kırmızı eti satın alma şekli ve tüketim tercihleri ile et satışlarında hayvan refahının etkisi incelenmiştir.

Bulgular

Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikler

Ankete katılan katılımcıların genel karakteristik özellikleri ile sosyo ekonomik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’e göre değerlendirmeye alınan katılımcıların %70’i erkektir. Katılımcıların %4’ü 17–26 yaş, %26’sı 27–36 yaş, %50’si 37–46 yaş, %17’si 47–56 yaş aralığında ve %3’ü ise 57 yaşın üzerindedir. Katılımcıların %74’ü üniversite, %17’si ön lisans, %8’i lise ve %1’i de ilkököl mezundur. Hane halkı sayısına bakıldığında, katılımcıların %37’sinde 4 kişi, %34’ünde 3 kişi, %28’sinde 2 ve 5 kişi ve %1’inde 6 kişiden fazla kişi yaşamaktadır. Aylık ortalama hane geliri 5500 TL’den fazla olanlar katılımcıların %72’sini, 4500–5500 TL arasında olanlar %17’sini, 3500–4500 TL arasında olanlar %8’ini, 2500–3500 TL arasında olanlar %1’ini ve 1500–2500 TL arasında olanlar %2’sini oluşturmaktadır.

Kırmızı Et Tüketimine Yönelik Tutum ve Davranış Şekilleri

Araştırmada, kırmızı et tüketimine yönelik tutum ve davranışlar, cinsiyet, yaş, öğrenim durumu, hanedeki kişi sayısı ve aylık ortalama hane geliri grupları arasındaki farklılıklar dikkate alınmadan incelenerek sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’ye göre, katılımcıların öncelikli olarak tercih ettikleri et türü %48,3 ile kırmızı et olup, bunu %21 ile beyaz et, %16 ile balık ve %1 ile av etleri olmuştur. Etin her türlü tercih edenlerin oranı ise %13,7’dir.

Katılımcılar en çok sığır etini (%44,3) tercih ederken, bunu sırasıyla koyun eti (%40,6) ve keçi eti (%13,9) izlemektedir. Kırmızı et tüketim şekli daha çok mangalda (%31,9), fırında (%26,6) ve haşlama (%18,8) şeklindedir. Katılımcıların %47’si sucuk, sosis ve salam gibi işlenmiş kırmızı et ürünlerini sürekli tükettiğini bildirirken, %41’i ara sıra tükettiğini, %12’si ise hiç tüketmediğini bildirmiştir. Kırmızı eti tüketmeyen katılımcılara kırmızı eti tercih etmeme nedenleri sorulduğunda ilk sırayı %63,7’lik oranla kırmızı etin pahalı olmasından ve ardından %25,8’i ise kolesterol sebebiyle

sağlık endişesinden olduğu görülürken, %9,7'si ise beslenme alışkanlığından dolayı olduğu görülmüştür. Araştırmada, katılımcıların öncelikli olarak kırmızı eti tercih etme nedenini kırmızı etin besleyici olmasından (%40,1), lezzetli olmasından (%36,3) ve alışkanlık olmasından (%13,6) kaynaklandığı saptanmıştır.

Katılımcıların aylık ortalama et tüketimi çoğunlukla 3–4 kg arasında olup (%45), 3–4 kg'ın altında olanların oranı %33'dür. Katılımcıların %53'ü et tüketim durumunun bir önceki yıla göre değişmediğini belirtirken, %39'u azaldığını belirtmiştir.

Kırmızı Et Satın Alımına Yönelik Tutum ve Davranış Şekilleri

Katılımcıların eti satın aldığı yer, satın alınan yerin tercih edilme sebebi, satın alırken öncelikli olarak hangi hususlara dikkat ettiği, kırmızı et satın alma şekli ve porsiyonluk eti alma şekli ile ilgili bilgiler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Katılımcılar ilk sırada kendilerinin tercih ettikleri belirli bir kasap- tan eti satın alırken (%51,9), ikinci sırada marketten (%31,8) eti satın aldıklarını belirtmişlerdir. Et ve Balık kurumundan et satın alanların oranı ise %3,9'dur. Katılımcılara etin satın alındığı yerin tercih edilmesinin nedenleri sorulduğunda satış yerinin güvenilir olması (%71) ilk neden olarak belirlenmiştir. Satış yerinin sağlıklı hayvanlardan elde edilen eti satıyor olması da ikinci sırada gelmektedir (%22,6). Bununla birlikte kırmızı eti satın alırken öncelikle etin taze olması katılımcıların dikkat ettiği ilk durumdur (%65,3). Katılımcılar etin terbiyesinin yapılması durumuna ise %3,1 oranla son sırada önem vermiştir. Et en çok %40 oranla kıyma şeklinde katılımcılar tarafından satın alınırken %2,4 oranla karkas şeklinde satın alınmıştır. Porsiyonluk etin satın alınma şekli %74,6 oranla kuşbaşı şeklinde iken, %5,1 oranla biftek şeklinde satın alınma şekli son sıralarda yer almaktadır.

Hayvan Refahına İlişkin Tutum ve Davranışlar

Tüketicilerin hayvan refahına yönelik tutum ve davranışları Tablo 4'de özetlenmiştir.

Katılımcılara en fazla refah problemi yaşayan hayvan grubuna yönelik soruya verdikleri cevap %39,4 oranla ilk sırada besi sığırı olurken, süt inekleri %27,6 ile ikinci sırada yer almıştır. Koyun ise %14,2 oranla son sırada yer almıştır. Bakım ve besleme %36,2 oranla, çiftlik hayvanlarının refahı açısından en çok endişelenilen durum olarak ortaya çıkmıştır. Bunu %14,9 oranla kesim, %13,8 oranla barınma ve %9 oranla ötenazi izlemiştir.

Çiftlik hayvanlarının maruz kaldığı refah problemi ile ilgili tutum ve davranışlarda, katılımcılar %21,1 oranla hayvanlara yeterince bakım ve beslemenin yapılmadığını belirtmişlerdir. Ahır ve ağılların yeterince havalandırılmaması %20,1 oranında, hayvanların hareket ve dolaşım alanlarının yetersiz olması %17 oranında yine ahır ve ağılların basık ve dar olması %13,1 oranında birer refah problemi olarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında çiftlik hayvanlarının yaşamlarında öncelikli olarak düzeltilmesi gereken durumlar üzerinde de durulmuştur. Bu bakımdan, katılımcılar öncelikli olarak olumsuz fiziki şartların (%23,4) giderilmesi, yetersiz havalandırma ve dar alanın düzeltilmesi (%22,7), hastalıkların tedavi edilmesi (%13,5) hususunda özen gösterilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Düzeltilmesi gereken durumlar arasında en düşük oranları yaralanma (%2,8), ısınma sorunları (%4,3), acı (%4,9) ve susuzluk (%5,3) şeklinde belirtmiştir. Katılımcılar, kesim yerinin temizliği ve hijyen koşullarına dikkat edilmesinin (%41,1) ve kesim esnasında hayvanın strese sokulmamasının (%25,1) çiftlik hayvanlarının kesimi esnasında dikkat edilmesi gereken durumlar olarak belirtmişlerdir. Buna ilaveten, katılımcılar hayvan refahı açısından

kesim yapacak kişinin tecrübeli olması (%23,1) ve işlemin ağrısız olmasının da (%10,7) dikkat edilmesi gereken hususlar olduğunu bildirmişlerdir.

Katılımcıların kırmızı et ürünleri satın alırken “Ürün etiketinde refah bilgisine ait bilginin olmasını ister misiniz?” sorusuna verdikleri yanıtlarda, katılımcıların %77'si “Evet isterim” yanıtını verirken, %4'ü “Fark etmez” yanıtını vermişlerdir. “Hayvan refahına uygun bir şekilde yetiştirilmiş hayvanlardan elde edilen ürünler için fazladan ücret ödemek ister misiniz?” sorusuna katılımcıların %52'si “Evet” olarak cevaplarırken, %48'i “Hayır” cevabını vermişlerdir.

Araştırmada üzerinde durulan et tüketimine yönelik tutum ve davranışlar, et satışına yönelik tutum ve davranışlar, hayvan refahına ilişkin tutum ve davranışlar konularında cinsiyet, yaş, öğrenim durumu, hanedeki kişi sayısı ve aylık ortalama hane geliri dikkate alınmadan genel olarak incelenmiştir.

Araştırmada, tüketicilerin yaklaşık %50'si kırmızı eti tüketirken, %25'lik kısmı beyaz eti tercih etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Aygün ve ark. (2004)'in Van, Karakuş ve ark. (2008)'in Gaziantep'te yürüttükleri çalışma ile benzer, Atay ve ark. (2004)'nin Aydın'da yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlardan farklıdır. Atay ve ark. (2004), Aydın ilinde tüketicilerin öncelikli olarak beyaz et tercih ettiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, tüketici tercihlerinde bölgenin coğrafi konumunun ön planı çıktığını göstermektedir. Dolayısıyla, batı illerinde beslenme alışkanlıkları ile birlikte yemek kültürü de Doğu ve Güneydoğu illerine göre farklılık gösterebilmektedir.

Katılımcıların kırmızı eti satın alma yeri olarak tüketicilerin büyük oranda geleneksel kasap dükkanlarını tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Adana ilinde yapılan araştırma (Soro & Gültekin, 2020) sonuçları ile uyumludur.

Kırmızı etin elde edildiği hayvan türü bakımından, Mersin ilinde en fazla sığır eti tercih edilmiştir. Bu sonuçlar, Yaylak ve ark. (2010) ile Taşkın ve ark. (2020)'nin elde ettikleri sonuçlar ile uyumludur. Çalışmada Mersin ilinde kırmızı etin elde edildiği hayvan türünde koyun ikinci sırada yer almaktadır. Aygün ve ark. (2004) ile Atay ve ark. (2004)'nin yaptıkları çalışmalarda ise kırmızı etin elde edildiği öncelikli hayvan türü koyundur.

Araştırmanın sonuçlarına göre, kırmızı etin tercih edilme nedenlerinde “etin besleyici ve lezzetli olması” katılımcı görüşlerinin yoğunlaştığı öncelikli kriterlerdir. Bu sonuçlar, Aygün ve ark. (2004), Karakuş ve ark. (2008) ve Taşkın ve ark. (2020)'nin yürüttükleri çalışmalarla örtüşmektedir. Katılımcıların kırmızı etin, yeterli ve dengeli beslenmede insan sağlığında önemli bir role sahip olduğunun bilincinde olmasıyla ilişkilendirilerek, araştırmaya katılanların rejim programlarına özen gösterdikleri söylenebilir (Orak ve ark., 2006). Bununla birlikte, kırmızı etin besleyici özelliğine ilaveten lezzetli olmasından dolayı tercih edilmesinde katılımcıların kendi damak tadına da önem verdikleri söylenebilir.

Eğitim düzeyi ve gelir düzeyi ile ilişkilendirilerek kırmızı et tüketimine yönelik farklı illerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki varyasyonlar dikkat çekicidir (Atay ve ark., 2004; Onurlubaş, 2011). Onurlubaş (2011), çalışmasında tüketicilerin kırmızı et tüketiminde gelir seviyesinin pozitif yönde bir etkisi olduğunu bildirmiştir. Gelir düzeyinden bağımsız olarak kırmızı et tüketimine yönelik yürütülen bu çalışmada ise, gelir alt gruplarında bile kırmızı etin sevilerek tüketilebildiği görülmüştür. Mevcut çalışmada görülen bu davranış şekli, Karakuş ve ark. (2008)'nin yürüttükleri çalışmada da görülmüştür.

Tablo 1.
Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikler

İncelen Faktörler		n	%
Cinsiyet	Erkek	70	70
	Kadın	30	30
Yaş	17/26	4	4
	27/36	26	26
	37/46	50	50
	47/56	17	17
	>57	3	3
Öğrenim Durumu	İlkokul	1	1
	Ortaokul	0	0
	Lise	8	8
	Ön Lisans	17	17
	Üniversite	74	74
Hanedeki Kişi Sayısı	2	14	14
	3	34	34
	4	37	37
	5	14	14
	>6	1	1
Aylık Ortalama Hane Geliri	1500–2500	2	2
	2500–3500	1	1
	3500–4500	8	8
	4500–5500	17	17
	>5500	72	72

Antalya, Van ve Gaziantep'te yürütülen çalışmalarda kırmızı etin tüketiminde çoğunlukla koyun eti tercih edilmişken, Mersin'de yürütülen mevcut çalışmada ise Çine'de ve Elazığ'da yürütülen çalışmalara benzer olarak sığır eti tercih edilmiştir (Atay ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2004; Karakuş ve ark., 2008; Tosun & Hatırlı, 2009). Kırmızı etin satın alma şekli konusunda katılımcıların büyük çoğunluğunun eti kıyma ve kemiksiz parça şekli ile satın aldığı görülmüştür. Kırmızı etin tüketim şekli konusunda elde edilen sonuçlara göre Mersin ilinde, en çok mangalda (ızgara) et tüketildiği görülmüştür. Aynı şekilde, Karakuş ve ark. (2008), Gaziantep ilinde de kırmızı tüketiminin mangalda et şeklinde olduğunu bildirmiştir. Çine ve Van'da ise sebze yemek olarak tüketildiği görülmüştür (Atay ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2004). Böyle bir sonuçtan, bölgesel ve dolayısıyla kültürel farklılıkların kırmızı et tüketimi-pişirimi şeklinin etkilediği söylenebilir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler cinsiyet, yaş, öğrenim durumu, hanedeki kişi sayısı ve aylık ortalama hane geliri dikkate alınmadan hayvan refahı açısından genel olarak incelendiğinde en fazla refah problemi yaşayan hayvan türü konusunda besi sığırını belirten katılımcılar, hayvan refahı konusunda en çok endişelendikleri durumun ise bakım ve besleme olduğunu bildirmişlerdir. Katılımcıların tarım personeli de olması göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde bakım-besleme-kesim-sağlık hizmetleri konusunda da benzer oranlarda görüş bildirmişlerdir. Ayrıca "ötenazi" cevabını verenlerin oranı (%9) azımsanmayacak derecededir. Çiftlik hayvanlarının maruz kaldıkları refah problemleri üzerine sorulan sorularda, "yeterince bakım-beslemenin olmaması" ve "havalandırmanın yetersizliği" cevapları en yüksek oranda alınan cevaplardır. Bununla birlikte ahır-ağılların basık ve dar olması,

Tablo 2.
Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketimine Yönelik Tutum ve Davranış Şekilleri

		n	%
Öncelikli Et Türü	Balık	20	16
	Beyaz Et	26	21
	Kırmızı Et	60	48,3
	Av Etleri	1	1
	Hepsi	17	13,7
Öncelikli Tercih Edilen Kırmızı Et	Siğır	51	44,3
	Koyun	46	40,1
	Keçi	16	13,9
	Deve	0	0
	Diğer	2	1,7
Kırmızı Et Tüketim Şekli	Haşlama	29	18,8
	Fırında	41	26,6
	Mangalda	49	31,9
	Yağda Kızartmalık	18	11,6
	Diğer	17	11,1
Sucuk, sosis ve salam gibi işlenmiş kırmızı et ürünlerinin tüketimi	Evet	47	47
	Hayır	12	12
	Ara Sıra	41	41
	Misafir Geldiğinde	0	0
Kırmızı Et Tercih Etmeme Nedenleri	Balık	4	3,2
	Beyaz Et	8	6,5
	Kokusu	1	0,8
	Kolesterol	32	25,8
	Pahalı	79	63,7
Kırmızı Et Tercih Etme Nedeniniz	Lezzetli	48	36,3
	Besleyici	53	40,1
	Alışkanlık	18	13,6
	Ulaşımı Kolay	3	2,4
	Diğer	10	7,6
Aylık Ortalama Et Tüketimi	Hiç	1	1
	1–2 kg	32	32
	3–4 kg	45	45
	5–6 kg	15	15
	>6	7	7
Önceki Yıla Oranla Kırmızı Et Tüketme Durumu	Çok Azaldı	5	5
	Azaldı	39	39
	Değişmedi	53	53
	Az Arttı	3	3
	Çok Arttı	0	0

hayvanlardan kapasitelerinden daha fazla verim beklenmesi ve hayvanların dolaşım alanlarının yetersizliği gibi alınan cevaplar da benzer oranlardadır. Şüphesiz katılımcıların hayvan refahı üzerine bu şekilde cevaplar vermesi mesleklerinden dolayı beklenen bir durumdur. Ancak, çiftlik hayvanlarının yaşamlarında öncelikli olarak düzeltilmesi gereken konular üzerindeki cevaplar incelendiğinde katılımcıların hayvanların acı ve yaralanma hususunda en düşük oranlarda cevaplar vermesi, çiftlik hayvanları üzerinde acı duyularının düşük olduğu kanısına varılmıştır. Kesim esnasında

Tablo 3.
Tüketicilerin Kırmızı Et Satın Alımına Yönelik Tutum ve Davranış Şekilleri

		n	%
Etin Satın Alındığı Yer	Üreticiden Canlı Alırım	8	6,2
	Belirli Bir Kasaptan	67	51,9
	Et ve Balık Kurumu	5	3,9
	Marketlerden	41	31,8
	Rastgele Bir Kasaptan	5	3,9
	Diğer	3	2,3
Etin Satın Alınma Yerinin Tercih Edilme Sebebi	Ucuz	4	3,1
	Güvenilir	91	71,1
	Sağlıklı	29	22,6
	Çok Çeşit Et Bulunması	2	1,6
	Diğer	2	1,6
	Kırmızı Et Satın Alırken Dikkat Edilmesi Gerekenler	Tazelik	83
Ucuzluk		11	8,7
Yağsız Oluşu		22	17,3
Et Terbiyesi Yapılması		4	3,1
Diğer		7	5,6
Kırmızı Etin Satın Alma Şekli	Kıyma	68	40
	Kemiksiz	60	35,3
	Kemikli	31	18,2
	Porsiyonluk	7	4,1
	Karkas	4	2,4
Porsiyonluk Eti Alma Şekli	Bonfile	8	6,8
	Pirzola	12	10,1
	Biftek	6	5,1
	Kuşbaşı	88	74,6
	Diğer	4	3,4

dikkat edilmesi gereken konuların başında en çok hijyen durumuna öncelik veren katılımcılar, hayvanın strese girmemesi ve kesim yapacak kişinin tecrübeli olmasına da benzer oranlarda cevap vermişlerdir. Verilen bu cevaplardan, katılımcıların mesleki açıdan yeterliliklerinin ön plana çıktığı söylenebilir. Katılımcıların ürün etiketlerinde refah bilgisini istemesi ve hayvan refahına uygun şekilde yetiştirilmiş hayvanlardan elde edilmiş ürünler için ekstra para ödeme durumuna pozitif yaklaşımlarının yine mesleki deneyimlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Man (2016), yaptığı çalışmada çiftlik hayvanlarının yaşamlarındaki öncelikli olarak düzeltilmesi gereken refah durumuna yönelik sorusunda, katılımcıların "acı" cevabını verdikleri belirtmiştir. Araştırmacı çalışmada, katılımcıların ürün etiketinde refah bilgisi istemesine rağmen, hayvan refahına uygun koşullarda yetiştirilmiş hayvanlardan elde edilen ürünler için fazladan ücret ödemeyi red ettiklerini gözlemlemiştir. Halbuki, fazladan ücret ödeme istekliliği hayvan refahının iyileştirilmesi için başlangıç aşamalarından birisidir (Sert & Uzmay, 2017). Optimal hayvan refahı seviyesine ulaşılması ancak bu şekilde mümkün olacaktır. Harvey ve Hubbard (2013)'a göre ise gıda ürünlerine yüksek ücret ödemeye gönüllü olan tüketici sayısı hayvan refahı uygulamalarının kamu veya üçüncü taraf denetimine tabi olduğu bilgisi ve aynı ürünü satın alan tüketici sayısının artışı ile paralel olarak artmaktadır. Oysa yapılan çalışmalarda, böyle

Tablo 4.
Tüketicilerin Hayvan Refahı Konusundaki Görüşleri

Soru	Cevap	N	%	
En Fazla Refah Problemi Yaşayan Hayvan Grubu	Koyun	16	4,2	
	Keçi	24	18,8	
	Besi Sığırı	50	39,4	
	Süt İnekleri	35	27,6	
Çiftlik Hayvanlarında Refahı Açısından Endişe Duyulan Durum	Barınma	26	13,8	
	Bakım Ve Besleme	68	36,2	
	Nakliye	24	12,8	
	Kesim	28	14,9	
	Sağlık Hizmetleri	25	13,3	
	Ötanazi	17	9	
Çiftlik Hayvanlarının Maruz Kaldıkları Refah Problemleri	Ahır-Ağılların Yeterince Havalandırılmaması	58	20,1	
	Ahır-Ağılların Basık ve Dar Olması	38	13,1	
	Bakıcıların Hayvanlara Kötü Davranış Sergilemeleri	12	4,2	
	Hayvanların Hareket ve Olaşım Alanlarının Yetersiz Olması	49	17	
	Hayvanların Kendi Türlerine Özgü Davranışları Sergileyememesi	17	5,9	
	Hayvanların Kapasitelerinden Daha Fazla Verim Beklenmesi	35	12,1	
	Veteriner Hekim Hizmetlerinin Yetersiz Olması	19	6,5	
	Hayvanların Yeterince Bakım ve Beslemenin Yetersiz Yapılması	61	21,1	
	Çiftlik Hayvanlarının Yaşamlarında Öncelikli Düzeltilmesi Gerekenler	Acı	14	4,9
		Açlık	25	8,9
Susuzluk		15	5,3	
Hastalık		38	13,5	
Yaralanma		8	2,8	
Olumsuz Fiziki Şartlar		66	23,4	
Korku ve Endişe		17	6	
Isı Sorunları		12	4,3	
Normal Davranışları Ortaya Koyamama		23	8,2	
Havalandırma ve Yetersiz Dar Alan		64	22,7	
Çiftlik Hayvanlarının Kesimi Esnasında Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar	Hayvan Strese Sokulmamalıdır	47	25,1	
	Kesim Yerinin Temizliği ve Hijyen Koşulları	77	41,1	
	Kesim Yapacak Kişinin Tecrübeli Olması	43	23,1	
	Kesim İşleminin Ağrısız Bir Şekilde Yapılması	20	10,7	
Refah Bilgisi İster misiniz?	Evet İsterim	77	77	
	Hayır İstemem	6	6	
	Hiç Düşünmedim	13	13	
	Fark Etmez	4	4	
Fazladan Ücret Öder misiniz?	Evet	52	52	
	Hayır	48	48	

bir sonucun üreticinin fazladan masraf yaparak hayvan refahına uygun yetiştiricilik yapılmasının teşvik edilmesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Man, 2016). Mevcut çalışmada katılımcıların tarım personelinden oluşmasına rağmen elde edilen sonuçlardan, hayvan refahı kavramından hayvan sağlığının anlaşıldığı görülmüş ve dolayısıyla benzer bir durum ortaya çıkmıştır. Man (2016), hayvan refahı konusunda insanların bilinçlendirilmesi gerekliliğini savunması da, bu çalışmadan elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Sonuç ve Öneriler

Mersin ilinde yürütülen bu çalışmada, tarım personellerinin tercih ettiği kırmızı et türü, sığır etidir. Kırmızı eti tercih etmelerinin asıl sebebinin besleyici olmasını belirten tarım personeli, kırmızı eti kendilerinin bildikleri ve güvendikleri bir kasaptan satın almayı tercih etmektedir. Etin pahalı olması, tarım personelinin et tüketimini olumsuz etkilemiştir. Sucuk, salam, sosis gibi işlenmiş et ürünleri tüketen tarım personeli, en çok mangalda pişirim şeklini tercih etmiştir. Tarım personelinin hayvan refahı anlayışından ise hayvan sağlığını ve dolaylı olarak tüketici sağlığının farkında oldukları kanısına varılmıştır. Günümüzde tüketicinin daha bilinçli hale gelmesi amacıyla kırmızı etin besin madde içeriği ve insan sağlığındaki önemi hakkında çeşitli bilgilendirmeler yapılmalı ve hayvan hakları bakımından tüketicilerin bilinç seviyesinin artırılmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Etik Komite Onayı: Çalışmanın yapılabilmesi için KSÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan etik kurul izni alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.K., A.T.T., O.A.; Tasarım – A.K., A.T.T., O.A.; Denetleme – A.K., A.T.T., O.A.; Kaynaklar – A.K., A.T.T., O.A.; Malzemeler – A.K., A.T.T., O.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – A.K., A.T.T., O.A.; Analiz ve/veya Yorum – A.K., A.T.T., O.A.; Literatür Taraması – A.K., A.T.T., O.A.; Yazıyı Yazan – A.K., A.T.T., O.A.; Eleştirel İnceleme – A.K., A.T.T., O.A.

Teşekkür: Bu çalışmanın planlanması ve anket sorularının hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Mürsel KÜÇÜK'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee permission was obtained from KSU Science and Engineering Sciences Ethics Committee in order to carry out the study.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – A.K., A.T.T., O.A.; Design – A.K., A.T.T., O.A.; Supervision – A.K., A.T.T., O.A.; Resources – A.K., A.T.T., O.A.; Materials – A.K., A.T.T., O.A.; Data Collection and/or Processing – A.K., A.T.T., O.A.; Analysis and/or Interpretation – A.K., A.T.T., O.A.; Literature Search – A.K., A.T.T., O.A.; Writing Manuscript – A.K., A.T.T., O.A.; Critical Review – A.K., A.T.T., O.A.

Acknowledgments: We thank Professor Doctor Mürsel Küçük who provided full support in the preparation of survey questions and planning of this study for his contributions.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.





Kaynaklar

- Aktaş, G. (2020). Canlı hayvan ve karkas ithalatının kırmızı et fiyatlarına etkisi: Türkiye'de ithalatın regülasyonu. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 7(21), 12–29.
- Anonymous. (2020). *OECD. Meat consumption*. Retrieved from <https://data.oecd.org/agr-output/mean-t-consumption.htm> (Accessed date 5 October 2021).
- Anonymous (2021). *OECD-FAO. Agricultural Outlook, 2017–2026*. Retrieved from <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=76854#> (Accessed date 5 October 2021).
- Atay, O., Gökdal, Ö., Aygün, T., & Ülker, H. (2004). *Aydın ili Çine ilçesinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları*. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1–4, 348–354.
- Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., & Ülker, H. (2004). *Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlığı*. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1–4, 361–364.
- Demirbaş, N., & Saygın, Ö (2018). Türkiye'de kırmızı et tüketimi: Sorunlar ve öneriler. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 32(3), 567–574.
- Doğan, N. (2019). TRA1 bölgesinde (Erzurum, Erzincan, Bayburt) hanelerin kırmızı et, tavuk eti ve balık eti tüketimine yönelik mevcut durum üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 285–295.
- Ergönül, B. (2011). Meat consumption and buying behaviors of consumers living in Manisa city center, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(3), 286–290.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.
- Harvey, D., & Hubbard, C. (2013). Reconsidering the political economy of farm animal welfare: An anatomy of market failure. *Food Policy*, 38, 105–114.
- Karakuş, G. (2010). *Tokat İli Kenttsel Alanda Et ve Et Ürünleri Tüketiminde Tüketici Kararlarını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. (s. 81). Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Karakuş, K., Aygün, T., & Alarslan, E. (2008). Gaziantep ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(2), 113–120.
- Karlı, B., & Bilgiç, A. (2007). Factors affecting meat and meat products consumption quantities in Sanliurfa Province. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 127–136.
- Lorcu, F., & Bolat, B. A. (2012). Edirne ilinde kırmızı et tüketim tercihlerinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 71–85.
- Man, H. Ö. (2016). *Van'da Kırmızı Et Tüketim Alışkanlığı ve Tüketicilerin Hayvan Refahı Konusundaki Görüşleri*. (s. 58). (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Onurlubaş, E. (2011). *Tüketicilerin Gıda Güvenliği Konusunda Bilinç Düzeylerinin Ölçülmesi: Tokat İli Örneği*. (s. 180). (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Orak, S., Akgün, S., & Orhan, H. (2006). Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 13(2), 5–11.
- Sarıözkan, S., Cevger, Y., Demir, P., & Aral, Y. (2007). Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğrencilerinin hayvansal ürün tüketim yapısı ve alışkanlıkları. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16(3), 171–179.
- Saygi, H., & Bayhan, B. (2011). Analysis of Turkey's import demand of fishery products. *African Journal of Agricultural Research*, 6(7), 1853–1856.
- Sert, H., & Uzman, A. (2017). Adnan Menderes Üniversitesi Dünya'da hayvan refahı uygulamalarının ekonomik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 263–276.
- Soro, N., & Gültekin, U. (2020). Red meat consumption structure and consumer behavior in the urban area of Adana Province. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 35(2), 143–150.

- Taşkın, T., Engindeniz, S., Gbadamonsi, A. A., Kandemir, Ç., & Koşum, N. (2020). Analysis of red meat consumption preferences of youth: A case study for Ege University students. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1), 63–71.
- Tosun, Ö. O., & Hatırlı, S. A. (2009). Tüketicilerin kırmızı et satın alım yerleri tercihlerinin analizi: Antalya İli örneği. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics, Administrative Sciences*, 14(2), 433–445.
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., & Konca, Y. (2010). İzmir İli Ödemiş İlçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51(1), 21–30.

Türkiye’de Döviz Kuru Bağlamında Dana Karkas, Kuzu Karkas ve Yemlik Buğday Piyasalarının Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) Modeli ile Tahmin Edilmesi

Estimating the Conditional Variance Volatilities of Beef Carcass, Lamb Carcass, and Fodder Wheat Markets in the Context of Exchange Rate Using VAR(2)- Asymmetric BEKK-GARCH (1,1) Model

Faruk URAK¹,
Abdülbaki BİLGİÇ²,
Vedat DAĞDEMİR²,
Hüseyin ÖZER²

¹TRT Erzurum Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bilecik, Türkiye

³Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, Türkiye’de dana ve kuzu karkas piyasaları ile yemlik buğday piyasası arasındaki uzun dönem belirsizlik geçişkenliklerinin ortaya çıkarılması ve bu geçişkenliğin simetrik olup olmadığı ortaya konulmuştur. Bu çalışmada 2005:01-2019:06 dönemi günlük verileri ile VAR(2)-Asymmetric BEKK-GARCH(1,1) modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerinin koşullu varyanslarının döviz kurundaki artışlarından ve ithalatın yapılmadığı dönemlere göre ithalatın yapıldığı dönemlerden anlamlı bir şekilde etkilendikleri tespit edilmiştir. Çalışmada kuzu karkasın dana karkasa göre daha fazla risk taşıdığı belirlenmiştir. Dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerinin koşullu varyansları hem kısa dönemde doğrudan ve dolaylı şoklardan hem de getiri serilerinin koşullu varyansları doğrudan ve dolaylı olarak diğer getiri serilerinin uzun dönem kalıcı oynaklığından istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkilendiği gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde, politika yapıcılara üretici fiyat belirsizliklerini azaltacak tarım politikalarına yönelmesi gerektiği ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Dana ve kuzu karkas, döviz kuru, yemlik buğday, fiyatlar, oynaklık

ABSTRACT

In the study, the long-term volatility pass-throughs between beef, lamb carcass, and fodder wheat markets in Turkey and whether such pass-throughs are symmetrical or not were estimated. The study used VAR (2)-Asymmetric BEKK-GARCH (1,1) method using daily data from both 2005:01-2019:06 periods. The results showed that conditional variances of the beef carcass, lamb carcass, and fodder wheat markets were statistically significantly affected by the increase in exchange rates and the periods when imports were made than the periods when imports were absent. We finally concluded that the lamb carcass had more risks than the beef carcass. Conditional variances of beef carcass, lamb carcass, and fodder wheat markets were statistically significantly affected by direct and indirect of both their and return series in the short and long term. As the results show, we can conclude that policy makers should turn to agricultural policies that will reduce producer price uncertainties.

Keywords: Beef and lamb carcass, exchange rate, feed wheat, prices, volatility

*Bu çalışma Faruk Uruk’in doktora tezinin birinci bölümünden elde edilmiştir.

Geliş Tarihi/Received: 23.06.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 05.10.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Faruk URAK

E-mail: farukurak.trt@gmail.com

Cite this article as: Uruk, F., Bilgiç, A., Dağdemir, V., & Özer, H. (2022). Estimating the Conditional Variance Volatilities of Beef Carcass, Lamb Carcass, and Fodder Wheat Markets in the Context of Exchange Rate Using VAR(2)- Asymmetric BEKK-GARCH (1,1) Model. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1):31-41.



Giriş

İkibinli yıllardaki tarımsal hammadde fiyatlarındaki artışlar, tarım ekonomistleri tarafından daha çok arz ve talep şoklarının bir kombinasyonu olarak düşünülmüştür (Gilbert, 2010a; Mitchell, 2009; Rosegrant ve ark., 2008). Tarımsal hammadde fiyatlarındaki artışların altında yatan talep taraflı sebeplere bakıldığında, daha çok biyoyakıt üretimindeki inanılmaz artışların (OECD, 2008) ve gelişmekte olan ülkelerdeki güçlü ekonomik büyümeler ile beslenme desenlerinin değişmesi olduğu ifade edilmiştir (Abbott ve ark., 2011). Uzun dönem biyoyakıt üretiminin mısır fiyatları üzerindeki etkisinin yaklaşık %47,00, buğday ve pirinç fiyatları ile mısır fiyatları arasında sırasıyla %26,00 ve %25,00 fiyat artış ikamesi olduğu vurgulanmıştır (Rosegrant ve ark., 2008).

Arz yönlü sebeplere bakıldığında ise olumsuz şoklar (piyasa fiyat sinyallerinin zayıf olarak çiftçilere aktarılması gibi), petrol fiyatlarındaki yükselişin yarattığı yüksek üretim maliyetleri ve başlıca üretici ülkelerdeki kötü hava koşulları tarım ürünleri fiyatlarındaki artışların başlıca sebepleri iken; tarımdaki türev piyasalarındaki büyümekte olan yatırımların varlığı (tarım ürünleri piyasaların finansallaştırılması) ve doların değer kaybetmesi tarımsal ürünlerin fiyatlarında artışa neden olmuştur (Mitchell, 2009). Örneğin dolar değer kaybettiğinde, ABD dışındaki ülkelerde cari satın alma gücünün artmasıyla birlikte bu ülkelerin ithalatları da artmakta ve bu durum tarım ürünlerinin fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır (de Gorter ve ark., 2013; Fernandez, 2014).

Petrol fiyatlarıyla tarım ürünleri fiyatları döviz kuru aracılığıyla birbirlerini dolaylı olarak etkilemektedirler. Dünya petrol ticareti ABD doları ile yapıldığından dolayı petrol fiyatındaki değişimler tüm ülkelerin para birimleri üzerinde doğrudan etkisi vardır. Tarım ürünleri fiyatlarının petrol fiyatları ve reel \$ arasındaki iki yönlü nedensellik ilişkilerden güçlü bir şekilde etkilendiğini ve bu nedenle uzun dönemli nedensellik analizlerinde, petrol fiyatlarının ve reel \$'ın tarım ürünleri fiyatlarını tahmin etmek için öngörücü bir güce sahip olduğunu vurgulamışlardır (Guellil ve ark., 2018). Bu bağlamda özellikle petrol fiyatlarındaki oynaklıkların döviz aracılığıyla temel gıda fiyatları üzerindeki etkisi göz ardı edilmez (Adom, 2014). Ayrıca Rezitis (2015) tarafından yapılan çalışmada hem ham petrol fiyatlarının hem de \$'ın uluslararası tarım ürünlerinin fiyatlarını birlikte etkilediğini belirtilmiştir. İthal tarım ürünleriyle döviz kuru arasında Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur (Burakov, 2016).

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunluğu tarımsal üretimde girdi olarak kullanılan ham petrol ve petrol türevlerinin net ithalatçı konumunda olmaları ile döviz ihtiyacı duymaktadırlar. Bu malların alımları \$ üzerinden gerçekleştiğinden dolayı ham petrol fiyatındaki oynaklıklar, \$ cinsinden ticaret yapan ülkelerin döviz rezervlerini olumsuz etkilemektedir (Adom, 2014; Salisu & Mobolaji, 2013). Bu nedenle dünya pazarındaki ham petrol fiyatlarının yükselmesi, yüksek ithalat faturaları ve makine, su ürünleri yetiştiriciliği, hayvancılık ve ormancılık, dağıtım ve biyokimyasal (gübre ve tarım ilaçları) gibi girdiler dâhil olmak üzere yüksek üretim maliyetleri nedeniyle net petrol ithalatçı ülkelerde gelir kaybına neden olabilmektedir (Gilbert, 2010a; Adom, 2014; Pal & Mitra, 2017; Salisu & Mobolaji, 2013). Tüm bu faktörler sonuçta tarımsal gıda fiyatlarının artmasına neden olmakla birlikte az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gıda güvenliği sorununu meydana getirmektedir (Barsky & Kilian, 2001).

Türkiye petrol ve petrol türevleriyle tarımsal ürünlerin diğer girdilerinde dışa bağımlılığın (net ithalatçı konumunda) dolayı \$'dan meydana gelebilecek oynaklıklardan etkilenmektedir. Döviz kuru piyasasındaki oynaklığın gıda piyasalarına geçişkenliğinin büyük tehdit oluşturduğu, bu piyasalar arasındaki oynaklıkların minimize edilerek sektörlerde istikrarın sağlanmasında sözü edilen oynaklıkların yön ve büyüklüklerinin bilinmesi Türkiye için son derece büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de döviz kuru ve ithalat bağlamında dana ve kuzu karkas ile yemlik buğday piyasaları arasında piyasa getiri seviyelerinin ve getiri geçişkenliklerinin yön ve büyüklükleri ilk kez ampirik olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca makro ekonomik değişkenler olan döviz kuru ve ithalatın dana ve kuzu karkas ile yemlik buğday piyasalarının hem getiri denklemlerinde hem de koşullu varyanslarında kontrol altına alınarak, döviz kuru ve ithalat piyasalarında meydana gelen tek yönlü belirsizliklerin dana ve kuzu karkas ile yemlik buğday piyasalarında ne tür bir etki meydana getirdiği ortaya konulmuştur.

Gereç ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler; Türkiye'de 2005:01–2019:06 dönemini kapsamakta olup; dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday fiyatları ile makroekonomi piyasalar olan dolar döviz kuru ve ithalat değişkenleri ile sınırlıdır.

Ekonometrik Model

Bu çalışmada VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) Modeli kullanılmıştır. Bu model bir taraftan koşullu vektör otoregresifi içerirken, diğer taraftan koşullu varyans denkleminde bağımlı çok değişkenli GARCH sürecini içermektedir. Bununla birlikte bu model pozitif ve negatif şokların eşit büyüklükte olmadığını varsayarak asimetrik etkileri koşullu varyans denkleminde ilave etmekle diğer modellere üstünlük sağlamıştır (Rahman & Serlitis, 2012; Salisu & Oloko, 2015). Bu bağlamda söz konusu model, finansal piyasalarda şoklarının asimetrik etkisinin sıkça araştırıldığı bu günlerde, finansal zaman serileri değişkenleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklarının modellenmesi tercihimize bir gerekece olmuştur. Ayrıca model, BEKK parametrelemesi ile kalıntıların tüm değerleri için koşullu ve ortak varyansın pozitif kesinliğini de tanımlamaktadır (Rahman & Serlitis, 2012; Salisu & Oloko, 2015). Her bir getiri değişkeninin koşullu ortalamaları ve koşullu varyansları denklemi sırasıyla Eşitlik 1 ve 2'de verilmiştir (Rahman & Serlitis, 2012; Salisu & Oloko, 2015).

$$R_t = \mu + \sum_{j=1}^p \Gamma_j R_{t-j} + \Phi E + \omega I + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada; R_t ($R_{\text{dana karkas}, t}$, $R_{\text{kuzu karkas}, t}$ ve $R_{\text{yemlik buğday}, t}$) sektördeki piyasaların getiri vektörünü göstermekte olup; $R_t = 100 * \ln(P_t / P_{t-1})$ şeklinde hesaplanmaktadır. Burada; P_t ilgili piyasanın reel fiyatını gösterirken, \ln doğal logaritma simgesini ifade etmektedir. P_{t-1} ise P_t 'nin gecikme değerini ifade etmektedir. Eşitlik 1'deki R_{t-1} ve ε_{t-1} sırasıyla her bir piyasa getirisinin gecikmesini ($R_{\text{dana karkas}, t}$, $R_{\text{kuzu karkas}, t}$ ve $R_{\text{yemlik buğday}, t}$) ve kısa dönem şokların gecikme vektörlerini ifade etmektedir. Ayrıca j =yemlik buğday, dana ve kuzu karkas piyasalarını ifade ederken, i AIC, BIC ver HQ kriterleri tarafından belirlenecek gecikme (lags) düzeyini ifade etmektedir. μ her bir piyasa getirisine ait sabit terim parametresini, E (Exchange Rate, Döviz kuru) ve I (Import, İthalat) sırasıyla döviz kuru ve ithalat değişkenlerini ifade etmektedir. Φ ve ω katsayıları ise sırasıyla bu değişkenlerin etkisini ölçmektedir. Ayrıca I kukla değişkeni yapısında olup; kırmızı etin ithal edildiği aylarda 1 diğer aylarda

ise 0 değerini almaktadır. Yukarıdaki getiri formülü kullanılarak günlük bazda döviz kuru getiri serisi hesaplanmıştır. Eşitlik 3'teki koşullu varyans denkleminde kalıntıların negatif olduğu durumda 1, aksi takdirde 0 olarak kodlanarak, negatif kalıntı etkisinin pozitif kalıntı etkisinden ayırıştırılan asimetriye imkan tanınmaktadır. Ayrıca, dana ve kuzu karkas piyasalarında ithalatın piyasa getirileri üzerindeki etkisini ölçmek için Eşitlik 1 yeniden düzenlenmiş olup; Eşitlik 2 olacak şekilde elde edilmiştir. Grier ve ark. (2004) geliştirdikleri asimetrik BEKK-GARCH modeli için koşullu varyans denklemini Eşitlik 2 şeklinde ifade etmişlerdir,

$$H_t = \Upsilon Y' + \sum_{k=1}^g A'_k \varepsilon_{t-k} \varepsilon'_{t-k} A_k + \sum_{j=1}^f B'_j H_{t-j} B_j + D' \xi_{t-1} \xi'_{t-1} D \quad (2)$$

Burada; H matrisi iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm eşitliğin sabitleri olan ((C, egzojen değişken olarak öngörülen Döviz kuru (exchange rate, E) ve ithalat (I)) değişkenlerinden oluşmaktadır. Diğer taraftan eşitliğin ikinci bölümü ise kısa dönem şoklar (ε_{t-k}), uzun dönem belirsizlik (H_{t-j}) ve asimetrik etki (ξ_{t-1}) değişkenlerinden oluşmaktadır. Birinci bölüm, $Y = (C + \Phi E_t + \varphi I_t)$ şeklinde gösterilebilir. İkinci bölüm ise $\sum_{k=1}^g A'_k \varepsilon_{t-k} \varepsilon'_{t-k} A_k + \sum_{j=1}^f B'_j H_{t-j} B_j + D' \xi_{t-1} \xi'_{t-1} D$ şeklinde ifade edilebilir. BEKK yönteminin ölçülebilirliği ε_t kalıntıları için H_t kesin pozitif tanımlı olmasını garantilemekte ve simetri varsayımını yumuşatmasıyla koşullu ve ortak varyans matrisi (H_t) üzerinden pozitif-negatif şoklara verilen farklı görelî tepkilere izin vermektedir. Burada; C, Φ ve φ , A, B ve D $m \times m$ (3×3) boyutunda matrislerdir. Buna ek olarak C, Φ ve φ alt köşegen matrisleri olup; sırasıyla varyans eşitliklerinin sabit katsayılarını, döviz kuru piyasasının ve ithalatın ilgili piyasadaki oynaklık üzerindeki geçişkenlik iletimini ölçmektedir. Diğer taraftan, A ve B matrisleri sırasıyla kısa dönem şokları ve uzun dönem volatilité parametrelerini gösterirken, D matrisi ise asimetrik etkiyi gösteren parametreler olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Eşitlik 2'nin analitik yapısı Eşitlik 3'teki gibi olup; Eşitlik 2'de üç piyasa arasındaki koşullu varyans etkileşimlerini anlamak için matris çarpımı yapılarak her piyasaya koşullu varyans ve kovaryanslar elde edilebilmektedir:

$$h_{j,t} = \Upsilon Y' + \left(a_{j1}^2 \varepsilon_{1,t-1}^2 + 2a_{j1} a_{j2} \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} + 2a_{j1} a_{j3} \varepsilon_{3,t-1} \varepsilon_{1,t-1} \right) + \left(a_{j2}^2 \varepsilon_{2,t-1}^2 + 2a_{j2} a_{j3} \varepsilon_{3,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \right) + \left(a_{j3}^2 \varepsilon_{3,t-1}^2 \right) + \left(b_{j1}^2 h_{1,t-1} + 2b_{j1} b_{j2} h_{2,t-1} + 2b_{j1} b_{j3} h_{3,t-1} \right) + \left(b_{j2}^2 h_{2,t-1} + 2b_{j2} b_{j3} h_{3,t-1} \right) + \left(b_{j3}^2 h_{3,t-1} \right) + \left(d_{j1}^2 \xi_{1,t-1}^2 + 2d_{j1} d_{j2} \xi_{2,t-1} \xi_{1,t-1} + 2d_{j1} a_{j3} \xi_{3,t-1} \xi_{1,t-1} \right) + \left(d_{j2}^2 \xi_{2,t-1}^2 + 2d_{j2} d_{j3} \xi_{3,t-1} \xi_{2,t-1} \right) + \left(d_{j3}^2 \xi_{3,t-1}^2 \right) \quad (3)$$

Burada; $\varepsilon_{t-k} \varepsilon'_{t-k} = \varepsilon_{t-k}^2$ benzer şekilde $\xi_{t-1} \xi'_{t-1} = \xi_{t-1}^2$ dır. $j=1,2$ ve 3

Eşitlik 3'te ε_j her bir ürün getirisindeki kısa dönem şoklarını, $\varepsilon_j \varepsilon_k$ ürün getirileri arasındaki çapraz kısa dönem şoklarını, $h_{j,t}$ ürün getirilerindeki oynaklığı, $h_{j,k}$ ürün getirilerindeki çapraz oynaklığı göstermektedir. BEKK modelinin koşullu ortalama ve koşullu ve ortak varyans denklemlerine ait parametreler etkin bir şekilde log-olabilirlik fonksiyonun azamileştirilmesiyle (en yüksek kılınması) elde edilmiştir.

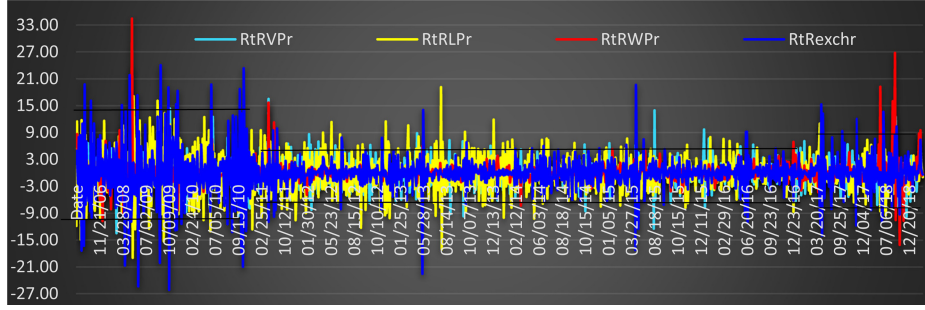
Bulgular ve Tartışma

Araştırmada seriler reele dönüştürülmüş, analizler getiri serileri elde edilerek yapılmıştır. Tablo 1'de serilerin betimleyici istatistik değerleri verilmiştir. Dana karkas fiyat getirisinin negatif (-0,007), seriler arasında en düşük getiriye ve kuzu karkas fiyat getirisinin (0,013) yaklaşık üçte biri olduğu tespit edilmiştir. Kuzu karkas getirisinin dana karkas getirisinden daha yüksek olması incelenen dönemde kuzu karkasta meydana gelen yüksek talebin veya düşük arzın etkili olduğunu söyleyebiliriz. Yemlik buğday fiyat getirisinin koşulsuz varyansının (2,401) incelenen seriler arasında en düşük oynaklığa sahip olduğu görülmektedir. Reel döviz kurunun fiyat getirisinin koşulsuz varyansına bakıldığında ise incelenen seriler arasında en yüksek oynaklığa (4,650) sahip olduğu gözlemlenmiştir. Reel döviz kuru getirisi varyansının ilgili seriler arasında en yüksek değere sahip olmasına incelenen dönemde reel döviz kurunda süreklilik arz eden fiyat artışlarının neden olduğu söylenebilir.

Tablo 2'de modelin fiyat ve getiri serilerine ait korelasyon ve otokorelasyon ilişkileri verilmiştir. Fiyat düzeylerinde veya kapanış değerleri bağlamında piyasalar arasında en yüksek korelasyon ilişkisine dana karkas ile kuzu karkasın sahip olduğu görülmektedir. Bu durum dana ve kuzu karkasın ikame ürünler olmasıyla açıklanabilir.

Getiri serileri arasındaki korelasyonda dana ve kuzu karkas arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Dana karkas fiyat getirisi ile yemlik buğday fiyat getirisi arasında negatif yönlü bir ilişki ve kuzu karkas fiyat getirisi ile yemlik buğday fiyat getirisi arasında aynı yönlü bir ilişki elde edilmiştir. Dana karkas ile döviz kuru serilerinin getirileri arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu durum dana karkas üretiminde kullanılan girdilerin bir kısmının ithalat yoluyla temin edilmesi sonucunda döviz kurundaki fiyat artışlarının dana karkasın üretim maliyetlerini artırması neticesinde dana karkas getirisinin olumsuz yönde etkilendiğini söyleyebiliriz. Kuzu karkas getirisinin yemlik buğday ve döviz kuru getirileriyle pozitif korelasyona sahip olması küçükbaş hayvan ithalatının çok düşük ve küçükbaş hayvanların daha çok meraya dayalı bir beslenmeye sahip olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, yemlik buğday fiyat getirisiyle döviz kuru getirisinin pozitif bir korelasyon göstermesi, yemlik buğday ithalatının çok düşük olmasıyla açıklanabilir. Modelin test sonuçları Tablo 3'te geniş bir şekilde verilmiştir. Basıklık katsayısı getiri serilerinin leptokurtic (fat-tail = basıklık ölçüsü) bir dağılım sergilediğini ortaya koymaktadır.

Getiri serilerinin leptokurtic dağılım göstermesi serilerde ARCH etkisinin olabileceğini göstermektedir. Bu durum Jarque-Bera test istatistiği ile araştırılmıştır. Test istatistiği sonuçlarına göre %1 önem düzeyinde serilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. ARCH testi sonuçlarına göre tüm seriler için koşullu değişen varyans olmadığını ileri süren sıfır hipotezi ret edilmiştir ve bu sonuç serilere ait getiri serilerinin oynaklığının zamanla değişkenlik gösterdiği anlamına gelmektedir. ARCH-LM testi sonucunda getiri serilerinde ARCH etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Getiri serilerine eş anlı olarak bakıldığında (MAR-CH-LM) serilerin kalıntılarında ARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda serilerin eş anlı olarak ARCH etkisi taşıdığını ve çok değişkenli GARCH modeli ile analiz edilmesi gerektirdiğini göstermektedir. Fiyat ve getiri serilerinin otokorelasyona sahip olup olmadığını gösteren Ljung-Box istatistiği sonuçlarına göre, getiri serileri otokorelasyon içermektedir. Son olarak elde edilen



Şekil 1.

Dana Karkas, Kuzu Karkas ve Yemlik Buğday Getirilerinin Zaman İçindeki Hareketi

birim kök test sonuçlarına (ADF birim kök testine göre seriler $I(1)$ seviyesinde %1 anlamlılık düzeyinde durağandır) göre seriler birim kök içermemekte ve düzey değerlerde durağan olarak elde edilmişlerdir

Getiri serilerinin zamana karşı göstermiş olduğu oynaklık Şekil 1'de verilmiştir. Getiri serilerinin zamana karşı gösterdiği oynaklığa bakıldığında en yüksek oynaklığın (2008–2011 dönemi) küresel çapta meydana gelen finansal ve gıda sektörlerindeki kriz dönemlerinde olduğu görülmektedir. Dünya gıda krizinin olduğu 2008 yılında pirinç fiyatları sadece beş ay içinde 375 \$/ton'dan %100,00'den fazla artarak 757 \$/ton olarak gerçekleşmiştir (Baffes & Hanjotis, 2010). 2017 ve sonrası dönemde de getiri serilerinde yüksek oynaklığın olması bu dönemde Türkiye'de 2017 yılından itibaren uygulamaya konulan tasarruf tedbirleri kapsamında ithalata getirilen kısıtlamalardan pozitif olarak etkilendiğini söyleyebiliriz.

AIC ve BIC kriterleri neticesinde VAR sisteminde iki gecikmenin belirlendiği ve bu bağlamda bundan sonraki analizlerde VAR(2) sistemi nazara alınacaktır. Tablo 4'te VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) modelin getiri serilerinin ortalama denklem sonuçları verilmiştir. Dana karkas hem kendi hem de kuzu karkas getirisinin bir dönem gecikmesinden istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde etkilenebilir. Dana karkasın kendi getirisinde meydana gelen bu durum Ezekiel (1938)'in tarım ürünleri için ortaya koyduğu örümcek ağı teorimi ile örtüşmektedir. Dana karkas piyasasında bir dönem önceki artan getirisi şimdiki getiriyi ($Rt(1)_{t-1} = -0,509$) azaltmaktadır. Benzer bir durumun, kuzu karkasta da ($Rt(2)_{t-1} = -0,535$) olduğu görülmektedir. Dana karkas piyasasında bir dönem önceki artan getirisi kuzu karkas piyasasındaki şimdiki getiriyi artırmakta veya dana karkas piyasasındaki getiri azalınca kuzu karkas piyasasında da getiri azalmaktadır. Piyasalardaki bir ve iki dönem önceki getirilerinin şimdiki getiri üzerindeki etkileri söz konusu dönemlerde serilerdeki dalgalanmaya bağlı olarak değişebilmektedir. Dana karkas piyasasında iki dönem önceki artan getirisi ($Rt(1)_{t-2} = -0,099$) dana karkasın şimdiki getirisini azaltmaktadır. Kuzu karkas piyasasında iki dönem önceki artan getirisi kuzu karkasın şimdiki getirisini ($Rt(2)_{t-1} = -0,246$) düşürmektedir. Yemlik buğday piyasasında hem bir hem de iki dönem önceki artan getirisi şimdiki getiriyi (sırasıyla $Rt(3)_{t-1} = 0,172$ ve $Rt(3)_{t-2} = 0,079$) arttırdığı görülmektedir.

Döviz kuruna bakıldığında, döviz kurunun iki dönem önceki kapanış getirisinin kuzu karkasın şimdiki fiyat getirisini ($(RtEffexhr)_{t-2} = 0,073$) arttırdığı görülmektedir. Bu durum, Türkiye'de kuzu karkas üretiminde kullanılan girdilerinin büyük çoğunluğunun petrol ve petrol türevli ve döviz endeksliliğinden ötürü ülkenin ithalata yönelmesi durumunda, yurt

içi döviz talebinin artmasıyla döviz kurunun baskılanarak yukarıya doğru hareket etmesiyle açıklanabilir. Döviz kurunun iki dönem önceki kapanış getirisinin yemlik buğdayın şimdiki fiyat getirisini ($(RtEffexhr)_{t-2} = -0,036$) azalttığı tespit edilmiştir. Türkiye'de yemlik buğdayın hem geniş bir alanda kullanılması hem de üretiminin çok olmasından dolayı bazı dönemlerde yurt içi talebi karşılamasıyla birlikte meydana gelen fazla yemlik buğdayın ihracatı yapılabilmektedir. Türkiye'nin fazla olan yemlik buğdayı ihracat etmesi sonucunda yurt içi döviz talebinin azalmasıyla döviz kurunun aşağıya doğru hareket etmesine yol açabilir.

Diğer taraftan ithalatın bir dönem önceki fiyat getirisi dana karkasın şimdiki fiyat getirisini ($(ithalat)_{t-1} = -0,472$) azaltırken, yemlik buğday fiyat getirisini ($(ithalat)_{t-1} = 0,821$) ise arttırdığı tespit edilmiştir. İthalatın bir dönem önceki getirisi yemlik buğdayın şimdiki fiyat getirisini arttırması beklenen bir durumdur ve bu durum yemlik buğday ithalatının olmasıyla birlikte yurt içindeki ürün arzının artmasıyla açıklanabilir. Son olarak ithalatın iki dönem önceki fiyat getirisi dana karkasın şimdiki fiyat getirisini ($(ithalat)_{t-2} = 0,553$) arttırdığı görülmektedir. Bu durum ise; uzun dönemde ithalatın artmasıyla yurt içindeki dana karkas arzında meydana gelen artışlarla açıklanabilir. Yukarıdaki tüm bilgiler ışığında ürün piyasalarındaki getirilerin birbirlerine kayda değer bir yayılım sağladığı görülmüştür.

Tablo 5'te VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) için koşullu varyans tahminleri verilmiştir. Parametre tahminleri içerisinde piyasaların getirileri ve varyans denklemleri incelenmiştir. Ele alınan getiri serilerinde koşullu varyansların kısa dönemde kendi şoklarından doğrudan (dana karkas hariç) ve dolaylı (kuzu karkas ve yemlik buğday getiri serilerinde meydana gelen şoklar) şoklardan istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Ayrıca dana karkas ve kuzu karkas getirilerinin koşullu varyansları kendi uzun dönem oynaklıklarından doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkilendiği görülmüştür. Türkiye'de yemlik buğday getirisindeki oynaklığın kendisinden, diğer iki piyasa ile bunların çapraz etkileşiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerinin koşullu varyanslarının döviz kurundaki fiyat artışlarından ve ithalatın yapıldığı dönemlere göre ithalatın yapıldığı dönemlerden anlamlı bir şekilde etkilendikleri görülmektedir. Son olarak dana karkas ve kuzu karkas piyasalarında meydana gelen olumlu ve olumsuz haberlerin piyasalara etkilerinin simetrik olmadığı görülmektedir.

Tablo 6'da VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) için tanınal birtakım istatistikler verilmiştir. Her bir varyans eşitliğinden elde edilen hata terimlerinin (standardize edilmiş) ve hata terimlerinin korelasyonlarının otokorelasyon içerip içermediği Ljung-Box Q

ve Hosking Ljung-Box (MLBQ) testleri kullanılmıştır. Testler sonucunda hata terimlerinin ve karelerinin otokorelasyon içermediği (dana karkas hariç) görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar, her bir getiri değişkeninin oynaklığını açıklamada VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) modelinin geçerli olduğuna dair güçlü bir kanıt sunmuştur. Son olarak elde edilen bulgular sonucunda hata terimlerinin ortalamasının 0 ve varyansının 1'e eşit olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 7'de VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1)'de diyagonal GARCH testi için kurulan hipotez testi sonucunda Wald=181.067 ($p < ,000$) olduğu tespit edilmiştir. Olasılık değerinin %1 anlamlılık seviyesinden küçük olmasından dolayı (A, B ve D diyagonal dışı bütün elementleri sıfırdır hipotezini ileri süren) H_0 ret edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle piyasaların dolaylı olarak birbirlerini istatistiki açıdan anlamlı bir şekilde etkilediğini söyleyebiliriz. Ayrıca kuzu karkas, yemlik buğday, döviz kuru ve ithalatın bir ve iki dönem gecikmelerinin dana karkas getirisi üzerindeki etkisi Wald istatistiği kullanılarak sınanmıştır. Test sonuçlarına göre, kuzu karkas, yemlik buğday, döviz kuru ve ithalatın bir ve iki dönem gecikmelerinin dana karkas getirisi üzerinde etkisi veya etkilerinin bireysel ve eş anlamlı olarak sıfır olduğunu öne süren hipotez, istatistiki açıdan anlamlı bir şekilde ret edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle dana karkasın söz konusu piyasalarda meydana gelen oynaklıklardan dolaylı etkilendiğini söyleyebiliriz. Benzer sonuçlar kuzu karkas, yemlik buğday, döviz kuru ve ithalat için de elde edilmiştir. Tüm bu test sonuçları, yukarıda ifade ettiğimiz getiri serileri arasında önemli bir ilişkinin var olduğu savını pekiştirmektedir. Bu durumda ortalama getiri serilerinin hem kendi gecikmelerine hem de diğer piyasa gecikmelerine karşı modellenmesinde herhangi bir sakıncanın olmayacağını ifade etmektedir.

Tablo 8'de VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1)'den elde edilen birim (marjinal) etkiler verilmiştir. Ele alınan getiri serilerinde koşullu varyanslar kısa dönemde kendi şoklarından (dana karkas getirisi hariç) ve diğer getiri serileri aralarında meydana gelen şoklardan istatistiki olarak anlamlı bir şekilde etkilenebilir. Bu durum Türkiye'de dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday piyasalarının iyi ve kötü haberlerden istatistiki açıdan anlamlı bir şekilde etkilendiğini göstermektedir. Dana karkas getirisinin koşullu varyansı, kuzu karkas piyasasındaki kısa dönem şoklardan doğrudan ($\varepsilon_{2,t}^2 = 0,022$) etkilendiği görülmektedir. Kuzu karkas piyasasındaki kısa dönem şokların, dana karkas piyasasındaki kısa dönem şokları arttırması bu iki ürünün ikama ürün olmasıyla açıklanabilir. Nitekim oynaklık aktarımı, yüksek yatay veya dikey bir ilişki içerisinde olan piyasalarda meydana gelmekle birlikte, eğer piyasaların ikame kapsamı nispeten küçükse, piyasalar arasındaki fiyat oynaklıklarının farklı bir sınırlamaya sahip olacağı tahmin edilebilir (Kuo ve ark., 2015).

Dana karkas getirisinin koşullu varyansı kendi uzun dönem oynaklığından doğrudan ($h_{1,t} = 0,893$) etkilenebilir. Kuzu karkas piyasasındaki uzun dönem belirsizliği ($h_{2,t} = 0,008$) arttıkça, dana karkas piyasasındaki belirsizlikte artmaktadır. Döviz kurunda meydana gelen oynaklık karşısında dana karkas piyasasındaki oynaklığın azaldığı görülmektedir. Türk Lirasının (₺) yabancı para birimine, özellikle \$'a karşı değer kaybetmesi üreticileri tedirgin ederek eldeki ürünleri piyasaya sürmek suretiyle farklı yatırım araçlarına yöneltmiş olabilirler (örneğin, altın, döviz, konut ve banka faiz getirisi gibi). Uzun dönemde ithal tarım ürünleriyle döviz kuru arasında Granger nedensellik ilişkisinin var olduğunu vurgulamıştır (Burakov, 2016). Karemera ve ark. (2015) tarafından

ABD'de yapılan araştırmada gelir, nüfus, üretim kapasitesi, uzaklık ve döviz kuru oynaklıklarının et ticaretini etkileyen ana faktörler olduğunu vurgulamışlardır. Doların değer kaybetmesi tarım ürünleri fiyatları üzerinde pozitif yönlü etki yapmaktadır (Nazlioglu & Soytaş, 2012).

Piyasalar arası ikili çapraz etkileşimlerdeki oynaklıklar ($h_{1,2,t} = -0,173$) dana karkas piyasasındaki oynaklıklarıyla da ilginç bir şekilde doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Ziemer and Collins (1984) tarafından ABD'de yapılan çalışmada, mısır, buğday, sığır eti ve domuz eti için çift yönlü yayımların olduğu vurgulanmıştır. Dana karkas üretiminde kullanılan girdilerin çoğunluğunun petrol ve petrol türevi olması ve aynı zamanda dövizde endeksli olmaları bu piyasalarda meydana gelen oynaklıkların dolaylı ve dolaysız bir şekilde dana karkas piyasasına iletilerek bu piyasada kalıcı oynaklıkları meydana getirmektedir. Kuzu karkas getirisinin koşullu varyansı hem kendi kısa dönem şokundan ($\varepsilon_{2,t}^2 = 0,195$) hem de kendi uzun dönem oynaklığından ($h_{2,t} = 0,576$) etkilenebilir. Hem tarımsal girdi hem de perakende gıda fiyatlarında meydana gelen bilgilerin tarımsal ürünlerin fiyatlarında oynaklığa yol açtığını ifade edilmiştir (Khiyavi ve ark., 2012). Yapılan benzer çalışmada, sığır eti ve domuz etinde meydana gelen oynaklıkların kendi kısa dönem şoklarından kaynaklandığını rapor edilmiştir (Kesavan ve ark., 1992).

Döviz kuru piyasasındaki fiyat artışlarının kuzu karkasın uzun dönem oynaklığını arttırdığı görülmektedir. Diğer taraftan ithalatın yapıldığı dönemlerde yurt içi ürün arzında bir artış olacağından dolayı söz konusu ürünlerin uzun dönem oynaklıklarını azaltması beklenemez. İthalatın yapıldığı dönemlerde yapılmadığı dönemlere göre, her ne kadar yemlik buğdayın uzun dönem oynaklığını istatistiki açıdan önemli bir şekilde etkilememişse de bu piyasaların (dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday) uzun dönem belirsizliklerini (ithalat_{dana karkas} = -0,662, İthalat_{kuzu karkas} = -8,433 ve İthalat_{yemlik buğday} = -0,138) düşürdüğü görülmektedir. Bu durum Merkez Bankası'nın para politikalarıyla da uyumludur. Merkez Bankası enflasyonu düşük tutmak için gıda enflasyonu sepetinde yer alan tarımsal ürünlerin ithalatını teşvik etmektedir.

Piyasalar arası ikili çapraz etkileşimlerdeki oynaklıklar ($h_{1,2,t} = -0,185$ ve $h_{2,3,t} = -0,027$) kuzu karkas piyasasındaki oynaklıklarıyla da önemli şekilde doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Tarımsal girdi ve perakende gıda fiyatlarından tarımsal çıktı fiyatlarına anlamlı pozitif oynaklık aktarımlarının olduğunu vurgulanmıştır (Pozo & Schroeder, 2012). Aynı şekilde dana karkasın uzun dönem oynaklığının kuzu karkasın uzun dönem oynaklığını ($h_{1,t} = 0,015$) doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Fakari ve ark. (2016) tarafından İran'da yapılan çalışmada sığır eti ile koyun eti piyasalarında meydana gelen oynaklıkların bu piyasalar üzerinde kalıcı oynaklıklar oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Yemlik buğday getirisinin koşullu varyansı hem kendi kısa dönem şoklarından ($\varepsilon_{3,t}^2 = 0,184$) hem de diğer piyasaların ikili etkileşiminden ($\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t} = -0,008$, $\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t} = 0,061$ ve $\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t} = -0,047$) istatistiki olarak anlamlı bir şekilde etkilenebilir. Wang ve ark. (2018) tarafından Çin'de yapılan çalışmada mısır fiyatlarında meydana gelen oynaklıkların domuz fiyatlarına önemli ölçüde ilettiği rapor edilmiştir. Khiyavi ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, tarımsal girdi ve perakende gıda fiyatlarının oynaklığının, tarımsal çıktı fiyatlarının oynaklığında önemli ve pozitif yönde yayılma etkileri gösterdiğini belirtmişlerdir. Ait Sidhoum and Serra (2016) tarafından İspanya'da yapılan çalışmada, domates pazar zinciri boyunca oynaklık yayımlarının olduğu vurgulanmıştır.

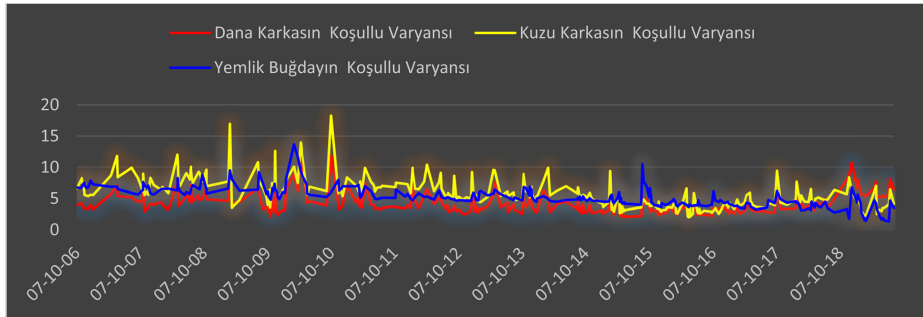
Yemlik buğday getirisinin koşullu varyansı kuzu karkasın kısa dönem şokundan doğrudan anlamlı bir şekilde etkilendiği gözlemlenmiştir. Yemlik buğday piyasasındaki oynaklıklar öncelikle kendi uzun dönem oynaklığından ($h_{3,t} = 0,624$) ve kuzu karkas piyasasındaki uzun dönem oynaklığından ($h_{2,t} = 0,003$) dolaysız bir şekilde etkilenmektedir. Bir piyasadaki fiyat oynaklığının diğer piyasalardaki oynaklığı arttırabileceğini belirtmişlerdir (Askan ve ark., 2020; Buguk ve ark., 2003; Özdemir ve ark., 2020; Pozo & Schroeder, 2012; Tejada & Goodwin, 2009; Trujillo-Barra ve ark., 2012).

Özellikle mısır, buğday, arpa ve soya fasulyesi tarım sektöründe gıda tedarik zincirinin önemli halkalarını oluşturmaktadır. Mısır, buğday ve arpa gibi tahıllar sığır yeminde önemli girdileri oluşturmaktadır (Fiszeder & Orzeszko, 2018). Yemlik buğday piyasası bazı piyasaların çapraz ikili etkileşiminden kaynaklı uzun dönem oynaklıklarından dolayı etkilenmektedir. Örneğin yemlik buğday piyasası dana karkas ve kuzu karkas piyasalarının uzun dönem etkileşiminden dolayı ($h_{12,t} = 0,003$); dana karkas ve yemlik buğdayın koşullu kovaryansından dolayı ($h_{13,t} = -0,041$); kuzu karkas ve yemlik buğday koşullu kovaryansından dolayı ($h_{23,t} = -0,091$) etkilenmektedir. Ülkelerin biyoyakıt üretimlerini arttırmak amacıyla tarımsal ürünleri biyoyakıt üretimine kaydırmaları tarımsal ürünlerin fiyatlarının artmasına yol açarken, aynı zamanda hayvan yetiştiriciliğinde temel girdi kaynağını oluşturmasıyla gıda fiyatlarının artmasına da yol açmıştır (Tejada & Goodwin, 2009). Uruk ve ark. (2018) tarafından Türkiye’de yapılan çalışmada buğday ve döviz kuru piyasalarındaki uzun dönem kalıcı oynaklıkların, kendi piyasaları dâhil olmak üzere tüm piyasalar üzerinde kalıcı oynaklıklar oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Son olarak dana ve kuzu karkas piyasa getirilerinin koşullu varyanslarında meydana

gelen olumlu ve olumsuz haberlerin piyasalara etkilerinin ($v_{1,t} = 0,030$ ve $v_{2,t} = 0,086$) simetrik olmadığı görülmüştür.

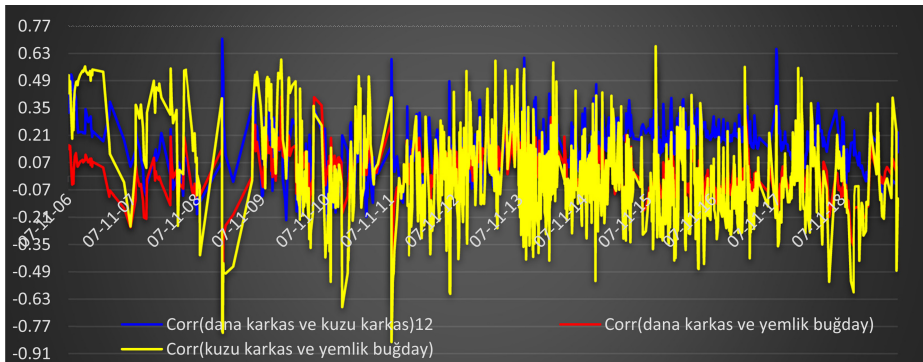
Dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerinin koşullu varyanslarının zaman içindeki hareketi Şekil 2’de verilmiştir. Dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerin koşullu varyanslarının sırasıyla 4,46, 5,79 ve 5,35 olduğu tespit edilmiştir. Kuzu karkas getirisinin koşullu varyansının dana karkas getirisinin koşullu varyansından (4,46) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönemde kuzu karkas arzının daha düşük veya kuzu karkasa olan talebin fazla olmasıyla açıklanabilir. Türkiye’de 2008–2011 döneminde kuzu karkas ve yemlik buğday getirilerin koşullu varyanslarının 2012–2017 dönemine göre yüksek olması aynı dönemde (2008–2011) dünyada finans ve gıda sektörlerinde meydana gelen krizlerin etkili olduğunu söyleyebiliriz. Küresel çapta 2008 yılında finans ve gıda sektörlerinde baş gösteren krizlerde enerji ve metallerin nominal fiyatları %230,00, gıda fiyatları %100,00 ve gübre fiyatları ise dört kat artmıştır (Baffes & Haniotis, 2010). 2017 sonrası dönemde söz konusu ürünlerin oynaklıklarının artması ise Türkiye’de 2017 yılından itibaren uygulamaya konulan tasarruf tedbirleri kapsamında ithalata getirilen kısıtlamaların pozitif yönde etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Dana karkas, kuzu karkas ile yemlik buğday getirileri arasındaki koşullu korelasyonun zaman içindeki hareketi Şekil 3’te verilmiştir. Dana karkas ve kuzu karkasın koşullu varyanslarının korelasyonları incelendiğinde ortalama olarak 0.008’lik bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum dana karkas ve kuzu karkasın oynaklık anlamında birbirini tetiklediğini göstermektedir. Şekil 3’teki korelasyonlara bakıldığında; en yüksek oynaklığın 2008–2011 döneminde olduğu görülmektedir. Bu da çalışmamızın sonuçlarını doğrular niteliktedir. Kuzu karkas ve yemlik buğdayın



Şekil 2.

Dana Karkas, Kuzu Karkas ve Yemlik Buğday Getirilerin Koşullu Varyanslarının Zaman İçindeki Hareketi



Şekil 3.

Dana Karkas, Kuzu Karkas ile Yemlik Buğday Getirileri Arasındaki Koşullu Korelasyonun Zaman İçindeki Hareketi

Tablo 1.
Betimleyici İstatistikler

İstatistikler	Getiriler ($R_{i,t}$)			
	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$	$R_{\text{döviz kuru, t}}$
Ortalama	-0,007	0,013	0,172	0,018
Standart Sapma	3,176	4,400	2,401	4,650
t-istatistik	-0,071 (0,943)	0,098 (0,922)	2,368 (0,018)	0,126 (0,899)
Çarpıklık	0,102 (0,170)	0,109 (0,140)	4,585 (0,000)	0,011 (0,878)
Basıklık	2,693 (0,000)	2,237 (0,000)	61,908 (0,000)	7,217 (0,000)
Jarque-Bera	333,922 (0,000)	231,280 (0,000)	79349,432 (0,000)	2385,031 (0,000)

Not: Parantez içindekiler p-değerlerini gösterdiği gibi *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlılık düzeyini göstermektedir.

koşullu varyanslarının korelasyonlarına bakıldığında ise dana karkas ve yemlik buğdayın koşullu varyanslarının korelasyonlarının (0,007) iki katından daha yüksek (0,015) bir ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum iki piyasada (kuzu karkas ve yemlik buğday) meydana gelebilecek oynaklıkların birbirine daha çok yansıtılacağını göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Tüm sonuçlar dikkate alındığında dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğdayın getiri koşullu varyanslarının çapraz koşullu varyansları dâhil olmak üzere parametre ve birim etkilerinin istatistiki açıdan anlamlı çıkması, bu ürünlerin fiyat getirilerinin koşullu varyanslarında kalıcı etkilere sahip olduğunu ve ayrıca ürün getirilerinin koşullu varyansları arasında kalıcı yayılmaların olduğunu göstermektedir. Türk Lirasının değer kaybetmesi özellikle petrol ve petrol türevi ithal ürünlerin fiyat seviyesinin yükselmesine neden olduğundan enflasyon artışı ile birlikte her üç ürünün de fiyatlarının artmasına ve dolayısıyla oynaklığını

yükselmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla ülkede istikrarlı bir para politikası ile döviz kuru piyasasına sahip olmak ekonominin bütününde olduğu gibi özelde dana karkas, kuzu karkas ile yemlik buğday piyasaları arasında zaman boyutunda daha istikrarlı bir ilişkinin sağlanmasına neden olacağı göz ardı edilmemelidir. Dolayısıyla, ülke için gıda tüketiminde son derece önemli bir yeri olan dana ve kuzu karkas piyasalarındaki oynaklıkları içerecek

Tablo 2. Modelin Fiyat ve Getiri Serilerine Ait Korelasyon ve Otokorelasyon İlişkileri				
	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$	$R_{\text{döviz kuru, t}}$
Korelasyonlar (Fiyat Düzeyleri veya Kapanış Değerleri Arasında (FD_{j,t}, t_i = dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday)):				
FD _{dana karkas, t}		0,991	0,847	0,989
FD _{kuzu karkas, t}			0,855	0,983
FD _{yemlik buğday, t}				0,836
Korelasyonlar (Getiri Serileri Arasında ($R_{j,t}$, j = dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday)):				
$R_{\text{dana karkas, t}}$		0,068	-0,026	-0,004
$R_{\text{kuzu karkas, t}}$			0,072	0,062
$R_{\text{yemlik buğday, t}}$				0,012
Korelasyonlar (Getiri Serilerinin Kareleri Arasında ($R_{j,t}^2$, j = dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday)):				
$R_{\text{danakarkas,t}}^2$		0,262	0,135	0,303
$R_{\text{kuzukarkas,t}}^2$			0,375	0,229
$R_{\text{yemlikbuğday,t}}^2$				0,088

Tablo 3.
Modelin Test Sonuçları

İstatistikler	Getiriler ($R_{i,t}$)		
	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$
Otokorelasyon Testi (Getiri Serileri, $R_{j,t}$ ve Getiri Seri Karelerinde, $R_{j,t}^2$):			
Ljung-Box Q(10)	219,316 (0,000)	234,166 (0,000)	52,575 (0,000)
Ljung-Box Q ² (10)	78,311 (0,000)	317,310 (0,000)	20,507 (0,025)
HM-Q(10)		209,173 (0,000)	
ARCH Testi (Getiri Serileri ($R_{j,t}$, j = dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday)):			
ARCH-LM(10)	9,044 (0,000)	20,022 (0,000)	1,633 (0,092)
MARCH-LM(10)		835,960 (0,000)	
Durağanlık Birim Kök Testi (Getiri Serileri için ($R_{j,t}$, j = dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday)):			
ADF	-30,540*** (lags=1)	-35,050*** (lags=1)	-21,180*** (lags=1)
KPSS	0,023 (lags=1)	0,019 (lags=1)	0,054 (lags=1)

Not: ARCH-LM ve MARCH-LM sırasıyla ARCH etkileri için Lagrange ve çok değişkenli Lagrange testlerini gösterirken, Ljung-Box Q ve HM-Q sırasıyla kalıntılarda ve/veya kareli kalıntılarda sıralı bağımlılık testleri için Hosking'in çok değişkenli Q-istatistiğini göstermektedir. Lags gecikme değerlerini ifade etmektedir. MARCH-LM testi altındaki boşluk dizinin ortalama sıfır olması, seri olarak ilişkilendirilmemesi ve sabit bir kovaryans matrisi olduğunu gösterir. ADF, sabit ve trend değişkenleri dikkate alarak Genişletilmiş Dick-Fuller testini, KPSS ise gözlemlenebilir bir zaman serisinin deterministik bir eğilim etrafında sabit olduğu boş bir hipotezi test etmek için kullanılan Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin testini belirtir. Lags seçimleri AIC, BIC ve HQ değerlerine dayanıyor. Lag değerleri gecikmeleri göstermektedir. Kritik değerler, seçilen gecikmelerle değişir. Parantez içindeki değerler p-değerlerini gösterirken *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 4.
Ortalama Model VAR (2)-Asimetrik BEKK GARCH (1, 1)'teki Getiri Serilerinin Sonuçları

Parametreler	Getiriler		
	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$
Sabit Terim (μ)	-0,152 (0,207)	-0,432 (0,493)	-0,359** (0,130)
$R_{\text{dana karkas, t-1}}$	-0,509*** (0,027)	0,141*** (0,035)	0,013 (0,016)
$R_{\text{dana karkas, t-2}}$	-0,099*** (0,028)	0,168*** (0,034)	-0,023 (0,015)
$R_{\text{kuzu karkas, t-1}}$	0,053** (0,019)	-0,535*** (0,028)	0,003 (0,010)
$R_{\text{kuzu karkas, t-2}}$	-0,007 (0,020)	-0,246*** (0,028)	0,011 (0,010)
$R_{\text{yemlik buğday, t-1}}$	0,040 (0,036)	-0,008 (0,046)	0,172*** (0,039)
$R_{\text{yemlik buğday, t-2}}$	0,027 (0,033)	0,023 (0,040)	0,079** (0,035)
$R_{\text{döviz kuru, t-1}}$	-0,033 (0,020)	-0,024 (0,025)	-0,005 (0,014)
$R_{\text{döviz kuru, t-2}}$	-0,022 (0,021)	0,073** (0,025)	-0,036** (0,013)
$R_{\text{ithalat, t-1}}$	-0,472* (0,277)	-0,195 (0,670)	0,821** (0,273)
$R_{\text{ithalat, t-2}}$	0,553** (0,268)	0,537 (0,728)	-0,400 (0,285)

Not. Parantez içindeki değerler standart hata değerlerini göstermekte olup: *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

programlara ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca dana ve kuzu karkas ile yemlik buğday üretimindeki girdilerin çoğunluğunun yurt içinde üretimine ağırlık verilerek tarım sektöründeki piyasa oynaklıkları kısmen kontrol altına alınabilir. Çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde, politika yapıcılara üretici fiyat belirsizliklerini azaltacak tarım politikalarına yönelmesi gerektiği önerilebilir.

Tarımsal tedarik zincirlerindeki fiyat oynaklık yayılmalarının boyutunu ve yönünü bilmek politika yapıcılar için etkin kararlar almada ve bu kararları uygulamada önemlidir. Belirli bir tedarik zincirindeki fiyat oynaklık yayılmaları hakkında bilgi verildiğinde politika yapıcıların tedarik zincirinin farklı aşamalarında etkin piyasa programları (örneğin fiyat sabitleme programları) tasarlayarak uygulayabilme fırsatları olacaktır. İç fiyat şoklarının gelecekteki fiyat oynaklığı üzerinde daha ciddi ve önemli bir etkiye sahip olması nedeniyle, üretici sübvansiyonları, tampon stok programları ve fiyat destekleri gibi emtia fiyatını sabitleme programları yüksek fiyat oynaklığına tepki olarak uygulanmaktadır ve fiyat oynaklıklarını azaltılması için uygun fiyat düşürücü mekanizmalar arasındadır.

Bununla birlikte, karar vericilerin diğer piyasalarda fiyat istikrarını sağlamak için ilgili piyasalara odaklanması gerekir. Ayrıca, piyasalardaki sert oynaklıklar, üreticiler ve tüketicilerin refahı için yıkıcı bir faktördür; bu nedenle, üreticilerin daha ucuz ve yeterli girdilere erişebilmeleri sağlanmalıdır. Damızlık hayvan yetiştiriciliği yapan işletmelerine yönelik teşvik ve desteklemelerle besi materyali üretiminin artırılması hedeflenebilir. Etçi sığır ırklarının yetiştiriciliği yapılabilir. Kırsal kalkınma, ürün ve bölge bazlı destekler ve diğer devlet yardımları vasıtasıyla tarım ve gıda işletmelerinde verimliliği artırıcı yatırımların yapılması gibi önlemler alınabilir. Ayrıca, Türkiye'de canlı dana ve canlı koyun

Tablo 5.
VAR (2)-Asimetrik BEKK GARCH (1, 1)'teki Koşullu Varyanslardaki Parametre Tahminleri

Katsayılar	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$
c_{1i}	2,061*** (0,438)	-	-
c_{2i}	2,439*** (0,673)	-0,307* (0,159)	-
c_{3i}	1,337*** (0,280)	-2,990*** (0,510)	2,237*** (0,080)
a_{1i}	0,024 (0,030)	0,078* (0,045)	0,072** (0,029)
a_{2i}	-0,149*** (0,028)	-0,441*** (0,044)	-0,055*** (0,016)
a_{3i}	-0,034 (0,029)	-0,046 (0,045)	0,429*** (0,043)
b_{1i}	0,945*** (0,014)	-0,122*** (0,024)	-0,026*** (0,008)
b_{2i}	-0,092*** (0,016)	0,759*** (0,029)	-0,057*** (0,012)
b_{3i}	-0,007 (0,015)	-0,018 (0,027)	0,790*** (0,020)
d_{1i}	0,173*** (0,044)	0,339** (0,074)	0,256*** (0,031)
d_{2i}	-0,044 (0,037)	-0,292*** (0,080)	-0,040** (0,021)
d_{3i}	0,007 (0,065)	0,002 (0,092)	-0,093 (0,093)
Döviz Kuru _{1i}	-0,637** (0,258)	-	-
Döviz Kuru _{2i}	0,994** (0,370)	1,126*** (0,282)	-
Döviz Kuru _{3i}	0,058 (0,229)	4,256*** (0,420)	-2,480*** (0,108)
İthalat _{1i}	-0,412** (0,205)	-	-
İthalat _{2i}	-2,258*** (0,407)	-0,901** (0,348)	-
İthalat _{3i}	-1,353*** (0,161)	-3,136*** (0,191)	1,220*** (0,099)

Not: Parantez içindeki değerler standart hata değerlerini göstermekte olup *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

fiyatlarının istikrarlı bir yapı kazanmasına yönelik dış ticaret politikaları ile birlikte büyükbaş hayvancılığa ilişkin arz politikaları ile tamamlayıcı olarak küçükbaş arzını destekleyici politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, enerji tasarrufunun özendirilmesi gibi önlemler ile birlikte fosil yakıtlara alternatif enerji kaynaklarının ülkede oluşturulması büyük bir olasılıkla genelde tarımsal ürünlerin, özel de ise dana karkas, kuzu karkas ve yemlik buğday piyasalarındaki uzun dönem belirsizliklerini düşüreceği beklenmektedir.

VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) modellerinden farklı olarak VECM ile doğrusal olmayan modeller kullanılarak piyasalar arasındaki oynaklık geçişkenliklerinin nicel varlığı ortaya konulabileceği gibi ortalama denklem modeline fazla değişken (kısa dönem kalıntı ve uzun dönem oynaklık değişkenleri gibi) tanıtımı yapılarak daha zengin bir davranışsal menü başta gıda politikaları düzenleyicilerine ve yatırımcılara sunulabilir.

Tablo 6.
VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1)'deki Koşullu Varyanslarındaki Tanısal Testler

Tanısal Testler	$R_{\text{dana karkas, t}}$	$R_{\text{kuzu karkas, t}}$	$R_{\text{yemlik buğday, t}}$
Ljung-Box Q(6)	13,192 (0,040)	5,032 (0,540)	9,356 (0,155)
Ljung-Box Q (10)	17,809 (0,058)	9,647 (0,472)	12,305 (0,265)
MARCH-Q(6)		195,500 (0,838)	
MARCH-Q(10)		341,760 (0,748)	
MARCH-Q ² (6)		93,560 (1,000)	
MARCH-Q ² (10)		152,670 (1,000)	
McLeod-Li-Q(6)	15,338 (0,018)	7,536 (0,274)	4,098 (0,663)
McLeod-Li-Q(10)	20,322 (0,026)	9,780 (0,460)	6,948 (0,730)
ARCH-LM(6)	2,587 (0,017)	1,269 (0,269)	0,683 (0,664)
ARCH-LM(10)	1,936 (0,037)	0,938 (0,497)	0,695 (0,730)
Hosking's-MQ(6)		65,120 (0,143)	
Hosking's-MQ ² (6)		100,375 (0,213)	
z_i	0,014	0,027	0,036
t-stats($z_i = 0$)	0,474	0,900	1,198
z_i^2	0,972	0,978	0,995
t-stats($z_i^2 = 1$)	-0,930	-0,722	-0,159
AIC		14,206	
SBC		14,561	
Hannan-Quinn		14,340	
Log likelihood		-7713,832	

Not: ARCH-LM ve MARCH-LM sırasıyla ARCH etkileri için Lagrange ve çok değişkenli Lagrange testlerini gösterirken, Ljung-Box Q ve HM-Q sırasıyla kalıntılarda ve/veya kareli kalıntılarda sıralı bağımlılık testleri için Hosking'in çok değişkenli Q-istatistiğini göstermektedir. MARCH-LM testi altındaki boşluk dizinin ortalama sıfır olması, seri olarak ilişkilendirilmemesi ve sabit bir kovaryans matrisi olduğunu gösterir. Parantez içindeki değerler p-değerlerini gösterirken *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 7.
VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH(1, 1)'deki Koşullu Varyanslarındaki Nedensellik ve Wald Testi Sonuçları

Kuzu karkas, yemlik buğday, döviz kuru ve ithalatın dana karkas getirisi üzerinde etkisi yoktur.	$H_0, \Gamma_{21} = \Gamma_{31} = \Gamma_{41} = \Gamma_{51} = \mathbf{0}$	20.502 (0,008)
Dana karkas, yemlik buğday, döviz kuru ve ithalatın kuzu karkas getirisi üzerinde etkisi yoktur.	$H_0, \Gamma_{12} = \Gamma_{32} = \Gamma_{42} = \Gamma_{52} = \mathbf{0}$	48.608 (0,000)
Dana karkas, kuzu karkas, döviz kuru ve ithalatın dana yemlik buğday getirisi üzerinde etkisi yoktur.	$H_0, \Gamma_{13} = \Gamma_{23} = \Gamma_{43} = \Gamma_{53} = \mathbf{0}$	33.924 (0,000)
GARCH İlişki Yok	$H_0, a_{ij} = b_{ij} = d_{ij} = 0$ bütün $i, j = 1, 2, 3$	171313.73 (0,000)
Diyagonal GARCH	H_0, A, B ve D diyagonal dışı bütün elementleri sıfırdır	181.067 (0,000)
Asimetrik İlişki Yok	$H_0, d_{ij} = 0$ bütün $i, j = 1, 2, 3$	88.706 (0,012)
Varyans modelinde kullanılan döviz kurunun köşe dışı parametrelerinin sıfır olduğunu kabul eden sıfır hipotezi ret edilmiştir.		202.074 (0,000)
Varyans modelinde kullanılan ithalatın köşe dışı parametrelerinin sıfır olduğunu kabul eden sıfır hipotezi ret edilmiştir		271.542 (0,000)

Not: İlişkili p-değerleri parantez içinde gösterilmiştir ve *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 8.
VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1)'deki Koşullu Varyans Denklemindeki Değişkenlerin Marjinal Etkileri

Parametreler	R _{dana karkas, t}	R _{kuzu karkas, t}	R _{yemlik buğday, t}
$\epsilon_{1,t}^2$	0,001 (0,001)	0,006 (0,007)	0,005 (0,004)
$\epsilon_{1,t}\epsilon_{2,t}$	-0,007 (0,009)	-0,069 (0,043)	-0,008* (0,005)
$\epsilon_{1,t}\epsilon_{3,t}$	-0,002 (0,002)	-0,007 (0,008)	0,061** (0,026)
$\epsilon_{2,t}^2$	0,022** (0,008)	0,195*** (0,039)	0,003* (0,002)
$\epsilon_{2,t}\epsilon_{3,t}$	0,010 (0,009)	0,041 (0,039)	-0,047*** (0,014)
$\epsilon_{3,t}^2$	0,001 (0,002)	0,002 (0,004)	0,184*** (0,036)
$h_{1,t}$	0,893*** (0,026)	0,015** (0,006)	0,001 (0,001)
$h_{12,t}$	-0,173*** (0,028)	-0,185*** (0,033)	0,003** (0,001)
$h_{13,t}$	-0,014 (0,028)	0,004 (0,007)	-0,041*** (0,012)
$h_{2,t}$	0,008** (0,003)	0,576*** (0,044)	0,003** (0,001)
$h_{23,t}$	0,001 (0,003)	-0,027* (0,041)	-0,091*** (0,018)
$h_{3,t}$	0,0001 (0,0001)	0,001 (0,001)	0,624*** (0,031)
$v_{1,t}$	0,030** (0,015)	0,115** (0,050)	0,065*** (0,016)
$v_{1,t}v_{2,t}$	-0,015 (0,014)	-0,198** (0,081)	-0,021* (0,011)
$v_{1,t}v_{3,t}$	0,003 (0,022)	0,001 (0,062)	-0,048 (0,049)
$v_{2,t}$	0,002 (0,003)	0,086* (0,047)	0,002 (0,002)
$v_{2,t}v_{3,t}$	-0,001 (0,006)	-0,001 (0,054)	0,008 (0,008)
$v_{3,t}$	0,0001 (0,001)	0,00001 (0,0004)	0,009 (0,017)
Döviz kuru	-1,025** (0,466)	4,299*** (1,473)	-0,330 (0,488)
İthalat	-0,662* (0,369)	-8,433*** (1,876)	-0,138 (0,361)

Not: Parantez içindeki değerler standart hata değerlerini göstermekte olup; *, **, ve *** sırasıyla %10, %5, ve %1 seviyelerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Politika yapıcılar elde edeceği bu verileri ilgili piyasaları yönetmek ve gelecekteki pazar oynaklığını öngörmek için uygun fiyat politikaları kullanmalarını zorunlu kılar. Gelecekte bu konularda yapılacak çalışmalarda bu uyarımızı dikkate almaları önerilmektedir.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – F.U., A.B.; Tasarım – F.U., A.B., V.D., H.Ö.; Denetleme – F.U., A.B.; Kaynaklar – F.U., A.B.; Malzemeler – F.U., A.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – F.U., A.B.; Analiz ve/veya Yorum – F.U., A.B.; Literatür Taraması – F.U., A.B.; Yazıyı Yazan – F.U., A.B.; Eleştirel İnceleme – F.U., A.B.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – F.U., A.B.; Design – F.U., A.B., V.D., H.Ö.; Supervision – F.U., A.B.; Resources – F.U., A.B.; Materials – F.U., A.B.; Data Collection and/ or Processing – F.U., A.B.; Analysis and/ or Interpretation – F.U., A.B.; Literature Search – F.U., A.B.; Writing Manuscript – F.U., A.B.; Critical Review – F.U., A.B.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.





Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Abbott, P. C., & Borot de Battisti, A. (2011). Recent global food price shocks: Causes, consequences and lessons for African Governments and Donors. *Journal of African Economies*, 20(Supplement 1), i12–i62. [\[CrossRef\]](#)
- Adom, P. K. (2014). Determinants of food availability and access in Ghana. what can we learn beyond the regression results? *Studies in Agricultural Economics*, 116(3), 153–164. [\[CrossRef\]](#)
- Ait Sidhoum, A., & Serra, T. (2016). Volatility spillovers in the Spanish food marketing chain. The case of tomato. *Agribusiness*, 32(1), 45–63. [\[CrossRef\]](#)
- Askan, E., Urak, F., & Bilgic, A. (2020). Revealing asymmetric spillover effects in hazelnut, gasoline, and exchange rate markets in Turkey: The VECM-BEKK MGARCH Approach. *Panoeconomicus*, 00, 5–5. [\[CrossRef\]](#)
- Baffes, J., & Hanriot, T. (2010). *Placing the 2006/8 commodity price boom into perspective*. Washington, DC: The World Bank Development Prospects Group.
- Barsky, R. B., & Kilian, L. (2001). Do we really know that oil caused the great stagflation? A monetary alternative. *NBER Macroeconomics Annual*, 16, 137–183. [\[CrossRef\]](#)
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [\[CrossRef\]](#)
- Buguk, C., Hudson, D., & Hanson, D. (2003). Price volatility in agricultural markets. An examination of U.S. catfish markets. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 28(1), 86–99.
- Burakov, D. (2016). Oil prices. Exchange rate and prices for agricultural commodities. Empirical evidence from Russia. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 8(2), 33–47. [\[CrossRef\]](#)
- de Gorter, H., Drabik, D., & Just, D. R. (2013). The perverse effects of biofuel public-sector policies. *Annual Review of Resource Economics*. Ithaca, NY: Charles H. Dyson School of Applied Economics and Management, Cornell University. [\[CrossRef\]](#)
- Engle, R. F., & Kroner, K. F. (1995). Multivariate simultaneous generalized ARCH. *Econometric Theory*, 11(1), 122–150. [\[CrossRef\]](#)
- Ezekiel, M. (1938). The cobweb theorem. *Quarterly Journal of Economics*, 52(2), 255–280. [\[CrossRef\]](#)
- Fakari, B., Aliabadi, M. M. F., Mahmoudi, H., & Kojori, M. (2016). Volatility spillover and price shocks in Iran's meat market. *Custos e Agronegocio*, 12(2), 84–98.
- Fernández, J. M. (2014). Long run dynamics of world food, crude oil prices and macroeconomic variables, A Cointegration VAR analysis. *Bristol Economics Discussion*, 14, 646.
- Fiszeder, P., & Orzeszko, W. (2018). Nonlinear Granger causality between grains and livestock. *Agricultural Economy*, 64(7), 328–336.
- Gilbert, C. L. (2010a). How to understand high food prices. *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 398–425. [\[CrossRef\]](#)
- Grier, K. B., Henry, ÓT., Olekalns, N., & Shields, K. (2004). The Asymmetric Effects of Uncertainty on inflation and Output Growth. *Journal of Applied Econometrics*, 19(5), 551–565. [\[CrossRef\]](#)
- Guillen, J., & Artes, R. F. (2015). Price transmission and volatility along the Spanish fresh fish market chain. *New Medit*, 14(1), 4–11.
- Karemera, D., Koo, W., Smalls, G., & Whiteside, L. (2015). Trade creation and diversion effects and exchange rate volatility in the global meat trade. *Journal of Economic Integration*, 30(2), 240–268. [\[CrossRef\]](#)
- Kesavan, T., Aradhyula, S. V., & Johnson, S. R. (1992). Dynamics and price volatility in farmretail livestock price relationships. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 17(2), 348–361.
- Khiyavi, P. K., Moghaddasi, R., Eskandarpur, B., & Mousavi, N. (2012). Spillover effects of agricultural products price volatilities in Iran. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2, 7906–7914.
- Kou, H. H., Ho, L. H., & Lin, W. H. (2015). Do hog breeds matter? *Investigating the Price Volatility in the Taiwan's Auction Market*. *Agricultural Econ-Czech*, 7(61), 314–325.
- López Cabrera, B. L., & Schulz, F. (2016). Volatility linkages between energy and agricultural commodity prices. *Energy Economics*, 54, 190–203. [\[CrossRef\]](#)
- Mitchell, D. (2009). *A note on rising food prices*. Washington, DC: The World Bank.
- Nazlioglu, S., & Soytaş, U. (2012). Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar, A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 34(4), 1098–1104. [\[CrossRef\]](#)
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2008). *Rising food prices causes and consequences*. Paris: OECD Publishing.
- Özdemir, F. N., Urak, F., Bilgic, A., & Yavuz, F. (2020). Türkiye'de koyun eti, besi yemi, benzin reel fiyatlarının ve döviz kurunun koşullu varyanslarındaki oynaklığın VAR-Asimetrik BEKK-GARCH (1,1) Modeli ile tahmin edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 1270–1285.
- Pal, D., & Mitra, S. K. (2017). Diesel and soybean price relationship in the USA, evidence from a quantile autoregressive distributed lag model. *Empirical Economics*, 52(4), 1609–1626. [\[CrossRef\]](#)
- Pozo, V. F., & Schroeder, T. C. (2012). *Price and volatility spillover between livestock and related commodity markets*. 2012. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2012 AAEA Annual Meeting, Seattle, Washington.
- Rahman, S., & Serletis, A. (2012). Oil price uncertainty and the Canadian economy, Evidence from a VARMA, GARCH-in-Mean, asymmetric BEKK model. *Energy Economics*, 34(2), 603–610. [\[CrossRef\]](#)
- Rezitis, A. N. (2015). The relationship between agricultural commodity prices, crude oil prices and US dollar exchange rates, a panel VAR approach and causality analysis. *International Review of Applied Economics*, 29(3), 403–434. [\[CrossRef\]](#)
- Rosegrant, M. W., Zhu, T., Msangi, S., & Sulser, T. (2008). Global scenarios for biofuels, impacts and implications. *Review of Agricultural Economics*, 30(3), 495–505. [\[CrossRef\]](#)
- Salisu, A. A., & Mobolaji, H. (2013). Modeling returns and volatility transmission between oil price and US-Nigeria exchange rate. *Energy Economics*, 39, 169–176. [\[CrossRef\]](#)
- Salisu, A. A., & Oloko, T. F. (2015). Modeling oil price-US stock nexus, A VARMA-BEKK-AGARCH approach. *Energy Economics*, 50, 1–12. [\[CrossRef\]](#)
- Tejeda, H., & Goodwin, B. (2009). *Price volatility, nonlinearity, and asymmetric adjustments in corn, soybean, and cattle markets, implications of ethanol-driven (market) shocks* (pp. 20–21). Paper presented at the 2009 NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management St. Louis: MO.
- Trujillo-Barrera, A., Mallory, M., & Garcia, P. (2012). Volatility spillovers in US crude oil, ethanol, and corn futures markets. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 37, 247–262.
- Urak, F., Bozma, G., & Bilgic, A. (2018). Türkiye'de buğday, arpa, benzin reel fiyatlarının ve döviz kurunun koşullu varyanslarındaki oynaklığın VAR(1)-Asimetrik BEKK -GARCH (1, 1) Modeli ile tahmin edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 565–579.
- Wang, G. Y., Si, R. X., Li, C. X., Zhang, G. T., & Zhu, N. Y. (2018). Asymmetric price transmission effect of corn on hog, evidence from China. *Czech Academy of Agricultural Sciences*, 64(4), 186–196.
- Ziemer, R. F., & Collins, G. S. (1984). Granger causality and US crop and livestock prices. *Southern Journal of Agricultural Economics*, 16(1), 115–120.

Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Süt Sığircılığı İşletmelerinin Hayvancılık Desteklerinden Faydalanma Durumlarının Analizi

An Analysis on Benefiting of Dairy Cattle Farms from Livestock Supports Which Are Members of Cattle Breeders Association and Non-Members of the Association

Mustafa TERİN ,
Melike CEYLAN ,
Kenan ÇİFTÇİ ,
İbrahim YILDIRIM 

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü,
Van, Türkiye



ÖZ

Hayvansal üretim faaliyeti, toplumun ihtiyaç duyduğu hayvansal kaynaklı temel gıdaların üretim yeri olması, aile işgücünün değerlendirilmesi, işletmelere nakit akışı sağlanması ve kırsal göçün azaltılması bakımından büyük öneme sahiptir. Bu nedenle dünyada birçok ülkede hayvansal üretimin artırılması ve geliştirilmesi için kamu tarafından çeşitli desteklemeler yapılmaktadır. Bu çalışmada, Van İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye olan ve olmayan süt sığircılığı işletmelerinde hayvansal üretime yönelik olarak yapılan desteklerden faydalanma durumları ve buna etki eden sosyo demografik ve işletmecilik faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın ana materyalini, Van İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye olan ve olmayan toplam 178 işletmeden toplanan anket verileri oluşturmaktadır. İşletmelerin hayvancılık desteklerinden faydalanma durumlarına etki eden faktörler Sıralı Probit Model ile analiz edilmiştir. Araştırmada işletmelerin %16.29'unun hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmadığı, %37.64'ünün bir, %35.39'unun iki ve %10.67'sinin üç ve üzeri destekten faydalandığı belirlenmiştir. Model sonuçlarına göre; DSYB'ne üye olmak, toplam gelir içinde süt sığircılığı payının artıyor olması, traktöre sahip olmak, arazi büyüklüğü, yem bitkileri üretimi yapıyor olmak, suni tohumlama yaptırıyor olmak ve uzmanlardan destek alıyor olmanın faydalanılan hayvancılık desteği sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, DSYB'ne üye olan, tarımsal yeniliklere açık olan ve pazara yönelik üretim yapan işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalandıkları söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Damızlık sığır yetiştiricileri birliği, süt sığircılığı, hayvancılık destekleri, Türkiye, Van

ABSTRACT

Livestock production has a great role in terms of providing food for the population, exploiting the family labor, sustaining a regular cash flow, and mitigating the migration from rural to urban areas. For this reason, many countries have their own support programs aimed at increasing and improving agricultural production. The study aims at determining the rate of producers who benefit from government supports provided to increase and improve agricultural production and the effects of socio-economic and demographic characteristics on this rate. The data were collected from 178 dairy cattle farms, in which half of them (89 farms) were the members of the Cattle Breeders Association in Van Province. The ordered probit model was used in determining the effect of socio-economic and demographic factors on the rate of producers, who benefitted from government support. The findings indicated that out of all producers, 16.29% did not benefit from the supports at all, while 37.64%, 35.39%, and 10.67% benefitted from the supports once, twice, and three times and more, respectively. The ordered probit model results showed that the increase in the share of dairy cattle income in total income, owning a tractor, land size, having forage crops, applying artificial insemination, and taking help from the specialists increased the

Geliş Tarihi/Received: 01.07.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 25.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Mustafa TERİN

E-mail: mustafaterin@yyu.edu.tr

Cite this article as: Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi K., & Yıldırım, İ. (2022). An Analysis on Benefiting of Dairy Cattle Farms from Livestock Supports Which Are Members of Cattle Breeders Association and Non-Members of the Association. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 42-50



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

rate of producers, who benefitted from the supports. Given the obtained results, it can be said that producers, who are members of Cattle Breeders Association, have a tendency to agricultural innovations and produce for the market and benefit more from livestock supports.

Keywords: Cattle breeders association, dairy cattle, livestock supports, Turkey, Van

Giriş

Hayvancılık sektörü, toplumun hayvansal kaynaklı temel gıda ihtiyacını karşılaması, aile işgücünü değerlendirmesi, işletmelere nakit akışı sağlaması, kırsalda istihdam sağlaması ve kırsal göçün azaltılması gibi sosyal ve ekonomik açıdan oldukça önemlidir (Aksoy ve ark., 2012; Sayın, 2001; Terin & Yavuz, 2015). Bu nedenle hayvansal üretim faaliyetleri dünyada birçok ülkede çeşitli politikalarla desteklenmektedir.

Türkiye’de de hayvansal üretim faaliyetleri, Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kadar çeşitli tarım politikaları ile desteklenmiştir. Hayvan ıslahı, kaba yem üretiminin artırılması, verimliliğin artırılması, çeşitli fiyat ve ticaret politikaları, işletmelerde hijyen şartlarının sağlanması, hayvan sağlığı ve refahı, hayvan kimlik sisteminin teşviki, hayvansal ürünlerin işlenmesi ve pazarlanması ile hayvancılık işletmelerinin modernizasyonu bu politikaların genel kapsamını oluşturmaktadır (Terin, 2014).

Türkiye’de tarımsal destekler kapsamında bitkisel üretime daha fazla destek sağlanırken, hayvansal üretime daha az destek sağlanmıştır. Ancak 2000 yılında 2000/467 sayılı “Hayvancılığın Desteklenmesi Kararnamesi” nin yürürlüğe girmesiyle hayvansal üretime yapılan destekler önemli oranda artmıştır. Daha sonraki yıllarda destekleme araç ve miktarlarında yapılan yeni düzenlemelerle, tarımsal destekler içinde hayvancılık desteklerinin payı önemli oranda artmıştır (Demir & Yavuz, 2010; Uzmay, 2017; Yavuz, 2001). Nitekim toplam tarımsal destekler içinde, hayvancılık desteklerinin payı 2001 yılında %5 civarında iken, bu oran 2010 yılında %20’ye, 2020 yılında ise %30’a yükselmiştir (TCSBB, 2013, 2020).

Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, mevcut hayvancılık politikaları ve desteklerinin çoğu zaman amacına uygun olmadığı, bitkisel üretim destekleri ile karşılaştırıldığında süreklilik göstermediği, destek miktarlarının yetersiz olduğu, uzun dönemli yapısal politikaların yerine kısa dönemli destekleme politikalarının ön plana çıktığı, politikalarda sürekli değişikliklerin yapıldığı ve bu durumun var olan sorunların çözümüne yeteri kadar katkı sağlamadığı, aksine hayvancılık politikalarını ve destek araçlarını kamuoyunda daha fazla tartışılır duruma getirdiği vurgulanmıştır (Ata & Yılmaz, 2015; Erdal ve ark., 2013; Ören & Bahadır, 2005; Sayın, 2001; Tan, 2013; Uzmay, 2017; Yavuz, 1999; Yavuz ve ark., 2004).

Hayvancılık destek kalemleri yıllar içerisinde önemli değişiklikler göstermekle birlikte günümüzde 20 alt başlıkta oldukça geniş bir yelpazede uygulanmaktadır (Anonim, 2021). Bu destekler tüm hayvansal üretim faaliyetlerini (Et ve süt sığırcılığı, küçükbaş hayvancılık, arıcılık, su ürünleri) kapsamakla birlikte, ağırlığın süt sığırcılığında olduğu söylenebilir. Nitekim buzağı ve malak desteği, döl kontrolü, yem bitkileri destekleri, soy kütüğü desteği, süt primi desteği, onaylı süt çiftliği desteği, ıslah destekleri, hastalıktan arı işletme desteği ve aşı destekleri doğrudan ve dolaylı olarak süt sığırcılığını etkileyen güncel desteklerdir.

Van ili sahip olduğu geniş mera ve çayırlarla hayvansal üretim için önemli bir potansiyele sahiptir. Hayvansal üretim faaliyeti

Van ili ve bölgenin en önemli geçim kaynağını oluşturmaktadır. Hayvansal üretim içinde küçükbaş hayvancılık daha yaygın olarak yapılmaya karşın, son yıllarda büyükbaş hayvancılıkta artmıştır. Nitekim 2010 yılında büyükbaş hayvan varlığı 158 bin iken, 2020 yılında bu sayı 197 bine yükselmiştir (TÜİK, 2021).

Tarımsal desteklerde amaç, sektörde ortaya çıkan sorunları çözmek, yeni teknolojilerin benimsenmesini sağlamak ve üretimde verimliliği arttırmaktır (Yavuz & Dilek, 2019). Diğer bir ifade ile çiftçilerin iş ve yaşam koşullarını iyileştirmektir. Tarımsal desteklerin hedefine ulaşabilmesi için çiftçilerin desteklerden en yüksek düzeyde faydalanmaları gerekmektedir. Bu nedenle çiftçilerin tarımsal desteklerden faydalanma durumlarını ve buna etki eden faktörlerin belirlenmesi, etkin bir destekleme politikası için gereklidir. Bu çalışmada, Van ilinde DSYB’ne üye olan ve olmayan süt sığırcılığı işletmelerinin hayvancılık desteklerinden faydalanma durumları ve bunlara etki eden sosyo demografik ve işletmecilik ile ilgili faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Van ilinde daha önce bu konuda yapılmış bir çalışmanın olmaması, çalışmayı daha da önemli hale getirmiştir.

Yöntem

Araştırmanın ana materyalini Van İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine (VDSYB) üye olan 89 ve üye olmayan 89 işletme olmak üzere toplam 178 süt sığırcılığı işletmesinden toplanan anket verileri oluşturmaktadır. Anket yapılacak birlik üyesi çiftçi sayısının belirlenmesinde oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Miran, 2010; Newbold, 1995).

$$n = \frac{N_p(1-p)}{(N-1)\sigma_{p_x}^2 + p(1-p)}$$

Örnek hacminin hesaplanmasında %95 güven aralığı ve %10 hata payı dikkate alınmış ve örnek hacmi 89 olarak hesaplanmıştır. Aynı sayıda anket (89) Birliğe üye olmayan işletmelerle de yapılmıştır. Anketler 2019 yılı Haziran-Eylül ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Anketlerden elde edilen veriler betimleyici istatistikler kullanılarak değerlendirilmiş ve Birliğe üye olan ve olmayan işletmelerin faydalandıkları destek sayıları arasında fark olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile test edilmiştir. İşletmelerin faydalandıkları destek sayısına etki eden sosyo ekonomik ve işletmecilikle ilgili faktörlerin belirlenmesi Sıralı (ordered) Probit Model ile analiz edilmiştir.

Ekonometrik analizlerde, bağımlı değişkenin ikiden fazla ve bu değişkenler arasında doğal bir sıralamanın olması durumunda ordered probit ve ordered logit modellerinin kullanılmasının uygun olacağı ifade edilmektedir (Abdel-Aty, 2001). Ordered probit modelinin, yukarıda belirtilen değişkenlere sahip veri setlerinin çözümünde kullanılan en yaygın ve en uygun modellerden biri olması (Maddala, 1983) nedeniyle araştırmada kullanılmıştır. Sıralı probit modelinde gözlenebilir, aralıklı ve sıralı kategorilerin (y) ardında da sürekli, ancak gözlenemeyen gizli bir bağımlı değişken olduğu varsayılmaktadır. Gözlenemeyen, gizli (latent) bağımlı değişken (y*), açıklayıcı değişkenler vektörü ve hata terimi

ile açıklanmaktadır. Hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu varsayılır (Greene, 2012).

$$y^* = \beta x + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N [0,1]$$

Burada, y^* ; gözlenemeyen bağımlı değişkeni, x ; açıklayıcı değişkenler vektörünü, β ; tahmin edilecek olan parametre vektörünü ve ε ; hata terimini (normal dağılıma sahip) göstermektedir. Bağımlı değişken (y) ile gözlenemeyen bağımlı değişken (y^*) arasındaki ilişki, üreticilere göre ayrı değer alan ve regresyon katsayıları (β) kullanılarak tahmin edilen eşik değerlerin (μ_j) bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. Araştırmada işletmelerin faydalandıkları hayvancılık desteği sayısı dört farklı sınıfta kategoride ($Y = 0, 1, 2, 3$) sınıflandırılmıştır. Buna göre; modelin bağımlı değişkeni (y) ile gözlenemeyen bağımlı değişkeni (y^*) arasındaki ilişki aşağıdaki gibi oluşturulmuştur. (Greene, 2012).

$$\text{Eğer } y^* \leq 0, \quad Y = 0$$

$$\text{Eğer } 0 < y^* \leq \mu_1, \quad Y = 1$$

$$\text{Eğer } \mu_1 < y^* \leq \mu_2, \quad Y = 2$$

$$\text{Eğer } \mu_2 \leq y^* \quad Y = 3$$

Denklemden yer alan μ 'ler, model içinde tahmin edilen ve y 'nin alacağı değerlerin alt ve üst sınırlarını oluşturan eşik değerleridir (Greene, 2012). Modelde kullanılan bağımlı değişkenin sıralı kategorileri olan " $Y=0$ " değişkeni hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanamayan işletmeleri " $Y=1$ " değişkeni bir adet hayvancılık desteğinden faydalanan işletmeleri " $Y=2$ " iki adet hayvancılık desteğinden faydalanan işletmeleri ve " $Y=3$ " değişkeni ise üç ve daha fazla hayvancılık desteğinden faydalanan işletmeleri ifade etmektedir. Sıralı Probit modelinde üreticilerin 4 alternatiften birisini (gözlenmiş olan y değerleri) seçme olasılığı aşağıdaki gibidir.

$$\text{Prob}(y=0) = \Phi(-\beta'x),$$

$$\text{Prob}(y=1) = \Phi(\mu_1 - \beta'x) - \Phi(-\beta'x),$$

$$\text{Prob}(y=2) = \Phi(\mu_2 - \beta'x) - \Phi(\mu_1 - \beta'x),$$

$$\text{Prob}(y=3) = 1 - \Phi(\mu_2 - \beta'x)$$

Bütün bu olasılıkların pozitif olması için μ değerlerinin $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_{j-1}$ olması gerekir. Φ kümülatif normal dağılım fonksiyonunu göstermektedir. Değişkenlerin marjinal etkileri, her bir olasılık için aşağıdaki gibi hesaplanır (Greene, 2012).

$$(\partial P(y=0))/\partial x = -\phi(\beta'x)\beta,$$

$$(\partial P(y=1))/\partial x = [\phi(-\beta'x) - \phi(\mu_1 - \beta'x)]\beta,$$

$$(\partial P(y=2))/\partial x = [\phi(\mu_1 - \beta'x) - \phi(\mu_2 - \beta'x)]\beta,$$

$$(\partial P(y=3))/\partial x = \phi(\mu_2 - \beta'x)\beta$$

Bulgular ve Tartışma

İşletmelerin Hayvancılık Desteklerinden Faydalanma Durumu

Araştırmada, DSYB'ne üye işletmelerin %93,26'sinin, üye olmayan işletmelerin ise %74,16'sinin hayvancılık desteklerinden faydalandıkları belirlenmiştir (Tablo 1). Hayvancılık desteklerinden faydalanma ile DSYB'ne üye olup olmama arasındaki ilişki khi kare bağımsızlık testi ile test edilmiş ve sonuç %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p < ,01$). DSYB üye olup olmama ile tarımsal desteklerden faydalanma arasında bir ilişki vardır. Bu bize, DSYB üye olan işletmelerin hayvancılık desteklerinden daha fazla oranda yararlandığını göstermektedir. Araştırmada toplam

işletmelerin %83,71'inin hayvancılık desteklerinden faydalandıkları belirlenmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesinde süt siğirciliği işletmelerinin %68,1'inin (Özer, 2019), İzmir'de %100'ünün (Torgut ve ark., 2019), Uşak'ta %69,29'unun (Göçoğlu, 2019) ve TR83 (Samsun, Tokat, Çorum, Amasya) bölgesinde %55,19'unun (Erdal ve ark., 2020) hayvancılık desteklerinden faydalandıkları tespit edilmiştir.

Hayvancılık destekleri oldukça fazla sayıda (20 adet) olmakla birlikte süt siğirciliğini doğrudan ilgilendiren destekleri; buzağı desteği, süt primi desteği, yem bitkileri desteği, hastalıklardan ari işletme desteği ve aşı desteği olarak sıralamak mümkündür. Hastalıklardan ari işletme desteği Bakanlıkça belirlenen bölgelerde uygulanmakta olup Van ili bu destek kapsamında değildir. Bu nedenle araştırmada hayvancılık destekleri olarak buzağı desteği, süt primi desteği, yem bitkileri desteği ve aşı desteği ele alınmış ve işletmelerin bu desteklerden faydalanma durumları Tablo 2'de verilmiştir.

Süt siğirciliği destekleri içerisinde en önemli desteklerden biri buzağı desteği olup işletmeler için oldukça önemli bir gelir kalemi olarak görülmektedir. DSYB'ne üye işletmeler için buzağı başına 500 TL olarak verilen destek, DSYB'ne üye olmayan işletmeler için buzağı başına 350 TL olarak verilmektedir. Destekleme miktarındaki bu fark, işletmelerin DSYB'ne üye olmalarındaki en önemli nedenlerden biridir. Nitekim araştırmamızda işletmelerin DSYB'ne üye olma nedenleri arasında ilk sırada; hayvancılık desteklerinden daha fazla faydalanmak gelmektedir. Araştırmada DSYB'ne üye işletmelerin %93,26'sı, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin ise %71,91'i buzağı desteğinden faydalanmaktadır (Tablo 2). İşletmelerin DSYB'ne üye olup olamaması ile buzağı desteğinden faydalanma durumları arasında ilişki olup olmadığı khi kare testi ile test edilmiş ve aradaki ilişki anlamlı bulunmuştur ($p < ,01$). Bu sonuca göre DSYB'ne üye olma buzağı desteğinden faydalanmayı arttırmaktadır. Özüdoğru (2010) tarafından Amasya'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye işletmelerin %28,39'unun, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin %22,58'inin buzağı desteğinden faydalandıkları, Tatar (2007) tarafından Ankara ve Aksaray'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye işletmelerin buzağı desteğinden faydalanma oranları sırasıyla %20,7 ve %62,0 olarak belirlenmiştir. Araştırmada işletmelerin genel olarak %82,58'inin buzağı desteğinden faydalandıkları belirlenmiştir. İzmir'de işletmelerin %74,63'ünün (Torgut ve ark., 2019), Çanakkale'de %99,4'ünün (Büyükcın ve Tan, 2020), Burdur'da %24,76'sinin (Gürbüz ve Gül, 2016) ve Tokat'ta %72,0'sinin (Yüzbaşıoğlu & Kızılaslan, 2020) buzağı desteğinden faydalandıkları tespit edilmiştir.

DSYB'ne üye işletmelerin %46,07'si, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin ise %32,58'inin yem bitkileri desteğinden faydalanmaktadır (Tablo 3). Özüdoğru (2010) tarafından Amasya'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye olan işletmelerin %74,0'ü, üye olmayan işletmelerin ise %59,26'sı, İnal (2014) tarafından Bursa'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye işletmelerin %84,7'sinin yem bitkileri üretim desteği aldığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre Van ilindeki işletmelerin yem bitkileri desteğinden faydalanma oranları daha düşüktür. Yem bitkileri desteğinden yararlanma ile DSYB'ne üye olup olmama arasında ilişki istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p > ,05$). Bu sonuca göre yem bitkileri desteğinden faydalanmanın DSYB'ne üye olup olmama ile ilişkisi yoktur. Araştırmada işletmelerin genel olarak %39,33'ünün yem bitkileri desteğinden faydalandıkları belirlenmiştir. Araştırmada yem bitkileri üretimi yapma oranı yüksek olmasına karşın, yem bitkileri desteğinden faydalanma oranı düşüktür.

Bunun en önemli nedeni arazi mülkiyeti ve intikal sorunları nedeniyle üreticilerin desteğe başvuru yapamamasıdır. İzmir'de işletmelerin %19,40'ı (Torgut ve ark., 2019), Çanakkale'de %90,4'ü (Büyükcan & Tan, 2020), Burdur'da %41,90'nı (Gürbüz & Gül, 2016), Hatay'da %25,53'ü (Semerci & Çelik, 2017), Tokat'ta %26,0'sı (Yüzbaşıoğlu & Kızılaslan, 2020) ve Batı Marmara ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde sırasıyla %62,1 ve %20,8'i (Demir & Yavuz, 2010) yem bitkileri desteğinden faydalanmaktadır.

Süt sığırcılığında uygulanmakta olan desteklerden biri de aşı desteğidir. Aşı desteği büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda "Brucellosis ve Şap Aşısı" olarak uygulanmaktadır. Büyükbaş hayvanlarda her iki aşı içinde hayvan başına 1.50 TL destek uygulanmaktadır (Anonim, 2021). Araştırmada, DSYB'ne üye işletmelerin %22,47'sinin, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin ise %10,11'inin aşı desteğinden faydalandıkları saptanmıştır (Tablo 4). Özüdoğru (2010) tarafından Amasya'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye olan işletmelerin %7,41'i, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin %3,23'ünün aşı desteğinden faydalandıkları tespit edilmiştir. Aşı desteğinden yararlanma ile DSYB'ne üye olup olmama arasında ilişki istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < ,05$). Bu sonuca göre, DSYB'ne üye olanların daha fazla oranda aşı desteğinden faydalandıkları söylenebilir. Araştırmada işletmelerin genel olarak %16,29'u aşı desteğinden faydalanmaktadır. İzmir'de işletmelerin %28,36'sının (Torgut ve ark., 2019) ve Çanakkale'de %98,9'unun (Büyükcan & Tan, 2020) aşı desteğinden faydalandıkları tespit edilmiştir.

Süt sığırcılığında en önemli desteklerden biri de hiç şüphesiz "süt primi" desteğidir. Süt primi desteği, üretmiş olduğu çiğ sütü makuz karşılığında Gıda İşletme Onay Belgesine sahip bir süt işletme tesisine satmak, üretici örgütüne üye olmak ve Türk-Vet'te kayıtlı işletme olmak şartıyla verilmektedir (Anonim, 2021). Araştırmada işletmelere süt primi desteğinden faydalanıp faydalanmadıkları sorulmuş ve sadece DSYB'ne üye işletmelerin %6,74'ünün bu destekten faydalanabildiği belirlenmiştir. Özüdoğru (2010) tarafından Amasya'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye işletmelerin %100'ü, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin de %81,72'sinin süt priminden faydalandığı, Tatar (2007) tarafından Ankara ve Aksaray'da yapılan çalışmada DSYB'ne üye işletmelerin süt primi desteğinden faydalanma oranı sırasıyla %40,4 ve %98,6 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada süt primi desteğinden faydalanma oranının bu kadar düşük olmasının en önemli nedeni işletmelerin ürettikleri sütü, Gıda İşletme Onay Belgesine sahip bir süt işletme tesisine satamamalarıdır. Çünkü işletmelerin önemli bir kısmı sütünü bölgede soğuk zincir ve süt işleme tesislerinin yetersiz olmasından dolayı şahıslara, bakkal ve marketlere satmaktadır. Bu nedenle bu önemli desteği alamamaktadırlar.

Araştırmada işletmelerin toplam faydalandıkları hayvancılık destekleri sayılarının dağılımı Tablo 4'te verilmiştir. İşletmelerin %16,29'unun hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmadığı belirlenmiştir. Bu durum DSYB'ne üye işletmelerde %6,74 iken, DSYB'ne üye olmayan işletmelerde %25,84'tür. Hayvancılık desteklerinden faydalanamayan işletmelerin büyük çoğunluğunun işletmelerinin küçük olması (hayvan sayısı yeterli değil), arazisinin olmaması ve arazi mülkiyeti ile ilgili sorunlar nedeniyle desteklerden faydalanamadıkları söylenebilir. DSYB'ne üye işletmelerin %38,20'si bir, %37,08'i iki, %12,36'sı üç ve %5,62'si dört adet hayvancılık desteğinden faydalanırken, DSYB'ne üye olmayan işletmelerde bu durum sırasıyla %37,08, %33,71 ve %3,37 olarak gerçekleşmiştir. DSYB'ne üye olmayan işletmelerde dört

adet destekten yararlanan işletme yoktur. DSYB'ne üye olup olmama ile faydalanılan destek sayısı arasında ilişki istatistik olarak anlamlıdır ($p < ,01$). Bu sonuca göre DSYB'ne üye olmak faydalanılan destek sayısını arttırmaktadır. Aksoy ve ark. (2014) tarafından Erzurum'da yapılan çalışmada da DSYB'ne üye olan işletmelerin daha fazla sayıda tarımsal destekten faydalandıkları tespit edilmiştir.

Araştırmada DSYB'ne üye işletmelerin faydalandıkları ortalama hayvancılık desteği sayısı 1.72 iken, DSYB'ne üye olmayan işletmelerde bu sayı 1.15'tir. Birliğe üye olan ve olmayan işletmelerin ortalamaları arasında fark olup olmadığı Mann Whitney U testi ile test edilmiş ve gruplar arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < ,01$). Bu sonuç beklentilerle örtüşmektedir. Çünkü bazı desteklerden sadece DSYB'ne üye olan işletmeler ve/veya tarımsal örgütlere üye olan işletmeler alabilmektedir. Böylece devlet dolaylı bir şekilde işletmelerin örgütlenmesini teşvik etmektedir.

İşletmelerin Hayvancılık Desteklerinden Faydalanma Durumlarına Etki Eden Sosyo-ekonomik ve Demografik Faktörlerin Belirlenmesi

Üreticilerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri onların tarımsal organizasyonlarla olan ilişkilerinde önemli bir role sahiptir (Birchall & Simmons, 2004; Bhuyan, 2007; Chacko, 1985). Modelde kullanılan üreticilerin sosyo-ekonomik ve demografik özelliklerine ait değişkenler Tablo 6'da verilmiştir. İşletmelerin %16,29'u hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmazken, %37,64'ü bir, %35,39'u iki ve %10,67'si üç ve üzeri hayvancılık desteğinden faydalanmaktadır.

İşletmelerin faydalandıkları hayvancılık destek sayısına etki eden sosyo-ekonomik ve işletmecilik özelliklerine ait model sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Model, en çok olabilirlik yöntemine göre bütünüyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < ,000$). Modelin katsayıları, z oranı ve standart hata kullanılarak test edilmiştir. Modelin eşik değerleri pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu durum işletmelerin faydalandığı hayvancılık destek sayısı kategorilerinin uygun şekilde belirlendiğini göstermektedir.

Araştırmada, işletmelerin DSYB'ne üye olması ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 7). Bu sonuca göre; DSYB'ne üye olan işletmeler daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanmaktadır. DSYB'ne üye olma, hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmama ($Y=0$) olasılığını %7,6 oranında azaltırken, iki ($Y=2$) ve üç üzeri ($Y=3$) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %15 ve %4,4 oranından arttırmaktadır (Tablo 8). Akbay ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye olmanın tarımsal desteklerden faydalanmayı olumlu yönde etkilediği, Işık ve ark. (2009) tarafından Erzurum'da yapılan çalışmada tarımsal kooperatif ortağı olan üreticilerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalandığı tespit edilmiştir.

Araştırmada, toplam gelir içinde süt sığırcılığını payı ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 7). Bu sonuca göre; işletmelerin toplam gelirleri içinde süt sığırcılığının payının artması işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. Toplam gelir içinde süt sığırcılığının payının 10 birim artması, hiçbir hayvancılık

Tablo 1.
DSYB'ne Üye olan ve Olmayan İşletmelerin Hayvancılık Desteklerden Faydalanma Durumu

Destekten faydalanma	DSYB Üyelik Durumu					
	Üye Değil		Üye		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Evet	66	74,16	83	93,26	149	83,71
Hayır	23	25,84	6	6,74	29	16,29
Toplam	89	100,00	89	100,00	178	100,00

$\chi^2 = 11.905 (0.001, <,01)$

Tablo 2.
DSYB'ne Üye Olan ve Olmayan İşletmelerin Yem Bitkileri Desteğinden Faydalanma Durumu

Buzağı desteği alma	DSYB Üyelik Durumu					
	Üye Değil		Üye		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Evet	64	71,91	83	93,26	147	82,58
Hayır	25	28,09	6	6,74	31	17,42
Toplam	89	100,00	89	100,00	178	100,00

$\chi^2 = 14.101 (0.000, <,01)$

Tablo 3.
DSYB'ne Üye Olan ve Olmayan İşletmelerin Yem Bitkileri Desteğinden Faydalanma Durumu

Yem bitkileri desteği alma	DSYB Üyelik Durumu					
	Üye Değil		Üye		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Evet	29	32,58	41	46,07	70	39,33
Hayır	60	67,42	48	53,93	108	60,67
Toplam	89	100,00	89	100,00	178	100,00

$\chi^2 = 3.39 (0.06 >,05)$

Tablo 4.
DSYB'ne Üye Olan ve Olmayan İşletmelerin Aşı Desteğinden Faydalanma Durumu

Aşı desteği alma	DSYB Üyelik Durumu					
	Üye Değil		Üye		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Evet	9	10,11	20	22,47	29	16,29
Hayır	80	89,89	69	77,53	149	83,71
Toplam	89	100,00	89	100,00	178	100,00

$\chi^2 = 4.984 (0.026 <,05)$

Tablo 5.
DSYB'ne Üye Olan ve Olmayan İşletmelerin Toplam Faydalandıkları Hayvancılık Desteği Sayısı ve Dağılımı

Destek sayısı	DSYB Üyelik Durumu					
	Üye Değil		Üye		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Sıfır	23	25,84	6	6,74	29	16,29
Bir	33	37,08	34	38,20	67	37,64
İki	30	33,71	33	37,08	63	35,39
Üç	3	3,37	11	12,36	14	7,87
Dört	0	0,00	5	5,62	5	2,81
Toplam	89	100,00	89	100,00	178	100,00

$\chi^2 = 19.695 (0.001 <,01)$

Tablo 6.*Modelde Kullanılan Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

Değişkenler	Değerler
Bağımlı değişken	
Faydalanılan hayvancılık destek sayısı	
Y=0	%16,29
Y=1	%37,64
Y=2	%35,39
Y=3 ve üzeri	%10,67
Sürekli bağımsız değişkenler	
Ortalama	
Toplam işlenen arazi (da)	122,93 (195,60)
Deneyim (yıl)	25,92 (14,13)
Toplam BBHB	12,44 (15,41)
Gelirin % kaç sütün sığırcılığından	59,63 (32,96)
Kesikli bağımsız değişkenler	
DSYB üye olma (1, 0)	%50,00
Hayvancılıkla ilgili kursa katılma (1, 0)	%21,91
Traktöre sahip olma (1,0)	%58,99
Makinalı sağım (1,0)	%34,27
Yem bitkileri yetiştirmek (1,0)	%83,71
Suni tohumlama yaptıрма (1,0)	%46,07
Verime göre besleme yapma (1,0)	%22,47
Uzmanlardan (veteriner, ziraat müh) teknik destek alma	%82,02
<i>Parantez içinde standart sapma değerleri verilmiştir.</i>	

desteğinden faydalanmama (Y=0) olasılığını binde 7.6 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla binde 1.5 ve binde 4.3 oranından arttırmaktadır (Tablo 8).

İşletmelerin traktöre sahip olması ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 7). Bu sonuca göre; traktöre sahip olmak daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. Traktöre sahip olmak işletmelerin, hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmama (Y=0) ve bir (Y=1) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %7.9 ve %11 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %14,9 ve %3,9 oranında arttırmaktadır (Tablo 8).

İşletmelerin işledikleri arazi büyüklüğü ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 7). Bu sonuca göre; işletmelerin işlediği arazi miktarının artması, işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. İşletmelerin işledikleri arazi miktarının 10 dekar artması, hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmama (Y=0) ve bir (Y=1) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla binde 2.8 ve binde 4.5 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla binde 5.7 ve binde 1.6 oranında arttırmaktadır (Tablo 8). Abay ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada da işletme büyüklüğünün tarımsal desteklerden faydalanma durumunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

İşletmelerin yem bitkisi üretimi yapıyor olması ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Bu sonuca göre; yem bitkisi üretimi yapıyor olmak, işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. Yem bitkileri üretimi yapıyor olmak, hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmama (Y=0) ve bir (Y=1) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %25,3 ve %11,3 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %31,2 ve %5,3 oranında arttırmaktadır (Tablo 8). Demir (2009) tarafından Batı Marmara ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgelerinde yapılan çalışmada ve Ağır ve Akbay (2018) tarafından

Tablo 7.*Sıralı Probit Model Tahmin Sonuçları*

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	P-değeri	VIF
Sabit	-1,164	-3,16	,0016***	----
DSYB	0,500	2,62	,0089***	1,269
Deneyim	-0,003	-0,49	,6263	1,055
Gelir içindeki pay	0,005	1,77	,0772*	1,222
Kurs	0,122	0,52	,6016	1,312
Traktör	0,485	2,39	,0169**	1,385
Arazi	0,002	2,89	,0038***	1,618
BBHB	0,008	1,20	,2310	1,463
Makinalı sağım	0,049	0,23	,8184	1,440
Yem bitkileri üretimi	1,08	4,22	,000***	1,128
Suni tohumlama	0,433	2,28	,0225**	1,259
Verime göre besleme	0,088	0,40	,6922	1,228
Teknik destek alma	0,382	1,68	,0933*	1,045
<i>Mu (1)</i>	1,529	12,14	,000***	
<i>Mu (2)</i>	3,144	17,64	,000***	
Kısıtsız log olabilirlik = -174.812		Kısıtlı log olabilirlik = -226.030		
Olabilirlik oranı (LR) = 102.435[0,000]				
*** p < ,01; ** p < ,05; * p < ,1				

Tablo 8.
Faktörlere Ait Marjinal Etkiler

Değişkenler	(Y=0)	(Y=1)	(Y=2)	(Y=3)
DSYB	-0,0765**	-0,1193***	0,1518***	0,0439**
Deneyim	0,0005	0,0007	-0,0009	-0,0003
Gelir	-0,0008*	-0,0012*	0,0015*	0,0004*
Kurs	-0,0176	-0,0307	0,0372	0,0111
Traktör	-0,0786**	-0,1101**	0,1493**	0,0395**
Arazi	-0,0003***	-0,0004***	0,0006***	0,0002**
BBHB	-0,0012	-0,0019	0,0025	0,0009
Makinalı sağıım	-0,0073	-0,0119	0,0150	0,0043
Yem bitkileri üretimi	-0,2527***	-0,1126**	0,3119***	0,0534***
Suni tohumlama	-0,0645**	-0,1057**	0,1312**	0,0390**
Verime göre besleme	-0,0129	-0,0220	0,0271	0,0079
Teknik destek alma	-0,0684	-0,0783**	0,1199*	0,0268*

***p < ,01; **p < ,05; *p < ,1

Adana'da yapılan çalışmada üreticilerin yem bitkileri üretimi ile hayvancılık desteklerinden faydalanma durumları arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır.

İşletmelerin suni tohumlama yaptırması ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 7). Bu sonuca göre; suni tohumlama yaptırması olan, işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. Suni tohumlama yaptırması olmak, hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmama (Y=0) ve bir (Y=1) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %6,5 ve %10,6 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %13,1 ve %3,9 oranında arttırmaktadır (Tablo 8).

İşletmelerin uzmanlardan teknik destek alıyor olması ile faydalanılan hayvancılık desteği sayısı arasındaki ilişki anlamlıdır (Tablo 7). Bu sonuca göre; uzmanlardan destek almak, işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını arttırmaktadır. Uzmanlardan destek alıyor olmak, bir (Y=1) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını %7,8 oranında azaltırken, iki (Y=2) ve üç üzeri (Y=3) hayvancılık desteğinden faydalanma olasılığını sırasıyla %11,9 ve %2,7 oranında arttırmaktadır (Tablo 8). Ağır ve Akbay (2018) tarafından Adana'da yapılan çalışmada üreticilerin teknik bilgi alma durumu ile hayvancılık desteklerinden faydalanma durumları arasındaki ilişkinin pozitif olduğu ifade edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, Van İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye olan ve olmayan süt sığırcılığı işletmelerinin hayvancılık desteklerinden faydalanma durumları ve buna etki eden sosyo demografik ve işletmecilik faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, DSYB üye olan işletmelerin hayvancılık desteklerinden daha fazla oranda yararlanmış olduğu tespit edilmiş ve bu sonuç istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. DSYB'ne üye olan ve olmayan süt sığırcılığı işletmelerinin en yüksek oranda faydalandıkları hayvancılık destekleri sırasıyla, buzağı desteği, yem bitkileri desteği, aşı desteği ve süt primi desteğidir. Yem bitkileri desteği hariç diğer hayvancılık desteklerinde DSYB'ne

üye olan işletmeler bu desteklerden daha yüksek oranda faydalanmıştır. Elde edilen sonuçlar beklentilerle uyumludur. Çünkü bazı desteklerden faydalanabilmek için işletmelerin soy kütüğü kayıtlarının olması yani DSYB'ne üye olmaları gerekmektedir. Dolaylı olarak bu destekler sayesinde tarımda örgütlenmenin de teşvik edildiği söylenebilir.

Çalışmada, DSYB'ne üye olmayan işletmelerin %25,84'ünün, DSYB'ne üye olan işletmelerin ise sadece %6,74'ünün hiçbir hayvancılık desteğinden faydalanmadığı, DSYB'ne üye işletmelerin %12,36'sinin üç, %5,62'sinin ise dört hayvancılık desteğinden faydalandığı belirlenmiştir. DSYB'ne üye işletmelerin faydalandıkları ortalama hayvancılık desteği sayısı 1.72 iken, bu sayı üye olmayan işletmelerde 1.15'tir.

Çalışmada, DSYB'ne üye olma, toplam gelir içinde süt sığırcılığı payının artıyor olması, traktöre sahip olmak, arazi büyüklüğü, yem bitkileri üretiyor olmak, suni tohumlama ve uzmanlardan destek alıyor olmak faydalanılan hayvancılık desteği sayısını arttırmaktadır. Elde edilen sonuçların beklentilerle uyumludur. Bu sonuçlara göre; işletmelerin daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanabilmeleri için tarımsal örgütlere üye olma, daha büyük alanda üretim, yeniliklere açık ve uzmanlarla irtibatlı olması gerektiğini söylenebilir. Ancak bu özellikteki işletmelerin, bu özelliklere sahip olmayan küçük işletmelere göre hayvancılık desteklerine ne kadar ihtiyacı olup olmadığı da ayrı bir tartışma konusu olarak değerlendirilebilir. Çünkü tarımsal destekleme politikalarının temel amacı veya felsefesi küçük işletmelerin desteklenerek, büyük işletmelerle olan rekabetten olumsuz etkilenmelerini önlemektir. Bu durum tarımsal destekler için bir paradoks oluşturmaktadır. Sonuç olarak, çalışma ile DSYB'ne üye olmanın daha fazla sayıda hayvancılık desteğinden faydalanabilmek için önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – M.T.; Tasarım – M.T., M.Ç.; Denetleme – M.T., M.Ç., K.Ç.; Kaynaklar – K.Ç.; Malzemeler – M.T., M.Ç., K.Ç.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – M.T., M.Ç., K.Ç.; Analiz ve/veya Yorum – M.T., M.Ç., K.Ç.; Yazıyı Yazan – M.T., M.Ç., K.Ç.; Eleştirel İnceleme – M.T., M.Ç., K.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışmayı, FBA-2018-6414 nolu proje ile destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – M.T.; Design – M.T., M.Ç.; Supervision – M.T., M.Ç., K.Ç.; Resources – K.Ç.; Materials – M.T., M.Ç., K.Ç.; Data Collection and/or Processing – M.T., M.Ç., K.Ç.; Analysis and/or Interpretation – M.T., M.Ç., K.Ç.; Writing Manuscript – M.T., M.Ç., K.Ç.; Critical Review – M.T., M.Ç., K.Ç.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: We thank Van Yüzüncü Yıl University Scientific Research Projects Coordination Unit which supported this study with FBA-2018-6414 project.

Kaynaklar

- Abay, C., Türkel, B., Ören, M. N., Gürer, B., & Özalp, B. (2017). Türkiye'de Üreticilerin Tarımsal Desteklerden Faydalanma Durumu Üzerine İnceleme. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 130–136.
- Abdel-Aty, M. A. (2001). Using ordered probit modeling to study the effect of ATIS on transit ridership. *Transportation Research Part C*, 9(4), 265–277.
- Ağır, H. B., & Akbay, C. (2018). Üreticilerin Besi Sığırcılığı Desteklerinden Yararlanması Üzerine Etkili Faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 738–744.
- Akbay, C., Bilgiç, A., İkikat Tümer, E., & Sami, A. (2016). Impact of agricultural subsidies policy on turkey dairy farming by using binary logit model. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 30(Special Issue), 33–38.
- Aksoy, A., Güler, İ. O., & Terin, M. (2014). Erzurum İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Üreticilerin Belirli Özellikler Açısından Karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(3), 82–90.
- Aksoy, A., Terin, M., & Keskin, A. (2012). Türkiye Süt Sığırcılığında İslah ve Destekleme Politikalarının Bölgesel Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), 59–64.
- Anonim. (2021). Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri?Ziyaretci=Ciftci>
- Ata, N., & Yılmaz, H. (2015). Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmelerine Yansımaları: Burdur İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 44–54.
- Bhuyan, S. (2012). An analysis of dairy farmer participation in co-operatives in the Northeast United States. *Journal of Co-Operative Studies*, 45(2), 25–41.
- Birchall, J., & Simmons, R. (2004). The participation of users in public services. *The National Consumer Con.*
- Büyükcın, B., & Tan, S. (2020). Çanakale İli Biga İlçesinde Süt Üreticilerinin Hayvancılık Politikalarına Bakış Açılarının İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 258–266.
- Chacko, T. I. (1985). Member participation in union activities: Perceptions of union priorities, performance and satisfaction. *Journal of Labor Research*, 6(4), 363–373.
- Demir, N. (2009). *Destekleme Politikalarının Hayvancılık Sektörü Üzerine Etkilerinin Bölgesel Karşılaştırmalı Analizi*. (s. 52). (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Demir, N., & Yavuz, F. (2010). Hayvancılık Destekleme Politikalarına Çiftçilerin Yaklaşımlarının Bölgelerarası Karşılaştırmalı Analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 113–121.
- Erdal, G., Erdal, H., & Çiçek, A. (2020). An analysis of the effects of livestock support policies on breeders: An example of TR83 region in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(11), 2378–2387.
- Erdal, G., Erdal, H., & Gürkan, M. (2013). Türkiye'de Uygulanan Tarımsal Desteklerin Üretici Açısından Değerlendirilmesi (Kahramanmaraş İli Örneği). *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, 3(2), 92–98.
- Göçoğlu, İ. (2019). *Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Yapısı ve Sorunları Uşak İli Örneği*. (s. 45). (Yüksek Lisans Tezi). Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Isparta
- Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis* (7th ed., p. 180s). Pearson: Prentice-Hall. NJ.
- Gürbüz, D., & Gül, M. (2016). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Finansman Kaynakları: Burdur İli Örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 57–70.
- İnal, H. (2014). *Bursa İli Büyükorhan İlçesinde Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ve Merkez Kooperatife Kayıtlı Sığırcılık İşletmelerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması*. (s. 60). (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- İşık, H. B., Aksoy, A., & Yavuz, F. (2009). Factors affecting dairy farmers' utilization of agricultural supports in Erzurum. *Scientific Research and Essay*, 4(11), 1236–1242.
- Maddala, G. S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. New York: Cambridge University Press.
- McFadden, D. (1973). *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press.
- Miran, B. (2010). *Temel İstatistik* (p. 96s). Bornova, İzmir: Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Newbold, P. (1995). *Statistics for business and economics*. NJ: Prentice-Hall.
- Ören, M. N., & Bahadır, B. (2005). Türkiye'de ve OECD Ülkelerinde Hayvansal Ürün Politikaları ve Bu Politikalar Sonucu Ortaya Çıkan Transferler. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 46(1), 1–7.
- Özer, B. (2019). *Doğu Akdeniz Bölgesinde Süt Sığırcılığında Yeniliklerin Benimsenmesini Etkileyen Faktörler*. (s. 83). (Doktora Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Özudoğru, T. (2010). *Amasya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğinin Yöre Çiftçilerine Ekonomik Etkilerinin Analizi*. (s. 76). (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sayın, C. (2001). Türkiye'de Hayvancılık Politikaları ve Reform Arayışlarının Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 139–150.
- Semerçi, A., & Çelik, A. D. (2017). Reflections of animal husbandry subsidies on Dairy Cattle Enterprises: A case study of Hatay Province-Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14(2), 92–100.
- Tan, S. (2013). *Süt Sektöründe Uygulanan Politikalar ve Sürdürülebilirlik: Biga İlçesi Örneği*. Biga Sığırcılık Çalıştayı, 28, 121–123.
- Tatar, A. M. (2007). *Ankara ve Aksaray Damızlık Sığır Yetiştiricileri İlişkilerine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısı ve Sorunları*. (s. 58). (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü, Ankara.
- TCSBB. (2013). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Dairesi Başkanlığı, 2013 Yılı Programı.
- TCSBB. (2020). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Dairesi Başkanlığı, 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı.
- Terin, M. (2014). *Avrupa Birliği'ne Tam Üyeliğin Türkiye Sütçülük Sektörüne Muhtemel Bölgesel Etkilerinin Analizi*. (s. 41). (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Terin, M., & Yavuz, F. (2015). Türkiye Bölgeler Arası Optimum Süt ve Ürünleri Akışı: Spatial Denge Modeli. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 207–217.
- Torgut, E., Annayev, S., Türkel, B., & Örmeci Kart, M. Ç. (2019). Türkiye'de Uygulanmakta Olan Hayvancılık Desteklemelerinin Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelere Etkisi: İzmir İli Örneği. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 29–45.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/med/as/?kn=101&locale=tr>
- Uzmay, A. (2017). *Hayvancılık Sektöründe Uygulanan Politikaların Süt Sığırcılığı İşletmelerine Etkisi Üzerine Üretici Görüşlerinin Saptanması: İzmir İli Örneği*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(2), 167–175.

Yavuz, F., & Dilek, Ş. (2019). *Türkiye Tarımına Yeniden Bakış*. SETA Yayınları, 137, 66s.

Yavuz, F., Tan, S., & Zulauf, C. R. (2004). Regional Impacts of Alternative Price Policies for Turkey's Dairy Sector. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(3), 537–543.

Yüzbaşıoğlu, R., & Kızılaslan, H. (2020). Tokat İli Turhal İlçesi Hayvansal Destekleme Kullanan Üretici Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9(1), 1–12.

Mitigation of Drought Stress in Wheat by Bio-priming by PGPB Containing ACC Deaminase Activity

ACC Deaminaz Aktivitesi İçeren PGPB Kullanılarak Biyo-priming ile Buğdayda Kuraklık Stresinin Azaltılması

Fatih ÇİĞ¹,
Murat ERMAN¹,
Behçet İNAL²,
Harun BEKTAŞ²,
Mehmet SONKURT³,
Mohsen MIRZAPOUR²,
Mustafa CERİTOĞLU¹

¹Department of Field Crops, Siirt University, Faculty of Agriculture, Siirt, Turkey

²Department of Agricultural Biotechnology, Siirt University, Faculty of Agriculture, Siirt, Turkey

³The Agriculture and Rural Development Support Institution, Mardin, Turkey

This study was supported as a scientific research project numbered 2017-SİÜZİR-49 by Siirt University.

ABSTRACT

Out of stress management strategies used for drought, inoculation of plant growth-promoting bacteria holds a major position due to sustainable, low-cost, and versatile properties. The plant growth-promoting bacteria, particularly containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase activity, have a critical location since they restrict ethylene synthesis under stress conditions thereby improving stress tolerance index. In this experiment, seeds of two wheat cultivars were primed with three bacterial strains and seedlings were grown under stress and non-stress conditions. The study was laid out in completely randomized factorial design with three replications. While plant growth achieved top performance with synthetic fertilizer in 80% of field capacity, increasing drought stress restricted the efficiency of synthetic fertilizer. In contrast, plant growth-promoting bacteria-priming promoted plant growth and dry matter accumulation under optimum and drought conditions. Increase of dry matter accumulation in treatments as control plants varied between 17.1% and 57.1% under 80% of field capacity while it changed between 0.2% and 35.1% under drought conditions. TV126C and TV24C induced stress tolerance index in sensitive and tolerant cultivars under drought and optimum conditions. In conclusion, it is considered that bio-priming with plant growth-promoting bacteria involving 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase enzyme activity might be an effective and sustainable management strategy to drought stress in wheat cultivation.

Keywords: Biological fertilizer, drought stress management, free-living microorganisms, seed priming, stress tolerance index, *Triticum aestivum*

ÖZ

Kuraklığa karşı kullanılan stres yönetimi stratejileri arasında, bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (PGPB) inokulasyonu sürdürülebilir, düşük maliyetli ve çok yönlü özellikleri sayesinde önemli bir pozisyonda yer alır. Özellikle ACC (1-aminociklopropan-1-karboksilik asit) aktivitesi içeren PGPB'ler stres koşulları altında etilen sentezini sınırlandırarak stres tolerans indeksini iyileştirdikleri için kritik bir pozisyona sahiptir. Bu deneyde, iki buğday çeşidinin tohumları üç bakteriyel strain ile ekim öncesinde inokule edildi ve fideler stres ve stres olmayan koşullar altında yetiştirildi. Çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitki gelişimi %80 tarla kapasitesinde sentetik gübreleme ile zirveye çıkarken artan kuraklık stresi sentetik gübrenin etkinliğini sınırlandırdı. Aksine, PGPB-priming hem optimum hem de kurak koşullarda bitki gelişimini ve kuru madde birikimini teşvik etti. Kontrol bitkilerine göre uygulamalarda kuru madde birikiminin artışı %80 tarla kapasitesinde %17.1-57.1 aralığında değişirken kurak koşullarda %0.2-35.1 aralığında değişmiştir. TV126C ve TV24C hassas ve dayanıklı çeşitlerde kuraklık stres toleransını teşvik etti. Sonuç olarak, ACC deaminaz aktivitesi içeren PGPB ile biyo-priming uygulamalarının buğday tarımında kuraklık stresine karşı etkili ve sürdürülebilir bir yönetim stratejisi olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik gübre, kuraklık stres yönetimi, serbest yaşayan mikroorganizmalar, tohum priming, stres tolerans indeksi, *Triticum aestivum*

Geliş Tarihi/Received: 18.07.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 27.10.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Mustafa CERİTOĞLU
E-mail: ceritoglu@siirt.edu.tr

Cite this article as: Çiğ, F., Erman, M., İnal, B., Bektaş, H., Sonkurt, M., Mirzapour, M., & Ceritoğlu, M. (2022). Mitigation of Drought Stress in Wheat by Bio-priming by PGPB Containing ACC Deaminase Activity. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 51-57.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Introduction

Climate change is the most important factor threatening wheat yield as in all other agricultural products due to increasing temperatures, carbon emission, and severe droughts. Drought causes a reduction in yield of up to 92% in wheat, which is the most cultivated crop in the world due to its rich chemical compounds depending on the growing stage, its tolerance, and density of drought stress (FAO, 2021; Semenov et al., 2014). Hence, new approaches to the improvement and management of drought stress have major importance in agricultural production and food security. The commonly used methods for stress management are breeding of resistant varieties, water and nutrient management, using of mycorrhizal fungi and plant growth-promoting bacteria (PGPB), priming practices, and using of plant growth regulators, organic amendments, and bioengineering and biotechnological methods (Ceritoglu et al., 2018; Jha et al., 2019; Jisha et al., 2013; Nadeem et al., 2019). Out of them, PGPB applications startup with their eco-friendly, sustainable, and low-cost properties (Johnson & Puthur, 2021).

The PGPB, which mainly live in the rhizosphere, endosphere, and phyllosphere, can be described as bacterial strains that increase water and nutrient uptake, promote plant growth, and improve the tolerance to stress factors by mechanisms such as biological nitrogen fixation, dissolving inorganic phosphate compounds and mineralization of organic phosphate compounds, secretion of various phytohormones, vitamins, and growth regulators, restriction of ethylene synthesis by ACC (1-aminocyclopropane -1-carboxylic acid) deaminase enzyme activity, and decreasing pathogen damage by the secretion of antibiotic and fungicidal compounds (Çakmakçi et al., 2006; Glick, 2020). The PGPBs are more intensively colonized at the rhizosphere of plants due to root exudates such as nutrition, phytohormones, flavonoids, and enzymes (Noumavo et al., 2016). Using PGPB as a microbial inoculant has been gaining awareness as an eco-friendly method in sustainable agriculture compared to chemical fertilizers that damage soil structure, environment, and living organisms. In addition to using PGPB as biological fertilizer, it is an effective and sustainable way of stress management due to its various mechanisms such as ACC deaminase activity, production of siderophore and indoleacetic acid, and exopolysaccharide (Basu et al., 2021; Turan et al., 2014).

The ACC deaminase activity has a critical role in plants under stress conditions due to its inhibitory impact on the ethylene hormone. Although ethylene manages many physiological activities in plants, such as accelerated aging, senescence, fruit ripening, abscission, root formation, inhibition of storage organs formation, regulation of root nodulation in legumes, and supporting flowering in some species, it inhibits plant growth in high concentrations by acting on root and shoots growth via the action of ACC oxidase enzyme within plant tissues (Ahammed et al., 2020). Mechanism of ACC deaminase activity is based on hydrolysis of ACC which is the immediate precursor of ethylene hormone, thereby causing reduction of ethylene level (Raghuwanshi & Prasad, 2018). Therefore, certain PGPB strains can improve stress tolerance in plants exhibiting ACC deaminase activity. Moreover, PGPB involving ACC deaminase activity promotes root elongation and growth by reducing root ethylene levels (Penrose ve Glick, 2001). This study was laid out (i) to investigate impacts of the original bacterial strains containing ACC deaminase activity on mitigation of drought stress in wheat varieties, (ii) to improve

effects of bacterial strains as a biological fertilizer via N-fixation and P-solubilizing abilities, and iii) to study the effectiveness of bacterial strains on different cultivars under different irrigation methods.

Methods

Agronomic Traits of Cultivar

The Bezostaja-1 and Gerek79 bread wheat cultivars were grown in this study. Bezostaja-1 is a drought-sensitive cultivar, which has a short stem, strong structure, hairless leaves, and white glume. Gerek79, which has a long stem, strong structure and high tillering, was used as a drought-tolerant cultivar (Bagci et al., 2007). The cultivars were obtained from Transitional Zone Agricultural Research Institute, Turkey.

Multiplication of Used Bacterial Strains and Bio-priming Process of Wheat Seeds

The strains were chosen from the collection which was constituted via the TUBİTAK project (TOVAG 108 O 147) in Van Lake Basin in 2008 (Erman et al., 2010). Three bacterial strains, which are involved in *Pseudoalteromonas tetraodonis*, *Pseudomonas agarici*, and *Brevibacillus choshinensis*, were used in the present study to alleviate effects of drought stress on wheat cultivars. Descriptive information such as Code, Microbial identification system (MIS), isolation location, host-plant, and bacterial traits including N fixation, P solubilizing, and ACC deaminase activity are given in Table 1.

Protected bacterial strains in the laboratory of Siirt University were placed in a nutrient agar medium that was prepared with 20 g nutrient agar for each liter of distilled water for multiplication. The nutrient solution was sterilized at 121°C for 15 minutes by autoclave. After sterilization, cooled feedlots were transferred into petri dishes and solidified for 24 hours at room temperature. The stock of bacterial strains was planted on agar medium by the sterile needle and incubated at $2 \pm 25^\circ\text{C}$ for 24 hours. The nutrient broth (Merck-VM775843711) was used for the liquid feedlot. Only one colony was taken from nutrient agar medium, transferred into nutrient broth liquid feedlot, and incubated at $2 \pm 26^\circ\text{C}$ for 24 hours and centrifuged at 120 rpm in the shaker. The bacteria concentrations were turbidimetrically arranged to $\sim 10^8$ CFU/mL (Sonkurt and Çiğ, 2019). Before bacterial inoculation, wheat seeds were subjected to surface sterilization with 70% ethyl alcohol for 1 minute and 5% sodium hypochlorite (NaOCl) for 20 minutes. Seeds were primed with bacterial strains for 3 hours. After bio-priming, seeds were dried to initial moisture content for 24 hours under dark conditions. Control seeds were subjected to the pure nutrient broth solution to avoid impacts of early water uptake on germination and seedling growth.

Experimental Design

The experiment was laid out as a pot study under controlled conditions at a growth chamber of the Field Crops Department of Siirt University where mean temperatures and humidity were adjusted as 20–24°C and 50–70%, respectively. Two bread wheat cultivar (Bezostaja-1 and Gerek79), three irrigation levels (IL1: 25%, IL2: 50%, and IL3: 80% of field capacity) and six fertilizers (control, 100% synthetic fertilizer (SF), 50% SF, TV126C inoculation, TV24C inoculation, and TV53D inoculation) were used in the experiment. Optimum dose (100% SF) and half-dose (50% SF) were adjusted as 8 kg N/da with 6 kg P/da and 4 kg N/da with 3 kg P/da, respectively. Urea and triplesuper phosphate were used as nitrogen and phosphorus source, respectively. Control seeds were hydro-primed for 3 hours to eliminate water uptake before sowing, and

Table 1.
Descriptive Informations of Bacterial Strains Used in the Study

Code	Microbial Identification System	Location	Host-Plant	N-fix	P-sol	ACC-D
TV126C	<i>Pseudoalteromonas tetraodonis</i>	Ulupamir/Van	Wheat	H	L	N
TV24C	<i>Pseudomonas agarici</i>	Tendürek/Van	Raspberry	N	L	N
TV53D	<i>Brevibacillus choshinensis</i>	Çakırbey/Van	Taraxacum	H	H	N

Note: Bacterial strains were chosen due to their different traits and isolated host plants. The common trait of them is ACC deaminase enzyme activity since this enzyme is particularly has a major role in stress management due to restriction of ethylene synthesis during stress. N-fix=Nitrogen fixation ability, P-sol= Phosphate solubilizing capacity, ACC-D=ACC deaminase enzyme activity, H= High, N= Normal, L= Low.

no synthetic or biological fertilizer was applied to these pots. The study was laid out in a completely randomized factorial design with three replications.

Field soil, which was collected from the agricultural production area of Siirt University, was sieved and homogenized soil was placed in the autoclave for sterilization at 121°C for 20 minutes. The 18 × 18 cm of pots were used in the experiment. The 5.5 kg of dry sieved soil was placed in each pot and 100% field capacity was adjusted by the method of Amiri et al. (2017). After determining the volume of required water for 100% field capacity, the required water amount was calculated for 25%, 50%, and 80% moisture levels. All pots were adjusted to 80% of field capacity at the beginning of the study since drought does not affect germination and emergence. The eight homogeneous wheat seeds were sown per pot. After 7 days, four homogeneous seedlings were chosen for cultivation and the rest of them were ripped out. Irrigation was done at determined levels weekly and the experiment was concluded 8 weeks after thinning.

Investigated Agronomic Traits of Wheat Plants under Different Irrigation Levels

Differences between plant height (PH), shoot fresh weight (SFW), shoot dry weight (SDW), root length (RL), root fresh weight (RFW), and shoot dry weight (RDW) depending on fertilizers and irrigation levels were investigated in the study. The harvested plants at the end of the 8 weeks were carefully cut from the junction of shoot and root and then weighted separately to determine fresh weights. The PH and RL were measured by a manual meter. Plant materials were placed into the oven at 70°C and dried up to there was no change among the last two dry weights. The SDW and RDW were calculated by a precision scale. Total dry matter (TDM)-induced stress tolerance index (STI) was calculated by the methods of Fernandez (1992).

Statistical Analysis

Data were calculated by analysis of variance in the JMP (5.0.1) software according to the completely randomized design. The results were grouped by the least significant difference (LSD) test. According to multiple comparisons, significant differences were determined between all treatments.

Results

The study was carried out to understand how bacterial strains involving ACC deaminase activity, N-fixation, and P solubilizing ability exhibit performance under different nutrient and drought levels. Two wheat cultivars involving different agronomic traits and drought stress tolerance were used in the experiment to observe the effectiveness of action mechanisms of PGPR-priming. Moreover, this study investigated the effectiveness of synthetic and biological fertilizer under optimum and drought conditions. Plant growth sharply decreased with drought stress

in both Bezostaja-1 and Gerek79. The highest growth parameters were obtained from 100% SF under optimum water availability, while the effectiveness of bio-priming with PGPB including ACC deaminase, N-fixation, and P-solubilizing abilities on seedling growth increased drought conditions, thereby growth scenario based on fertilizer method changed (Table 2). It was observed that PGPB-priming enhanced the STI in both cultivars while synthetic fertilizer caused low STI (Figure 1).

Cultivars, fertilizers, drought level, and their double and triple interactions significantly affected all investigated parameters except for the RDW. Only fertilizer applications did not cause any statistically significant difference in the RDW. According to the results, all treatments led to statistically significant differences (<.01) on cultivars under different irrigating conditions (Table 2). In general, Gerek79 exhibited higher growth indices particularly above-ground organs compared with the Bezostaja-1 under both stress and non-stress conditions. While all parameters except for the RL decreased with increasing drought stress, the RL increased depending on drought level. Although the 100% SF caused the highest promoting effect on seedling growth under optimum water availability, IL1 inhibited the stimulative effect of SF and restricted seedling growth. In contrast, biological fertilizer showed higher performance compared to synthetic fertilizer under drought conditions. Out of microbial strains, TV24C had superior performance than the other microbial inoculants, 50% SF, and control treatments under optimum water availability. Moreover, its promotive and protective effects were the highest under strong stress conditions. Even though TV126C, which was isolated from the rhizosphere of wild *Triticum aestivum*, exhibited relatively hopeful performance under stress conditions, TV53D was ineffective in terms of growth indices.

Total dry matter (shoot dry weight + root dry weight) significantly changed depending on treatments under stress and non-stress conditions. Changes in dry matter accumulation among optimum and water stress conditions were schematized in Figure 1. Increase of dry matter accumulation as control plants varied between 17.1% and 57.1% under 80% of the FC while it changed between 0.2% and 35.1% under drought conditions. Diagrams also denote that synthetic fertilizer exhibited lower performance than biological fertilizer in terms of dry matter accumulation under both stress and non-stress conditions. Moreover, although synthetic fertilizer promoted plant growth under optimum water conditions, it is not effective on dry matter accumulation compared with bio-fertilizer.

Discussion

Drought stress adversely affects the physiological, biochemical, and molecular processes in plants; therefore, plant growth, development, crop yield, and quality were restricted due to various

Table 2.
Analysis of Variance and Results Belonging to Cultivars under Different Treatments and irrigation Levels

Cultivar	Fertilizer	IL	PH	SFW	SDW	RFW	RDW	RL
Bezostaja-1	TV126C	25% FC	39.37 ^{j-l}	3.86 ^{mn}	0.580 st	0.354 ^f	0.060 ^{j-m}	8.2 ^{b-d}
		50% FC	39.40 ^{j-l}	3.93 ^{j-n}	0.640 ^{qr}	0.353 ^f	0.064 ^{f-h}	7.9 ^{e-i}
		80% FC	40.67 ⁱ	4.07 ^{k-m}	0.768 ^{l-m}	0.390 ^{c-e}	0.069 ^{c-d}	7.6 ^{k-m}
	TV24C	25% FC	47.97 ^e	4.52 ^{fg}	0.796 ^{hi}	0.398 ^d	0.058 ^{m-o}	8.2 ^{bc}
		50% FC	49.37 ^{cd}	5.71 ^{ab}	0.831 ^g	0.402 ^c	0.064 ^{g-i}	8.0 ^{b-h}
		80% FC	49.43 ^{cd}	5.72 ^{ab}	0.874 ^f	0.403 ^c	0.069 ^{c-e}	7.9 ^{f-j}
	TV53D	25% FC	48.30 ^e	4.77 ^e	0.778 ^{ei-l}	0.433 ^{ab}	0.067 ^{ef}	8.8 ^a
		50% FC	48.43 ^e	4.79 ^e	0.821 ^{gh}	0.446 ^a	0.068 ^{c-e}	8.2 ^b
		80% FC	49.63 ^c	5.57 ^{bc}	0.882 ^{ef}	0.443 ^a	0.072 ^b	8.0 ^{b-g}
	50% SF	25% FC	37.53 ^m	3.47 ^o	0.590 ^s	0.220 ^q	0.054 ^{q-s}	7.5 ^{mn}
		50% FC	40.03 ^{ij}	4.11 ^{j-l}	0.689 ^p	0.233 ^{pq}	0.055 ^{p-r}	7.4 ^{mn}
		80% FC	42.17 ^h	4.28 ^{g-k}	0.753 ^{lm}	0.285 ^{mn}	0.061 ^{j-l}	7.3 ^{no}
	100% SF	25% FC	39.23 ^{kl}	4.07 ^{k-m}	0.671 ^{qp}	0.289 ^{l-n}	0.047 ^u	7.5 ^{l-n}
		50% FC	48.10 ^e	4.06 ^{k-m}	0.700 ^p	0.321 ^{gh}	0.051 ^{s-t}	6.8 ^p
		80% FC	50.90 ^{ab}	5.85 ^a	0.827 ^g	0.243 ^{op}	0.053 ^{r-t}	7.0 ^p
	Control	25% FC	36.60 ⁿ	3.09 ^p	0.575 st	0.301 ^{i-m}	0.057 ^{n-p}	8.7 ^a
		50% FC	38.90 ⁱ	3.74 ⁿ	0.629 ^r	0.303 ^{i-l}	0.061 ^{i-k}	7.9 ^{f-j}
		80% FC	40.40 ⁱ	3.94 ^{l-n}	0.751 ^{mn}	0.310 ^{h-j}	0.061 ^k	7.7 ^{l-m}
Mean			43.75 ^B	4.42 ^B	0.733 ^B	0.340 ^A	0.0606	7.9 ^A
Gerek-79	TV126C	25% FC	43.37 ^g	4.40 ^{f-i}	0.777 ^{i-m}	0.308 ^{h-k}	0.059 ^{k-n}	7.9 ^{e-i}
		50% FC	45.80 ^f	4.38 ^{f-i}	0.780 ^{i-k}	0.310 ^{h-j}	0.060 ⁱ⁻ⁿ	7.8 ^{g-k}
		80% FC	49.30 ^{cd}	4.38 ^{f-i}	0.892 ^{ef}	0.318 ^{hi}	0.067 ^{de}	7.6 ^{j-m}
	TV24C	25% FC	48.27 ^e	4.26 ^{h-k}	0.784 ^{ij}	0.290 ^{k-a}	0.065 ^g	8.1 ^{b-e}
		50% FC	49.23 ^{cd}	4.47 ^{f-i}	0.977 ^c	0.315 ^{h-j}	0.069 ^{c-e}	8.0 ^{b-h}
		80% FC	50.67 ^b	5.57 ^{bc}	1.056 ^b	0.384 ^{de}	0.071 ^{bc}	7.9 ^{d-h}
	TV53D	25% FC	48.75 ^{de}	4.60 ^{ef}	0.904 ^e	0.312 ^{h-j}	0.070 ^{bc}	9.0 ^a
		50% FC	49.43 ^{cd}	5.41 ^{cd}	0.935 ^d	0.338 ^{fg}	0.075 ^a	8.0 ^{b-h}
		80% FC	50.70 ^b	5.26 ^d	1.088 ^a	0.354 ^f	0.077 ^a	8.0 ^{b-h}
	50% SF	25% FC	39.90 ^{j-k}	4.08 ^{km}	0.698 ^p	0.280 ⁿ	0.044 ^v	8.2 ^b
		50% FC	41.77 ^h	4.23 ^{j-k}	0.758 ^{k-m}	0.286 ^{l-n}	0.045 ^{uv}	7.9 ^{d-h}
		80% FC	46.43 ^f	5.19 ^d	0.883 ^{ef}	0.298 ^{j-m}	0.047 ^{uv}	7.8 ^{h-l}
	100% SF	25% FC	43.33 ^g	4.49 ^{f-h}	0.703 ^{op}	0.374 ^e	0.046 ^{uv}	7.9 ^{f-j}
		50% FC	43.97 ^g	4.78 ^e	0.824 ^g	0.387 ^{c-e}	0.051 ^t	7.5 ^{mn}
		80% FC	51.63 ^a	5.55 ^{bc}	0.973 ^c	0.421 ^b	0.056 ^{o-q}	7.1 ^{op}
	Control	25% FC	38.77 ⁱ	3.88 ^{l-n}	0.562 ^t	0.228 ^{pq}	0.058 ^{l-o}	8.1 ^{b-f}
		50% FC	40.00 ^{j-k}	4.10 ^{j-m}	0.658 ^q	0.232 ^{pq}	0.062 ^{h-j}	7.7 ^{h-l}
		80% FC	43.80 ^g	4.34 ^{f-j}	0.727 ^{no}	0.254 ^o	0.067 ^{ef}	7.5 ^{mn}
Mean			45.84 ^A	4.63 ^A	0.832 ^A	0.316 ^B	0.0605	7.806 ^B
Mean of cultivars			44.79	4.53	0.783	0.328	0.606	7.848
CV%			1.08	3.34	1.99	3.27	2.56	1.99
LSD	Cultivar _x fertilizer _x irrigation		0.79 ^{**}	0.25 ^{**}	0.025 ^{**}	0.017 ^{**}	0.003 ^{**}	0.250 ^{**}
	Cultivar _x fertilizer		0.46 ^{**}	0.14 ^{**}	0.015 ^{**}	0.010 ^{**}	0.0015 ^{**}	0.147 ^{**}
	Cultivar _x irrigation		0.32 ^{**}	0.10 ^{**}	0.010 ^{**}	0.007 ^{**}	0.0010 ^{**}	0.104 ^{**}
	Fertilizer _x irrigation		0.59 ^{**}	0.17 ^{**}	0.018 ^{**}	0.012 ^{**}	0.0018 ^{**}	0.558 ^{**}
	Cultivar		0.19 ^{**}	0.06 ^{**}	0.006 ^{**}	0.004 ^{**}	0.0006 ^{**}	0.061 ^{**}
	Fertilizer		0.32 ^{**}	0.10 ^{**}	0.010 ^{**}	0.007 ^{**}	0.0010 ^{ns}	0.104 ^{**}
	Irrigation		0.23 ^{**}	0.07 ^{**}	0.007 ^{**}	0.005 ^{**}	0.0007 ^{**}	0.074 ^{**}
Note: IL=Irrigation level, PH=Plant height, SFW=Shoot fresh weight, SDW=Shoot dry weight, RFW=Root fresh weight, RDW=Root dry weight, RL=Root length, SF=Synthetic fertilizer, FC=Field capacity, **<.01, ns=no significant difference.								

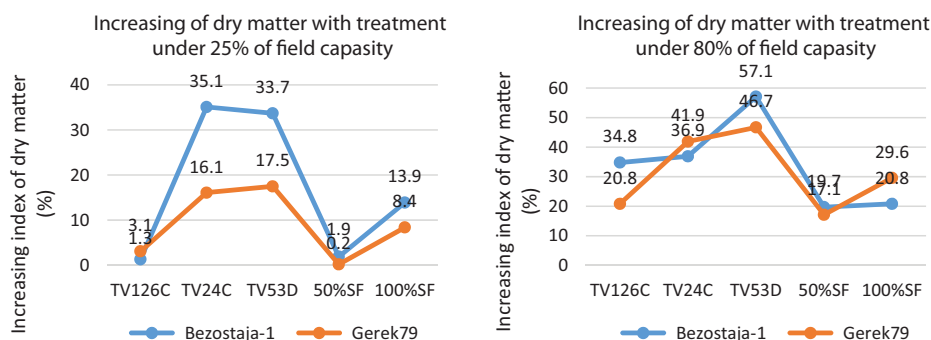


Figure 1.

Effectiveness of Fertilizers under 25% and 80% of Field Capacity. In General, Bezostaja-1 Variety was More Affected with Treatments, Particularly Bio-Fertilizers. This is an Important Indicator of the Pivotal Role of Bacteria-Genotype Interactions. Although PGPB-priming Induced Stress Tolerance of Both Cultivars, the Resistance Resistance of Sensitive Cultivars More Increased than Tolerant One.

destructive events such as osmotic stress, damaged photosystem, ion homeostasis, and inhibition of K^+ transportation, etc. Moreover, synthetic fertilization loses its effectiveness if there is not enough water in the environment and cannot support the plant on stress resistance (Emery et al., 2020). Thus, PGPB-priming that provides direct and indirect advantages to plants is a sustainable and low-cost strategy as bio-fertilizer and bio-protectant. This study is a pivotal step to observe the effectiveness of our original strains on mitigation of drought stress in wheat plants.

Plant growth achieved top performance with synthetic fertilizer in 80% of field capacity. However, increasing drought stress restricted the efficiency of synthetic fertilizer and seedling growth. Although there are some differences among cultivars, the scenarios were similar for drought-tolerant and sensitive cultivars. The main reason for this situation is considered to be caused by low water availability that can change nutrient uptake by disrupting the kinetics of nutrient uptake mechanisms

by roots (Bista et al., 2020). Besides, many researchers have stated that drought decreases the rate of water and nutrient uptake per unit root, thereby superior traits of strains such as N-fixation, P-solubilizing, phytohormone secreting, and siderophore production increase nutrient availability in the rhizosphere and promote root system (Richardson et al., 2009). He et al. (2021) stated that PGPB strains improve drought tolerance of ryegrass by enhancing the antioxidant defense system and regulating abscisic acid signal. Also, the different researchers stated that PGPB stimulates the number and length of lateral roots (Chamam et al., 2013) and promotes root elongation (Contesto et al., 2008), therefore, it induces water and nutrient uptake and increases plant growth. Vacheron et al. (2013) indicated that root-bacteria interaction has a complex mechanism based on molecular and gene-induced factors; therefore, PGPB applications lead to improve root system architecture and help plants under different adverse conditions.

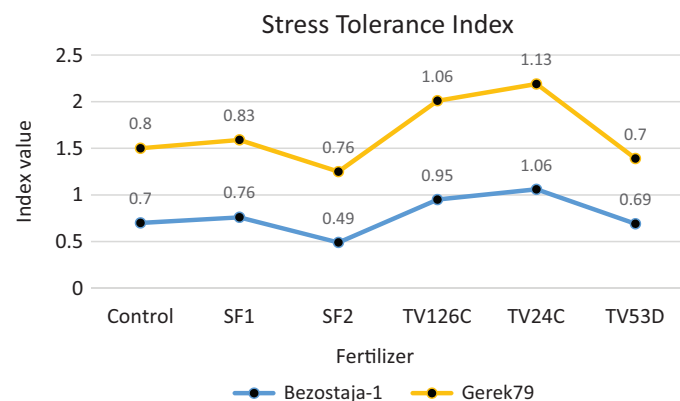


Figure 2.

Diagram of Stress Tolerance Index (STI) Belongs to Gerek79 (Drought-Tolerant) and Bezostaja (Drought-Sensitive) Cultivars with Different Fertilization Treatments. It is Clear that PGPB-priming Induced the STI in Both Cultivars depending on Bacterial Strain. The Effectiveness of Synthetic Fertilization Does Not Nnly Decrease under Stress Conditions. It Even also Inhibited Seedling Growth and Mitigated the STI with Water Deficiency. The Bacterial Strains were Isolated from Different Wild Species. Thus, It Is Considered That There is a Major Relationship Between the Host-Plant of Isolate and Inoculated plant. This Diagram also Indicates That Using Drought-Tolerant Cultivars is Not Only Enough for Stress Management, PGPB Applications Also Contribute to Stress Tolerance Mechanisms and Stimulate Plant Growth and Crop Yield.

The results of Rashid et al. (2021) supported our findings, in which *Bacillus megaterium* isolated from semi-arid region induced germination index (11–46%), seedling vigor index (11–151%), and fresh and dry weight (35–192% and 58–226%) under optimum irrigation and drought conditions. Moreover, they indicated that PGPB inoculation induced the STI in wheat plants by increasing 59% relative water content, 260% chlorophyll a, 70% chlorophyll b, 174% carotenoid, 136% protein content, 117% proline content and decreasing 57% Malondialdehyde (MDA) content. These findings support our results as seen in Figure 2. According to Fig 2, PGPB increased the STI in both tolerant and sensitive wheat plants.

The STI is a major indicator in stress management. Gerek79 has a higher drought tolerance compared with Bezostaja-1 under control and treatment conditions (Figure 2). A stunning information was determined that synthetic fertilizer caused decreasing in the STI while biological fertilizer depending on used bacterial strain enhanced the STI under drought stress conditions. Another significant information obtained from the results was that drought-tolerant variety was more positively affected by PGPB inoculation compared with drought-sensitive cultivar. The major mechanisms of PGPB are ACC deaminase and exopolysaccharides (EPS) activity. While ACC deaminase activity restricts the ethylene synthesis via converting the ACC into ammonia and α -ketobutyrate, EPS is effective in bioremediation, biofilm formation, surface attachment of bacteria, microbial aggregation, protection against stresses, and improvement in plant-microbe interactions (Manca de Nadra et al., 1985). Ansari et al. (2021) determined that PGPB

inoculation mitigates drought stress in wheat and increases root colonization due to biofilm development ability. On the other hand, drought stress reduces leaf sugar content, thereby altering physiological and biochemical processes because sugar protects the structure of macromolecules and membrane stability during extreme osmotic stress (Prado et al., 2000). Hoekstra et al. (2001) demonstrated that PGPB-accumulated soluble sugars provide drought tolerance since soluble sugars derivatives acted as an osmoprotectant under drought conditions. Thus, PGPB-priming provided advantages to both tolerant and sensitive cultivars under drought conditions. Various researchers demonstrated similar results on wheat (Khan & Bano, 2019), maize (Naseem & Bano, 2013), mung bean (Kumari et al., 2016), chickpea (Khan et al., 2019), and common bean (Steiner et al., 2020).

Conclusion

Drought stress has been affecting wheat cultivation directly and indirectly by restricting nutrient uptake. This study indicated that water deficiency decreased the effectiveness of synthetic fertilizers and therefore plant growth was restricted. However, PGPB-priming had a promotive effect under both optimum and particularly stress conditions. Moreover, biological fertilizer is a more sustainable, cost-effective, and eco-friendly strategy compared with synthetic fertilizer. After various optimization and stability analyses, developing different commercial formulations and spreading the use of PGPB can be effective stress management against increasing drought conditions.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – F.Ç., M.E.; Tasarım – F.Ç., M.E., M.S.; Denetleme – B.I., H.B., M.M.; Kaynaklar – M.E., F.Ç.; Malzemeler – M.E., F.Ç.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – F.Ç., M.S.; Analiz ve/veya yorum – F.Ç., M.E., M.C.; Literatür Taraması – M.C.; Yazıyı Yazan – M.C., F.Ç.; Eleştirel İnceleme – M.E., B.I., H.B., M.M.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma Siirt Üniversitesi tarafından 2017-SiÜZİR-49 nolu bilimsel araştırma projesi ile desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – F.Ç., M.E.; Design – F.Ç., M.E., M.S.; Supervision – B.I., H.B., M.M.; Resources – M.E., F.Ç.; Materials – M.E., F.Ç.; Data Collection and/ or Processing – F.Ç., M.S.; Analysis and/ or Interpretation – F.Ç., M.E., M.C.; Literature Search – M.C.; Writing Manuscript – M.C., F.Ç.; Critical Review – M.E., B.I., H.B., M.M.

Conflict of Interest: The authors declare that there are no conflicts of interest related to this article.

Financial Disclosure: This study was supported as a scientific research project numbered 2017-SiÜZİR-49 by Siirt University.

References

- Ahmed, G. J., Gantait, S., Mitra, M., Yang, Y., & Li, X. (2020). Role of ethylene crosstalk in seed germination and early seedling development: A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, 151, 124–131. [\[CrossRef\]](#)
- Amiri, H., Ismaili, A. & Hosseinzadeh, S. R. (2017). Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj). *Compost Science and Utilization*, 25, 152-165.
- Ansari, F. A., Jabeen, M., & Ahmad, I. (2021). Pseudomonas azotoformans FAPS, a novel biofilm-forming PGPR strain, alleviates drought stress in wheat plant. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(12), 3855–3870. [\[CrossRef\]](#)
- Bagci, S. A., Ekiz, H., Yilmaz, A., & Cakmak, I. (2007). Effects of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in Central Anatolia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(3), 198–206. [\[CrossRef\]](#)
- Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., & El Enshasy, H. (2021). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: Recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*, 13(3), 1140. [\[CrossRef\]](#)
- Bista, D. R., Heckathorn, S. A., Jayawardena, D. M., & Boldt, J. K. (2020). Effect of drought and carbon dioxide on nutrient uptake and levels of nutrient-uptake proteins in roots of barley. *American Journal of Botany*, 107(10), 1401–1409. [\[CrossRef\]](#)
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., & Şahin, F. (2006). Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1482–1487. [\[CrossRef\]](#)
- Chamam, A., Sanguin, H., Bellvert, F., Meiffren, G., Comte, G., Wisniewski-Dyé, F., Bertrand, C., & Prigent-Combaret, C. (2013). Plant secondary metabolite profiling evidences strain-dependent effect in the Azospirillum-Oryza sativa association. *Phytochemistry*, 87, 65–77. [\[CrossRef\]](#)
- Contesto, C., Desbrosses, G., Lefoulon, C., Béna, G., Borel, F., Galland, M., Gamet, L., Varoquaux, F., & Touraine, B. (2008). Effects of rhizobacterial ACC deaminase activity on Arabidopsis indicate that ethylene mediates local root responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Science*, 175(1–2), 178–189. [\[CrossRef\]](#)
- Emery, S. M., Stahlheber, K. A., & Gross, K. L. (2020). Drought minimized nitrogen fertilization effects on bioenergy feedstock quality. *Biomass and Bioenergy*, 133, 105452. [\[CrossRef\]](#)
- Erman, M., Kotan, R., Çakmakçı, R., Çiğ, F., Karagöz, K., & Sezen, M. (2010). Effect of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing Rhizobacteria isolated from Van Lake Basin on the growth and quality properties in wheat and sugar beet. Proceedings International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems, February 3-7, Famagusta, Cyprus, pp. 325–329.
- Fernandez, G. C. (1992, August 13–16). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance* (pp. 257–270). International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Shanhua.
- food and agriculture organization. (2021). *World agricultural production*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Accessed 6 July 2021).
- Glick, B. R. (2020). *Beneficial plant-bacterial interactions* (2nd ed.). Cham: Springer Nature Switzerland.
- He, A., Niu, S., Yang, D., Ren, W., Zhao, L., Sun, Y., Meng, L., Zhao, Q., Paré, P. W., & Zhang, J. (2021). Two PGPR strains from the rhizosphere of Haloxylon ammodendron promoted growth and enhanced drought tolerance of ryegrass. *Plant Physiology and Biochemistry*, 161, 74–85. [\[CrossRef\]](#)
- Hoekstra, F. A., Golovina, E. A., & Buitink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(9), 431–438. [\[CrossRef\]](#)
- Jha, U. C., Bohra, A., Jha, R., & Parida, S. K. (2019). Salinity stress response and 'omics' approaches for improving salinity stress tolerance in major grain legumes. *Plant Cell Reports*, 38(3), 255–277. [\[CrossRef\]](#)
- Jisha, K. C., Vijayakumari, K., & Puthur, J. T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: An overview. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(5), 1381–1396. [\[CrossRef\]](#)
- Johnson, R., & Puthur, J. T. (2021). Seed priming as a cost effective technique for developing plants with cross tolerance to salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, 247–257. [\[CrossRef\]](#)
- Khan, N., & Bano, A. (2019). Exopolysaccharide producing rhizobacteria and their impact on growth and drought tolerance of wheat grown under rainfed conditions. *PLoS ONE*, 14(9), e0222302. [\[CrossRef\]](#)

- Khan, N., Bano, A., Rahman, M. A., Guo, J., Kang, Z., & Babar, M. A. (2019). Comparative physiological and metabolic analysis reveals a complex mechanism involved in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) induced by PGPR and PGRs. *Scientific Reports*, 9(1), 2097. [\[CrossRef\]](#)
- Kumari, S., Vaishnav, A., Jain, S., Varma, A., & Choudhary, D. K. (2016). Induced drought tolerance through wild and mutant bacterial strain *Pseudomonas simiae* in mung bean (*Vigna radiata* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(1), 4. [\[CrossRef\]](#)
- Manca de Nadra, M. C., Strasser, A. M., de Saad, A. A., de Ruiz Holgado, P., & Oliver, G. (1985). Extracellular polysaccharide production by *Lactobacillus bulgaricus* CRL 420. *Milchwissenschaft*, 40, 409–411.
- Nadeem, M., Li, J., Yahya, M., Wang, M., Ali, A., Cheng, A., Wang, X., & Ma, C. (2019). Grain legumes and fear of salt stress: Focus on mechanisms and management strategies. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(4), 799. [\[CrossRef\]](#)
- Naseem, H., & Bano, A. (2014). Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their exopolysaccharide in drought tolerance of maize. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 689–701. [\[CrossRef\]](#)
- Pac ocirc me, A. N., Nad egrave ge, AeA., Farid, B. M., Adolphe, A., & Lamine, B. M. (2016). Plant growth promoting rhizobacteria: Beneficial effects for healthy and sustainable agriculture. *African Journal of Biotechnology*, 15(27), 1452–1463. [\[CrossRef\]](#)
- Penrose, D. M., & Glick, B. R. (2001). Levels of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in exudates and extracts of canola seeds treated with plant growth-promoting bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 47(4), 368–372. [\[CrossRef\]](#)
- Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., & Gonzalez, J. A. (2000). Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. seeds. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41, 27–34.
- Raghuwanshi, R., & Prasad, J. K. (2018). Perspectives of rhizobacteria with ACC deaminase activity in plant growth under abiotic stress. In B. Giri, R. Prasad, & A. Varma (Eds.), *Root biology* (pp. 303–321). Cham: Springer International Publishing.
- Richardson, A. E., & Simpson, R. J. (2011). Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. *Plant Physiology*, 156(3), 989–996. [\[CrossRef\]](#)
- Şahin, S., Erman, M., & Ceritoğlu, M. (2018). Effects of vermicompost on plant growth and soil structure. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 32(3), 607–615. [\[CrossRef\]](#)
- Semenov, M. A., Stratonovitch, P., Alghabari, F., & Gooding, M. J. (2014). Adapting wheat in Europe for climate change. *Journal of Cereal Science*, 59(3), 245–256. [\[CrossRef\]](#)
- Sonkurt, M., & Çiğ, F. (2019). The effect of plant growth-promoting bacteria on the development, yield and yield components of bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum durum*) wheats. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 3877–3896. [\[CrossRef\]](#)
- Steiner, F., da Silva Oliveira, C. E., Zoz, T., Zuffo, A. M., & de Freitas, R. S. (2020). Co-inoculation of common bean with *Rhizobium* and *Azospirillum* enhance the drought tolerance. *Russian Journal of Plant Physiology*, 67(5), 923–932. [\[CrossRef\]](#)
- Turan, M., Ekinci, M., Yıldırım, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., & Dursun, A. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 327–333. [\[CrossRef\]](#)
- Vacheron, J., Desbrosses, G., Bouffaud, M. L., Touraine, B., Moënné-Loccoz, Y., Muller, D., Legendre, L., Wisniewski-Dyé, F., & Prigent-Combaret, C. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in Plant Science*, 4, 356. [\[CrossRef\]](#)

Peyzaj Çeşitliliğindeki Zamana Bağlı Değişimin İrdelenmesi: Afşin-Elbistan Termik Santrali Örneği

Examining the Time-Dependent Change in Landscape Diversity: The Example of Afşin-Elbistan Thermal Power Plant

Yüksel ÜNLÜKAPLAN^{ID},
Elif Dilan KARAGÖZ^{ID}

Çukurova Üniversitesi, Mimarlık
Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,
Adana, Türkiye



ÖZ

Peyzaj planlama çalışmalarının en önemli amaçlarından biri Arazi Örtüsü/Alan Kullanım(AÖ/AK) sınıflarındaki değişimin tespit edilmesidir. Bu çalışmada fosil kaynaklı yenilenemeyen enerji santrallerinden Kahramanmaraş il sınırları içindeki Afşin-Elbistan Termik Santralinin bulunduğu alt havzada AÖ/AK'ları değişimlerinin peyzaj çeşitliliği üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada üretilen veriler Arc-GIS 10.6.1 programı ile işlenerek alt havzadaki 1990-2018 yılları arasında değişen alan kullanımları CORINE 3. Düzey sınıflama verileri dikkate alınarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma alanındaki peyzaj çeşitliliği de yerel ölçekte, 2018 tarihli CORINE 3. Düzey sınıflama verileri ve 2014 tarihli orman meşcere verileri ile ortaya konularak, çeşitlilik normalize edilmemiş Simpson's, Shannon's, Brillouin's çeşitlilik endekslerine göre birim sayısı ve alan büyüklüğü bazında hesaplanarak derecelendirilmiş ve çeşitlilik düzeylerinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak yapılan harita analizler ışığında enerji santrali nedeniyle alanda peyzaj tipolojisinin değiştiği, yeni AÖ/AK sınıflarının oluştuğu ve bunların doğrudan faaliyetle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Enerjinin elde edilmesi sırasında peyzaj çeşitliliğinin doğrudan veya dolaylı olarak etkilendiği ve peyzajların sunduğu özgün tipolojinin bozulduğu tespit edilmiştir. Genellikle arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerinin tespit edildiği çalışmaların aksine bu çalışmanın en dikkat çekici yanı peyzaj çeşitliliği üzerindeki değişimin zamana bağlı olarak tespit edilmesidir. Bu noktada yapılacak olan benzer çalışmalara örnek teşkil edecektir.

Anahtar Kelimeler: Çeşitlilik, arazi örtüsü/alan kullanımları, peyzaj çeşitliliği, enerji santralleri, sürdürülebilirlik

ABSTRACT

One of the most important purposes of landscape planning studies is to determine the change in land cover/land use classes. In this study, it is aimed to reveal the effects of land cover/land use changes on landscape diversity in the sub-basin where the thermal power plants, which are fossil sourced non-renewable power plants, are located. The study was carried out in the sub-basin where Afşin-Elbistan thermal power plant is located within the borders of Kahraman Maraş province. The data produced in the study were processed with the Arc-GIS 10.6.1 program and the field uses between 1990 and 2018 were determined. At the same time, in the local, which has been generally revised as of 2018, estimated data from 2018 level 3 general classification data and 2014 forest map data, according to the reference points of Simpson's, Shannon's, Brillouin's, which are not normalized shown above, are numbered and large. A place has been estimated and said to be in a place that is higher than the above-mentioned areas. As a result, it was observed that the landscape typology in the area changed due to the activity, new land cover/land use classes were formed, and they were directly related to the activity. It has been determined that landscape diversity is directly or indirectly affected during the generation of energy and the original typology presented by the landscapes is deteriorated. Contrary to studies in which land cover/land use changes are generally determined, the most striking aspect of this study is the determination of the change in landscape diversity over time. It will set an example for similar studies to be carried out at this point.

Keywords: Diversity, land cover/land use, landscape diversity, power plants, sustainability

Geliş Tarihi/Received: 03.08.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 09.12.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Yüksel ÜNLÜKAPLAN
E-mail: elfdl21@gmail.com

Cite this article as: Ünlükaplan, Y., Karagöz, E. D. (2022). Examining the Time-Dependent Change in Landscape Diversity: The Example of Afşin-Elbistan Thermal Power Plant. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 58-66.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Peyzajların sürdürülebilirliği, çeşitliliğinin korunması, doğal kaynakların tespiti ve peyzaj tiplerinin belirlenmesi PAN-Avrupa Biyolojik Çeşitlilik Peyzaj Sözleşmesi ve Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nde (APS) ele alınarak, peyzajların zaman içinde gösterdiği değişimlerin tespit edilmesinin peyzajın planlanması ve yönetilmesinde önemli olduğu vurgulanmıştır (Atik ve ark., 2010; Tülek ve Atik, 2017).

APS, peyzaj planlama kavramını, peyzajların iyileştirilmesi ve peyzaj değerinin yükseltilmesi için yapılan eylemler olarak tanımlamıştır. Peyzaj planlama, kalkınmayla doğrudan bağlantılıdır ve bölge halkının yaşam kalitesini, alanın mevcut kimliğinin korunmasını ve alan kullanımlarının bütüncül bir çerçevede şekillenmesini sağlar (Uzun, 2012). Bu perspektif, asıl amacın peyzajların sürdürülebilirliğini sağlamak olduğunu ve doğal kaynaklardan en fazla oranda/en az zararla nasıl faydalanılabileceğini açıklamaktadır. Peyzaj karakterinin tespit edilmesi peyzajın sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü peyzaj karakterindeki kayıplar peyzajın canlı ve cansız bütün bileşenlerini yakından ilgilendirmektedir. Plan kararları verilirken peyzaj karakterindeki değişimlerin nasıl izleneceği ve peyzaj karakterinin korunması için neler yapılabileceği cevap olunması gereken iki sorudur. Ayrıca peyzaj çeşitliliğinin alan kullanımlarına karşı direnci, peyzajın ekolojik hoşgörüsü ve kırılabilirliği, AÖ/AK planlamalarında dikkate alınması zorunlu olan diğer konulardandır.

Birçok bileşeni olan peyzajların zaman içindeki değişimlerinin izlenmesi de, plan kararları açısından önemlidir ve plan kararları, alan kullanımı stratejileri, alanın yönetimi ve manzaradaki değişimlerin ortaya konulması için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanımı farklı ölçeklere uygun ortam sunmaktadır. Tematik haritaların CBS ortamında çakıştırılmasıyla elde edilen peyzaj tipleri ve peyzaj karakterleri özellikle havza yönetim planlarında altlık olarak kullanılmaktadır (Koç & Yılmaz, 2020; Turgut & Tırnakçı, 2020). Doğal ve kültürel mirasın değerli bir parçası olan peyzaj, uzun vadede endüstriyel kullanımlar ve insan etkileriyle tehdit edilmektedir (Sandström & Hedfors, 2018). Göçün, kentleşmenin, ekonomik ve teknolojik değişimlerin, insan müdahalelerinin peyzaj karakterini ve peyzaj tiplerini etkilediği görülmüştür (Antrop, 2003; Dramstad ve ark., 1996; Klijn & Vos, 2000; Meeus, 1993).

Gelişmekte olan ülkelerdeki nüfus artışı ve buna paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına başvurulur. Doğadan elde edilen kaynakların az ya da çok mutlaka doğaya zarar veriyor olması, ihtiyacımız olan enerjiyi elde ederken sürdürülebilir plan kararlarını hayata geçirmemizi zorunlu kılmaktadır. Endüstriyel kullanımların başında gelen enerji santralleri, fabrikalar ve diğer faaliyetlerin ülke ekonomisine katkısı yadsınamaz ölçüdedir. Ancak kaynak tüketimi noktasında özellikle doğal peyzajların bu kullanımlarla zarar görüyor olması telafi edilemez bir hasara neden olacaktır. Enerji elde edilen yöntemler önemli olmaksızın, elde edilmiş çevreye en az zararı veren yöntemin kullanılması önemlidir. Termik santralleri üzerine yapılan çalışmalarda belirli zonlardan alınan bitki ve toprak örneklerinde kükürtün fazla çıkması, santralden kaynaklı küllerin tarımda kullanımının uygun olmaması ve sağlık sorunlarının santrale olan mesafe ile ters orantılı olması termik santralinin etkilerinin sadece bölgesel ölçekte değil evrensel ölçekte olduğunu göstermektedir (Goncaoğlu ve ark., 2020;

Karaman, 2011; Özcan, 2014; Özdemir, 2013; Reyhanlı, 2004). Artan taleplerin karşılanması için başvuru kaynaklarından olan fosil kaynaklı yakıtların zamanla tükeniyor olması kaçınılmazdır. Bu durum insanların alan kullanımlarını, ulaşım ağlarını, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerini ve sosyal etkileşimlerini değiştirmektedir. Peyzajlarda oluşan değişiklik ekolojik bileşenlerinin farklılaşması olarak açıklanmaktadır. Özellikle insan kullanımlarına açık, kentsel alanlarda değişimin yoğun olması değişim tespiti çalışmalarının odak noktasıdır. Kentsel alanlarda sürdürülebilir plan kararları almak adına yapılan değişim tespiti çalışmalarında yerleşim alanlarının arttığı, bitki örtüsü ve su kütlelerinin ciddi boyutta azaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Alphan, 2003; Dewan & Yamaguchi, 2009; Uzun, 2003; Yücel & Çoban, 2018). Bu değişimler AÖ/AK sınıflarının uygun değerlendirilmemesiyle sonuçlanmaktadır. Ayrıca kaynakların tahribatına, yoksulluğa ve birçok sosyal/çevresel soruna neden olmaktadır (Alphan ve ark., 2009; Yılmaz ve ark., 2019). Özellikle çevresel sorunların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi kullanımların araziye uygun hale getirilmesi sağlar. Bir alanın veya kaynağın sürdürülebilirliği, sadece doğal ve kültürel potansiyelinin saptanması ve alanın ekolojik yapısına uygun olan kullanımların uygulanması ile mümkündür (Akbülak, 2010). Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması için koruma/kullanma dengesi göz önünde bulundurularak planlanması hayati önemdedir. Aksi halde peyzajların insan etkisiyle maruz kaldığı bu durum tarım alanlarını, ormanları, kıyı kumullarını ve sulak alanları olumsuz etkilemeye devam edecektir. Böyle önemli ekosistemlerin olumsuz etkilenmesi hem alandaki doğallığın ve çeşitliliğin bozulmasına hem de bu bozulmanın yerelden bölgeye hatta tüm dünyaya yayılmasına neden olacaktır.

Bu çalışmada kullanışlarına (yenilenebilir/yenilenemeyen) göre enerji kaynakları arasından fosil enerji kaynakları göz önünde bulundurulmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal döngü ile kendini tekrar üretebilen kaynaklardır. 2015 yılı sonu itibarıyla, dünyada üretilen elektriğin yaklaşık %23,7'si yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilmiştir (Anonim, 2016). Bunun aksine yenilenemeyen enerji kaynakları tükenme tehdidiyle karşı karşıyadır. Ne zaman biteceği tahin edilemeyen ve kullanımı sırasında doğaya oldukça zararlı olan bu enerji kaynaklarının kullanılması önerilmemektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının oluşumu için uzun bir süreç gerekirken, bu kaynakların tüketilmesi oldukça hızlıdır. Dünya üzerindeki enerji kaynakları tüketim oranlarına bakıldığında en büyük payın %33 ile petrole ait olduğu akabinde de %30 ile kömürün geldiği görülmektedir. Enerjinin üretilmesinde ise yaklaşık %87'lik bir payla fosil kaynaklı yakıtların kullanıldığı tespit edilmiştir (Ercümen, 2016).

Termik santraller fosil kaynaklı yakıt kullanarak enerji üretebilen tesislerdir. Bu çalışmada incelenen Afşin-Elbistan Termik Santrali, açık ocak maden işletmeciliği olan, buhar türbülün bir santraldir ve yakılan linyitin kazanı ısıtması ile enerji şekil değiştirir ve rotoru çevirerek elektrik elde edilir. Termik santrallerinde kömürün yanması kül, cüruf, alçı taşı, arıtma ünitelerinden çıkan çamurlar, ünitelerin bakımı sırasındaki katı atıklar ve yağlar, soğutma suyu, proses atık suları, evsel sıvı atıklar gibi kirleticilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu partiküller (Partikül madde (PM), Kükürt oksit (SO₂), Azot oksit (NO₂), Ozon (O₃), Karbondioksit (CO₂)) ekosistemi ve insan sağlığını tehdit eden ciddi unsurlardır. Bunun yanında atıkların depolanması ve stok sahalarındaki kömürün işletilmeden bekletilmesi de toprağı ve yer altı sularını kirlenmektedir (Haktanır & Karaca, 2001; Mol, 1986; Ölgen & Gür, 2011). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün verilerine

göre ülkemizdeki 19.320.000.000 ton kömür rezervinin yaklaşık %24'ü Afşin-Elbistan kömür sahasındadır (MTA, 2019).

Peyzaj planlamada alan kullanım kararlarının sürdürülebilir olması için termik santralleri gibi endüstriyel faaliyetler, buldukları alanlarda alanın peyzaj çeşitliliğini ve ekosistemini ciddi boyutta tehdit etmektedir. Bu yüzden bu tür faaliyetlerin sonuçlarını zamana bağlı olarak incelemek önemlidir. Bu nedenle bu çalışmanın ana çerçevesini, fosil kaynaklı yakıtlara dayalı termik santrallerinin, kurulu oldukları alanlardaki peyzaj çeşitliliğinde ve AÖ/AK sınıflarında neden olduğu değişimi, mikro havza ölçeğinde tespit etmek ve çalışma alanındaki peyzaj çeşitliliğini değerlendirmek oluşturmaktadır.

Yöntem

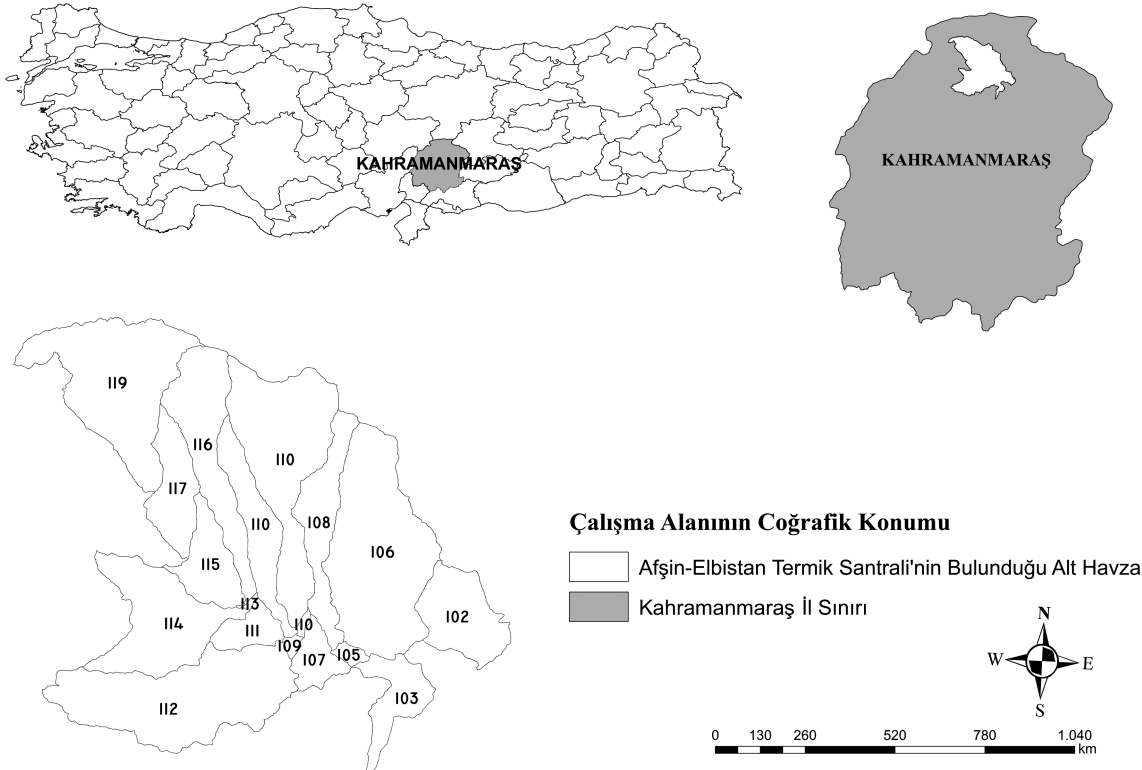
Akdeniz kıyı ardı bölgesinde bulunan, yaklaşık 53107 ha olan ve Afşin-Elbistan Termik santralının de içinde bulunduğu 102, 106, 108, 110, 112, 114, 116 numaralı yan havzaları ve 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119 numaralı ara havzalarını içeren Ceyhan Havzası'nın bir alt havza çalışma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1). Çalışmada Su Çerçeve Direktifi'ndeki (2003) kodlar kullanılmadan, "Afşin-Elbistan Termik Santralının bulunduğu alt havza" ifadesi kullanılacaktır.

Çalışmanın ana materyalini Afşin-Elbistan ve Ören Orman İşletme Şefliklerinden temin edilen 2014 tarihli Orman Meşcere Haritaları ve PAN-Avrupa'nın oluşturduğu 1990 ve 2018 tarihli CORINE AÖ/AK Sınıfları verileri oluşturmaktadır. Mikro havza ölçeğinde yürütülen bu çalışmada enerji santralının etkisine bağlı olarak yıllar itibariyle AÖ/AK sınıflarındaki değişimler, 1990-2018 tarihli CORINE 3. Düzey sınıflama verileriyle tespit edilirken, peyzaj çeşitliliğinin yerel ölçekte ortaya koyulması için 2018 tarihli CORINE 3. Düzey sınıflama verileri ve 2014 tarihli orman meşcere verileri kullanılarak

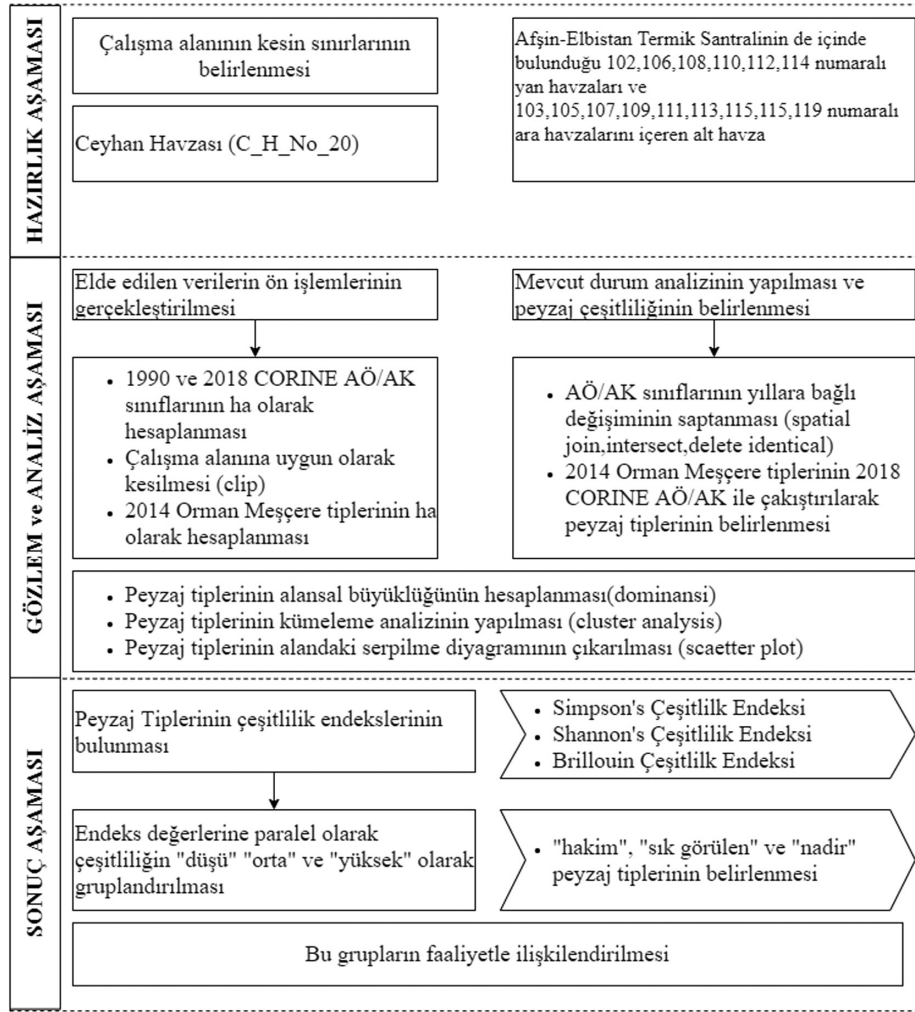
peyzaj tipleri tespit edilmiştir. Alanın peyzaj tipleri, girdilerden olan CORINE 3. Düzey AÖ/AK sınıfları ve Orman Meşcere Tipleri karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Bu iki girdiden en az birinde farklılık gösteren her bir parça bir peyzaj tipini ifade etmektedir. Aynı zamanda bu peyzaj tiplerinin alan boyunca birden fazla olduğu tespit edilmiş ve her birine peyzaj birimi denilmiştir. Bu verileri uygun haritalara dönüştürülmesi ve sınıflandırma işlemi için Arc-GIS 10.6.1 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmanın aşamaları yöntem akış şemasında gösterildiği gibidir (Şekil 2).

Peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü (dominansi) Calculate Geometry aracılığıyla bulunmuştur. Peyzaj tiplerinin yersel dağılımı Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) ile ortaya konulmuştur. Çalışmada Enerji Santralının peyzaj tip çeşitliliği üzerindeki zamana bağlı etkisi, Kümeleme analizindeki dallanmalara göre isimlendirilmiştir. Kümeleme analizi uzaklık ölçüsü olarak Öklid uzaklığı ve bağlantı yöntemi olarak da Ward (1963)'ün Minimum Varyans bağlantı yöntemi baz alınarak MVSP paket programı ile yürütülmüştür. Peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü ve alandaki birim sayıları arasındaki ilişki serpilme diyagramı (Scatter plot) ile görselleştirilmiştir. Sonuç aşamasında, bu peyzaj tiplerine bağlı olarak peyzaj çeşitliliği "alan genelinde" ve "mikro havzalar" ölçeğinde Simpson's (Simpson, 1949), Shannon's (Shannon & Weaver, 1949) ve Brillouin's (Brillouin, 1956) çeşitlilik endekslerine göre tespit edilmiş ve çeşitlilik endeksleri Tablo 1'deki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

Akdeniz kıyı ardı bölgede endüstriyel faaliyet gösteren bir yapıyı içinde barındıran mikro havzadaki peyzaj çeşitliliği ise mikro havzanın sahip olduğu peyzaj tiplerinin toplam birim sayıları ve kapladıkları alan büyüklükleri göz önünde bulundurulmuş çeşitlilik endeksleri "düşük", "orta" ve "yüksek" olarak ve peyzaj tipleri "hakim", "sık görülen" ve "nadir" olarak gruplandırılarak enerji santrali ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 1.
Çalışma Alanının Coğrafik Konumu



Şekil 2.
Yöntem Akış Şeması

Bulgular ve Tartışma

Afşin-Elbistan Termik Santralinin bulunduğu alt havzadaki peyzaj çeşitliliği, Şekil 3'te yersel dağılımı verilmiş olan 1990-2018 yılları arasındaki AÖ/AK sınıfları ve orman meşçere tipleri ile birlikte açıklanmıştır.

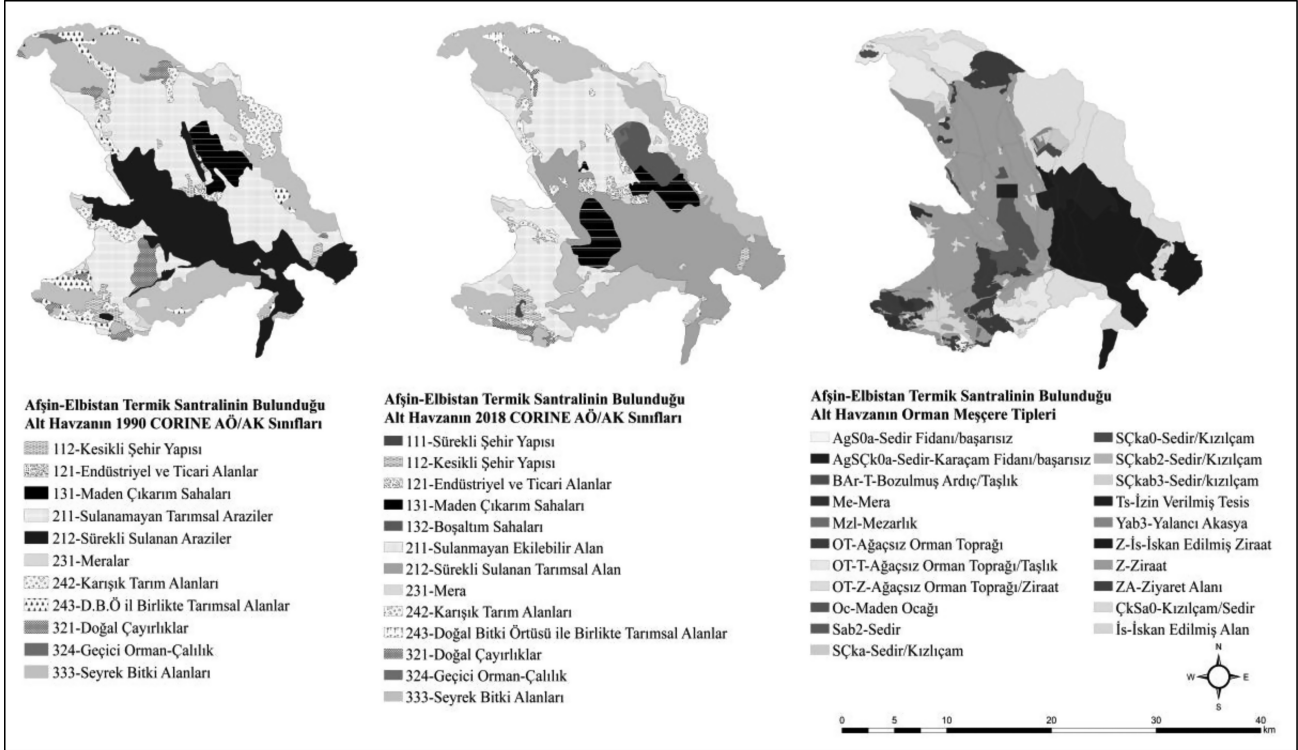
Alt havzadaki enerji santraline bağlı olarak AÖ/AK'nın yıllar itibari ile değişimi ha bazında incelendiğinde; CORINE AÖ/AK sınıflarından olan, Yapay Alanlarda (111,112,121,131,132) enerji santralinin varlığına bağlı olarak, 1990 yılında var olan Kesikli Şehir Yapısı (112) sınıfının 66 ha'ı, 2018 yılında Sürekli Şehir Yapısı (111) sınıfına dönüşmüştür. Enerji santralının üretim kapasitesinin artırılmasıyla başlangıçta 1783 ha olan Maden Çıkarım Sahaları (131), Sulanmayan Ekilebilir Araziler (211) ve Sürekli Sulanan Tarımsal Araziler (212) sınıflarının dönüşmesiyle 2018 yılında 1213 ha artmıştır. Kömürün çıkartılması ve santralde kullanılması ile 1990 yılında olmayan ancak 2018 yılında yeni oluşan ve enerji santralinin etkisinin en belirgin göstergesi olan Boşaltım Sahaları (132) sınıfı da enerji santrali ile doğrudan ilişkili olup Maden Çıkarım Sahaları (131) ve Sulanmayan Ekilebilir Araziler (211) sınıfının dönüşmesiyle oluşmuştur. Özellikle Sürekli Sulanan Tarımsal Araziler ve Sulanmayan Ekilebilir Alanlar en fazla değişime maruz kalan alanlardandır. Orman ve Yarı Doğal Alanlar (321,324,333) bu zaman periyodunda 752 ha büyümüştür.

Bu sınıfın büyümesinde en önemli etken ise Bitki Değişim Alanları (333) sınıfının büyüklüğünü korumasıdır (Şekil 4).

Orman meşçere tiplerinin yersel dağılımına bakıldığında en fazla alanı ziraat (Z)'in kapladığı görülmektedir (16375 ha). Bu alan 2018 CORINE AÖ/AK sınıflamasındaki en fazla alana sahip olan Sulanmayan ekilebilir arazilerdir. Alanın %98'i orman dışında kalan ağaçsız alanlar, ağaçlı bölgede hâkim meşçere tipi sedir ve karaçamın karışık olduğu yerlerdir (Şekil 5). Ayrıca enerji santralinin bulunduğu alana yakın bölgelerde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının başarısız olduğu tespit edilmiştir.

Alt havzadaki peyzaj tipleri Yapay Alanların ve Tarımsal Alanlar olarak sınıflandığı tespit edilmiştir. Tarımsal Alanların olduğu dalanmada Orman ve Yarı Doğal Alanlar bulunurken, Yapay Alanların sıralandığı dallanmanın 8. kolunda enerji santrali artık etkisini göstermiştir. Özellikle Seyrek Bitki Alanları (333) üzerine kurulu maden ocağı (Oc) bunun ilk belirtisidir. Ayrıca boşaltım sahalarının ortaya çıkmasıyla ise taşlık alandaki ardıçların bozuk yapıda olduğu (Bar-T) ve yapay alanların etkisinin artmasına paralel olarak bitkilendirme yapılan alanlarda başarısız ağaçlandırma ve yanmış bölgelerin olduğu gözlemlenmiştir.

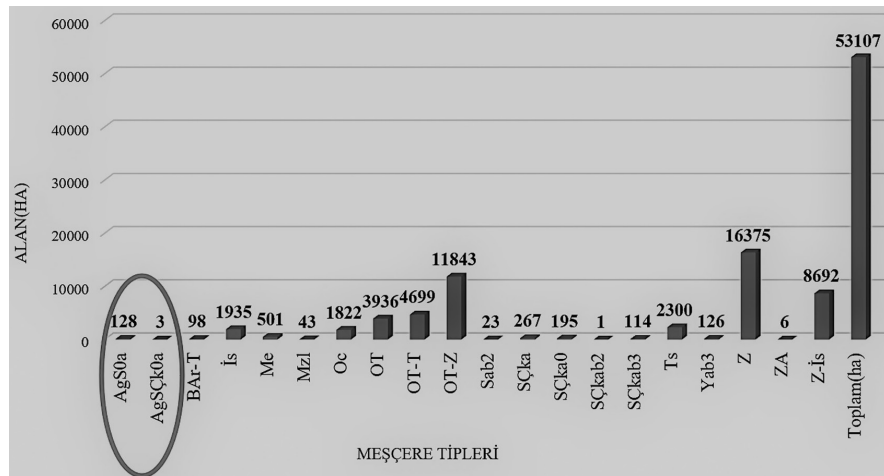
Afşin-Elbistan Termik Santralini'nin bulunduğu alt havzada peyzaj çeşitliliğini ortaya koymak amacıyla, 2018 CORINE AÖ/AK verileri



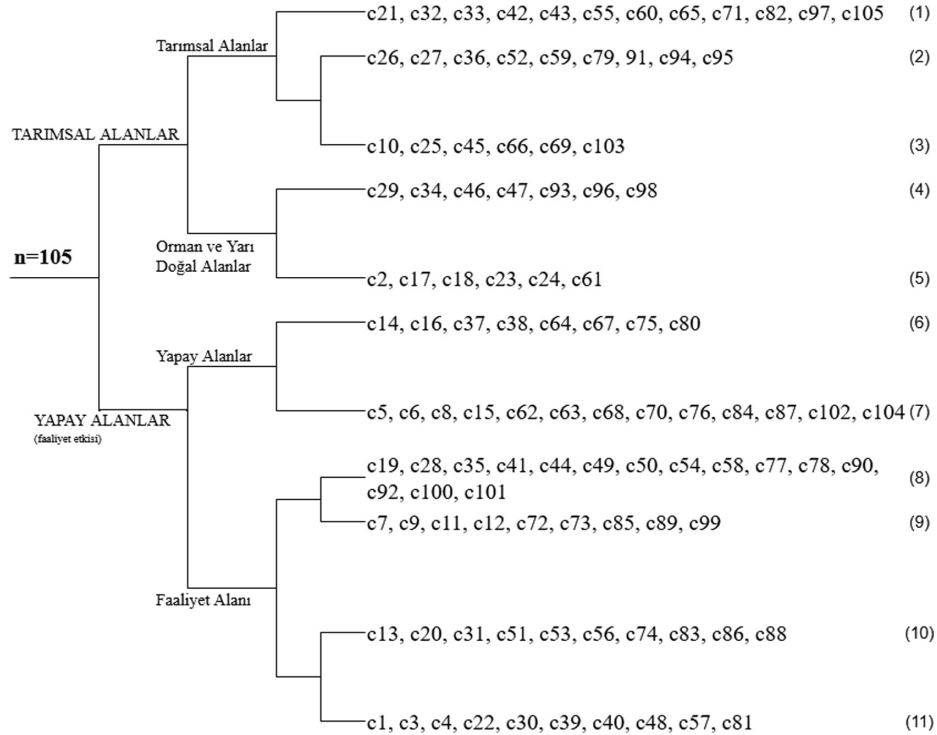
Şekil 3. Afşin-Elbistan Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzanın 1990-2018 CORINE AÖ/AK Sınıfları ve Orman Meşçere Tipleri

AÖ/AK Değişimleri	2018 CORINE AÖ/AK Sınıfları													
1990 CORINE AÖ/AK Sınıfları	111	112	121	131	132	211	212	231	242	243	321	324	333	Toplam(ha)
112	66	871				45	5	3	71		9		14	1084
121		1	251				2	17					4	277
131			14	313	1254	15			6			180	1	1783
211	4	161	24	1158	334	12171	3340	18	115	2	43		81	17451
212		45	206	1499		1269	8876	34	308	5			12	12254
231						152	86	189					107	534
242		167				775		1	1525	156	2		14	2640
243		1				580	72	54	151	535	333		471	2197
321			5	26		78	1	230		3	52	2	1317	1714
324													139	139
333		17	2		1	128	9		5	14	10		12848	13034
Genel Toplam (ha)	70	1263	502	2996	1589	15215	12391	546	2181	715	449	182	15008	53107

Şekil 4. 1990-2018 CORINE AÖ/AK Değişimleri (ha)



Şekil 5. Afşin-Elbistan Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzaya Ait Orman Meşçere Tiplerinin ha Olarak Gösterimi



Şekil 6.

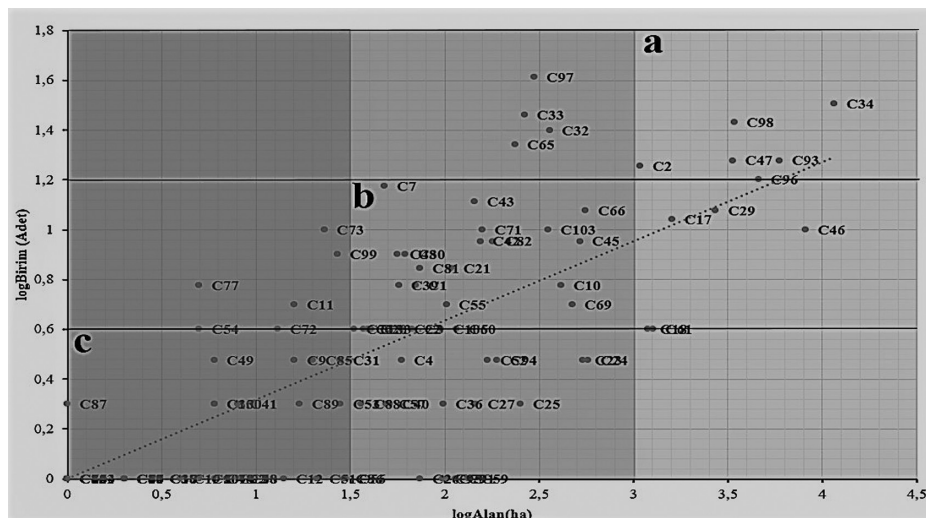
Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin Bulunduğu Alanın Peyzaj Tip Çeşitliliği

ve 2014 Orman Meşçere tipleri göz önünde bulundurulduğunda 105 farklı peyzaj tipi tespit edilmiş ve Simpson's çeşitlilik indeksi dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Bu peyzaj tipleri CORINE AÖ/ AK sınıfları ve Orman Meşçere tiplerine göre isimlendirilmiştir (C2(peyzaj tipi) = 112(kod) - İs(isim)).

1990-2018 yılları arasındaki peyzaj tiplerinin değişiminin enerji santrali ile ilişkisi kümeleme analizi ile de ortaya konulmuş ve sonuç olarak alt havzadaki peyzaj tiplerinin genel yapısı göz önünde bulundurulduğunda ilk dallanmaların tarım, orman ve yarı doğal alanlar olarak şekillendiğini ancak enerji santralini varlığıyla ilişkili olarak ilerleyen dallanmalarda tesislerin, ocağın ve boşaltım sahalarının yer aldığı tespit edilmiştir. Son

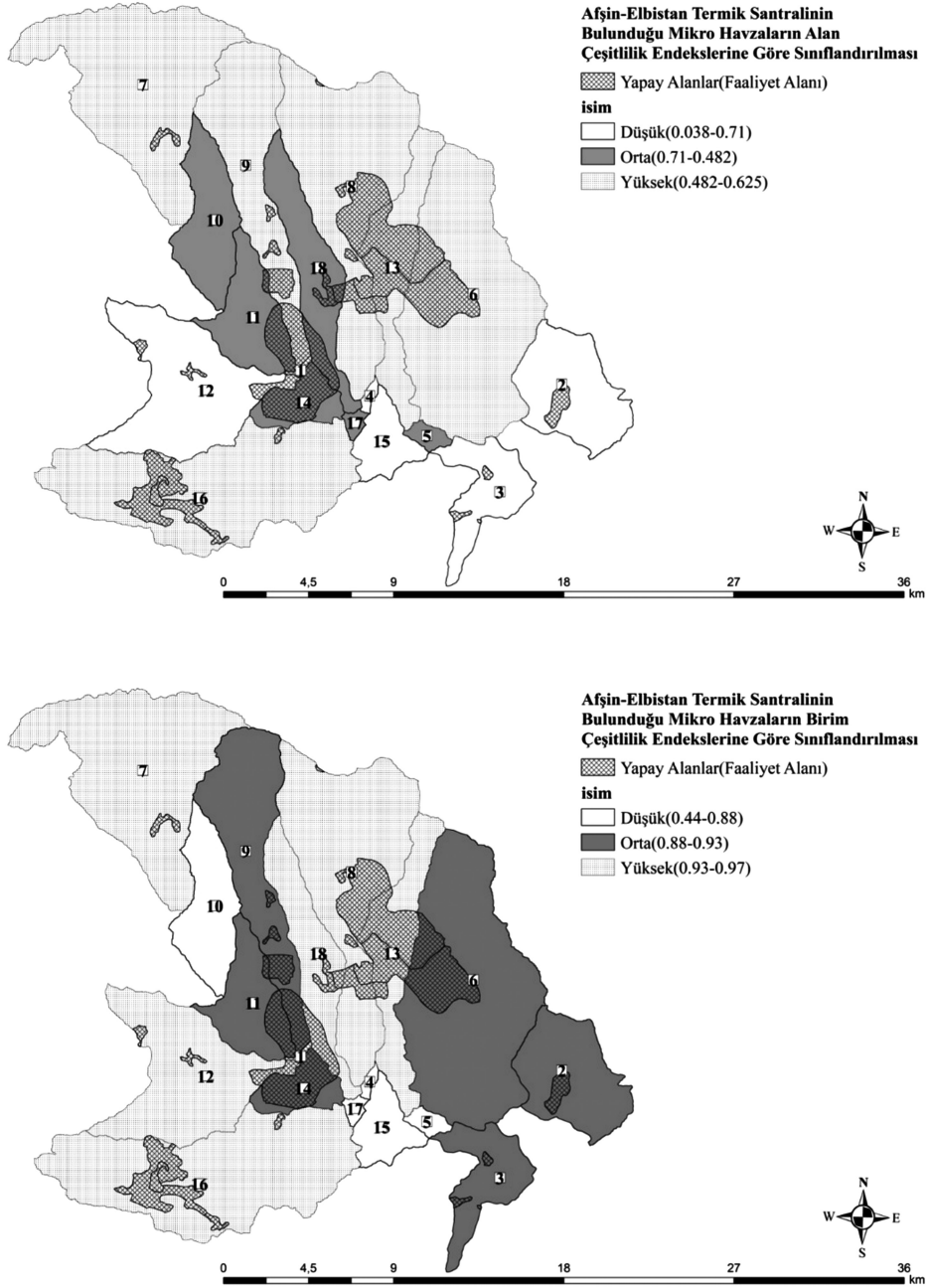
dal ve santralin etkilerinin en net ortaya konulduğu 11. dallanmada yerleşim alanları ve izin verilmiş tesisin iç içe geçtiği gözlemlenmiştir (Şekil 6).

Alt havzadaki peyzaj tipleri, birim/alan büyüklüklerine göre dağılım grafiğinde en büyük orana sahip olan peyzaj tipleri, "hâkim peyzaj tipi"(a), alanın ortalamasına yakın bir orana sahip olanlar "sık görülen peyzaj tipi"(b), en düşük orana sahip olanlar ise "nadir peyzaj tipi"(c) olarak gruplandırılmıştır (Şekil 7). Burada bahsi geçen oran, her bir peyzaj biriminin sayısı ve kapladığı alanın büyüklüğü birbirine bölünerek bir bağıntı ile oluşturulmuş ve bu oran her bir peyzaj tipinin kaplamış olduğu alan olarak kabul edilmiştir. Sonuçta alanın "hâkim peyzaj tipleri"nin genel olarak tarımsal



Şekil 7.

Afşin-Elbistan Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzadaki "Hâkim"(a), "Sık Görülen" (b) ve "Nadir" (c) Peyzaj Tipleri Örnekleri



Şekil 8.

Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin Bulunduğu Alt Havzadaki Çeşitliliğin "Düşük", "Orta" ve "Yüksek" Gruplarının Alan (a) ve Birim (b) Açısından Yersel Dağılımı

alan olduğu, "sık görülen peyzaj tipleri"nin izin verilmiş tesis ve iskân edilmiş alanlar olduğu ve "nadir peyzaj tipleri"nin ise sedir ve kızılçamın birlikte bulunduğu alanlar ve meralar olduğu tespit edilmiştir.

Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin bulunduğu alt havzadaki "nadir" peyzaj tiplerini oluşturan grup, tüm alanın yaklaşık %41'i kadardır. Bu grupta en çok tarımsal alanlar yer almakla birlikte, tarımsal alanlarda enerji santralinin etkisiyle yanmış bölgeler, başarısız ağaçlandırmaların yapıldığı alanlar tespit edilmiştir. Alt havzada "hâkim" peyzaj tipleri ile "sık görülen" peyzaj tiplerinin her ikisinde de yapay alanların, tarım alanlarının ve orman/yarı doğal alanların yüzdelik dağılımları eşittir. Her iki grupta da yaklaşık %45 ile

tarımsal alanlar en çok gözlemlenmiştir. Hâkim peyzaj tiplerinde enerji santrali en çok yapay alana (yaklaşık %28'i) etki ederken, sık görülen peyzaj tiplerinde en çok tarımsal alanları etkilemiştir.

Alt havzadaki peyzaj çeşitliliğinin alan-birim değerleri kullanılarak tüm alanın çeşitlilik endeksleri hesaplandığında, Simpson's çeşitlilik endeksinde göre tüm alanın endeksi; 0.895 ve her bir peyzaj tipinin bulunduğu alandaki birim/parçalılık değerine göre endeksi; 0.974'tür. O ile 1 değeri arasında değişen ve 1'e yaklaşıkçça çeşitliliğin arttığını gösteren bu endekste görüldüğü gibi hem alan hem de birim açısından peyzaj çeşitliliği yüksektir. Alanın Shannon's ve Brillouins's çeşitlilik endekslerinde de Shannon's endeksiyle benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1.

Simpson's, Shannon's ve Brillouin's Çeşitlilik Endeksleri

Simpson's Çeşitlilik Endeksi	Shannon's Çeşitlilik Endeksi	Brillouin's Çeşitlilik Endeksi
$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$	$H' = \sum_i^s p_i \cdot \log p_i$	$H = \frac{1}{N} \log \left(\frac{N!}{n_1! \cdot n_2! \cdot n_3! \dots n_s!} \right)$
n = belirli bir türün toplam organizma sayısı N = Tüm türlerin organizma sayısı	s = topluluktaki toplam tür sayısı p _i = i. türden oluşan s oranı (i. türden birey sayısının toplam birey sayısına oranı) ln: doğal logaritma tabanı (e tabanında logaritma)	N = örnekteki toplam birey sayısı n _i * = i. türe ait bireylerin sayısı ve tür sayısı
D (0 ile 1 arasında)	H' (0 ile 5 arasında)	(Shannon's endeksinin tersi)

Tablo 2.

Çalışma Alanın Çeşitlilik Endeksleri

	Simpson's Çeşitlilik Endeksi	Shannon's Çeşitlilik Endeksi	Brillouin's Çeşitlilik Endeksi
Alan	0.895	4.034	4.026
Birim (parçalılık)	0.974	5.858	5.480

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmaya konu olan Afşin-Elbistan Termik Santralinin alt havzadaki peyzaj çeşitliliği üzerindeki etkileri, alt havzada yer alan 18 mikro havza bazında çeşitlilik endeksleri dikkate alınarak ortaya konulmuştur (Tablo 3).

İlk olarak alandaki peyzaj birimlerinin kapladığı alan ve peyzaj tiplerinin birim sayıları bakımından Simpson's çeşitlilik endeksi değeri minimum ve maksimum değerleri eşit şekilde üçe bölünerek göreceli çeşitlilik değeri "düşük", "orta" ve "yüksek" olarak gruplandırılmış ve yersel dağılımı ortaya konulmuştur (Şekil 8).

Elde edilen veriler doğrultusunda Afşin-Elbistan Termik Santrali'nin bulunduğu alt havzadaki yer alan 18 mikro havzaya ait 105 peyzaj tipine ve bu tipleri temsil eden 620 peyzaj birimi tespit edilmiştir. Enerji santralının olduğu alanın endüstriyel ve ticari alan veya yapay alanlar olması peyzaj tiplerinin birim sayısı ve alansal büyüklüğünü değiştirmiş ve parçalılığı arttırarak peyzaj çeşitliliğinin artmasına neden olmuştur. Bu artış doğal yapının bozulmasına neden olduğu için ekolojik açıdan verimli bir artış değildir ve özellikle "nadir" nitelikteki peyzaj tiplerinin bölünmesiyle artış gösteren çeşitlilik olumsuz olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 3.

Alanın Her Bir Mikro Havzasındaki Çeşitlilik Endeksleri

Mikro Havza No	Simpson's Ç.E.*		Shannon's Ç.E.		Brillouin's Ç.E.	
	Alan (ha)	Birim (adet)	Alan (ha)	Birim (adet)	Alan (ha)	Birim (adet)
1	0.038	0.444	0.137	0.918	0.110	0.528
2	0.547	0.929	1.733	3.807	1.717	2.596
3	0.522	0.889	1.598	3.17	1.581	2.052
4	0.062	0.667	0.204	1.585	0.181	0.862
5	0.654	0.667	1.557	1.585	1.523	0.862
6	0.715	0.92	2.292	3.735	2.285	2.667
7	0.71	0.958	2.599	4.826	2.583	4.17
8	0.834	0.976	3.395	5.558	3.372	4.427
9	0.675	0.929	2.186	4.139	2.169	3.227
10	0.552	0.85	1.455	2.846	1.444	2.237
11	0.645	0.884	1.989	3.363	1.968	2.551
12	0.482	0.933	1.817	4.245	1.801	3.262
13	0.832	0.942	2.939	4.143	2.916	2.934
14	0.621	0.892	2.058	3.326	2.025	2.505
15	0.304	0.625	0.71	1.5	0.704	0.896
16	0.849	0.956	3.372	5.047	3.351	4.567
17	0.562	0.844	1.531	2.75	1.439	1.787
18	0.625	0.941	2.047	4.164	2.025	3.107

*Ç.E.: Çeşitlilik Endeksi

Sonuç olarak bir alandaki peyzaj çeşitliliği saptanırken peyzaj tiplerinin niteliği, alansal büyüklüğü, birim sayısı, alandaki bulunma sıklığı ile ortaya konulmalıdır. Bu çalışmada kullanılan yöntem ve dikkate alınan kavramlar ile çeşitlilik endeksleri arasındaki ilişki AÖ/AK sınıflarının insan faaliyetlerine bağlı olarak değişen yapılar olduğunu göstermektedir. Ayrıca peyzajların yapılarına ve insan müdahalelerine bağlı olarak parçalanması durumunda çeşitliliğin artmış olması her zaman olumlu olarak değerlendirilmemelidir. Enerji santrali gibi endüstriyel bir faaliyetten sonra peyzaj çeşitliliğinin yüksek çıktığı bu çalışmada görüldüğü gibi, çeşitliliğin artmasının olumsuz olarak değerlendirildiği bir örnektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları: Fikir – Y.Ü., E.D.K.; Tasarım –E.D.K.; Denetleme – Y.Ü.; Kaynaklar –E.D.K.; Malzemeler – E.D.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Y.Ü., E.D.K.; Analiz ve/veya Yorum – Y.Ü., E.D.K.; Literatür Taraması – E.D.K.; Yazıyı Yazan – E.D.K.; Eleştirel İnceleme – Y.Ü., E.D.K.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek alınmadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – Y.Ü., E.D.K.; Design –E.D.K.; Supervision – Y.Ü.; Resources – E.D.K.; Materials – E.D.K.; Data Collection and/ or Processing – Y.Ü., E.D.K.; Analysis and/ or Interpretation –Y.Ü., E.D.K.; Literature Search – E.D.K.; Writing Manuscript –E.D.K.; Critical Review - Y.Ü., E.D.K.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 557–576.
- Alphan, H. (2003). Land use change and urbanization of Adana, Turkey. *Land Degradation and Development*, 14(6), 575–586.
- Alphan, H., Doygun, H., & Ünlükaplan, Y. I. (2009). Post-classification comparison of land cover using multitemporal Landsat and ASTER imagery: The case of Kahramanmaraş, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151(1–4), 327–336.
- Anonim. (2016). *REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st century)*, Renewables 2016 Global Status Report.
- Antrop, M. (2003). *The role of cultural values in modern landscapes*. In *Landscape interfaces* (pp. 91–108). Springer.
- Atik, M., Altan, T., & Artar, M. (2010). Land use changes in relation to coastal tourism developments in Turkish Mediterranean. *Pjoes*, 19(1), 21–33.
- Brillouin, L. (1956). *Science and information theory*. New York: Academic Press.
- Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Using remote sensing and GIS to detect and monitor land use and land cover change in Dhaka Metropolitan of Bangladesh during 1960–2005. *Environmental Monitoring and Assessment*, 150(1–4), 237–249.
- Dramstad, W. E., Olson, J. D., & Forman, R. T. T. (1996). *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. New York: Island Press.
- Ercümen, A. M. (2016). *Dünyanın enerji görünümü*. İstanbul. Retrieved from <https://www.insamer.com/tr> (Erişim Tarihi: 15 Mart 2020)
- Haktanır, K., & Karaca, A. (2001). Afşin Elbistan Termik Santrali emisyonlarının çevre topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik

- özellikleri üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 95–102.
- Karaman, Y. (2011). *Afşin-Elbistan Termik Santrali Küllerinin Tarımda Kullanım Olanakları*. (s. 48) (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Klijn, J., & Vos, W. (2000). *From landscape ecology to landscape science. Proceedings of the European congress "Landscape Ecology: things to Do - Proactive Thoughts for the 21st century"*, organised in 1997 by the Dutch association for landscape ecology (WLO) on the Occasion of the 25th Anniversary, Dordrecht.
- Koç, A., & Yılmaz, S. (2020). Peyzaj karakter analizi ve değerlendirmesi: Pasinler-Köprüköy İlçeleri örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 126–139.
- Meeus, J. H. A. (1993). The transformation of agricultural landscapes in Western Europe. *Science of the Total Environment*, 129(1–2), 171–190.
- Mol, T. (1986). Yatağan Termik Santrali ve ormanlardaki zararları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 36(2), 1–20.
- MTA (2019). Kömür Arama Araştırmaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara. Retrieved from <https://www.mta.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2021).
- Ölgen, M. K., & Gür, F. (2011). Yatağan termik santrali çevresinde toplanan likelerde saptanan ağır metal kirliliğinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 57, 43–54.
- Özcan, İ. (2014). *Afşin-Elbistan Termik Santrali (Kahramanmaraş İli) Çevresine Hafriyat Döküm Alanlarındaki Dikili Fidanların Gelişimi Üzerine Araştırma*. (s. 80). (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Özdemir, Y. (2013). *Afşin-Elbistan Termik Santrallerinin Çevresel Etkileri: Mesafe Tabanlı Algı Analizi* (s. 117). (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Reyhanlı, A. C. (2004). *Afşin-Elbistan Termik Santralinin Yaban Hayatı ve Bazı Çevresel Faktörler Üzerindeki Etkisi*. (s. 54). (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Sandström, U. G., & Hedfors, P. (2018). Uses of the word 'landskap' in Swedish municipalities' comprehensive plans: Does the European Landscape Convention require a modified understanding? *Land Use Policy*, 70, 52–62.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Tülek, B., & Atik, M. (2017). Çankırı, Ilgaz Bölgesi Devrez Alt Havzası örneğinde peyzaj karakter alanlarının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(3), 197–204.
- Turgut, H., & Tırnakçı, A. (2020). Korunan alanlarda peyzaj karakter analizi Hatıla Vadisi Milli Parkı örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(1), 8–20.
- Uzun, O. (2003). *Düzce Akarsuyu Havzası Peyzaj Değerlendirmesi ve Yönetim Modelinin Geliştirilmesi*. (s. 485). (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzun, O., İlke, E. F., Çetinkaya, G., Erduran, F., & Açıkgoz, S. (2012). *Peyzaj planlama Konya ili Bozkır Seydişehir Ahırlı Yalılık Gölü Suğla Gölü Mevkii Peyzaj Yönetimi ve Koruma ve Planlama Projesi*. T. C. Orman ve su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (p. 175s). Ankara.
- Ward, J. H.Jr. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244.
- Yılmaz, K. T., Alphan, H., & Gülçin, D. (2019). Assessing degree of landscape naturalness in a Mediterranean coastal environment threatened by human activities. *Journal of Urban Planning and Development*, 145(2), 05019004.
- Yücel, M., & Çoban, A. (2018). *Kilis kenti alan kullanımlarındaki zamansal değişimin değerlendirilmesi*. ISUEP2018 uluslararası kentleşme ve çevre sorunları sempozyumu: Değişim/dönüşüm/özgünlük, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Estimation of Growth Curves of Awassi Sheep by Isotonic Regression Analysis

İvesi Koyunlarının Büyüme Eğrilerinin İzotonik Regresyon Analizi ile Tahmin Edilmesi

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU 

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Erzurum, Turkey



ABSTRACT

This study used isotonic regression analysis to classify non-linear regression models that were used to describe the growth curve in relation to different quality fit criteria. The best model selection was made by using the weight–age data obtained from Awassi sheep. Ten non-linear models measured by the fit quality determination coefficient, Akaike information criterion, Bayesian information criterion, mean quadratic estimation error, and estimated coefficient of determination were used. As a result of different non-linear models that were used to predict the growth curves of Awassi sheep and the isotonic regression analysis applied to these models, considering the Mean Square Error and R^2 values, the Von Bertalanffy model turned out to be the most appropriate model. As a result, it was revealed that the percentage of predictability and goodness of fit of the models increased significantly with isotonic regression analysis, and as a result, more consistent adult weight estimations could be made.

Keywords: Awassi, growth curves, non-linear models, isotonic regression

ÖZ

Bu çalışmada farklı kalite uyum değerlendiricileri ile ilişkili olarak büyüme eğrisini tanımlamak için kullanılan doğrusal olmayan regresyon modellerini sınıflandırmak için izotonik regresyon analiz yöntemi kullanılmıştır. İvesi ırkı koyunlarından elde edilen ağırlık-yaş verileri kullanılarak, en iyi model seçimi yapılmıştır. Uyum kalitesi belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri, ortalama ikinci dereceden tahmin hatası ve tahmin edilen belirleme katsayısı ile ölçülen on adet doğrusal olmayan model kullanılmıştır. İvesi koyunlarının büyüme eğrilerini tahmin etmek için kullanılan farklı lineer olmayan modeller ve bu modellere uygulanan izotonik regresyon analizi sonucunda MSE ve R^2 değerleri dikkate alındığında Von Bertalanffy modelin en uygun model olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, izotonik regresyon analizi ile modellerin tahmin edilebilirlik yüzdesinin ve uyum iyiliğinin önemli ölçüde arttığı ve bunun sonucunda daha tutarlı ergin canlı ağırlık tahminlerinin yapılabileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: İvesi, büyüme eğrileri, lineer olmayan modeller, izotonik regresyon

Geliş Tarihi/Received: 29.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 25.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Aycan Mutlu YAĞANOĞLU
E-mail: myagan@atauni.edu.tr

Cite this article as: Yağanoğlu, A. M. (2022). Estimation of Growth Curves of Awassi Sheep by Isotonic Regression Analysis. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1):67-70.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Introduction

The emergence of inconsistency in weight–age data leads to the inability to use algorithms that were used to estimate the parameters of growth models, resulting in low goodness of fit of these models (Silveira et al., 2011). These adverse events are caused by reductions in weight over time due to environmental factors, including nutrient deficiencies, diseases, and general mismanagement. Mendes et al. (2009) studies Hereford cattle reared in the south of the country and Silveira et al. (2011) studies from crossbred lambs (Dorper x Rabo Largo) mentioned these decreases in growth curves.

These negative features can be eliminated by using a data transformation method that takes into account the expected values of the growth curve. Ramsay (1998) and Hussian et al. (2004) proposed a data transformation based on isotonic regression as a suitable technique to pre-correct longitudinal observations with such drawbacks. Gunn and Dunson (2005) applied this conversion to progesterone concentration data and were able to eliminate oscillations that prevented the fit of normal regression models.

Kesbi and Notter (2016) stated that male lambs are heavier at birth, they grow faster until weaning, and therefore, they have higher body weight than female lambs at weaning. However, additive genetic correlations for body weight traits between male and female lambs were high, and these traits were thought to be controlled by similar genes.

Aytekin et al. (2009) mentioned that linear, cubic, and quadratic models can be used to identify the growth of the 2 month fattening period in Akkaraman and Anatolian merino lambs.

Native cattle breeds in the Northeast of Brazil have been adapted to the soil and climatic conditions of this region, thus achieving good growth performance in conditions almost always restricted to breeding other breeds. Malhado et al. (2009) stated that one of the ways to increase meat production in this region is by crossing local breeds with specific exotic breeds for meat production, such as the Dorper breed. Carneiro et al. (2007) noted that the success of such crosses can be effectively evaluated through the analysis of the growth curves of animals that relate weight to predefined time intervals.

The aim of this study is to estimate the growth curves of Awassi sheep, whose body weight decreases in certain age groups, using isotonic regression analysis and non-linear models.

Material and Methods

The animal material of the study consisted of 2–5 years old 22 Awassi sheeps. Data from sheeps were taken from Atatürk University application and research farm in Erzurum.

Isotonic Regression

Let $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ be a finite set provided by a binary relation (ϵ) between the elements of X . This type of binary relationship is a simple order when the properties are provided:

- (1) reflective: $x < x$ for all $x \in X$;
- (2) transitive: $x, y, z \in X$, $x < y$ and $y < z$ then $x < z$;
- (3) anti-symmetric: $x, y \in X$, $x < y$ and $y < x$ then $x = y$; ϵ ;
- (4) every element of X is comparable: $x, y, z \in X$, implies that, $x < y$ where $y < x$.

Definition 1. A function $f: (X, x) \rightarrow R$ is said to be isotonic if

$$x_1 < x_2 \rightarrow f(x_1) \leq f(x_2)$$

Definition 2. A positive $\omega: X \rightarrow R$ function is called a weight function.

Definition 3. Let g be a function on X . a function g is an isotonic regression of f with weight ω if and only if g is an isotonic function and minimizes.

$$\sum_{x \in X} [g(x) - f(x)]^2 \omega(x)$$

where f varies among all isotonic functions in X . Therefore, g^* is a restricted least-squares solution for expression.

Isotonic regression is generally done on two types of data sets; sets with a simple ordering of observations and sets with a quasi ordering of observations. In the current study, only isotonic regression theories based on simple order have been considered, following the notation by Barlow et al. (1972).

The non-linear regression models presented in Table 1 were adapted to the mean weight–age data of sheep using the Gauss–Newton algorithm, the ordinary least squares method,

to compute goodness-of-fit criteria mentioned above, the codes in the R software were written (R Core Team, 2014). For all models shown in Table 1 (Silveira, 2010), parameter 1 represents the adult weight of the animal, 2 has no practical interpretation, and parameter 3 maturity rate. Models presenting parameter 4 have a variable inflection point, and other models have a fixed inflection point that was assumed for all models.

Five goodness-of-fit criteria are given as follows: adjusted coefficient of determination (R^2_{adj}), Akaike information criterion (AIC), Bayes information criterion (BIC), mean squared prediction error (MEP), and prediction determination coefficient (R^2_p). The statements of these criterias are also presented in detail in Silveira (2010).

Results and Discussion

Table 2 shows the results of criterias of the goodness of fit for each model.

Considering the R^2_{aj} value, the highest value was obtained as Richards and Gompertz (0.9966), Brody (0.9963), and Von Bertalanffy (0.9961). In line with the low MEP values, the lowest values were detected as Von Bertalanffy (0.4036), Brody (0.4841) and Richards, and Gompertz (0.4884), respectively. Considering the coefficient of determination values, the models with the highest values were determined as Richards and Gompertz (0.9996) and Brody and Von Bertalanffy (0.9991), respectively. Also, the AIC and BIC values, which we expect to be low, are Richards, Gompertz, Brody, Meloun II, and Mitscherlich, respectively, considering the models. The mean R^2_{aj} value of 10 different models discussed in the study was obtained as 0.9891, and the values of all non-linear models except the Schnute model are above this mean. According to the standard deviation values, the lowest value was obtained in R^2_p (0.0031), and the highest standard deviation occurred in AIC (6.0329). According to the coefficient of variation values, the lowest coefficient of variation was R^2_p (0.3122) and the highest coefficient of variation was found in MEP (124.3532).

Table 3 shows the best goodness of fit in the elderly compared to the four models available.

100% unpredictable from the facility were used for the two models. Isotonic regression reconstruction at different weights (88%) by realization (84%) makes a small adjustment in the percentage of prediction for the Brody model.

Von Bertalanffy model showed the lowest value (11.7538) in terms of MSE. Lewis et al. (2002) obtained that in Suffolk sheeps, the Gompertz model is more suitable for estimating growth. Aytekin et al. (2010) mentioned that the highest R^2 values were determined from Cubic, Quadratic, and Gompertz models. In addition, the isotonic transformations obtained according to the applied models have the expected effect on the fit of the Von Bertalanffy model. Therefore, considering the original data, isotonic regression transformed data with equal weights, and MSE values of isotonic regression transformed data, they were determined as 12.1208, 13.4178, and 11.7538, respectively. Although it was stated that the differences between the models did not have a very high effect, it was determined that the Von Bertalanffy model represented the best R^2 value (0.9954), especially as a result of the isotonic transformation with different weights. In Dağlıç and Kivircik male lambs, Akbaş et al. (1999) and in Morkaraman and Awassi, Bilgin et al. (2004) reported that the Brody model is the best model for describing as unfit between body weight and age in

Model	Equation	Model Name	Equation
Schnute	$y_i = \frac{\beta_1}{\left(1 + \beta_4 e^{(\beta_3 \beta_2 - x_i)}\right)^{\frac{1}{\beta_4}}} + e_1$	Meloun I	$y_i = \beta_1 - \beta_2 e^{(-\beta_3 x_i)} + e_1$
Mitscherlich	$y_i = \beta_1 \left(1 - e^{(\beta_3 \beta_2 - \beta_3 x_i)}\right) + e_1$	Brody	$y_i = \beta_1 \left(1 - \beta_2 e^{-\beta_3 x_i}\right) + e_1$
Richards	$y_i = \frac{\beta_1}{\left(1 + e^{(\beta_2 - \beta_3 x_i)}\right)^{\frac{1}{\beta_4}}} + e_1$	Von Bertalanffy	$y_i = \beta_1 \left(1 - \beta_2 e^{-\beta_3 x_i}\right)^3 + e_1$
Gompertz	$y_i = \beta_1 e^{\left(\frac{-e^{(\beta_2 - \beta_3 x_i)}}{\beta_3}\right)} + e_1$	Michaelis-Menten	$y_i = \frac{\beta_1 x_i}{x_i + \beta_2} + e_1$
Logistic	$y_i = \frac{\beta_1}{\left(1 + e^{(\beta_2 - \beta_3 x_i)}\right)} + e_1$	Meloun II	$y_i = \beta_1 - e^{(-\beta_2 - \beta_3 x_i)} + e_1$

Model	R^2_{aj}	AIC	BIC	MEP	R^2_p
Schnute	0,9554	48,1214	50,1464	3,9641	0,9914
Mitscherlich	0,9905	29,2778	31,3878	0,5675	0,9954
Richards	0,9966	28,3553	30,5593	0,4884	0,9996
Gompertz	0,9966	28,3553	30,5427	0,4884	0,9996
Logistic	0,9888	30,0104	32,3261	0,6128	0,9924
Meloun I	0,9905	29,2778	31,4635	0,5676	0,9954
Brody	0,9963	28,3278	30,7259	0,4841	0,9991
Von Bertalanffy	0,9961	30,1226	32,3915	0,4036	0,9991
Michaelis-Menten	0,9899	29,3664	31,8548	0,6009	0,9934
Meloun II	0,9905	29,2778	31,8256	0,5678	0,9954
Mean	0,9891	31,0493	33,3224	0,8745	0,9961
Std. deviation	0,0123	6,0329	5,9498	1,0875	0,0031
CV %	1,2408	19,4301	17,8553	124,3532	0,3122

CV, coefficient of variantion; AIC, Akaike information criterion; BIC, Bays information criterion; MEP, mean squared prediction error.

Models	Methodology	%C	MSE	R^2
Richards	Original (y)	100	16,5114	0,9874
	Simple isotonic regression (y*)	100	15,7802	0,9872
	Weighted isotonic regression (y**)	100	12,4841	0,9912
Gompertz	Original (y)	100	19,3656	0,9778
	Simple isotonic regression (y*)	100	19,8824	0,9705
	Weighted isotonic regression (y**)	100	17,3109	0,9815
Brody	Original (y)	84	16,1645	0,9875
	Simple isotonic regression (y*)	86	17,0837	0,9815
	Weighted isotonic regression (y**)	88	13,8619	0,9916
Von Bertalanffy	Original (y)	88	12,1208	0,9918
	Simple isotonic regression (y*)	90	13,4178	0,9908
	Weighted isotonic regression (y**)	92	11,7538	0,9954

sheep. Therefore, based on the MSE and R^2 value, it is possible to conclude that the Von Bertalanffy model best predicts the weight of Awassi sheep in the conditions of this study, through isotonization of the data with different weights. Topal and Macit (2004) were reported that in their study on 66 Morkaraman sheep, as a result of multiple regression analysis, the R^2 value of body length affecting body weight was 0.282 and MSE value was 31.702. In addition, the fact that it provides 92% convergence shows that this model has benefits in terms of ease of convergence as well as the quality of fit.

Conclusion

As a result of different non-linear models that were used to predict the growth curves of Awassi sheep and the isotonic regression analysis applied to these models, the Von Bertalanffy model was found to be the most appropriate model when MSE and R^2 were taken into account. As a result, it was revealed that the percentage of predictability and goodness of fit of the models increased significantly with isotonic regression analysis and could be made more consistent estimations for adult weight.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağlımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Conflict of Interest: The author declared that no conflict of interest on this article submission.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

References

Akbaş, Y., Taskin, T., & Demiroren, E. (1999). Comparison of several models to fit the growth curves of Kivircik and Daglic male lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23, 537–544.

Aytekin, I., Karabacak, A., Zülkadir, U., Keskin, I., & Boztepe, S. (2009). Usage of some models for describing the growth curves of Akkaraman and Anatolia Merino lambs raised in open and closed sheepfolds at the

fattening period. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 23(49), 30–35.

Aytekin, I., Zulkadir, U., Keskin, I., & Boztepe, S. (2010). Fitting of different mathematic models to the growth curves of female Malya lambs weaned at two different live weights. *Trends Anim. Veterinary Sciences*, 1, 19–23.

Barlow, R. E. (1972). *Statistical inference under order restrictions: The theory and application of isotonic regression*. London: J. Wiley.

Bilgin, O. C., Esenbuga, N., Macit, M., & Karaoglu, M. (2004). Growth curve characteristics in Awassi and Morkaraman sheep, Part I: comparison of nonlinear functions. *Wool Technology and Sheep Breeding*, 52, 1–7.

Carneiro, P. L. S., Malhado, C. H. M., Souza Júnior, A. A. Od, Silva, A. G. Sd, Santos, F. Nd, Santos, P. F., & Paiva, S. R. (2007). Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruza-mentos de ovinos Dorper com raças locais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(7), 991–998. [CrossRef]

Ghafouri-Kesbi, F. G., & Notter, D. R. (2016). Sex influence on genetic expressions of early growth in Afshari lambs. *Archives Animal Breeding*, 59(1), 9–17. [CrossRef]

Gunn, L. H., & Dunson, D. B. (2005). A transformation approach for incorporating monotone or unimodal constraints. *Biostatistics*, 6(3), 434–449. [CrossRef]

Hussian, M., Grimval, A., Burdakov, O., & Sysoev, O. (2004). Monotonic regression for assessment of trends in environmental quality data. *Eccomas Jyvaskyl*, 1, 24–28.

Lewis, R. M., Emmans, G. C., Dingwall, W. S., & Simm, G. (2002). A description of the growth of sheep and its genetic analysis. *Animal Science*, 74(1), 51–62. [CrossRef]

Malhado, C. H. M., Carneiro, P. L. S., & Mello, P. R. A. M. (2009). Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds. *Morada Nova. Rabo Largo. and Santa Inês. Small Ruminant Research*, 84, 16–21.

Mendes, P. N., Muniz, J. A., Silva, F. F., Mazzini, A. R. A., & Silva, N. A. M. (2009). Análise da curva de crescimento difásica de fêmeas Hereford por meio da função não-linear de Gompertz. *Ciência Animal Brasileira*, 10(2), 454–461.

R Core Team. (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>

Ramsay, J. O. (1998). Estimating smooth monotone functions. *Royal Statistical Society*, 60(2), 365–375. [CrossRef]

Silveira, F. Gd, Silva, F. Fe, Carneiro, P. L. S., Malhado, C. H. M., & Muniz, J. A. (2011). Análise de agrupamento na seleção de modelos de regressão não-lineares para curvas de crescimento de ovinos cruzados. *Ciência Rural*, 41(4), 692–698. [CrossRef]

Topai, M., & Macit, M. (2004). Prediction of body weight from body measurements in Morkaraman sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 25(2), 97–100. [CrossRef]

Sulama ve Hayvan İçme Suyu Göletlerinin Uygulamalardaki Sorunları, Çözüm Önerileri ve Erzurum İli Horasan İlçesi Örneği

Practice Problems, Solution Offers, and Horasan District Example of Erzurum Province of Irrigation and Animal Water Supply Reservoirs

Talip AYDIN^{ID},
Abdurrahman HANAY^{ID}

Atatürk Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve
Sulama Bölümü, Erzurum, Türkiye



*Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü'nde yapılan yüksek lisans
tez konusundan üretilmiştir.

Geliş Tarihi/Received: 05.08.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 21.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Talip AYDIN
E-mail: talipaydin2325@gmail.com

Cite this article as: Aydın, T., & Hanay, A.
(2022). A Practice Problems, Solution
Offers, and Horasan District Example of
Erzurum Province of Irrigation and
Animal Water Supply Reservoirs.
*Atatürk University Journal of
Agricultural Faculty*, 53(1), 71-80.

ÖZ

Ülkemizde göletler; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, eski Toprak su ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve son dönemlerde ise İl Özel İdareleri ile belediyeler tarafından planlanıp inşa edilmektedir. Bu çalışmada Erzurum İli Horasan İlçesi kırsalında inşa edilmiş bulunan sulama ve hayvan içme suyu göletlerinin mevcut durumları ve teknik kriterlere uygunlukları hakkında sahada inceleme ve araştırmalar yapılmış, mevcut sorunları ve çözüm önerileri tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; Horasan İlçesi'ndeki sulama göleti olarak planlanan Aşağı Kızılca Sulama Göleti ile hayvan içme suyu göleti olarak planlanan Hacıahmet Göleti ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından muhtelif sayıda yapılmış olan göletlerden Aşağı Kızılca Sulama Göleti ile kısmen Hacıahmet Hayvan İçme Suyu Göleti teknik kriterlere uygun olarak planlanıp yapılmıştır. Diğer göletlerin hiçbirisi etüt, plan ve projelendirme aşamalarından geçmediği için gölet kriterlerine uygun olarak planlanıp yapılmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sulama hayvan içme suyu göletleri, Horasan, sulama, gölet, göletler

ABSTRACT

In our country, the small dams are planned and constructed by the General Directorate of State Water Works, the relevant departments of the former soil-water, and the General Directorate of Rural Services, and in recent years by the Special Provincial Administrations and Municipalities. In this study, about the current status and suitability to the technique of irrigation and animal water supply small dams built in the rural district of Horasan District of Erzurum Province were made on-site examinations and investigations, the current problems and solution offers were determined. According to the results of the research, as the irrigation small dams in Horasan district, there are Aşağı Kızılca Irrigation small dam, Hacıahmet small dam as animal water supply reservoir, and reservoirs made by Erzurum Metropolitan Municipality. From the existing reservoirs, Aşağı Kızılca Irrigation Small Dam and relatively Hacıahmet Animal Water Supply Small Dam were planned and constructed according to the technique. Since none of the other small dams have passed through the study, planning, and project stages, they were not made in accordance with the technique.

Keywords: Animal water supply small dams, Horasan, irrigation, irrigation small dams, small dams

Giriş

Türkiye topoğrafik yapıya bağlı olarak 25 hidrolojik su havzasına ayrılmış ve bu havzaların toplam yıllık ortalama akışları ise 185.352 km³tür. Hidrolojik su havzalarının her birinde yıllık yağış miktarı aynı olmadığı için bu havzaların verimleri ve su potansiyelleri de birbirinden farklıdır. Fırat Havzası 31.133 km³ ile en fazla su verimine sahip olan ülkemizin en önemli akarsularındandır. Dicle Havzası ise 25.183 km³ ile ikinci sırayı almaktadır. Fırat ve Dicle havzaları toplam ülke su potansiyelinin yaklaşık



%30,38'ini oluşturur. Akarçay Havzası 0,375 km³ ve Burdur Gölü Havzası 0,234 km³ ile su potansiyeli en düşük havzalarımızdır. Ülkemizin nüfusu TÜİK'in "Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi" verilerine göre 31 Aralık 2020 tarihi itibarıyla 83 milyon 614 bin 362 kişidir. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı, yıllık kullanılabilir su potansiyelinin 112 milyar m³ üzerinden hesap edilmesi durumunda, 2020 yılı için 1339 m³ olur. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su stresi yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmekte ve depolamalı tesisler yapılması suretiyle su kaynakları potansiyelinin değerlendirilerek çok maksatlı bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Anonim, 2020a).

Günümüzde sulama yöntemlerinin önem kazanmasında etkili olan faktörler; ülkelerin artan gıda ihtiyacı, çiftçinin gelirini artırma arzusu, toprağın sınırlı bir kaynak olması, uygun sulamanın bitki üretim artışındaki etkisi, ticari gübrelerin kullanımının artması ve bu gübrelerin suyla birlikte etkili olması gibi faktörlerdir. Uygun sulama yöntemlerinin etkin ve verimli bir şekilde uygulanması üretimde çok yönlü fayda sağlamaktadır. Bu faydaları sıralayacak olursak; sulamayla birim alandan elde edilen ürün miktarı ve ürün deseni artar. Bu artış kuraklığa bağlı olarak 3-5 kat daha fazla olabilir. Sulama ile sıcaklığa bağlı olarak bir yılda birden fazla ürün hasat edilebilir. Bitki verim ve desenindeki artış ekonomik büyümenin hızlanmasına ve köyden kente göçün azalmasına oldukça önemlidir. Geçmişten günümüze kadar olan süreçte sürekli olarak suyun zararlarından korunmak ve faydasından yararlanmak için çaba gösterilmiştir. Su ile medeniyetler kurulmuş, zararları ile uygarlıklar yıkılmıştır. Gelişen ve değişen toplumlarda su, sürekli ön planda tutulmuş olup, bu nedenle de Dünyada ve Türkiye'de sulanan alanlar giderek artmakta, sulamaya her geçen gün daha fazla önem verilmektedir (Yıldız, 2010).

Sulamadan beklenen yararların elde edilebilmesi sulama suyunun sağlanmasına bağlı olup doğal yollardan suyun sürekli sağlanması olanaksız olduğuna göre, suyun fazla olduğu zamanlarda depolanabilmesi için gereksinim duyulduğu zamanda sulama suyu sağlayabilecek biriktirme yapıları (baraj ve göletler) yapılmalıdır (Uluata & Yağanoğlu, 1982).

İnsanların gereksinim duydukları suyun istenilen zamanda, istenilen yerde, istenilen nitelikte ve miktarda olacak şekilde karşılanabilmesi için su biriktirme yapılarını yapılması gerekir (Gemalmaz, 1988). Özellikle de küresel iklim değişikliği sürecinde ülkemizde son yıllarda yağış miktarındaki azalmanın kuraklığa neden olmasından dolayı su biriktirme yapıları olan baraj ve göletler giderek daha da önem kazanmaktadır.

Dölgen (2014), "Tekirdağ İli Hayvan İçme Suyu Göletleri ve Köseilyas Mahallesi Göleti" konulu çalışmasında Tekirdağ-Süleymanpaşa Köseilyas Mahallesi'nde inşa edilen gölet, kapasitesi ölçeğinde, kurak aylarda, hayvanların merada içme suyu bulmaları konusunda ki çektikleri sıkıntıları giderecektir. Göletin inşasından sonra rutin kış öncesi su tahliyeleri zamanında yapılmalı, gerekli dolusavak ve dipsavak bakım-onarımları ihmal edilmemelidir sonucuna ulaşmıştır.

İşler ve Demir (2001), Bolu ilinde yapılan hayvan içme suyu göletlerinin mevcut durumu, yeterlilikleri ve sorunları üzerine incelemeler yapmıştır. Söz konusu göletlerin etüt, planlama, projelendirme, yapım ve işletme aşamaları için; teknik, sosyal ve yerel eksiklikler ile mikrobiyolojik kirlilik konularında bazı kalıcı çözümler önerilmiştir. Genel olarak köylerde yapılan incelemelerde

göletlerden yararlanma oranı düşük çıkmıştır. Hayvan içme suyu göletlerinden sulama ve kullanma suyu olarak yararlanıldığında su depolama oranlarının %0,48 ile %0,77 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Bu durumun yaz aylarında çiftlik hayvanları için sıkıntı yaratmakta olduğunu saptamışlardır. Ayrıca hayvan içme suyu göletlerinden dip savağı bulunanlarının su dolaşımını sağladığından mikrobiyolojik kirlilik yönünden daha temiz olduğunu belirtmiştir.

Fayrap (1992), "Erzurum ilinde yapılan sulama amaçlı göletlerin durumu yeterlilikleri ve sorunları üzerine bir araştırma" konulu çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; Erzurum ilinin topoğrafik ve jeolojik özellikleri bakımından gölet yapımına çok elverişli alanlara sahip olduğu, dalgalı arazi yapısının toprak dolgu gölet tipine olanak sağladığı ve böylece daha ekonomik ve basit göletler yapılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

25.330 km²'lik yüz ölçümü ile Ülkemizin Konya, Ankara ve Sivas'tan sonra dördüncü büyük ili olan Erzurum; Fırat, Aras ve Çoruh havzalarını bünyesinde barındıran bu nehirlerin kolları olan çok sayıda çay ve derelere sahip bir ilimizdir. Yüz ölçümünün yaklaşık %18'inde bitkisel üretim yapılan Erzurum İli'nde yapay göller arasında Serçeme Çayı üzerinde kurulmuş olan Kuzgun Barajı (10,3 km²), Lezgi Suyu üzerine planlanmış Palandöken Göleti (22 km²), Lezgi ve Pisyan Dereleri üzerinde bulunan Çat Barajı (220,5 km²), Tımar Çayı üzerinde yapılmış olan Demirdöven Barajı (1,45 km²), Aras Nehri üzerindeki Söylemez Barajı (46,3 km²) gibi önemli baraj ve göletlerin yanısıra Kızılca, Hacıahmet, Köprüköy, 23 Temmuz, Porsuk, Cihanlı, Kapıkaya, Şenkaya, Köyceğiz, Ürünlü, Akbulut, Eğilmez, Turnalı ve Uzunark göletleri gibi gerek sulama gerekse hayvan içme suyu göletleri mevcuttur. Erzurum İli Horasan İlçesi Aras Havzası içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada Erzurum İli Horasan İlçesindeki sulama ve hayvan içme suyu göletlerinin mevcut durumları, teknik kriterlere uygunlukları, sorunları ve çözüm önerileri sahada incelenmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada Erzurum İli Horasan İlçesinde Köy Hizmetleri tarafından 1994-1998 yılları arasında sulama amaçlı inşa edilmiş Şekil 1'de görülen Aşağı Kızılca Sulama Göleti, yine Köy Hizmetleri tarafından 2000-2002 yılları arasında hayvan içme suyu amaçlı inşa edilmiş Şekil 2'de görülen Hacıahmet mahallesi hayvan içme suyu göleti ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından ilçenin Hacıahmet, Gerek, Çamurlu, Kalender, Kırık, Mollamelik, Mollaahmet, ve Yürükatlı mahallelerinde hayvan içme suyu amaçlı inşa edilmiş göletler materyal olarak seçilmiştir.

Araştırma yeri olarak seçilen Horasan İlçesi Erzurum İli'nin doğusunda Aras Nehri'nin kenarında yer almakta ve enlem: 40°2'19" kuzey, boylam: 42°9'44" doğu coğrafi konum yer koordinatları arasındadır. Yüz ölçümü 1662 km²'dir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1650 metredir. İlçenin doğusunda Sarıkamış, güneydoğusunda Eleşkirt, güneyinde Karayazı, batısında Köprüköy ve kuzeyinde Narman ilçeleri yer almaktadır (Anonim, 2021a). Horasan ilçesinde sert bir karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazlar kısa ve sıcak, kışlar 5-6 aylık bir sürede sert ve soğuk geçer. Kar genellikle 1 Kasım-15 Nisan tarihleri arasında yağar. 21 mm yağışla Eylül yılın en kurak ayıdır. Ortalama 92 mm yağış miktarıyla en fazla yağış Mayıs ayında görülmektedir. Ortalama 20,7°C sıcaklıkla Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık -6,3°C olup yılın en düşük ortalamasıdır (Anonim, 2020b). Horasan ilçesine ait yağış ve sıcaklık grafiği



Şekil 1.
Aşağı Kızılca Sulama Göleti Genel Görünümü

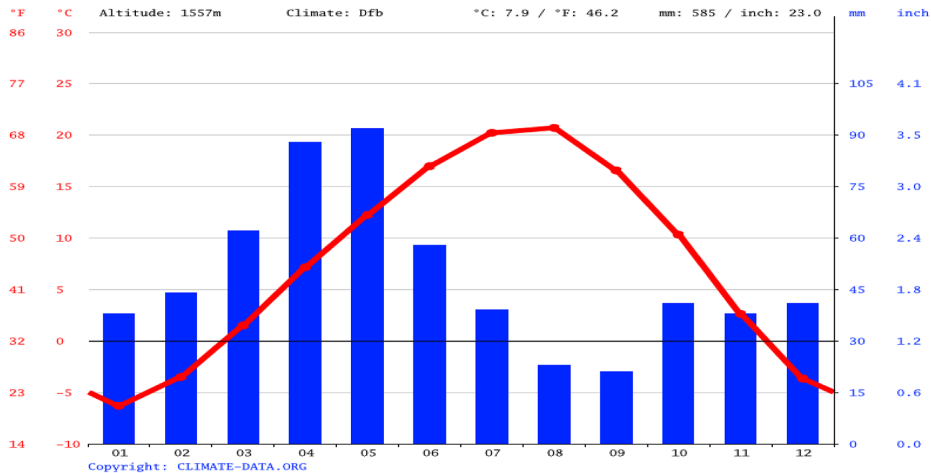


Şekil 2.
Hacıahmet Hayvan İçme Suyu Göleti Genel Görünümü

Şekil 3'te yağış ve sıcaklık tablosu Tablo 1'de gösterilmiştir (Anonim, 2020c).

İlçe topraklarının önemli bir bölümü ovalık ve hafif engebeli arazi şeklindedir. İlçenin toprakları genellikle Aras nehri boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan geniş düzlüklerle, kuzey ve güneyden

çevrili tatlı eğimli çıplak geniş sırtlardan meydana gelmiştir. Belli başlı akarsuları Aras Nehri, Zars Çayı ve Serküllü Çayıdır (Anonim, 2021b). Güzergâhı boyunca birçok çay ve dereyi bünyesine alan Aras Nehri bol miktarda su taşımaktadır. Nehrin en önemli kolları kuzeyde Zivin Çayı, Gerek Suyu ve Hacıahmet Deresidir. Güneyde ise Velibaba Çayı Yarboğaz Çayı, Ardı Deresi ve Döllek Deresi'dir.



Şekil 3.
Horasan İlçesi Uzun Yıllar Ortalama Yağış ve Sıcaklık Değerleri

Tablo 1.
Horasan İlçesi Yıllık Ortalama Yağış ve Sıcaklık Değerleri Tablosu

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)	-6.3	-3.5	1.5	7.2	12.3	17	20.2	20.7	16.6	10.3	2.6	-3.7
Min. Sıcaklık (°C)	-11.9	-9	-3.7	1.4	6.1	10.4	13.4	14.1	10.2	4.9	-1.5	-8.3
Max. Sıcaklık (°C)	-0.4	2.3	7.1	13.1	18.2	23.4	27.1	27.8	23.3	16.4	7.9	1.7
Yağış/Yağış(mm)	38	44	62	88	92	58	39	23	21	41	38	41
Nem(%)	71	68	65	63	61	53	51	48	46	57	64	68
Yağmurlu Günler(g.)	6	7	9	12	14	9	7	5	4	6	5	6

Bu çay ve derelerden en fazla su taşıyanı Zivin Çayı, Çember Dağı (2800 m.)'ndan kaynağını alır (Gök, 2007).

Metot

Bu bölümde Horasan İlçesindeki mevcut sulama ve hayvan içme suyu göletlerinin teknik kriterlere uygunlukları inceleneceğinden gölet yapımındaki teknik esaslar Anonymous (1960); Anonim (1967, 1976, 1988); Gemalmaz ve Hanay (1994); Aküzüm ve Öztürk (1996) ve Okuroğlu (1998) gibi kaynaklar teknik kriterler esas alınarak incelemeler yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

1-Aşağı Kızılca Sulama Göletine Ait Teknik Kriterler

Aşağı Kızılca Sulama Göletine ait yerinde yapılan topoğrafik ve GPS ölçümleri ile bazı istasyonlardan alınan değerler; Talveg Kotu: 1718 m, Dipsavak Su Alma Kotu: 1724 m, Kret Kotu:1747 m, Su Kotu: 1740 m, Kret Genişliği: 8,8 m, Kret Uzunluğu:190 m, Su Toplama Havzası: 6188 da, Sulama Sahası Kapasitesi (As: Göletin sulayabileceği arazi miktarıdır.):7000 da, Dipsavak Boru Çapı: 50 cm, Göl Aynası Alanı: 68 da, Maksimum Su Hacmi: 2.000.000 m³ Sulama sahasının maksimum rakımı 1710 m ve minimum rakımı ise 1630 m'dir. Sulama sahası %0-3 arasında bir eğime sahip olup sulamaya elverişli killi-tınlı toprak bünyesine sahip 1. ve 2. sınıf tarım arazilerini bünyesinde barındırmakta olup göletin hacim-alan grafiği şekil 4'te gösterilmiştir.

Hacim-Alan Grafiğine göre; göletin havza su verimi bölgede yağın yağışın %50'sinin yüzey akışı geçtiği kabulüne göre 1.277.822 m³ olarak hesaplanmış olup bu değer göletin maksimum su hacmi olan 2.000.000 m³'den düşük olduğu için göletin bürüt su hacmi yaklaşık olarak 1.300.000 m³ olarak kabul edilebilir. Sulama göletinin buharlaşma kayıpları toplam hacmi (Vbh) 14.711,2 m³, sızma kayıpları toplam hacmi (Vs) 65.000 m³ ve göletin ölü hacmi 37.128 m³ olarak hesaplanmış ve bu durumda da göletin faydalı hacminin Vf: 1.300.000-(14.711,2+65.000+37.128) eşitliğinden 1.183.160,8 m³ olarak hesaplanmıştır.

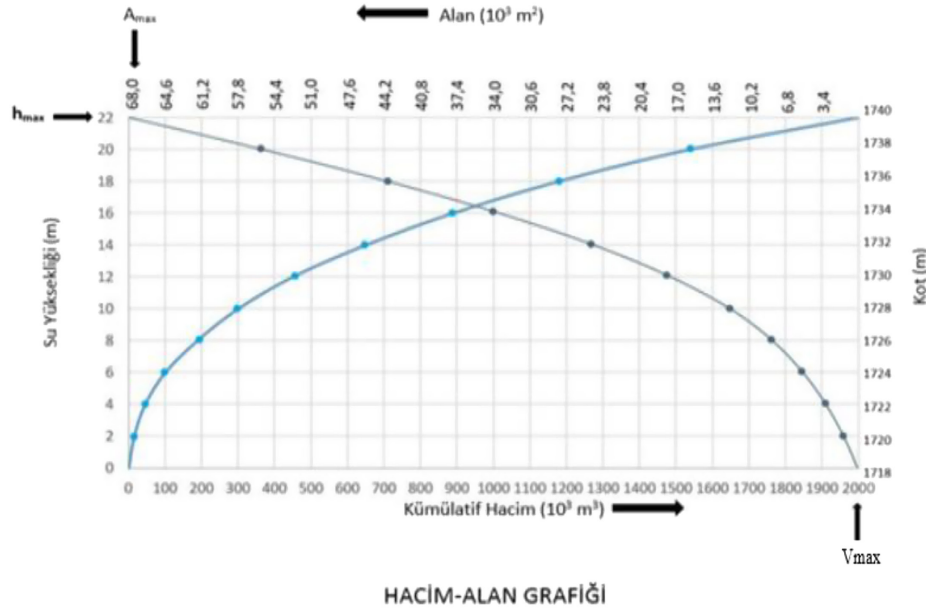
Aşağı Kızılca Sulama Göleti hacim-alan grafiği verilerine göre tam kapasite ile dolduğunda yaklaşık 2.000.000 m³'lük su kapasitesine sahiptir. Ancak havzadan 1 yılda gelebilecek maksimum su miktarı ortalama 1.300.000 m³'tür. Dolayısı ile bu gölet mevcut durumda 7000 da'lık sulanabilir arazinin ancak 4500 da'lık kısmını sorunsuz sulayabilmektedir.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin dipsavak çıkış debisi Qds: 549 L/s olarak hesaplanmış olup göletin dipsavak vana çapı d: 21,2 cm hesaplanmıştır. Yerinde yapılan ölçümlerde ise göletin dipsavak vana çapının 50 cm olduğu görülmektedir. Bu durum dolusavağı planlanmayan bu gölette herhangi bir taşkın anında dipsavağın açılarak suyun daha kolay bir şekilde tahliyesini sağladığından amaca uygun bir şekilde planlandığını göstermektedir.

Sulama göletinde temelden(talvegden) krete kadar olan gövde yüksekliği hg: 22 m olarak hesaplanmış olmasına rağmen gölet 29 m gövde yüksekliğine sahiptir.

Aşağı Kızılca sulama göletinin kret genişliğinin hesaplanması (g) ve şevlerin durumuna bakılacak olursa hesaplamalara göre 7,4 m olması gereken kret genişliği 8,8 m olarak yapılmıştır.

Aşağı Kızılca Sulama Göletinde memba şevi 1/3, mansap şevi1/2,5 olarak alınmıştır.



Şekil 4.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti Hacim-Alan Grafiği

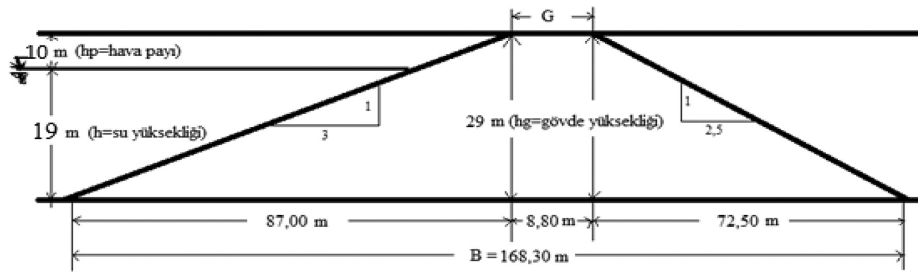
Şekil 5' te mevcut duruma göre gövde en-kesit ve boyutları gözükken Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin dolgu hacmi hesaplandığında (V_g): 284.798,05 m³ olup V_{brt}/V_g oranına göre $1.300.000/284.798,05 = 4,565$ olur. Bu durumda; 5'den küçük ise gölet yeri ekonomik değildir. 5 ile 10 arasında ise gölet yeri ekonomiktir. 10'dan büyük ise gölet yeri çok ekonomiktir. Bu esasa göre sulama göletinde; göletin bürüt hacminin, dolgu hacmine oranı 4,565 olduğundan gölet yeri ekonomik değildir.

Şekil 6'da olması gereken en-kesit ve boyutları gözükken Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin dolgu hacmi hesaplandığında (V_g): 157.107,11 m³ olup olması gereken durumda göletin bürüt

hacminin, dolgu hacmine oranı 8,275 olup gölet yeri ekonomik çıkmaktadır.

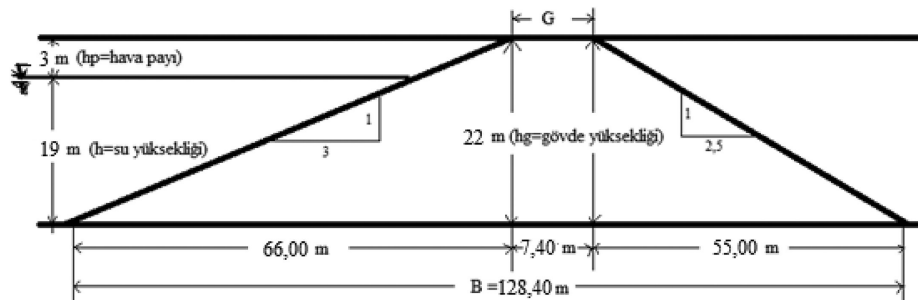
Şekil 5 ve Şekil 6'da görüldüğü üzere göletin hava payı 3 m alınması gerekirken bunun yerine 10 m alınmış olması fazladan ($284798,05 - 157107,11 = 127690,94$ m³) dolgunun gereksiz yere harcandığını ve bu durumda göleti ekonomik kriterlerin aşağısına çektiği görülmüştür.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nde mevcut durumda gövdeden sızan suyun hesaplanması için kullanılacak parametreler Şekil 7'de gösterilmiştir.



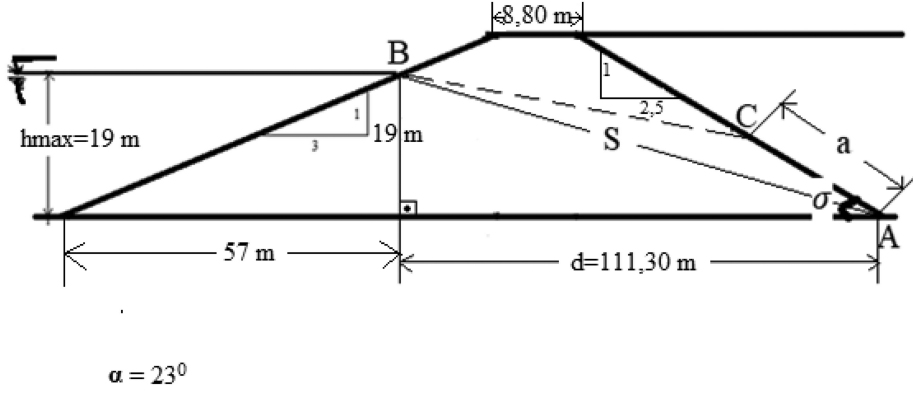
Şekil 5.

Aşağı Kızılca Sulama Göletinin Mevcut Durumdaki Gövde En Kesiti ve Boyutları



Şekil 6.

Aşağı Kızılca Sulama Göletinin Olması Gereken Durumdaki Gövde En Kesiti ve Boyutları



Şekil 7.

Mevcut Durumda Sulama Göleti Gövde Boyutları Parametreleri

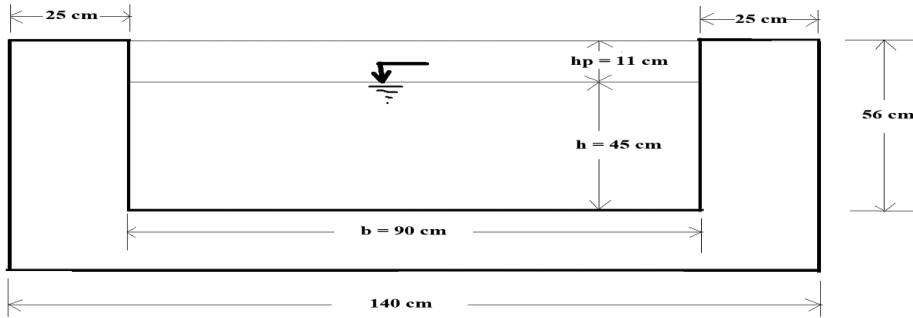
Bu parametreler ışığında gövdeden sızan su hesaplandığında gövdeden olması muhtemel sızma debisi 3,1844 L/s'dir. Gözetleme bacası üzerindeki betonarme kapağı açıp topuk drenindeki toplanan suyun debisini yetkililerin dışında kimsenin ölçmesi mümkün olmadığı için bu ölçüm yapılamamıştır. Buna karşın Aşağı Kızılca Göleti'nin mansap şevinin topuk kısmında sızmadan kaynaklanan herhangi bir ıslaklığa da rastlanılmamıştır. Zaman zaman gözetleme kulelerinden içeri girilerek topuk dreninden gelen suyun debisi ölçülür. Ölçülen suyun debisi olması gereken 3,1844 L/s'den büyük ise tehlike var demektir.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'ne ait ana kanal boyutları Şekil 8'de görüldüğü gibidir.

Mevcut durumda inşa edilmiş olan dikdörtgen kesitli ana kanalın çıkış debisi ile ilgili gerekli hesaplar yapıldığında 993,86 L/s'lik bir çıkış debisi olması gerekir. Fakat dipsavak çıkış debisi olan 549 L/s'ye göre kanal boyutları $h=36$ cm ve $b=72$ cm olmalıdır. Bu durumda ana kanal boyutları gereğinden çok fazla tutulmuştur.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'ne ait sağ/sol sahil kanal boyutları Şekil 9'da görüldüğü gibidir.

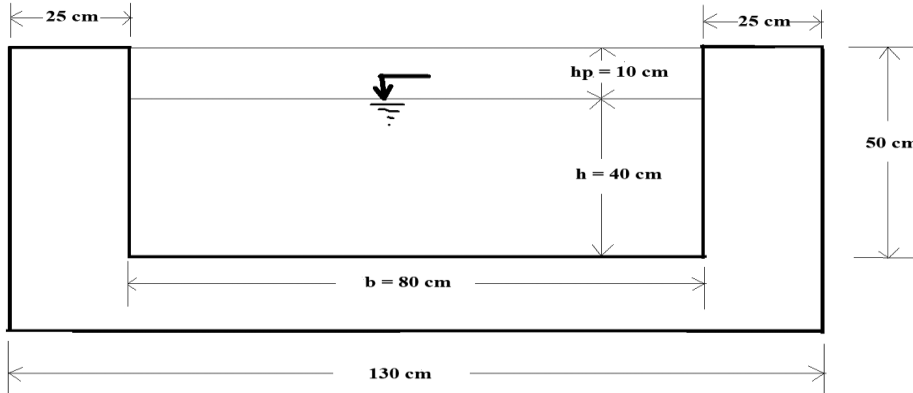
ANA KANAL BOYUTLARI



Şekil 8.

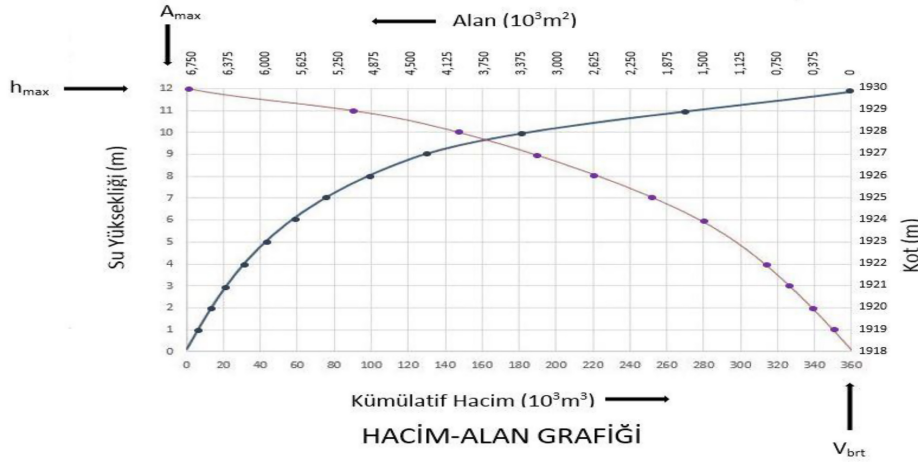
Ana Kanal Boyutları

SAĞ VE SOL SAHİL KANAL BOYUTLARI



Şekil 9.

Sağ ve Sol Sahil Kanal Boyutları



Şekil 10.

Hacıahmet Hayvan İçme Suyu Göleti Hacim-Alan Grafiği

Mevcut durumda dikdörtgen kesitli sağ ve sol sahil kanallarının debileri 725,69 L/s olmasına karşın dipsavak çıkış debisi olan 549 L/s'lik debinin yarısını yani 274,5 L/s'lik suyun taşınması için gerekli kanal boyutları $h=28$ cm ve $b=56$ cm olmalıdır. Bu durumda sağ ve sol sahil kanal boyutları da yine gereğinden fazla tutulmuştur.

2-Hacıahmet Mahallesi Hayvan İçme Suyu Göletine Ait teknik Kriterler

Şekil 10'da hacim-alan grafiği verilen Hacıahmet hayvan içme suyu göleti ile ilgili ölçümü yerinde yapılmış veriler ile bazı istasyonlardan alınan değerlere göre; Talveg kotu:1918 m, Kret kotu:1932 m, Su kotu: 1930 m, Kret genişliği: 6 m, Kret uzunluğu: 170 m, Göletin su toplama havzası: 900 da, Göletin Göl Aynası Alanı 6,75 da, Göletin Brüt Su Hacmi : 360.000 m³, 2017 Yılı IVA (İstatistik Veri Ağı) Verilerine Göre Hacıahmet Mahallesi Hayvan Varlığı : 1713 Büyükbaş, 699 Küçükbaşdır.

Okuroğlu (1998)'e göre büyükbaş hayvanların günlük su tüketimi 50 L, küçükbaş hayvanların

günlük su tüketimi ise 15 L'dir. Bu durumda;

Büyük baş hayvanların yıllık su ihtiyacı= $0,05 \times 360 \times 1713=30.834$ m³

Küçük baş hayvanların yıllık su ihtiyacı= $0,015 \times 360 \times 699=3774,6$ m³

Tüm hayvanların yıllık su ihtiyacı= $30.834+3774,6=34.608,6$ m³

%10 ilaveli hayvanların yıllık su ihtiyacı= $34.608,6+3460,86=38.069,46$ m³

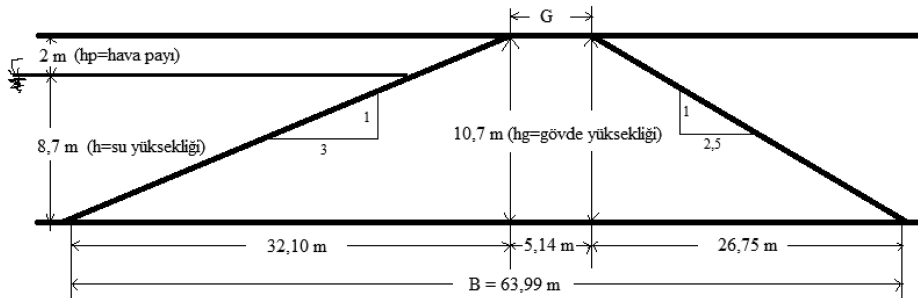
Hacıahmet hayvan içme suyu göletinden mahalledeki hayvanların yıllık su ihtiyacının karşılanması için yaklaşık olarak 40.000 m³'lük bir suya ihtiyaç vardır.

Göletin bulunduğu alandaki uzun yıllar ortalama yağış miktarı olan P'nin bir kısmı buharlaşır, bir kısmı sızma ile toprağa sızar ve bir kısmı da yüzey akışa geçer. Bölgedeki ortalama sıcaklık ve toprak koşullarına göre P'nin yaklaşık 1/3'ünün yüzey akışa geçtiği kabul edilerek gerekli hesaplamalar yapıldığında havzadan gölete gelen su miktarı (Vh) 123.903 m³'tür. Hacim-Alan grafiğinden görüldüğü üzere bu miktar göletin brüt hacmi olan 360.000 m³'ten düşük olduğu için göletin brüt su hacmi 123.903 m³ olmaktadır. Hayvan içme suyu göletinin buharlaşma kayıpları toplam hacmi (Vbh) 1.029,784 m³, sızma kayıpları toplam hacmi (Vsz) 6195,15 m³ ve göletin ölüm hacmi 5400 m³ olarak hesaplanmış ve bu durumda da göletin faydalı hacminin Vf: 123.903-(1.029,784+6195,15+5400) eşitliğinden 111.278,066 m³ olarak hesaplanmıştır.

Hacıahmet Mahallesi'nin büyük baş ve küçük baş hayvanlarının yıllık toplam içme suyu ihtiyaçları 40.000 m³ olmasına karşın göletin faydalı hacmi 111.278,066 m³ olduğu için bu gölet kapasitesi yeterli planlanmıştır.

Hacıahmet hayvan içme suyu göletinde 111.278,066-40000=71.278,066 m³'lük fazla su bulunması nedeni ile ilaveten bu suyun ne kadar hayvana yeteceği hesap edilirse;

1 Büyük baş hayvanın yıllık su ihtiyacı $0,05 \times 360=18$ m³ olduğundan



Şekil 11.

Göletin Gövde En-Kesit ve Boyutları

71278,066/18=3959,89 yani yaklaşık 3960 büyük baş hayvana yetecek kadar su bulunmaktadır.

1 küçük baş hayvanın yıllık su ihtiyacı $0,015 \times 360 = 5,4 \text{ m}^3$ olduğundan

$71278,066/5,4 = 13199,4$ yani yaklaşık 13200 küçük baş hayvana yetecek kadar su bulunmaktadır.

Şekil 11'de gövde en-kesit ve boyutları gözükken haciahmet hayvan içme suyu göletinin gövde boyutlarına göre gövde dolgu hesabı yapılacak olursa;

Haciahmet hayvan içme suyu göletinin dolgu hacmi hesaplandığında (V_g): $41.186,14 \text{ m}^3$ olup V_{brt}/V_g oranına göre $123.903/41.186,14 = 3,008$ olur. Bu durumda; 5'den küçük ise gölet yeri ekonomik değildir. 5 ile 10 arasında ise gölet yeri ekonomiktir. 10'dan büyük ise gölet yeri çok ekonomiktir. Haciahmet Hayvan İçme Suyu Göleti'nde; göletin bürüt hacminin, dolgu hacmine oranı 3,008 olduğundan gölet yeri topoğrafik yönden ekonomik değildir.

Haciahmet Hayvan İçme Suyu Göleti topoğrafik kriterler hariç tüm gölet kriterlerine uygun olarak planlanmıştır. Sadece hayvanların su içmeleri için gerekli sıvatlar planlanmamıştır.

3-Horasan İlçesi'nde Bulunan Diğer Göletler

Horasan İlçesi'nde Köy Hizmetlerinden sonra Erzurum Büyükşehir Belediyesi Haciahmet, Gerek, Çamurlu, Kalender, Kırık, Mollamelik, Mollaahmet ve Yürükatlı mahallelerine hayvan içme suyu amaçlı göletler inşa etmiştir.

Yukarıda adı geçen ve hayvan içme suyu amacıyla yapılan göletler, topoğrafik ve hidrolojik etütler yapılmadan teknikten tamamen uzak ve hiçbir plan ve projeye dayanmadan bir iş makinası operatörünün inisiyatifini doğrultusunda yapılmış sözde göletlerdir. Homojen toprak dolgulu gövde tiplerine sahip bu göletlerin hiç birisinde gövde içerisinde kil-çekirdek kullanılmamıştır. Ayrıca göletlerin gövdesinde bulunan elemanlardan kil-çekirdek, cut-off ve topuk dreni gibi elemanlar bulunmayıp gövde dolgusunda memba ve mansap şevleri tamamen orantısız tutulup bir su toplama hattının önünü bir toprak seddesi ile kapatıp su biriktirme amacı ile yapılmış göletlerdir.

Çalışma sırasında adı geçen mahallelerin muhtar ve sakinleri ile yapılan görüşmelerde hayvan içme suyu ihtiyaçlarının bu göletler sayesinde nispeten de olsa karşılandığı görüşü hakimdir.

Tablo 2'de gölet bulunan mahallelerin büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayılarının hayvan içme suyu ihtiyaçları gölet kapasitesi ile birlikte verilmiştir.

Okuroğlu (1998)'na göre büyükbaş hayvanların günlük su tüketimi 50 L, küçükbaş hayvanların günlük su tüketimi ise 15 L'dir.

Tablo 2'deki göletlerin mevcut su hacmi değerleri Erzurum Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı'ndan alınan verilerdir. Ölçüm sonucu elde edilen değerler değildir.

Gövde dolgusunun gereği gibi sıkıştırılmamış olması nedeniyle söz konusu göletlerde sızmanın fazlalığından dolayı gölet rezervuarlarında yeterli su biriktirilememektedir

Gölet gövdesinin memba kısmında riprap olmaması durumunda; rüzgarlı havalarda göl aynasında oluşacak dalgalar göletin memba şevini aşındırarak gövdenin yıkılmasına neden olur iken aynı zamanda yaz sağnaklarında ve şiddetli yağın yağışlarda oluşacak taşkın suları yine riprapın olmaması nedeni ile gölet gövdesinde yıkıma neden olur.

Taşkınlara karşı emniyet yapısı göletlerde dolusavaktır. Ancak hayvan içme suyu göletlerinin havzaları fazla büyük olmadığı için genellikle dolusavağa ihtiyaç duyulmaz. Buna rağmen söz konusu hayvan içme suyu göletlerinin hiçbirisinde dipsavağında planlanmamış olması gövdenin taşkınlara karşı risk altında olduğunu gösterir. Şayet bu hayvan içme suyu göletlerinde dipsavak planlanmış olsaydı, taşkın anında dipsavak vanası açılarak taşkınlar tahliye edilebilirdi.

Yukarıda adı geçen bu göletler bir su toplama hattının önünü toprak bir sedde ile kapatmak suretiyle yapılmış teknikten uzak basit göletlerdir. Hayvan içme suyu amacıyla yapılan bu göletlerde sıvat (yalak) bulunmayıp bazı göletlerin memba şevlerinin çok dik eğimli olması nedeni ile hayvanların su içmede güçlük çektikleri gözlemlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Erzurum İli'nin birçok ilçesinde eski Topraksu ve Köy Hizmetleri tarafından çok sayıda sulama ve hayvan içme suyu göleti yapılmış olmasına karşın Horasan İlçesi'nin topoğrafik yapısı ve hidrolojik özelliklerinin uygun olmaması nedeniyle ilçede gölet çok fazla yapılmamıştır. Horasan İlçesi'nin çeşitli mahallelerine eski Topraksu ve Köy Hizmetleri tarafından küçük ölçekte sulama projesi yapılarak arazilere sulama hizmeti götürülmüştür. İlçede topoğrafik yönden araziler genellikle kırık hatlardan ve dik yamaçlardan oluşmaktadır. Bu topoğrafik yapı gölet yapımına uygun değildir. Diğer yandan derelerin çok dik eğimli olması, havzaların bitki örtüsü ve çıplak arazilerden oluşması da hidrolojik yönden bir olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 2. Hayvan İçme Suyu Göleti Bulunan Mahallelerin Hayvan İçme Suyu İhtiyacı ve Gölet Kapasitesi (2017 İVA Verilerinden Alınmıştır. TUIK Verileri ile Farklılık Gösterebilir)

Mahalleler	B.baş Hayvan Sayısı	K.baş Hayvan Sayısı	Hayvan İçme Suyu İhtiyacı (m ³)/yıl	Göletin Mevcut Su Hacmi (m ³)
Haciahmet(2)	1713	699	34.609	95.000
Gerek	1710	340	32.616	7000
Çamurlu	458	-	8244	580.000
Kalender	1297	-	23.346	400.000
Kırık	477	-	8586	300.000
Mollamelik	66	364	3084	160.000
Mollaahmet	1442	1639	34.807	180.000
Yürükatlı	2886	196	53.007	150.000

Aşağı Kızılca Sulama Göleti ile İlgili Sonuçlar

Gölet topoğrafik yönden uygun bir yere planlanmamış olsa da topoğrafik kriterlerin öngördüğü sınırlara yakın bir şekilde planlanmış ve inşa edilmiştir. Göletin su hacminin gövde hacmine oranının düşük olması (Vsu/Vg); gövde uzunluğu ve gövde yüksekliğinin gereğinden fazla tutulmasına ve böylece gövde maliyetinin artmasına neden olmuştur. (1 birim gövde dolgusuna karşılık daha az su tutulmuştur) Göletin dolusavağı planlanmamıştır. Bunun yerine dipsavak boru çapı ve hava payı gereğinden fazla tutulmuştur. Böylece dipsavak boru çapının ve hava payının gereğinden fazla bırakılmış olması olumludur. Çünkü herhangi bir taşkın anında dipsavak vanası açılarak göletin memba kısmında biriken fazla su kolaylıkla tahliye edilebilir ve aynı şekilde hava payının fazla oluşu da taşkın anında gelebilecek taşkın sularını gölet rezervuarında biriktirerek gövde üzerinden taşması engellenir ve böylece gölet taşkın tehlikelerine karşı korunmuş olur. Sulama göleti hacim-alan grafiği verilerine göre tam kapasite ile dolduğunda yaklaşık 2.000.000 m³lük su kapasitesine sahiptir. Ancak havzadan 1 yılda gelebilecek maksimum su miktarı ortalama 1.300.000 m³tür. Gölet hacim-alan grafiği verilerine göre Aşağı Kızılca Mahallesi'nin sulanabilir tarım arazilerinin tamamını sulayamamaktadır. Dolayısı ile bu gölet mevcut durumda 7000 da'lık sulanabilir arazinin ancak 4500 da'lık kısmını sorunsuz sulayabilmektedir. Sulama göleti teknik özellikler bakımından olması gereken kil-çekirdek, cut-off, topuk dreni, gözetleme kuleleri, dipsavak, dipsavak vanası, enerji kırıcı tesis, riprap ve kret gibi elemanların hepsine sahip olup bu elemanlar teknik kriterlere uygun planlanıp yapılmıştır. Göletin mansap şevinin topuk kısmında sızmadan kaynaklanan herhangi bir ıslaklığa rastlanılmamıştır. Gözetleme bacası aşında bulunan topuk dreninde toplanan suyun debisini yetkililerin dışında kimsenin ölçmesi mümkün olmadığı için gölet gövdesinden oluşan sızma miktarı ölçümü yapılamamıştır. Göletin sulama şebekesi kanallarında siltlenme ve otlama sorunu vardır. Bu durum kanalların kapasitesini düşürmektedir. Göletin sulama şebekesindeki sağ ve sol sahil ana kanallar ile tersiyer kanalların betonları zamanla aşınmış ve dökülmüştür. Kanallardan sızma kayıpları mevcuttur. Tersiyer kanallar üzerindeki çiftçi prizleri (su alma prizi) kot olarak tarla seviyesinden aşağıda bırakıldığı için su alımı toprak kabartma ile sağlanmaktadır. Sulama Göleti'nin işletilmesi mahalle muhtarlığının sorumluluğundadır. İşletim sırasında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

Hacıahmet Hayvan İçme Suyu Göleti ile İlgili Sonuçlar

Gölet topoğrafik yönden uygun bir yere planlanmamıştır. Bunun nedeni göletlerde olması istenen gölet gövde yerinin dar memba kısmının ise geniş olma kriteri Hacıahmet Hayvan İçme Suyu Göletinde tamamen tersi bir yönde yapılmış yani gövde kısmı geniş, memba kısmı ise oldukça dar bir topoğrafya üzerine kurulmuştur. Göletin su hacminin gövde hacmine oranının düşük olması (Vsu/Vg); gövde uzunluğu ve gövde yüksekliğinin gereğinden fazla tutulmasına ve böylece gövde maliyetinin artmasına neden olmuştur. (1 birim gövde dolgusuna karşılık daha az su tutulmuştur) Gölet teknik özellikler bakımından bir hayvan içme suyu göletinde bulunması gereken kil-çekirdek, riprap ve kret gibi elemanlara sahip olup bu elemanlar teknik kriterlere uygun planlanıp yapılmıştır. Göletin dipsavağı planlanmamıştır. Dipsavak planlanmadığı için göletin mansap kısmında hayvanların su içmesine yarayacak ve su içmeyi kolaylaştıracak sıvıtlar (yalak) planlanmamıştır. Hacıahmet Mahallesi'nin büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları toplamı dikkate alındığında hayvanlar için gereken

yıllık içme suyu ihtiyacını bu gölet mevcut kapasitesi dikkate alındığında fazlası ile karşılamaktadır.

Horasan İlçesi'nde Bulunan Diğer Göletler ile İlgili Sonuçlar

Bu göletler, Horasan İlçesi'nde Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından Hacıahmet, Gerek, Çamurlu, Kalender, Kırık, Mollamelik, Mollaahmet ve Yürükatlı mahallelerine hayvan içme suyu amaçlı inşa edilmiş olan göletlerdir. Bu göletler bir su toplama hattının önünü toprak bir sedde ile kapatmak suretiyle yapılmış teknikten uzak basit göletlerdir. Topoğrafik ve hidrolojik olarak hiçbir etüt, plan ve projeye dayandırılmadan yapılmış göletlerdir. Göletlerin tamamı homojen toprak dolgu şeklinde yapılmış ve hiçbirinde göletin gövdesinde bulunması gereken riprap, cut-off, kil-çekirdek gibi elemanlar bulunmamaktadır. Kil-çekirdeğin bulunmamasının yanı sıra gövde dolgusunun gereği gibi sıkıştırılmamış olması nedeniyle söz konusu göletlerde sızmanın fazlalığından dolayı gölet rezervuarlarında yeterli su biriktirememektedir. Bu göletlerde sıvıt (yalak) bulunmayıp bazı göletlerin memba kısımlarının çok dik eğimli olması nedeni ile hayvanların su içmede güçlük çektikleri gözlemlenmiştir.

Mevcut Sorunlar İçin Çözüm Önerileri

Topoğrafik yönden olumsuz olan göletler için yapılacak herhangi bir önlem veya tadilat faaliyeti mümkün değildir. Bu durum göletlerin ekonomik yönden maliyetlerinin artmasına neden olmuştur.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin sulama şebekesindeki kanal ve sanat yapılarında dökülmüş ve aşınmış betonların yenilenmesi için onarım ve tadilat projelerinin yapılması gerekir. Böylece kanallardaki sızma kayıpları önlenmiş olacaktır. Sızma kayıplarının önlenmesiyle daha fazla araziye sulama imkanı sağlanacaktır. Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin sulama şebekesindeki kanalların otlama ve siltlenme sorununun çözümü mahalle muhtarlığı ve sulama birliğinin sorumluluğundadır. Her yıl sulama sezonundan önce muhtarlık ve sulama birliği önderliğinde kanallarda temizlik çalışması yapılmalıdır. Böylece kanalların akış kesit alanı artacak ve dolayısı ile daha fazla debi ile daha çok araziye su sağlanmış olacaktır. Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin sulama şebekesinde yapılacak tadilat projesi ile tersiyer kanallar üzerinde bulunan çiftçi prizleri (tarlabaşı prizleri) mutlaka tarla seviyesinden daha üst kotlara ve tarla sahiplerinin istediği yerlere bırakılmalıdır.

Hacıahmet Göleti ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan diğer hayvan içme suyu göletlerinde planlanmayan dipsavak borusu ile sıvıtların yeniden planlanma imkanı teknik olarak mümkün değildir. Bunun yerine hayvanların göl aynası kıyısından kolaylıkla su içmelerini sağlamak amacıyla dik eğimli yamaçlarda eğimin düşürülmesi gerekir. Göleti inşa eden teşkilatın iş makinaları yardımı ile eğimi düşürecek çalışmalar yapması gerekir.

Kil-çekirdeği ve riprapı yapılmayan hayvan içme suyu göletlerinde kil-çekirdek yerine göletlerin gövdelerinin memba şevine yeterli kalınlıkta kil tabaka serilmeli ve üzerine teknik şartnameye uygun riprap taşları dökülmelidir.

Aşağı Kızılca Sulama Göleti'nin dışındaki diğer göletlerin tamamında krete yeterli kalınlıkta kum-çakıl ve stabilize malzeme serilerek kretin servis yolu olarak kullanımı sağlanmalıdır.

Ethics Committee Approval: N/A.

Peer-review: Externally peer reviewed.

Author Contributions: Concept – T.A., A.H.; Design – T.A., A.H.; Supervision – T.A., A.H.; Resources – T.A., A.H.; Materials – T.A., A.H.; Data Collection and/ or Processing – T.A., A.H.; Analysis and/ or Interpretation – T.A., A.H.; Literature Search – T.A., A.H.; Writing Manuscript – T.A., A.H.; Critical Review – T.A., A.H.

Conflict of Interest: The authors declared that they have no conflict of interest.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Etik Komite Onayı: N/A.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – T.A., A.H.; Tasarım – T.A., A.H.; Denetleme – T.A., A.H.; Kaynaklar – T.A., A.H.; Malzemeler – T.A., A.H.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – T.A., A.H.; Analiz ve/veya Yorum – T.A., A.H.; Literatür Taraması – T.A., A.H.; Yazıyı Yazan – T.A., A.H.; Eleştirel İnceleme – T.A., A.H.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

- Aküzüm, T., & Öztürk, F. (1996). *Toprak-Su Yapıları*. Ankara Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1448.
- Anonim. (1967). *Toprak Bentleri, Topraksu Genel Müdürlüğü, Teknik Standartlar Serisi* (s. 238). Ankara.
- Anonim. (1976). *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Gölet El kitabı*.
- Anonim. (1988). *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Barajların Projelendirilmesinde Hidrolik Esaslar*.
- Anonim. (2020a). *DSİ Faliyet Raporu*. Retrieved from <https://dsi.gov.tr>. Sayfa Detay 759 (Erişim Tarihi: 2021. 2 Ağustos).
- Anonim. (2020b). Retrieved from <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/erzurum/horasan-8559#temperature-graph> (Erişim Tarihi: 2021. 17 Mayıs).
- Anonim. (2020c). Retrieved from <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/erzurum/horasan-8559#temperature-graph> (Erişim Tarihi: 2021. 17 Mayıs).
- Anonim. (2021a). Retrieved from <http://www.horasan.gov.tr/cografidurum> (Erişim Tarihi: 2021. 17 Mayıs).
- Anonim. (2021b). *T. C. Horasan Kaymakamlığı Web Sitesi, Horasan İlçesinin Coğrafi Durumu*. Retrieved from <http://www.horasan.gov.tr/cografidurum> (Erişim Tarihi: 2021. 30 Temmuz).
- Anonymous. (1960). *Desing of small Dams*. Washington U. S. Bureau of Reclamation, Government Printing Office.
- Dölgen, C. İ. (2014). *Tekirdağ İli Hayvan İçme Suyu Göletleri ve Köseilyas Mahallesi Göleti*. (s. 161). (Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Fayrap, A. (1992). *Erzurum İlinde Yapılan Sulama Amaçlı Göletlerin Durumu Yeterlilikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma*. (s. 68). (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gemalmaz, E. (1988). *Topraksu Yapıları* (s. 181). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Erzurum.
- Gemalmaz, E., & Hanay, A. (1994). *Topraksu Yapıları* (s. 181). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Gök, Y. (2007). *Horasan İlçesi'nin Coğrafyası*. Erzurum.
- İşler, A., & Demir, A. O. (2001). Bolu ilinde yapılan hayvan içme suyu (HİS) amaçlı göletlerin durumu, yeterlilikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 13–24.
- Okuroğlu, M. (1998). *İçme ve Kullanma Suyu Sağlanması* (s. 378). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Erzurum.
- Uluata, A. R., & Yağanoğlu, A. V. (1982). Tirol tipli bentlerin planlama ve projelendirme ilkeleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 145–148.
- Yıldız, E. (2010). *Aşağı Seyhan Ovası Örneğinde Sağ Sahil Sulama Birliklerinin Sistem Performanslarının Değerlendirilmesi*. (s. 53). (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Ülkemizde ve Dünyada Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoxin M1 Varlığı

The Presence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products in Our Country and in The World

Hilal KARAOĞLAN¹,
Ece Damla YANIK¹,
Nermin TUNÇ¹

Kahramanmaraş Sütçü İmam
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü,
Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZ

Aflatoxin, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küfleri tarafından üretilen hayvan yemlerinde, tahıllarda, süt ve ürünlerinde yaygın olarak görülen, insan sağlığına karsinogenik, mutajenik, teratojenik etkileri olan bir mikotoksindir. AFB1 içeren yemleri tüketen hayvanların bu mikotoksini vücutlarında metabolize etmesiyle AFM1 sentezlenmektedir. Süt ve ürünlerinde bulunan AFM1 düzeyi; ülkeden ülkeye, coğrafi konuma, mevsim değişimine, depolama sürecine göre değişim göstermektedir. Bu nedenle birçok ülke, AFM1'e maruz kalma riskini azaltmak için çeşitli araştırma ve kontrol programları uygulamaktadır. Her ülke kendi şartlarını göz önünde tutarak, yemlerdeki AFB1 düzeyine sınırlama getirmiş, süt ve süt ürünlerinde, maksimum bulunabilecek AFM1 düzeylerini belirlemiş veya önermiştir. Ülkemizde de süt ve süt ürünlerinde AFM1 varlığı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu derlemede, ülkemizde ve dünyada üretilen süt ve süt ürünlerindeki AFM1 düzeyleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoxin M1, süt, süt ürünleri

ABSTRACT

Aflatoxin is a mycotoxin with carcinogenic, mutagenic, and teratogenic effects on human health, commonly seen in animal feeds, cereals, milk, and products produced by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* molds. AFM1 is synthesized when animals consuming feeds containing AFB1 metabolize this mycotoxin in their bodies. The level of AFM1 found in milk and its products varies from country to country, geographical location, seasonal change, and storage process. Therefore, many countries have implemented various research and control programs to reduce the risk of exposure to AFM1. Each country, taking into account its own conditions, has limited the AFB1 level in feeds and determined or recommended the maximum AFM1 levels that can be found in milk and dairy products. Various studies have been conducted on the presence of AFM1 in milk and dairy products in our country. In this review, AFM1 levels in milk and dairy products produced in our country and in the world were examined.

Keywords: Aflatoxin M1, dairy products, milk

Giriş

Süt ve süt ürünleri her yaşta insanın beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu ürünler insanların büyüme ve gelişmesi için gerekli mineral, esansiyel aminoasit ve antioksidan kaynağına sahip olmasının yanı sıra küf ve maya kontaminasyonuna çok açık olmasından dolayı riskli gıda grubundadır (Jahed Khaniki, 2007). Küfler, uygun ortam sıcaklığı ve rutubette mikotoksin oluşturarak süt ve ürünlerinin kalite ve kantitesinin bozulmasına neden olurlar. En çok karşılaşılan mikotoksin çeşitleri; aflatoxin, okratoksin, trikotesen, zearalenon, patulin ve fumonisindir (Bennett & Klich, 2003). Aflatoxin esas olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* küfleri tarafından üretilen toksik sekonder metabolitlerdir. Aflatoxinlerin B1, B2, G1 ve G2 olarak dört ana grubu bulunmaktadır. Bu dört ana grup isimlendirilirken ultraviyole ışık altında verdikleri floresans renkleri baz alınmıştır. Mavi (Blue) floresans verenler AFB1 ve AFB2, yeşil (Green) floresans verenler ise AFG1 ve AFG2 olarak isimlendirilmiştir. Oluşturdukları toksisiteye göre sıralaması ise AFB1 > AFG1 > AFB2 > AFG2 şeklindedir (Ketney ve ark., 2017). AFB1 ve AFB2 ile kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların sindirim sistemlerinde bu toksinlerin metabolize edilmesiyle aflatoxin M1 (AFM1) ve aflatoxin M2 (AFM2) dönüşerek süte geçer. Sütte en fazla

Geliş Tarihi/Received: 27.09.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 05.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Hilal KARAOĞLAN,
E-mail: hilal.karaoglan9388@gmail.com

Cite this article as: Karaoğlan, H., Yanık, E. D., & Tunç, N. (2022). The Presence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products in Our Country and in The World. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 81-87.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

bulunan mikotoksin AFM1'dir (Bulca & Bircan, 2013). Sütte AFB1'in AFM1'e dönüşüm oranı %0,8-2,2 olduğu belirtilmektedir. Sütle atılan AFM1 peynir, yoğurt, süt tozu, tereyağı gibi süt ürünlerinde bulunabilmektedir (Oruç, 2003). Aflatoksin içeren süt ve ürünlerinin tüketilmesi insanlarda önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Aflatoksinler vücutta karaciğer, deri, böbrek, sinir sistemi ve bağışıklık sistemi üzerinde toksik etki gösterir. Aflatoksinlerin insanlarda akut ve kronik toksik etkisi; maruziyet süresine, alınan miktara ve kişinin dayanıklılığına göre değişir (Tiryaki ve ark., 2011). Aflatoksinlerin toksik etkilerinin yanında karsinojenik, mutajenik, teratojenik etkileri de vardır (Yentür & Er, 2012). Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu (IARC) AFB1'i 'yeterli kanıt elde edilmiş insan karsinojenleri (1A sınıfı)' olarak, AFM1'i ise 'muhtemel insan karsinojenleri (2B sınıfı)' olarak sınıflandırmıştır (Özkaya & Temiz, 2003).

İnsanlar ağız, solunum ve deri yoluyla aflatoksinlerle karşı kalmaktadır. Mikotoksinler insan vücuduna en çok gıdalar ile alınmaktadır (Madalı & Ayaz, 2017). Aflatoksinlerin gıdalara kontaminasyonu; direkt, indirekt ve taşınma olmak üzere 3 şekilde gerçekleşmektedir. Direkt kontaminasyon; gıdada mikotoksin üreten küfün gelişmesi ve mikotoksin oluşurmasıyla gerçekleşir. İndirekt kontaminasyon; hammaddelere veya yardımcı maddelere mikotoksin bulaşması ve bunların gıda üretiminde kullanılmasıyla meydana gelmektedir. Taşınma (kalıntı-carry over) ile kontaminasyon; AFB1 bulaşmış yemlerle beslenen laktasyon dönemindeki hayvanların vücutlarına aldıkları bu toksinleri metabolize ederek AFM1 şeklinde süte geçmesiyle meydana gelmektedir (Tiryaki ve ark., 2011).

Aflatoksinler süt ve süt ürünlerinde değişik oranlarda bulunabilmektedir (Özkan & Onmaz, 2019). Yapılan çalışmalar, ülkeden ülkeye ve ülkelerin coğrafi konumuna göre süt ve süt ürünlerinde tespit edilen AFM1 düzeyinin değiştiğini göstermektedir. Aynı yıllarda farklı ülkelerde peynir örneklerinde tespit edilen AFM1 miktarının ABD'deki peynir örneklerinde %0,4 iken Hollanda'daki peynir örneklerinde %85,5 olduğu tespit edilmiştir (Doğan, 2012). Kış mevsiminde sütlerdeki AFM1 içeriği yaz mevsimindekilere göre daha fazladır. Yaz mevsiminde süt hayvanlarının meralarda otlatılması sütteki AFM1 miktarının azalmasını sağlar. Kış mevsiminde ise hatalı depolama koşulları nedeniyle aflatoksinle kontamine yemleri tüketen hayvanların sütlerinde AFM1 artışı görülür (Madalı & Ayaz, 2012). Bilgin (2014) inek, koyun ve keçi sütlerinden yaz ve kış mevsimlerinde örnekler alarak yaptığı çalışmada AFM1 içeriğinin inek sütü ve koyun sütü örneklerinde yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha az olduğunu ve keçi sütü örneklerinin ise hiçbirinde AFM1 bulunmadığını tespit etmiştir. Ayrıca ısıtma işlem uygulamaları da AFM1 konsantrasyonu üzerinde etkilidir. 95°'de 20 dakikalık pastörizasyon işleminin AFM1 konsantrasyonuna etkisini inceleyen Albay (2012), yaptığı çalışmasında pastörizasyon işleminin sütteki AFM1 miktarını azaltmada önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. El Khoury ve ark., (2011) yoğurt üretimi sırasında kullanılan starter kültürlerin AFM1 bağlama gücünü ve inkübasyon süresine bağlı AFM1 düzeyindeki değişimi inceledikleri çalışmada, inkübasyon süresi arttıkça *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*'tan daha fazla oranda AFM1 bağladığı tespit edilmiştir.

Hayvanların laktasyon döneminde AFB1 ile kontamine olmuş yemleri tüketmeleri sonucu vücuda alınan toksinler süt bezleri ile süte AFM1 olarak geçer. Böylelikle kontamine olmuş sütlerden

elde edilen süt ürünlerinde de AFM1 bulunur. Kontamine olmuş süt ve süt ürünlerinin tüketimi sonucu zehirlenmeler meydana gelebilir. Kontaminasyonun önlenmesi için alınabilecek birçok yöntem bulunmaktadır (Bulca & Bircan, 2013).

Fiziksel yöntem: Mikotoksin gelişiminin engellenmesi için en önemli ve etkili önleme metodudur. Ham maddenin hasat zamanında, düşük sıcaklıkta depolanması, nakliyesi, ürüne işlenmesi aşamalarında küf kontaminasyonunun engellenmesi gerekmektedir. Tarlada önlem almak güç olsa da sonraki basamakta hijyen ve sanitasyon öneme verilerek küf kontaminasyonunun büyük bir bölümü engellenebilir (Tunail, 2009).

Kimyasal yöntem: Yem ve besinlere bulaşan aflatoksinlerin gelişimini önlemekte etkili, ekonomik, uygulanabilir kimyasal maddeler kullanılabilir. Hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit ve ozon gibi kimyasalların aflatoksinin önlemede çok etkili olduğu belirtilmiştir. Ancak bu kimyasallar gıda ya da yemin yapısını ve görünümünü olumsuz yönde etkilemesi ve kalıntı bırakması halinde insan sağlığı açısından tehlikeli olmaktadır. Bu yöntem yerine son zamanlarda yeme bulaşan mikotoksinleri inhibe edebilen yapısında bazı spesifik maddeleri içeren toksin bağlayıcılar kullanılmaktadır (Bata ve ark., 2001; Galvano ve ark., 2001; Tabata ve ark., 2003).

Biyolojik yöntem: Fermente gıda üretiminde kullanılan laktik asit bakterileri, küf oluşumunu önleyerek aflatoksinlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltabilir (Ahlberg ve ark., 2015). Ayrıca, Shantha'nın (2001) yaptığı bir çalışmada *Alterria* sp., *Sporotrichum* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp. ve *Phoma* sp. gibi mikroorganizmaların AFB1'i sıvı kültürde inhibe ettiği belirtilmiştir.

Gıdalar, yüksek miktarda mikotoksinle kontamine olmuşsa, bahsedilen yöntemlerin hiçbiri etkili olmamaktadır. Toksinlerin en düşük seviyeye yıkımı gerekmektedir (Galvano ve ark., 2001).

Aflatoksin M1 Analizinde Kullanılan Yöntemler

Sütte aflatoksin analizi kimyasal yöntemlerle laboratuvarlarda zaman alan işlemler yoluyla gerçekleştirildiği gibi, kantitatif yöntemlerle de ölçülebilmektedir.

ELISA, Antijen-antikor tepkimelerinin direkt olarak tespit edildiği bir enzim immunoassay yöntemidir (Chu, 2000). Bu yöntemde ilk basamak numuneye yapılacak ekstraksiyon işlemidir. Son yıllarda ELISA yöntemi ile yapılan mikotoksin tayinlerinde, sep-pak kartuşlar kullanılarak işlem üç basamakta gerçekleştirilmektedir. Birinci basamakta numune kartuşa eklenerek uygun bir solvent kullanılırken sonraki basamaklarda örnekte bulunan kirli ortamlardan uzaklaştırılır ve uygun bir çözücü kullanılarak kartuştan toksin alınır (Kırdar, 2006). Mikotoksin analizlerinde HPLC sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. HPLC'nin çalışma prensibi; sıvı içinde çözünmüş halde bulunan bileşenlerin, çeşitli özelliklerine bağlı olarak kolon sabit fazı ile etkileşime girmesiyle farklı zaman aralıklarında kolondan uzaklaşarak bileşenlerin birbirinden ayrılması esasına dayanmaktadır (Hişıl, 2002; Turner ve ark., 2009). Mikotoksin çeşidine göre dedektör seçimi yapılır. AFM1 analizi için floresans dedektör kullanılmaktadır (Launay ve ark., 2004).

İnce Tabaka Kromatografisi (TLC), numune içeren mobil fazın, ince tabaka halinde kaplanmış katı adsorbandan oluşan sabit faz üzerinde kapiler akış ile ilerlediği bir analitik ayırma yöntemidir. TLC ile yapılan mikotoksin analizlerindeki analitik işlemler; örnekleme, ekstraksiyon ve ekstrakt temizleme, yoğunlaştırma, kromatografik ayırma, kantitatif ve kalitatif tayin, doğrulama testleri şeklinde ilerlemektedir. Aflatoksin ekstraksiyonu için mobil faz olarak

genellikle, asetonitril:su, metanol:su ve kloroform:su kullanılır. Rotary evaporatörde yoğunlaştırma işlemi yapılır (Açu & Özdesan, 2019; Van Egmond ve ark., 2002).

Kapiler Elektroferez (CE), kılcal boru içerisinde yüklü/yüksüz bileşenlerin elektriksel alan varlığında meydana gelen hareketlerinden yararlanılarak ayrılmasına dayanan bir metottur. Aflatoksin tespitinde, kapiler elektroferez ve hassas floresanslı tayin metodları kombinasyon halinde uygulanabilir (Peña ve ark., 2002; Turner ve ark., 2009).

Son yıllarda araştırmalarda biyosensör tabanlı yöntemlerin kullanımını karşımıza çıkmaktadır. BERA tabanlı sensör AFM1'i 3 dakika gibi çok hızlı sürede tespit ettiği görülmüş ve bu yöntemin diğer uygulanan yöntemlere nazaran daha hızlı ve hassas bir yöntem olduğunun altı çizilmiştir (Evangelina ve ark., 2012).

Ülkemizde AFM1 Varlığı

Ülkemizde süt ve süt ürünlerinde AFM1 varlığı üzerine gerçekleştirilen çalışmalara dair yapılan taramalarda, AFM1 düzeylerinin bölge farkına bağlı olmaksızın çeşitlilik gösterdiği ve aynı ilde yapılan farklı çalışmalarda bile AFM1 düzeyinin değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bunun da örneklerin alındığı noktaların hijyen ve sanitasyon kurallarına önem verme düzeyine, mevsime bağlı olarak yemlerdeki küf kontaminasyonuna ve süt ürünlerinin çeşidine göre değiştiği düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde çiğ süt, ısıtılmış süt ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan sütlerde belirtilen AFM1 sınır değeri 0,05 µg/L'dir. Ülkemizdeki bölgelerde yapılan çalışmalar şu şekildedir;

Doğu Anadolu bölgesinde; Yurt ve Uluçay (2017), Iğdır'da 25 adet çiğ inek sütü numunesindeki AFM1 düzeyini HPLC metodu ile incelediklerinde, örneklerdeki AFM1 miktarlarını 0,460 – 0,018 ppb aralığında bulmuşlardır. Van'da İşleyici ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, 25 adet tam yağlı UHT inek sütü örneğinin 23'ünde AFM1 bulunurken 2'sinde ise sınır değerinde bulunmuşlardır. Kireççi ve ark., (2007) Sarıkamış'ta ELISA yöntemi kullanarak süt ve peynir ürünlerinde AFM1 varlığını araştırmışlar ve inceledikleri toplam 80 süt ve peynir örneğinin 68 (%85)'inde AFM1 saptarken, örneklerin 12'sinde ise ölçülebilir sınırlar içerisinde AFM1 varlığına rastlamamışlardır. Aksoy ve Sezer (2019) yaptıkları çalışmada Kars'ta tüketime sunulan yöreye özgü çeçil, kaşar ve gravyer peyniri örneklerini ELISA yöntemiyle incelediklerinde sırasıyla 42, 36 ve 16'sında AFM1 düzeyini tespit limitinin altında bulunurken, 8, 18 ve 34'ünde ise limitin üstünde bulunmuşlardır. Ardıç ve ark., (2009) Erzurum'da 193 salamura peyniri örneğinde ELISA yöntemiyle yaptıkları araştırmada, örneklerin %82,4'ünde saptanabilir düzeyde (50 ng/kg) AFM1 bulunurken örneklerin %26,4'ünün Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen yasal sınırı aştığını tespit etmişlerdir. Sezer ve ark., (2014) Kars'ta ambalajsız olarak satılan 50 adet dondurma örneğindeki AFM1 miktarlarının 27'sinde <0,005 µg/kg, 6'sında 0,005-0,05 µg/kg, 17'sinde ise >0,05 µg/kg olduğunu tespit etmişlerdir.

İç Anadolu bölgesinde; Ayrancı ve Ereğli'de Ağaoğlu ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada, Dİve tulum peyniri örneklerinin 10 tanesinde 5,15 ng/kg ile 26,44 ng/kg aralığında AFM1 tespit etmişlerdir. Örneklerin 22'sinde AFM1 bulunmadığını 23'ünde ise 5 ng/kg'ın altında bulunduğunu belirtmişlerdir. Kayseri'de Özkan ve Onmaz (2019) kaymak ve tereyağı örneklerinde AFM1 düzeyi üzerine yaptıkları çalışmada kaymak numunelerinde 5,70 ng/kg-26,62 ng/kg ve tereyağı numunelerinde ise 6,58 ng/kg-128,69 ng/kg aralığında AFM1 içerdiğini bulmuşlardır. Yıldırım ve ark., (2018)

Kırıkkale bölgesindeki köylerden ve il merkezinden alınan toplam 154 süt örneklerinde aflatoksin varlığı ELISA kullanarak araştırılmışlardır. Örneklerdeki ortalama AFM1 düzeyini 1,173 ± 2,20 ng/L arasında bulmuşlardır. Gürbay ve ark., (2006) Ankara'da yaptıkları çalışmada 40 yoğurt örneğinin 32'sinde 61,61-365,64 ng/kg aralığında AFM1 içerdiğini tespit etmişlerdir. Kayaalp ve ark., (2015) Kayseri'de 100 manda yoğurdu örneğinde yaptıkları çalışmada örneklerin tümünde AFM1 bulunduğunu ve örneklerdeki AFM1 düzeylerinin 2,70-79,27 ng/kg arasında olduğunu, bunlardan 7 adedinin Türk Gıda Kodeksinde belirtilen yasal limitlerin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde; Erkan ve ark., (2009) Diyarbakır yöresinde 90 adet yöresel örgü peyniri örneğindeki AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada, örgü peynirlerinin 48 tanesinde AFM1 tespit edemezken, 29 tanesinde AFM1 düzeyini TGK'ya göre izin verilen limitin altında, 13 tanesinde ise izin verilen limitin üstünde tespit etmişlerdir. Kav ve ark., (2011) Şanlıurfa'da koyun ve sığır sütlerinden üretilen 127 salamura peyniri örneğinde ELISA yöntemiyle AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada 36 peynir örneğinin kontamine olduğunu bulurken, bu örneklerin 13'ünde ise AFM1 düzeyinin yasal sınır değerini aştığını bulmuşlardır.

Akdeniz bölgesinde; Mersin'de 39 keçi, 53 inek ve 45 adet UHT süt örneğinde AFM1 varlığını araştıran Delialioğlu ve ark., (2010), keçi sütlerinin %35,8'inde, inek sütlerinin %86,7'sinde ve UHT sütlerinin %73,3'ünde AFM1 bulunduğunu saptarken, keçi sütlerinin %10,2'sinde, inek sütlerinin %73,5'inde, UHT sütlerin ise %2,2'sinde AFM1 seviyelerinin yasal sınır değeri (>0,05 µg/L) aştığını saptamışlardır. Gölge (2014), Adana'da farklı mevsimlerde topladığı 176 çiğ süt örneğinde HPLC yöntemini kullanarak yaptığı analizlerde AFM1 düzeylerinin kış mevsiminde diğerlerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Ege bölgesinde; Hazer (2011) Denizli ve Aydın illerinde 81 çiğ süt örneğinin 20'sinde yasal sınırın (0,050 µg/kg) üzerinde AFM1 tespit etmiştir. Diğer 61 numunede ise bu sınırın altında AFM1 bulunmuştur. Kök (2006) tezinde Aydın'daki süt ve süt ürünlerinde yaptığı çalışmada HPLC metodunu kullanarak AFM1 incelemiştir. 26 mandıradan aldığı 13 süt, 7 beyaz peynir, 6 kaşar peynir, 6 tulum peynir, 6 lor peynir ve 9 yoğurt numunesini inceleyen Kök (2006), numunelerde ortalama 0,105 düzeyinde AFM1 belirlerken, süt numunesinin %61,5'i, yoğurdu %77,7'si ve peynirlerin %4'ünde yasal sınırdan AFM1 saptamıştır.

Marmara bölgesinde; Özsunar ve ark., (2006) Trakya bölgesinde yaptıkları çalışmada, 135 adet çiğ süt örneğinin 76'sında AFM1 tespit ederken sadece bir örnekteki AFM1 miktarı yasal limitin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Oruç ve ark., (2011) Bursa'da 30 çiğ süt numunesi ve 54 UHT süt numunesini ELISA ile analiz etmişler ve tamamında AFM1 tespit etmişlerdir. Ortalama AFM1 değerini ise 6,40 ± 0,42 ng/kg olarak bulmuşlardır. Tekinşen ve Uçar (2008) beş büyük şehirde (İstanbul, İzmir, Kayseri, Konya, Tekirdağ) yaptıkları çalışmada, 92 tereyağı ve 100 krem peynir numunesini ELISA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Tereyağı örneklerinin %100'ünde 10 ila 7000 ng/kg ve krem peynir örneklerinin %99'unda 0 ila 4100 ng/kg aralığında AFM1 tespit etmişlerdir.

Karadeniz bölgesinde; Alkan ve Gönülalan (2006) Amasya'da 50 farklı marka beyaz peynir örneğinde yaptıkları çalışmada ELISA yöntemiyle AFM1 varlığını araştırmışlar ve örneklerden sadece 1 tanesindeki AFM1 düzeyini TGK'da belirtilen 0,050 µg/kg değerinin üzerinde bulmuşlardır. Samsun'da Aksoy ve ark., (2010) tarafından ELISA yöntemiyle yapılan bir diğer çalışmada incelenen 36

adet çiğ inek sütü, yirmibeşer taze beyaz peyniri ve kaşar peyniri örneklerindeki AFM1 düzeyleri sırasıyla %61, %12 ve %80 olarak tespit edilmiştir.

Dünyadaki AFM1 Varlığı

Dünyada AFM1 varlığı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile süt ve ürünlerindeki AFM1 konsantrasyonu arasında negatif bir korelasyon olduğu düşünülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında Avrupa ülkelerinde tüketici ve üreticilerin bilinçli olması, hammaddeden son ürüne kadar hijyen ve saniteye uyulması ve gıda mevzuatına uygun koşullarda üretim yapmayan işletmelere verilen caydırıcı cezaların etkili olduğu söylenebilir. Dünyada süt ve ürünlerindeki AFM1 düzeyi ile ilgili çalışmalar;

Ortadoğu ülkelerinde; Ghazani (2009) İran'ın Tebriz şehrinde farklı süpermarketlerden aldıkları 50 pastörize süt örneklerini ELISA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda numunelerin tamamında AFM1 tespit edilirken, %62'sinde ise AFM1 maksimum tolerans sınırının (50 ng/L) aşıldığını bulmuşlardır. İran'ın Tahran, Esfahan, Şiraz ve Yazd şehirlerinde Fallah (2010)'ın yaptığı bir çalışmada yaz ve kış mevsimi boyunca alınan 91 pastörize süt, 68 yoğurt, 72 beyaz peynir, 31 tereyağı ve 36 dondurmada AFM1 varlığını TLC tekniğiyle tespit etmiştir. Pastörize süt örneklerinin %72,5'inde, yoğurt örneğinin %66,1'inde AFM1 bulmuştur. Kış mevsiminde alınan örneklerde AFM1 konsantrasyonunun yaz mevsimine göre oldukça fazla olduğunu belirtmiştir. Kamkar (2005)'in 80 peynir örneğinde AFM1 varlığı üzerine yaptığı çalışmada da benzer şekilde kış aylarında AFM1 konsantrasyonunun fazla olduğu bulunmuştur. Elzupir and Elhussein (2010) Sudan eyaletinden topladıkları 44 sığır sütünün 42'sinde (%95,45) AFM1 bulmuşlardır. Suliman and Abdalla (2013) ise Hartum'da topladıkları 143 çiğ süt örneğinin 141 tanesinde AFM1 kontaminasyonu olduğunu, örneklerin 134'ündeki AFM1 düzeyinin ise 50 ng/L sınır değerini aştığını tespit etmişlerdir. El Marnissi ve ark., (2012) Fas'ta yaptıkları çalışmada 48 adet süt örneğini HPLC metodu ile tayin etmişler ve 13 numunede AFM1 tespit ederken, bunlardan 4 adedindeki AFM1 düzeyinin yasal sınır değerinin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Dashti ve ark., (2009) Kuveyt'te yaz ve kış mevsimlerinde topladıkları 177 taze süt, 105 UHT süt, 27 bebek maması, 12 anne sütü ve 40 farklı çeşitte ve orijindeki beyaz peynirde AFM1 içeriği üzerine yaptıkları çalışmada en az bebek maması örneklerinin kontamine olduğunu, kış mevsiminde alınan örneklerdeki AFM1 konsantrasyonunun yaz mevsimine göre daha fazla olduğunu, süt örneklerinin sadece 10 tanesinin, farklı orijindeki peynir örneklerinin de 12 tanesinin AFM1 içeriğinin AB sınır limitini aştığını tespit etmişlerdir. El Khoury ve ark., (2011) Lübnan'da yaptıkları çalışmada, 64 süt ve 64 yoğurt örneğindeki AFM1 seviyelerini incelemişler ve 64 süt örneğinin %40,62'sinin, 64 yoğurt örneğinin ise %32,81'nin AFM1 ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Hussain ve ark., (2010) Pakistan'da yaptıkları 55 manda, 40 inek, 30 keçi, 24 koyun ve 20 deve sütü olmak üzere toplam 169 süt örneğindeki AFM1 konsantrasyonunu HPLC yöntemiyle analiz ettikleri çalışmada manda, inek, keçi, koyun sütlerinin AFM1 ile kontaminasyon oranlarını sırasıyla %34,5, %37,5, %20 ve %16,7 olarak tespit etmiş, deve sütü örneklerinde ise AFM1 saptamamışlardır. Polychronaki ve ark., (2007), Mısır'da bulunan bir hastanedeki 50 anneden bir yıl boyunca farklı aylarda topladıkları 443 adet anne süt örneğinde yaptıkları çalışmada, örneklerin %56'sının AFM1 ile kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Atanda ve ark., (2007) Nijerya'da anne sütü, dondurma, inek sütü ve yoğurtta yaptıkları çalışmada TLC yöntemini kullanmışlar ve

dondurma ve sütlerin AFM1 miktarının 2,04-4,00 µg/L düzeyinde olduğunu bulmuşlardır. Herzallah (2009) Ürdün'de Ocak-Mayıs 2007 tarihlerinde topladığı çiğ ve pastörize koyun, inek ve keçi sütü örneklerinde HPLC ile gerçekleştirdiği çalışmasında tüm örneklerin sadece %10'ununda AFM1 bulunduğunu bildirmiştir.

Balkan ülkelerinde; Bilandžić ve ark., (2010) Hırvatistan'da farklı mevsimlerde yaptıkları çalışmada 61 süt örneğinde ELISA-LC/MS-MS tekniklerini kullanarak analiz yapmışlardır. Bulgular sonucunda kış mevsiminde AFM1 konsantrasyonunu ciddi oranda yüksek bulmuşlardır. Yunanistan'da Malissiova ve ark., (2013) 39 organik ve 39 konvansiyonel çiftlikten 234 keçi ve koyun çiğ süt örneği alarak AFM1 varlığını inceledikleri çalışmada, 234 örneğin %18,4'ünde AFM1 kontaminasyonu tespit ederken, örneklerin %1,7'sinin AFM1 içeriğini AB sınır değerinin üzerinde tespit etmişlerdir. 117 konvansiyonel örneğin hiçbirinde AB sınır değerinin üzerinde AFM1 konsantrasyonu tespit etmezken, 117 organik sütün %3,4'ünün AB sınır değerinin üzerinde AFM1 tespit etmişlerdir. Tomasevic ve ark., (2015) Sırbistan'da 628 çiğ süt, 418 ısıtılmış işlem görmüş süt ve 322 süt ürününde ELISA yöntemini kullanarak, AFM1 varlığı üzerine yaptıkları çalışmada, çiğ süt örneklerinin %56,3'ünde, ısıtılmış işlem görmüş süt örneklerinin %32,6'sında ve süt ürünlerinin %37,8'inde AFM1 seviyelerinin yasal limitleri aştığını saptamışlardır.

Asya kıtasında; Wang ve ark., (2012) HPLC yöntemi ile 31 numunede yaptıkları analizde 8 numunede Çin mevzuatındaki yasal sınırı (0,5 mg/kg) aşmadığını bulmuşlardır. Çin'de Pei ve ark., (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada 12 çiğ süt, 15 süt tozu, 104 sıvı süt ve 4 peynir örneğinde AFM1 varlığını ELISA yöntemiyle tespit etmişlerdir. Tüm çiğ süt örneklerinin (12 adet), peynir örneklerinin (4 adet) ve süt tozu örneklerinin (15 adet) AFM1 ile kontamine olup, AFM1 saptanmayan numunelerin (38 adet) sıvı süt örneklerinden olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada Zheng ve ark., (2013), Çin'deki süpermarketlerden 153 UHT süt örneğinin AFM1 içeriğini ELISA tekniğiyle incelemişler ve 60 UHT süt örneğindeki AFM1 konsantrasyonunun Eylül ayındaki örneklerde Temmuz ayındakilerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Lee ve ark., (2009) Güney Kore'de yaptıkları çalışmada 100 farklı sığır çiftliğinden aldıkları 100 süt örneğinde HPLC metodu ile AFM1 analizi yapmışlardır. Örneklerin 48 tanesinde 0,002-0,08 ng/L AFM1 bulunurken, 29'unda ise 0,02 ng/L bulmuşlardır. Hindistan'da Asi ve ark., (2011) 97 adet manda, 76 adet inek, 62 adet keçi, 75 adet koyun ve 46 adet deve sütü örneklerinde AFM1 miktarının mevsimsel ve sabah-akşam sütlerindeki değişimini incelemişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre kış mevsiminde alınan örneklerdeki AFM1 düzeylerinin yaz mevsiminde alınan süt örneklerinden daha fazla oranda AB sınır değerini aştığı, sabah alınan süt örneklerindeki AFM1 içeriğinin de akşam alınan süt örneklerine göre daha fazla olduğu ortaya koymuşlardır.

Avrupa kıtasında; Duarte ve ark., (2013) Portekiz'de yaptıkları çalışmada 40 UHT ve pastörize süt örneklerinden 11'inde ortalama kontaminasyonun (23,4-24,0 ng/L) üzerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Virdis ve ark., (2008) İtalya'da yaptıkları çalışmada, 208 keçi sütü örneğinde ve 41 sert keçi peyniri örneğindeki AFM1 varlığını incelemişler ve 208 keçi sütü örneğinin %17,3'ünde AFM1 saptarken örneklerin hiçbirinin AB sınır değerini aşmadığını bulmuşlardır. 41 peynir örneğinin ortalama 257 ± 145 ng/L AFM1 içerdiğini tespit etmişlerdir. Galvano ve ark., (2001) İtalya'da AFM1 düzeyi üzerine yaptıkları çalışmada 114 yoğurt örneğinin 91'inde 1-496,5 ng/L aralığında, Martins and Martins (2004) Portekiz'de

inceledikleri 96 yoğurt numunesinin 18'inde 19-98 ng/kg konsantrasyon aralığında AFM1 içerdiğini belirtmişlerdir.

Amerika kıtasında; Brezilya'da farklı iklim koşullarının AFM1 varlığına etkisini inceleyen Picinin ve ark., (2013) 129 çiğ süt örneğinin tümünde AFM1 bulunduğunu, AFM1 konsantrasyonunun 0,0002 ila 0,1057 µg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı iklim koşullarının AFM1 varlığına etkisi olmamakla birlikte AFM1 konsantrasyonları üzerinde önemli etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle yaz dönemi örneklerindeki aflatoksin düzeyinin yağışlı dönemde alınanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Brezilya'da yapılan bir diğer çalışmada Iha ve ark., (2013) 58 peynir, 53 yoğurt, 12 süt içeceğindeki AFM1 varlığını HPLC yöntemiyle incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlardan peynirdeki AFM1 konsantrasyonunun yoğurt ve süt içeceklerindeki AFM1 içeriğinden daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Iha ve ark., (2011) yaptıkları bir diğer çalışmada süt, süt tozu ve bebek maması HPLC metodu ile analiz etmişlerdir. Süt örneklerinin %83'ünde (>3 ng/kg) değişen seviyelerde AFM1 saptamışlardır. Süt tozu örneklerinin tamamında AFM1 tespit ederken, bebek mamasında ise AFM1 tespit edememişlerdir.

García Londoño ve ark., (2013) Arjantin ve Brezilya'da 30 süt tozu örneğinde AFM1 varlığını HPLC-FLD yöntemiyle incelemişler ve AFM1 düzeyini 0,1 – 0,92 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

En güçlü kanserojenler sınıfında yer alan AFB1 ile kontamine yemlerin süt hayvanları tarafından tüketilmesi sonucu AFM1 olarak süte geçtiği bilinmektedir. Hayvan yemlerinin küflerle kontamine olup mikotoksin oluşturması engellenmezse veya toksinli besinlerin süt hayvanları tarafından tüketimi önlenmezse AFM1 süt ve ürünlerindeki sağlık riskini devam ettirecektir. Detoksifikasyon işlemlerinin yetersiz kaldığı günümüzde, yeni gelişmeler ışığında yapılan çalışmalar AFM1 düzeyini düşürmeyi hedeflese de tamamen önüne geçemediği için AFM1 güncel bir sorun olmaya devam etmektedir.

Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında, süt ve süt ürünlerindeki AFM1 varlığının önemli düzeyde olduğu ve insan sağlığına olan etkilerinin ciddiyetini koruduğu söylenebilir. Dünyaya bakıldığında bu risklerin Avrupa kıtasındaki ülkelerde diğer ülkelere nazaran daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ülkelerin refah düzeyiyle, bilinçli tüketicilerle, şikâyet hatlarının etkili çalışmasıyla ve hızlı geri bildirimlerle açıklamak mümkündür. Ülkemizde ise bu risklerin, son yıllarda tüketici bilincinin daha da artması, toplumsal duyarlılığın ve sağlıkla ilgili kaygıların öne çıkması, bunun yanında ALO 174 hattı gibi kimi kamusal düzenlemelerin oluşturulması sayesinde anlamlı şekilde azaldığı düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.K., E.D.Y., N.T.; Tasarım – H.K., E.D.Y., N.T.; Denetleme – H.K., E.D.Y., N.T.; Kaynaklar – H.K., E.D.Y., N.T.; Literatür Taraması – H.K., E.D.Y., N.T.; Yazıyı Yazan – H.K., E.D.Y., N.T.; Eleştirel İnceleme – H.K., E.D.Y., N.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.K., E.D.Y., N.T.; Design – H.K., E.D.Y., N.T.; Supervision – H.K., E.D.Y., N.T.; Resources – H.K., E.D.Y., N.T.; Literature

Search – H.K., E.D.Y., N.T.; Writing Manuscript – H.K., E.D.Y., N.T.; Critical Review – H.K., E.D.Y., N.T.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

References

- Açu, M., & Özdehan Ocak, Ö. Ö. (2019). Gıdalarda Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 168–181. [CrossRef]
- Ağaoğlu, S., Alemdar, S., & Ercan, N. (2020). Sivas Bölgesinde Üretilen Küp Peynirlerde Aflatoksin M1'in Varlığı. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(3), 520–525. [CrossRef]
- Ahlberg, S. H., Joutsjoki, V., & Korhonen, H. J. (2015). Potential of lactic acid bacteria in aflatoxin risk mitigation. *International Journal of Food Microbiology*, 207, 87–102. [CrossRef]
- Aksoy, A., & Sezer, Ç. (2019). Çiğ Sütte ve bazı Peynirlerde Aflatoksin M1 Varlığının Değerlendirilmesi, Kars'ta Tüketilen Çeşitleri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 12(1), 39–44.
- Aksoy, A., Yavuz, O., Güvenç, D., Daş, Y. K., & Terzi, G. (2010). Determination of aflatoxin levels in raw Milk, cheese and dehulled hazelnut samples consumed in Samsun Province, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 513–516.
- Albay, Z. (2012). *Tuzlu Yoğurtların Üretimi ve Depolanması sırasında Aflatoksin M1 Konsantrasyonundaki Değişiklikler*. (s. 50). (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Alkan, Y., & Gönülalan, Z. (2006). Amasya İlinde Satışa Sunulan beyaz Peynirlerde Aflatoksin M1, Rutubet ve Asidite Değerleri üzerine bir araştırma. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 91–98.
- Ardıç, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Adıgüzel, G. (2009). Aflatoxin M1 levels of Turkish white brined cheese. *Food Control*, 20(3), 196–199. [CrossRef]
- Asi, M. R., Iqbal, S. Z., Ariño, A., & Hussain, A. (2012). Effect of seasonal variations and lactation times on aflatoxin M1 contamination in Milk of different species from Punjab, Pakistan. *Food Control*, 25(1), 34–38. [CrossRef]
- Atanda, O., Oguntubo, A., Adejumo, O., Ikeorah, J., & Akpan, I. (2007). Aflatoxin M1 contamination of Milk and ice cream in Abeokuta and Odeda local governments of Ogun State, Nigeria. *Chemosphere*, 68(8), 1455–1458. [CrossRef]
- Bata, A., & Lásztity, R. (2001). Detoxification of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganisms. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 223–228.
- Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497–516. [CrossRef]
- Bilandžić, N., Varenina, I., & Solomun, B. (2010). Aflatoxin M1 in raw Milk in Croatia. *Food Control*, 21(9), 1279–1281. [CrossRef]
- Bilgin, Ö. (2014). *İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinde Yaz ve Kış Mevsimlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Bulca, S., & Bircan, C. (2013). Peynirlerde Aflatoksin M1 Varlığı ve Aflatoksin M1 Konsantrasyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 31–38.
- Chu, F. S. (2000). Immuno assays for analysis of mycotoxins. *Journal of Food Protection*, 47, 562–569.
- Dashti, B., Al-Hamli, S., Alomirah, H., Al-Zenki, S., Abbas, A. B., & Sawaya, W. (2009). Levels of aflatoxin M1 in Milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*, 20(7), 686–690. [CrossRef]
- Delialioğlu, N., Otağı, F., Öcal, N. D., Aslan, G., & Emekdaş, G. (2010). Mersin İlinde Çiğ ve Market Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Araştırılması. *Mikrobiyal Bülteni*, 44, 87–91.
- Doğan, E. (2012). *Ardahan Yöresinden Toplanan Süt ve Kaşar Peynirlerinde Aflatoksin M1 Düzeylerinin Mevsimlere Göre Araştırılması*. (s. 85). (Doktora Tezi). Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.

- Duarte, S. C., Almeida, A. M., Teixeira, A. S., Pereira, A. L., Falcão, A. C., Pena, A., & Lino, C. M. (2013). Aflatoxin M1 in marketed Milk in Portugal: Assessment of human and animal exposure. *Food Control*, 30(2), 411–417. [CrossRef]
- El Khoury, A., Atoui, A., & Yaghi, J. (2011). Analysis of aflatoxin M1 in Milk and yogurt and AFM1 reduction by lactic acid bacteria used in Lebanese industry. *Food Control*, 22(10), 1695–1699. [CrossRef]
- El Marnissi, B., Belkhou, R., Morgavi, D. P., Bennani, L., & Boudra, H. (2012). Occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food and Chemical Toxicology*, 50(8), 2819–2821. [CrossRef]
- Elzupir, A. O., & Elhoussein, A. M. (2010). Determination of aflatoxin M1 in dairy cattle Milk in Khartoum State, Sudan. *Food Control*, 21(6), 945–946. [CrossRef]
- Erkan, M. E., Vural, A., & Güran, H. Ş. (2009). Diyarbakır Örgü Peynirinde Aflatoxin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 Varlığının Araştırılması. *Dicle Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 1(1), 19–25.
- Fallah, A. A. (2010). Aflatoxin M1 contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control*, 21(11), 1478–1481. [CrossRef]
- Galvano, F., Galofaro, V., Ritieni, A., Bognanno, M., De Angelis, A., & Galvano, G. (2001). Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Italy: Second year of observation. *Food Additives and Contaminants*, 18(7), 644–646. [CrossRef]
- García Londoño, V. A., Boasso, A. C., de Paula, M. C. Z., Garcia, L. P., Scussel, V. M., Resnik, S., & Pacin, A. (2013). Aflatoxin M1 survey on randomly collected Milk powder commercialized in Argentina and Brazil. *Food Control*, 34(2), 752–755. [CrossRef]
- Ghazani, M. H. M. (2009). Aflatoxin M1 contamination in pasteurized Milk in Tabriz (northwest of Iran). *Food and Chemical Toxicology*, 47(7), 1624–1625. [CrossRef]
- Gölge, O. (2014). A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk produced in Adana Province of turkey. *Food Control*, 45, 150–155. [CrossRef]
- Gürbay, A., Engin, A. B., Çağlayan, A., & Şahin, G. (2006). Aflatoxin M1 levels in commonly consumed cheese and Yoğurt samples in Ankara, Turkey. *Ecology of Food and Nutrition*, 45(6), 449–459. [CrossRef]
- Hazer, A. (2011). *Denizli ve Aydın İllerinden Elde Edilen Çiğ Sütlerde Aflatoxin M1 Prevalansı ve Miktarının Aranması*. (s. 66). (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Herzallah, S. M. (2009). Determination of aflatoxins in eggs, Milk, meat and meat products using HPLC fluorescent and UV detectors. *Food Chemistry*, 114(3), 1141–1146. [CrossRef]
- Hışıl, Y. (2002). *Enstrümental Gıda Analizleri (I)*. Bornova İzmir: Ege Üniversitesi. Basımevi.
- Hussain, I., Anwar, J., Asi, M. R., Munawar, M. A., & Kashif, M. (2010). Aflatoxin M1 contamination in Milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21(2), 122–124. [CrossRef]
- Iha, M. H., Barbosa, C. B., Okada, I. A., & Trucksess, M. W. (2011). Occurrence of aflatoxin M1 in dairy products in brazil. *Food Control*, 22(12), 1971–1974. [CrossRef]
- Iha, M. H., Barbosa, C. B., Okada, I. A., & Trucksess, M. W. (2013). Aflatoxin M1 in Milk and distribution and stability of aflatoxin M1 during production and storage of yoghurt and cheese. *Food Control*, 29(1), 1–6. [CrossRef]
- İşleyici, Ö., Morul, F., & Sancak, Y. C. (2012). Van'da Tüketime Sunulan UHT sterilize İnek Sütlerinde Aflatoxin M1 Düzeyinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(2), 65–69.
- Jahed Khaniki, G. R. J. (2007). Chemical Contaminants in Milk and public health concerns: A review. *International Journal of Dairy Science*, 2(2), 104–115. [CrossRef]
- Kamkar, A. (2006). A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian feta cheese. *Food Control*, 17(10), 768–775. [CrossRef]
- Kav, K., Çöl, R., & Tekinşen, K. K. (2011). Detection of aflatoxin M1 levels by ELISA in white-brined Urfa cheese consumed in turkey. *Food Control*, 22, 1183–1186.
- Kayaalp, O., Ertaş, N., et al. (2015). Kayseri Yöresinde Tüketime Sunulan Manda Yoğurtlarında Aflatoxin M1 Düzeyinin Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 12(1), 19–23.
- Ketney, O., Santini, A., & Oancea, S. (2017). Recent aflatoxin Survey Data in Milk and Milk Products: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 70(3), 320–331. [CrossRef]
- Kırdar, S. S. (2006). Süt ve Ürünlerinde Mikotoksinler. *Türkiye. Gıda Kongresi*, 9, 24–26, 307–310.
- Kireççi, E., Savaşçı, M., & Ayyıldız, A. (2007). Sankamış'ta Tüketilen süt ve peynir Ürünlerinde Aflatoxin M1 Varlığının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Infection*, 21(2), 93–96.
- Kök, Z. (2006). *Aydın İli ve Çevresinde Üretilen süt ve süt Ürünlerinde Aflatoxin Varlığının Araştırılması*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi.
- Larou, E., Yiakoumettis, I., Kaltsas, G., Petropoulos, A., Skandamis, P., & Kintzios, S. (2012). High throughput cellular biosensor For the ultra-sensitive, ultra-Rapiddetection of aflatoxin M1. *Food Control*, 29(1), 208–212.
- Launay, F. M., Young, P. B., Sterk, S. S., Blokland, M. H., & Kennedy, D. G. (2004). Confirmatory assay for zeranol, taleranol and the Fusarium spp. toxins in bovine urine using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Additives and Contaminants*, 21(1), 52–62. [CrossRef]
- Lee, J. E., Kwak, B. M., Ahn, J. H., & Jeon, T. H. (2009). Occurrence of aflatoxin M1 in raw Milk in South Korea using an Immunoaffinity column and liquid chromatography. *Food Control*, 20(2), 136–138. [CrossRef]
- Madalı, B., & Ayaz, A. (2017). Süt ve süt Ürünlerinde Aflatoxin M1: Maruziyet ve sağlık Riskleri. *H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1–14.
- Malissiova, E., Tsakalof, A., Arvanitoyannis, I. S., Katsafliaka, A., Katsioulis, A., Tserkezou, P., Koureas, M., Govaris, A., & Hadjichristodoulou, C. (2013). Monitoring aflatoxin M1 levels in ewe's and Goat's Milk in Thessaly, Greece; potential risk factors under organic and conventional production schemes. *Food Control*, 34(1), 241–248. [CrossRef]
- Martins, M. L., & Martins, H. M. (2004). Aflatoxin M1 in yoghurts in Portugal. *International Journal of Food Microbiology*, 91(3), 315–317. [CrossRef]
- Oruç, H. H. (2003). Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoxin M1 (AFM1) ve Türkiye'deki Durumu. *Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 22, 121–125.
- Oruç, H. H., Temelli, S., & Sorucu, A. (2011). Bursa'da Çiğ Süt ve UHT Sütlerde Aflatoxin M1 Düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2), 1–4.
- Özkan, N. A., & Ertaş Onmaz, N. (2019). Perakende Olarak Satışa Sunulan Kaymak ve Tereyağlarda Aflatoxin M1 Varlığı. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(3), 213–217. [CrossRef]
- Özkaya, Ş., & Temiz, A. (2003). Aflatoxinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. *Orlab on-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(1), 1–21.
- Özsunar, A., Arıcı, M., Gümüş, T., & Demirci, M. (2006). Trakya Bölgesinde Üretilen İnek Sütlerinde Aflatoxin M1 Varlığı. *Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölgesi Tekirdağ. Gıda Kongresi. Türkiye*, 9, 24–26.
- Pei, S. C., Zhang, Y. Y., Eremin, S. A., & Lee, W. J. (2009). Detection of aflatoxin M1 in Milk products from China by ELISA using monoclonal antibodies. *Food Control*, 20(12), 1080–1085. [CrossRef]
- Peña, R., Alcaraz, M. C., Arce, L., Ríos, A., & Valcárcel, M. (2002). Screening of aflatoxins in feed samples using A flow system coupled Tocapillary electrophoresis. *Journal of Chromatography. A*, 967(2), 303–314. [CrossRef]
- Picinin, L. C. A., Cerqueira, M. M. O. P., Vargas, E. A., Lana, A. M. Q., Toaldo, I. M., & Bordignon-Luiz, M. T. (2013). Influence of climate conditions of aflatoxin M1 contamination in raw Milk from Minas Gerais state, Brazil. *Food Control*, 31(2), 419–424. [CrossRef]
- Polychronaki, N., West, R. M., Turner, P. C., Amra, H., Abdel-Wahhab, M., Mykkänen, H., & El-Nezami, H. (2007). A longitudinal assesment of aflatoxin M1 excretion in beast milk of selected Egyptian mothers. *Food and Chemical Toxicology*, 45(7), 1210–1215. [CrossRef]
- Sezer, Ç., Aksoy, A., Vatansver, L., & Bilge, N. (2014). Kars İlinde Satışa Sunulan Dondurmalarda Aflatoxin M1 Varlığının Belirlenmesi.

- İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40(1), 90–94. [\[CrossRef\]](#)
- Shantha, T. (1999). Fungal degradation of aflatoxin b1. *Natural Toxins*, 7(5), 175–178. [\[CrossRef\]](#)
- Suliman, S. E., & Abdalla, M. A. (2013). Presence of aflatoxin M1 in dairy cattle Milk in Khartoum State–Sudan. *Agriculture and Forestry*, 59(2), 199–204.
- Tabata, S., Kamimura, H., Ibe, A., Hashimoto, H., & Tamura, Y. (1994). Degradation of aflatoxins by food additives. *Journal of Food Protection*, 57(1), 42–47. [\[CrossRef\]](#)
- Tekinşen K. K., & Uçar, G. (2008). Türkiye’de Tüketilen Tereyağı ve krem Peynirlerde Aflatoksin M1 Seviyeleri. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Kontrolü*, 27–30.
- Tiryaki, O., Seçer, E., & Temur, C. (2011). Yemlerde Mikotoksin Oluşumu, Toksisiteleri ve Mikotoksin Kalıntı Analizleri. *Anadolu, Journal of AARI*, 21(1), 44–58.
- Tomasevic, I., Petrovic, J., Jovetic, M., Raicevic, S., Milojevic, M., & Miocinovic, J. (2005). Two year survey on the occurrence and seasonal variation of aflatoxin M1 in Milk and Milk products in Serbia. *Food Control*, 56, 63–70.
- Tunail, N., *Mikotoksinler: Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, Genişletilmiş 2.baskı, (Yazarlar : Akçelik, M., Ayhan, K., Çakır, İ., Doğan, H.B., Gürgün, V., Halkman, A.K., Kaleli, D., Kuleaşan, H., Özkaya, B.F., Tunail, N., Tükel, Ç.), Sim Matbaacılık, Ankara. 116-189.
- Turner, N. W., Subrahmanyam, S., & Piletsky, S. A. (2009). Analytical methods for determination of mycotoxins: A review. *Analytica Chimica Acta*, 632(2), 168–180. [\[CrossRef\]](#)
- Van Egmond, H. P., Paulsch, W. E., & Schuller, P. L. (2002). Confirmatory test for aflatoxin M1 on Thinlayerplate. *Journal of AOAC International*, 61(4), 809–812.
- Virdis, S., Corgioliu, G., Scarano, C., Pilo, A. L., & De Santis, E. P. L. (2008). Occurrence of aflatoxin M1 in tank bulk goat Milk and ripened goat cheese. *Food Control*, 19(1), 44–49. [\[CrossRef\]](#)
- Wang, Y., Liu, X., Xiao, C., Wang, Z., Wang, J., Xiao, H., Cui, L., Xiang, Q., & Yue, T. (2012). HPLC determination of aflatoxin M1 in liquid Milk and Milk powder using solid phase extraction on OASIS HLB. *Food Control*, 28(1), 131–134. [\[CrossRef\]](#)
- Yentür, G., & Er, B. (2012). Gıdalarda Aflatoksin Varlığının Değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(1), 41–52.
- Yıldırım, E., Macun, H. C., Yalçınkaya, İ., Şahin, F., & Ekici, H. (2018). Kırıkkale’deki Yem ve Süt Örneklerinde Aflatoksin Kalıntısının Araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 65, 199–204.
- Yurt, B., & Uluçay, B. (2017). Iğdır’da Üretilen Sütlerin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Aflatoksin M1 Miktarının Belirlenmesi. *Tr. Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2), 32–39.
- Zheng, N., Sun, P., Wang, J. Q., Zhen, Y. P., Han, R. W., & Xu, X. M. (2013). Occurrence of aflatoxin M1 in UHT Milk and pasteurized Milk in China market. *Food Control*, 29(1), 198–201. [\[CrossRef\]](#)

Patates Glykoalkaloidleri: Özellikleri ve Biyolojik Aktiviteleri

Potato Glykoalkaloids: Properties and Biological Activities

Fatma Zehra OK^{ID},
Arif ŞANLI^{ID}

İsparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla
Bitkileri Bölümü, İsparta, Türkiye

Öz

Ekonomik olarak üretimi yapılan bitkilerden patates başta olmak üzere, Solanaceae familyası üyelerinin önemli bir kısmında solanin, çakonin, solasonin ve tomatin gibi bazı glikoalkaloidler bulunmaktadır. Patateste glikoalkaloid içeriği çevre koşulları ile birlikte genetik olarak da kontrol edildiği için çeşide bağlı olarak önemli derecede değişim göstermektedir. Büyüme koşulları, depolama, taşıma, mekanik zarar, sürgün gelişimi, fitopatojenler, ısı ve ışığa maruz kalma gibi faktörler patateste glikoalkaloid birikimini etkileyen diğer önemli faktörlerdir. Patates steroidal glikoalkaloidleri (SGA'lar) zararlılara ve patojenlere karşı bitki direncinin önemli bileşenleri olmakla birlikte, yüksek seviyeleri insanlar için toksik etki gösterebilmektedir. SGA'ların toksisitesi merkezi sinir sistemini etkileyen antikolinesteraz aktivitesinden ve sindirim sistemi ve diğer organları etkileyen hücre zarı bütünlüğünü bozucu etkilerinden kaynaklanmaktadır. SGA toksisitesinin alt sınırı yenilebilir yumrulara 20 mg/100 g taze ağırlık ile sınırlandırılmıştır. Patates gibi insanlar tarafından tüketilen ürünlerde bulunan glikoalkaloidlerin biyolojik etkileri faydalı veya zararlı olabilmektedir. Bu nedenle, yumrudaki toksik glikoalkaloid seviyesinin insanlar açısından zararsız seviyede tutulup, aynı zamanda toprak üstü aksamında yüksek glikoalkaloid seviyesini koruyarak patojen ve zararlı saldırılarına karşı bitki direncinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bitkilerin doğaları gereği üretmiş oldukları sekonder metabolitlerin işlev ve fonksiyonlarının bilinmesi ve bu maddelerin hem bitki savunma mekanizması hem de insan sağlığı açısından dokuya özel sentez mekanizmalarının araştırılması, yeni çeşitlerin geliştirilmesinde belirleyici faktörlerden birisi olarak görülmektedir. Bu derlemede, patates glikoalkaloidleri, özellikleri ve biyolojik aktivitelerinin yanı sıra glikoalkaloid birikimini etkileyen faktörler ve toksisitesi hakkında güncel bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik aktivite, patates, glikoalkaloid, solanin, *Solanum tuberosum* L.

ABSTRACT

There are some glycoalkaloids such as solanine, chaconine, solasonine, and tomatine in a significant part of the members of the Solanaceae family, especially potatoes, which are economically produced plants. Since the glycoalkaloid content of potatoes is genetically controlled in addition to environmental conditions, it varies considerably depending on the variety. Factors such as growing conditions, storage, transportation, mechanical damage, sprout development, phytopathogens, heat, and light exposure are other important factors affecting glycoalkaloid accumulation in potatoes. Potato steroidal glycoalkaloids are important components of plant resistance to pests and pathogens, but their high levels can be toxic to humans. The toxicities of steroidal glycoalkaloids are due to their anticholinesterase activity affecting the central nervous system and cell membrane disrupting effects affecting the digestive system and other organs. Accordingly, current safety regulations limit their content in the edible tuber to 20 mg per 100 g fresh weight. The biological effects of glycoalkaloids found in products consumed by humans, such as potatoes, can be beneficial or harmful. Therefore, studies have accelerated to keep the toxic glycoalkaloid level in the tuber at a harmless level for humans and at the same time maintaining a high glycoalkaloid level in the above-ground parts for increasing plant resistance against pathogen and pest attacks. Knowing the functions of the secondary metabolites produced by plants by their nature and investigating the tissue-specific synthesis mechanisms of these substances in terms of both plant defense mechanism and human health are seen as one of the determining factors in the development of new varieties. Therefore, this review focuses on potato glycoalkaloids, their properties, and biological activities as well as the factors affecting glycoalkaloid accumulation and their toxicities.

Keywords: Biological activity, potato, Glycoalkaloid, solanine, *Solanum tuberosum* L.



Geliş Tarihi/Received: 16.07.2021
Kabul Tarihi/Accepted: 04.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Arif ŞANLI
E-mail: arifsanli@isparta.edu.tr

Cite this article as: Ok, F. Z., & Şanlı, A. (2022). Potato Glykoalkaloids: Properties and Biological Activities. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(1), 88-96.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Steroidallı Glikoalkaloidler (SGA) ekonomik öneme sahip patates ve domates gibi Solanaceae familyası üyeleri başta olmak üzere çok çeşitli bitki türünde sentezlenen sekonder metabolitlerdendir. Çeşitli patates türlerinde 80'den fazla farklı SGA tanımlanmıştır. Bununla birlikte, aglikon solanidinden türetilen α -çakonin (α -chaconine) ve α -solanin (α -solanine), kültürü yapılan patateslerin (*Solanum tuberosum* L.) iki ana SGA'sını oluşturmakta olup, α -solanin/ α -çakonin oranı dokular, genotipler ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir (Friedman & Dao, 1992; Sarquís ve ark., 2000). Patateste SGA seviyesi bitkinin genetik kapasitesine ve çevre faktörlerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Friedman, 2006). Bununla birlikte çevresel stres faktörleri de SGA birikimini etkilemektedir (Papathanasiou ve ark., 1999; Sharma & Salunkhe, 1989). Hasat, taşıma ve depolama sırasında oluşan yumru hasarı, patojenlere maruz kalma, güneş veya direkt ışık alma ve ısıya maruz kalma süreci SGA seviyesinin artmasına neden olmaktadır (Friedman, 2006; Kirui ve ark., 2009). Patateste SGA'lar tüm bitki organlarına yayılmış durumda olup, olgunlaşmamış meyvelerde, genç yapraklarda, çiçeklerde ve sürgünlerde (metabolik aktif kısımlar) yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır (Smith ve ark., 1996) Genel olarak taze yumruların SGA içerikleri çeşide bağlı olarak 22,4-208,9 mg/kg arasında değişmektedir (Friedman & McDonald, 1999).

Bitkiler tarafından böceklerle ve patojenlere karşı doğal savunma mekanizması olarak üretilen SGA'lar belirli konsantrasyonlarda ağız yolu ile alınması durumunda insanlar için de zararlı etkilerle sahip olabilmektedirler. SGA'ların toksik doğaları gereği özellikle yüksek miktarlarda kullanıldığında insanlar üzerine gösterdikleri olumsuz etkileri, bu metabolitlerin kültür bitkilerinde sentezlenme miktarlarının azaltılmasını zorunlu hale getirmiştir (Friedman, 2004, 2006; Kirui ve ark., 2009). Bununla birlikte, gıda güvenliği amacıyla bitki SGA'larının azaltılması ya da sentezlerinin engellenmesi, patojenlere karşı bitki direncinin azalmasına neden olmaktadır. Bitki gelişimi sırasında farklı organlarda SGA birikimi farklı seviyelerde olması (Deahl ve ark., 1991; Eltayeb ve ark., 1997; Friedman & Dao, 1992; Valkonen ve ark., 1996), genetik mühendisliği çalışmaları ile SGA sentezleyen bitkilerde yapraklar gibi gıda olarak tüketilmeyen organlarda doğal savunma mekanizmasının güçlendirilmesi için SGA miktarının artırılmasına ya da tüketime yönelik olarak üretilen yumrulardaki SGA seviyesini insan sağlığıyla ilgili kaygıları gidermek için sınırlandırmaya fırsat sunmaktadır.

Gıda sektörünün temel hammadde kaynaklarından birisi olan ve her geçen gün tüketimi artan patates bitkisinde böcek ve patojenlere karşı savunma mekanizması oluşturmak için farklı organlarda değişik konsantrasyonlarda SGA sentezlenmektedir. Patates SGA'ları böcek ve patojenlere karşı savunma mekanizması oluştururken, insanlar için toksik etki gösterebilmektedir. Bu nedenle, bu derlemede patates glikoalkaloidler, biyosentezi, bitkideki dağılımları, birikimini etkileyen faktörler, biyolojik aktiviteleri ve toksisiteleri konularında bilgiler verilmiş ve SGA'ların hem bitki savunma mekanizması hem de insan sağlığı açısından öneme değinilmiştir.

Glikoalkaloidler Kimyasal Yapısı ve Biyosentezi

Solanaceae alkaloidleri steroidal ve trophan alkaloidleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Patates bitkisi steroidal glikoalkaloidlere (SGA) ilave olarak kalistegin alkaloidleri, proteaz inhibitörleri, lektinler ve fenolik bileşikler gibi diğer biyolojik aktif

sekonder bileşikleri de sentezlemektedir (Friedman et al., 1997). SGA'lar triterpen türevi metabolitler ve steroidlerle benzer bir öncü olan kolestrolde sentezlenmektedir. SGA'ların biyosentezi, ilk bölümünü C5 birimlerinin oluşumunu ve yoğunlaşmasını içeren üç bölüme ayrılabilir. Sitozolde lokalize olan mevalonat döngüsü aracılığıyla C5 izoprenoid ünitelerinin üretiminde Asetil-CoA kullanılır. Üçlü izoprenoid üniteleri baştan sona 2-trans,6-trans-farnesil difosfat (FPP) den yoğunlaşmaktadır.

FPP, iki FPP molekülünü 2,3-oksidoskualen yoğunlaştıran ve triterpen (sterol) biyosentezine öncülük eden skualen sentaz enzimi ile fitoaleksinler (rishitin ve lubimin gibi) dahil olmak üzere çeşitli seskiterpenler oluşturmak için bir FPP molekülünü siklize eden vetipiradien siklaz enzimi için bir substrattır (Greenhagen ve ark., 2003). Böylece, SGA biyosentezi, seskiterpen ve triterpen öncülerinden oluşan birçok primer ve sekonder metabolit oluşumunun geniş bir kapsamı içerisinde meydana gelmektedir. SGA birikimi, çevresel streslere ve gelişmeye yanıt olarak biyosentetik döngünün farklı noktalarında düzenleniyor gibi görünmektedir (Choi ve ark., 1992). Patateslerde en önemli iki glikoalkaloit olan α -solanin ve α -çakonin (Şekil 1), solanidin olarak bir aglikondur, ancak farklı karbonhidrat yapılarından oluşmaktadır (Chowarński ve ark., 2016; Wang ve ark., 2013). Genellikle α -solanin ve α -çakonin bitkilerde özellikle de patates bitkisinde birlikte sentezlenen glikoalkaloidlerdir ve α -çakonin α -solanin'den daha toksiktir (Vaananen, 2007). α -solanin'in trisakkarit şeker parçaları D-glikoz, D-galaktoz ve L-ramnoz'a bağlı bulunan "solatrioz" olarak, α -çakonin ise D-glikoz ve iki L-ramnoz molekülüne bağlı bulunan "çakotrioz" olarak adlandırılmaktadır (Vaananen, 2007). Diğer glikoalkaloidler (β -solanin, γ -solanin, β -çakonin, γ -çakonin, α -solamarin, β -solamarin, 5- β -solanidan-3-aol ve demissidin) patates bitkisinde çok düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Friedman ve ark., 1997).

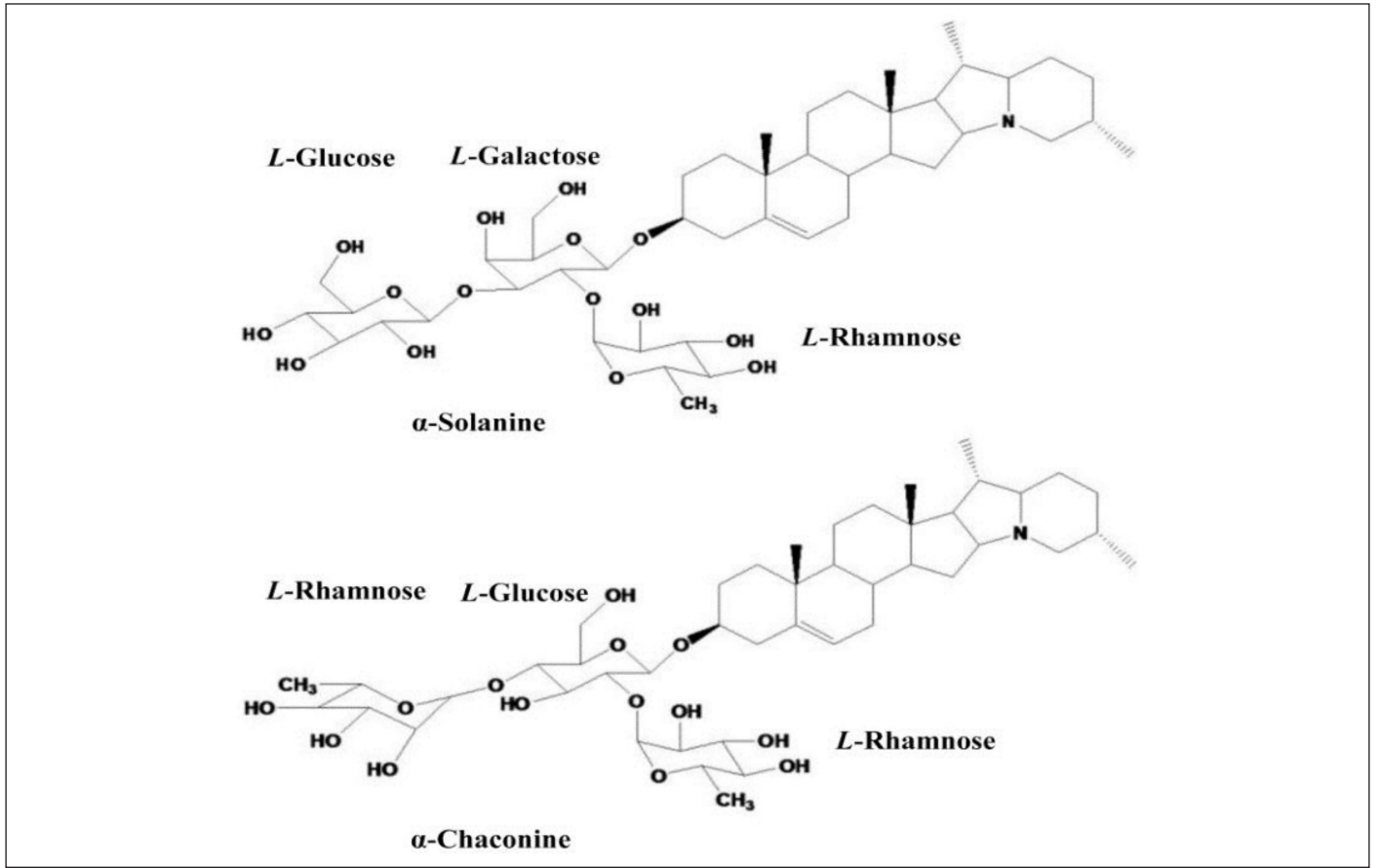
Patates Glikoalkaloidler

Aglikon ve glikozit yapısında olan ve kültürü yapılan patateslerde tanımlanan bazı SGA'lar Tablo 1'de verilmiştir. Kültür patateslerinde en sık tanımlanan SGA'lar solanidin, α -çakonin ve α -solanin'in trioz glikozitleridir. α -çakonin ve α -solanin patatesin içerdiği toplam SGA'ların %95'ini oluşturmakta olup, toplam oranları doku, genotip ve gelişme koşullarına bağlı olarak geniş varyasyon göstermektedir (Friedman & Dao, 1992; Sarquís ve ark., 2000).

Solanidan sınıfında leptininler ve leptinler olarak adlandırılan iki grup SGA'lar ile yakından ilgilidir. Yapraklardaki toplam SGA'ların oranı dikkate alındığında, leptin içeriği α -solanin ve α -çakonin içeriği ile ters orantılıdır (Ronning ve ark., 1998). Bu durum, α -solanin ve α -çakoninin ortak bir biyosentetik yol ve öncü substratları kullandığını göstermektedir. Bu leptinlerin miktarı patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) zararına karşı bitki direnci ile ilişkili olduğu için oldukça önemlidir (Sinden ve ark., 1980, 1988). Bu nedenle, leptinler kültürü yapılan patateslerde genetik dayanıklılık sağlanması açısından geri melezleme kaynağı olarak düşünülmekte ve kimyasal pestisitlere alternatif kaynak oluşturmaktadırlar (Ronning ve ark., 1998).

Patateste Glikoalkaloit Birikimi

Patates yumrularının genetik olarak glikoalkaloit üretme kabiliyetleri oldukça farklıdır (Dale ve ark., 1993). Patates yumrularının glikoalkaloit içeriği patates çeşidine bağlıdır ve taze patates yumrularında 22,4-208,9 mg/kg arasında değişmektedir (Friedman & McDonald, 1999). Finotti ve ark., (2006), farklı patates çeşitlerinin toplam glikoalkaloit içeriklerini inceledikleri çalışmalarında



Şekil 1.

α -Solanin ve α -Çakonin Yapısı (Wang et al., 2013)

en düşük ve en yüksek toplam glikoalkaloid miktarlarını sırası ile Agata (1,04 mg/100 g) ve Sponta (5,10 mg/100 g) çeşitlerinde olduğunu bildirmişlerdir. Kırmızı etli (Rote Emma ve Rosemarie) patateslerdeki ortalama glikoalkaloid miktarları kabuklu yumrulara 24,41mg/100 g, soyulmuşta 6,02 mg/100 g ve kesilmiş 5,52 mg/100 g kuru madde, mavi etli yumrulara ise kabuklu yumruda 25,67 mg/100 g, soyulmuşta 7,73 mg/100 g ve kesilmiş 6,87 mg/100 g kuru madde olarak bulunmuştur (Rytel ve ark., 2013). İngiltere'de geliştirilen patateslerin toplam glikoalkaloid içerikleri, bazı çeşitlerde daha yüksek seviyeler bildirilmiş olmasına rağmen, yaklaşık 25-150 mg/kg taze ağırlık olarak bildirilmiştir (Anonymous, 2016). Polonya'da yetiştirilen patates çeşitleri 12-159 mg/kg glikoalkaloid içerirken, Alman ve Amerikan çeşitlerinde bu değerlerin sırasıyla 20-220 mg/kg ve 20-130 mg/kg arasında olduğu bildirilmiştir. Lenape çeşidi Kanada ve ABD'de son derece yüksek glikoalkaloid içeriğine (30 mg/100 g) sahip olduğu için yasaklanmıştır (Dale & Mackay, 2007; Nowacki, 2009). Benzer şekilde, Magnum Bonum çeşidi rapor edilen en yüksek seviye 66,5 mg/100 g taze ağırlık olmakla birlikte, ortalama 25,4 mg/100 g değeri ile yüksek toksik glikoalkaloid seviyesi nedeniyle İsveç'te yasaklanmıştır (Anonymous, 2016).

Yumrular elverişsiz iklim koşulları, hasat sırasında fiziksel yaralanma, yetersiz büyüme koşulları ve kötü depolama koşulları sonucu olarak da yüksek konsantrasyonlarda glikoalkaloid içerebilirler. Patates yumrularında ışık, sıcaklık, mekanik zarar, sürgün gelişimi ve fitopatojenler glikoalkaloid miktarının artmasına neden olmaktadır (Friedman, 2006; Kirui ve ark., 2009).

Glikoalkaloid oluşumu güneş ya da yapay ışığa maruz kalmanın bir sonucu olarak oluşabileceği gibi, hasattan sonra dikkatsiz taşıma ve depolama da yumrulara yüksek glikoalkaloid konsantrasyonlarına neden olmaktadır (Kasnak, 2015). Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda depolama süresince SGA seviyesinin arttığı, artışın en fazla aydınlık koşullarda depolanan patateslerde olduğu ortaya konulmuştur (Şengül ve ark., 2004). Glikoalkaloid miktarının şiddetli ve hızlı artışına neden olması ve buna bağlı olarak tüketime yönelik olarak kullanılan yumrulara maksimum güvenlik sınırının üzerine çıkması nedeniyle öncelikle patates yumrularının hasat ya da depolama sırasında doğrudan güneş ışığına maruz kalmaları engellenmelidir (Kirui ve ark., 2009). Depolama devresinde ya da tarlada yumrular tam olarak toprakla örtülü olmadığı durumlarda herhangi bir ışık kaynağı glikoalkaloid miktarının artmasına neden olmaktadır (Dimenstein ve ark., 1997). Patates yumrularının hasat sırasında doğrudan güneş ışığına maruz kalmaları önlenirse de pazarlama aşamasında yumrular genellikle açık alan ya da raflarda ışığa maruz kalmaktadır. Bu durum, insanların glikoalkaloid seviyesi yükselen patates yumrularını satın alma riskini arttırmaktadır (Kirui ve ark., 2009).

Patates üretiminin yılın belirli dönemlerinde yapıyor olması, yumruların belirli sürelerde depolanmalarını zorunlu kılmaktadır. Depolama işlemi patates yumrularında ağırlık ve kalite kayıplarının yanı sıra glikoalkaloid birikimine neden olabilmektedir. Marfona ve Granola patates çeşitlerinde toplam glikoalkaloid seviyelerinin depolama süresince sırasıyla 0,42-17,98 mg/kg ve 92-32,76 mg/kg arasında değiştiği ve SGA seviyesindeki en fazla

artışın aydınlık koşullarda depolanan patateslerde olduğunu bildirilmiştir (Şengül, 2002). Farklı süre ve şekillerde depolanan Agria ve Bettina patates çeşitlerinde toplam glikoalkaloid miktarının depolama önce sırasıyla 7,50 ve 8,53 mg/kg olduğu, bu değerlerin 56 günlük depo devresi sonunda dolaylı güneş ışığı koşullarında 120,32 ve 119,12 mg/kg, oda sıcaklığında karanlık koşullarda 49,19 ve 116,31 mg/kg, karanlık buzdolabı koşullarında 52,03 ve 76,09 mg/kg, floresan + led ışık koşullarında ise 94,81 ve 234,31 mg/kg'a yükseldiği bildirilmiştir (Kasnak & Artık, 2018). Depolama sürecinde özellikle market reyonlarında yüksek sıcaklık (oda sıcaklığı) ve aydınlatma ışığı gibi iki olumsuz faktör patates yumrularını etkilemektedir. Uzun süre bu faktörlerin etkisi altında kalan yumrularında sürgün gelişimi, yeşillenme ve glikoalkaloid birikimi gibi olumsuzluklar meydana gelmektedir. Yumrularında sürgün gelişiminin başlaması, patatesin solanin içeriğini 800-1000 mg/kg'a kadar yükseltebilmektedir (Cantwell, 1996). Tüketim amacıyla yumruların doğranması, parçalanması ve kesilmesi de glikoalkaloid miktarının artmasına neden olan faktörler arasında yer almaktadır (Mondy ve ark., 1987; Mondy & Gosselin, 1988).

Tarımsal işlemlerin de glikoalkaloid içeriğini etkilediği bazı çalışmalarla ortaya konmuştur. Patates bitkisinde azotlu gübrelemenin toplam glikoalkaloid içeriğine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada farklı çeşitlerin glikoalkaloid değişimi bakımından azot dozlarına tepkilerinin farklı olduğu, 40-120 kg/ha N uygulamalarında çeşitlerin ortalama glikoalkaloid içeriklerinin 1,74 mg/100 g'dan 1,94 mg/100 g'a çıktığı bildirilmiştir (Tajner-Czopek ve ark., 2008). Diğer taraftan, organik olarak yetiştirilen patates yumrularının daha yüksek glikoalkaloid içerdikleri bildirilmiştir (Abreu ve ark., 2007; Hajslová ve ark., 2005; Wszelaki ve ark., 2005). Konu ile ilgili olarak, Skrabule ve ark., (2013), geleneksel yöntemle üretilen patates genotiplerindeki ortalama α -solanin ve α -chacanon miktarlarının sırası ile 0,94 mg/100 g ve 1,32 mg/100 g; organik yöntemle üretilen genotiplerde ise bu değerlerin sırası ile 1,36 mg/100 g ve 1,50 mg/100 g olduğunu rapor etmişlerdir. Organik üretimde özellikle tarımsal ilaç kullanımının olmaması ve bu üretim şekli ile özel olarak ilişkilendirilen biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin SGA'lar gibi doğal savunma metabolitlerinin biyosentezine neden olduğu düşünülmektedir (Friedman, 2006).

Glikoalkaloidlerin Bitki Dokularındaki

Dağılımı

Patateste SGA'lar, yumrunun öz kısmı hariç hemen hemen tüm dokularda bulunmaktadır. SGA'ların bitki dokularındaki oranı bitki gelişimi boyunca değiştiği gibi dokular arasında da değişmekte olup, çiçek ve sürgün dokularında daha yüksek miktarda bulunmaktadır (Eltayeb et al., 1997; Friedman & McDonald, 1997; Valkonen et al., 1996). Yumrulardaki gözlerde, yaralı alanlarda ve sürgünlerde yüksek konsantrasyonlarda SGA bulunmasına rağmen, köklerdeki glikoalkaloid konsantrasyonu çok daha düşük seviyelerdedir. Nitekim SGA'ların bitkinin farklı dokuları arasında taşındıklarına dair bir araştırma sonucu da bulunmamaktadır (Sarquis et al., 2000). SGA'ların biyosentezi ve katabolizması doku veya organ düzeyinde düzenlenmektedir (Friedman & McDonald, 1997). Yumrularında en yüksek SGA konsantrasyonu kabuğun hemen altındaki 1,5 mm'lik dokuda bulunmakta, bu miktar yumrunun iç kısmına doğru gidildikçe azalmaktadır (Valkonen et al., 1996).

Yapılan çalışmalarda, patateste toplam glikoalkaloid seviyelerinin, kuru kabuklarda 8,4-222,6 mg/100 g ve kuru ette 0,5-59,2 mg/100 g (Friedman et al., 2003), kuru kabukta 17,4-549,7 mg/100

g, kuru haşlanmış ette 64,2 mg/100 g (Sotelo et al., 2000) ve kuru kabukta 58,5-534,2 mg/100 g, kuru ette 0,7-46,6 mg/100 g (Deuber ve ark., 2012) arasında olduğu rapor edilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından patates bitkisinin farklı kısımlarında bulunan glikoalkaloidlerin dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Bu tablodan da anlaşılacağı gibi patates bitkisinin farklı kısımları arasında glikoalkaloid miktarı önemli derecede farklılık göstermektedir.

Glikoalkaloidlerin Bitki Savunma Sistemindeki Rollerini

Bitki direncinin kaynağı olan SGA içeriğinin (özellikle α -solanin ve α -çakonin) kültürü yapılan patates çeşitlerinde tipik olarak düşük, yabancı solanum cinsinin yaygın olarak kullanılan türlerinde ise yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu bilinmektedir (Sarquis ve ark., 2000; Sinden ve ark., 1984). Yapılan bazı in-vitro çalışmalar, glikoalkaloidlerin patates patojenlerine ve zararlılarına karşı toksik etkisinin olduğunu göstermiştir (Allen & Kuc 1968; Fewell & Roddick, 1993, 1997; Roddick, 1987). Bu durum, SGA'ların bitkinin biyotik stres faktörlerine karşı savunma sistemlerine dahil olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir (Gregory, 1984). Nitekim, glikoalkaloidlerin bitki yapraklarında yüksek seviyede bulunması ile geç yanıklık (*Phytophthora infestans*) enfeksiyonuna karşı yüksek dayanıklılık sağlandığı Andreu ve ark., (2001) tarafından da bildirilmiştir. SGA'lar, patateste viral ve mikrobiyal hastalıklara karşı direncin artırılması gibi etkilere sahip olabildiği gibi (Austin ve ark., 1988; Fewell & Roddick, 1997; Pehu ve ark., 1990; Percival ve ark., 1998; Rokka ve ark., 1994) böcek ve otçullar için de caydırıcı olmaktadır (Sanford ve ark., 1992, 1997).

Bazı SGA'ların tek başlarına düşük antifungal aktiviteye sahip olduğu, bununla birlikte farklı steroidal bileşiklerin kombinasyonlarının sinerjistik etkilerine bağlı olarak daha yüksek antifungal aktivite gösterdikleri saptanmıştır (Fewell & Roddick, 1993; Roddick ve ark., 1988). Yapılan araştırmalarda α -çakonin daha aktif olmak üzere α -solanin ve α -çakonin'in birlikte daha yüksek antifungal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Cipollini & Levey, 1997; Fewell & Roddick, 1993). Friedman (2002), *Clavibacter michiganense* ile enfekte olmuş domates yapraklarında α -tomatin birikiminin artarak bitkinin bakteriye karşı savunma sistemini güçlendirdiğini bildirmiştir (Sun et al., 2010). α -solasonin ve α -solamargin'in *Phoma medicaginis* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı pH'ya bağlı sinerjik aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Fewell et al., 1994).

Solanum SGA'ları, patates böceğine (*Leptinotarsa decemlineata*) karşı dirençte önemli rol oynamakta ve bu direnç genellikle patates yapraklarındaki glikoalkaloid seviyesinin yüksek olması ile ilişkilendirilmektedir (Lorenzen et al., 2001). Patates böceği zararı ile strese giren patateslerin yumruları direnç kazanmak için stressiz yumrulara göre daha yüksek seviyede SGA biriktirmektedir (Hlywka et al., 1994). Ayrıca yapraktaki yüksek solanin glikozitleri içeriği ile yaprak zararlılarına karşı direnç arasında doğrudan bir ilişki olduğu düşünülmektedir (Sanford et al., 1990). Glikoalkaloidlerin böcek öldürücü etkisine dayanarak yeni insektisitlerin kaynağı olmasına yönelik farklı çalışmalar yapılmaktadır (Chowański et al., 2016; Nenaah, 2011).

Patateste glikoalkaloidlerin temel görevleri, bitkiyi patojenler ve yaralanmalar gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı korumaktır (Navarre et al., 2009). Bu özellikleri nedeniyle SGA'lar doğal stres metabolitleri veya fitoaleksinler olarak tanımlanmaktadır. Alkaloidlerin biyolojik aktiviteyi geniş spektrumlu olup; redoks dengesini bozma, biyolojik zararı bozma, metabolizmayı bozma,

kolinesteraz engelleme, artan ve sürekli toksisite oluşturma, gelişmeyi bozma, vb. fonksiyonları bulunmaktadır (Chowaiski et al., 2016). Solanum SGA'larının bitki savunma sisteminde önemli rol oynadığı birçok araştırma ile ispatlanmış olmasına rağmen, bazı organizmaların SGA'ları daha az toksik maddelere dönüştüren hidrolitik enzimlere sahip olduğu ve SGA'lara karşı dayanıklılık gösterebildiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Osborn, 1996; Tingey & Sinden, 1982).

Glikoalkaloid Toksisitesi

Dünya Sağlık Örgütü tarafından, patates yumrularında güvenli glikoalkaloid seviyesi 1 kg taze ağırlıkta 20-100 mg olarak kabul edilmektedir (Anonymous, 1992). Ancak taze ağırlıkta 20 mg/100 g taze ağırlık seviyesinin üzerindeki glikoalkaloid seviyesi acı bir tada, gastroenterik semptomlara, komaya ve hatta ölüme bile yol açabilmektedir (Morris & Lee, 1984). FAO / WHO Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA) patatesten 100 mg/kg'dan az glikoalkaloid içeriğinin herhangi bir olumsuz etki göstermeyeceğini kabul etmektedir (Mensinga et al., 2005). Ancak, bazı araştırmacılar taze patateslerin 200 mg/kg glikoalkaloide kadar güvenli olduğunu belirtmektedir (Friedman et al., 1997; Jansky, 2010; Karim et al., 1997).

Glikoalkaloidlerin insanlara kıyasla, diğer hayvanlara karşı daha az toksik olduğu belirtilmektedir. Glikoalkaloidlerin en belirgin etkisi antikolinesteraz aktivitesi aracılığıyla merkezi sinir sistemi üzerine olmakta, hücre zarlarının bozulmasına neden olarak sindirim sistemi ve diğer organları olumsuz yönde etkilemektedir. Düşük seviyelerde glikoalkaloid alımı mide-bağırsak rahatsızlığına özellikle karın ağrısı, ishal ve kusmaya sebep olmaktadır (Hellenäs et al., 1992). Yüksek dozda alınan SGA'lar akut zehirlenmeye, nörolojik bozukluklara, hızlı nabız ve düşük tansiyona neden olurken, aşırı dozlarda koma veya ölüm gibi ciddi semptomlar yaşatabilmektedir (Friedman, 2006; Langkilde et al., 2009). Toksik doz, 1 kg vücut ağırlığında yaklaşık olarak 2-5 mg/kg-1 hesaplanırken, öldürücü dozun ise 1 kg vücut ağırlığı için 3-6 mg/kg-1 olduğu tahmin edilmektedir. Patates yumrularında acı tat oluşumu glikoalkaloid seviyesindeki artışın göstergelerinden birisi olup, glikoalkaloid içeriği 140 mg/kg'dan fazla olan patatesler de yaygındır (Johns & Keen, 1986; Sinden et al., 1976; Zitnak & Filadelfi, 1985). Yumrusunda 200 mg/kg'dan yüksek glikoalkaloid içeren çeşitler ise ağızda ya da boğazda yanmalara neden olmaktadır.

Birçok glikoalkaloid zehirlenmesi vakası vardır, ancak bu tür zehirlenme belirtileri bakteriyel gıda zehirlenmesine benzer olduğundan dolayı bunların hepsinin tanımlanması zor olmaktadır (Mensinga et al., 2005). Bu nedenle glikoalkaloid zehirlenmesi vakalarının önemli bir kısmı teşhis edilememiş ve yaklaşık 2000 vakada 30 insanın ölümüne yol açmıştır. Glikoalkaloidlerin toksikolojik çalışmalarını çoğunlukla tavşanlar, fareler ve sıçanlar üzerinde gerçekleştirilmektedir. Fareler için α -solanin, α -çakonin ve tomatin için LD50 seviyeleri sırasıyla 27, 30 ve 34 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir. Birçok hayvanda çeşitli glikoalkaloidler için öldürücü doz, vücut ağırlığının 30-60 mg/kg içinde olduğu belirtilmiştir. SGA'ların pişirme sırasında yok edilememesi nedeniyle (Maga, 1994; Smith et al., 1996), ticari çeşitlerin piyasaya sürülebilmesi için patates yumrularında 100 g taze ağırlık başına 20 mg SGA üst sınırı oluşturulmuştur (Valkonen et al., 1996).

Glikoalkaloidlerin Olumlu Etkileri

Patates glikoalkaloidlerinin insanlarda toksik etkilerinin yanı sıra faydalı etkileri de olabilmektedir (Friedman, 2002). Domatesten bulunan α -tomatin'in, plazma kolesterol ve trigliserit düzeylerini

düşürmek için beslenmede hayati bir rol oynadığı bildirilmiştir (Friedman et al., 2000). α -çakonin'in insan kanser hücresi olan HT-29'u parçaladığı (Lee et al., 2004; Yang et al., 2006) ve α -solanin gibi diğer SGA'ların abanoz ve tahıllara karşı antialerjik olduğu kanıtlanmıştır (Golubeva, 1966). Ayrıca, α -solanin'in hiperglisemik etkilere neden olabileceği (Usman, 2013) ve solamarjin'in anti-enflamatuar etkilere sahip olup herpes virüsüne ve kanser hücrelerine karşı hareket ettiği bildirilmiştir (Delporte et al., 1998). Bu nedenle, solanum SGA'larının kanser hücreleri ile mücadelede insanlar için oldukça faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Glikoalkaloidlerin Yıkımı

Patatesin yumrularında ve sürgünlerinde ramnosidaz, galaktosidaz ve glukosidaz gibi hidrolitik enzimler içerdiği tespit edilmiştir (Swain et al., 1978). Bu enzimler, bitkilerin ototoksiteden kaçınmasına yardımcı olabilmektedir. Ancak bu enzimlerin tamamen olgunlaşmış yumrulardaki aktiviteleri çok sınırlıdır. Patates kabuklarından izole edilmiş ve saflaştırılmış olan α -çakonin ramnosidaz ve ramnoz'un hidrolizinde rol oynamaktadır (Buschway et al., 1988). Phytophthora infestans ile inkübe edildiğinde α -solanin'in solanidin'e hidrolizi gözlenmiştir (Holland & Taylor, 1979). SGA'ların biyolojik aktiviteleri, aglikon'un C3-OH durumuna bağlı olan karbonhidrat parçalarından üretilen şekerlerin sayı ve özelliklerinden etkilenmektedir (Rayburn et al., 1994). Bu nedenle, yumru dokularındaki hidrolize edici enzimlerin sentezlenmesi, SGA'ları indirgeyerek daha az toksik etki yapmasına öncülük etmektedir.

Teknolojik Proseslerin Glikoalkaloid İçeriğine Etkileri

Patates üzerinde gerçekleşen teknolojik işlemlerin glikoalkaloidler üzerindeki etkisi Tablo 3'te verilmiştir. Patates yumrularındaki glikoalkaloid oranı soyma, doğrama ve su ile durulama gibi işlemler dahil olmak üzere çeşitli prosesler sırasında azaltılabilmektedir. Glikoalkaloidlerin genel içeriğine bağlı olarak bazı durumlarda soyulmuş patates yumrularında %58'e kadar glikoalkaloid seviyesi azaltılabilmektedir (Tajner-Czopek et al., 2008, 2012). Patateslerin haşlanması, glikoalkaloid içeriğinin azaltılmasında soyma, doğrama ve durulama gibi işlemlere göre daha etkili olup, patates yumrularındaki glikoalkaloid miktarını ortalama

Tablo 1.
Kültürü Yapılan Patateslerde Tanımlanan Bazı Aglikon ve Glikozit Yapısında Olan SGA'lar (Sinden ve ark., 1980, 1988)

Aglikon yapıdakiler	Glikozit yapıdakiler	
	Trioz	Tetraoz
Demissidin	Çakotrioz	Kommertetraoz
Solanidin	Dihidroakonin	Kommersonin
Dihidroleptinidin	α -Çakonin	Dehidrokommersonin
Leptinidin	α -Solanin	Dehidrodemissin
Asetildihidroleptinidin	Leptinin	Demissin
Asetilleptinidin	β -Soladulcin	Sisunin
Soladulsidin	Leptin	Soladulsin B
Solasodin	Soladulcine A	α -Tomatin
Tomatidin	Solamargin	Dehidrotomatin
Tomatidenol	Solasonin	
	β -Solamarin	
	α -Solamarin	

Tablo 2.
Patates Bitkisinin Çeşitli Kısımlarındaki Glikoalkaloid Seviyeleri

Patates kısımları	Toplam glikoalkaloid miktarı (mg/kg taze ağırlık)	Kaynaklar
Yaprak	230-1450	Friedman and Dao (1992); Smith et al. (1996)
Çiçek	2150-5000	Smith et al. (1996); Wood and Young (1974)
Meyve	180-1350	Friedman and Dao (1992); Coxon (1981)
Gövde	23-33	Smith et al. (1996); Wood and Young (1974)
Sürgün	2000-9970	Friedman and Dao (1992); Smith et al. (1996)
Acı yumru	250-800	Smith et al. (1996); Wood and Young (1974)
Normal yumru	10-150	Smith et al. (1996)
- Kabuk	150-1070	
- Et	12-100	
- Korteks	125	
- Öz	-	
Kök	180-850	Friedman and Dao (1992); Smith et al. (1996)

Tablo 3.
Patates Yumrusuna Uygulanan İşlemler Sonucu Glikoalkaloid Miktarındaki Azalma Oranları (Tajner-Czopek ve ark., 2008; Ji ve ark., 2012; Pęksa ve ark., 2006; Rytel ve ark., 2005)

İşlem	Toplam Glikoalkaloid Azalması
Kızartma	Ortalama %94'e kadar
Ağartma	Etkisi yok
Kurutma	%78-90
Kaynatma	%22
Patates cipsi	Ortalama %82'ye kadar
Soyma	Ortalama %58'e kadar
Öğütme	Ortalama %90'a kadar
Kesme, dilimleme, su ile durulama	Etkisi yok
Fırında ve tencerede pişirme	Etkisi yok

olarak %22'ye kadar düşürebilmektedir. Glikoalkaloidlerin sudaki çözünürlüğünden dolayı bu süreçte glikoalkaloidlerin bir kısmı yumrularından uzaklaşmakta, fakat uzaklaştırılan miktar genellikle önemsiz olmaktadır (Tajner-Czopek et al., 2008; Pęksa et al., 2006; Rytel et al., 2005). Patatesin endüstriyel olarak işlenmesi sırasında glikoalkaloid içeriğinin; soyulmamış yumrulara 16 mg/100 g, soyulduktan sonra 8,1 mg/100 g, haşlama işleminde 5,96 mg/100 g, soğutulduktan sonra 5,90 mg/100 g, buharla muameleden sonra 3,81 mg/100 g, pnömatik kurutmadan sonra 3,39 mg/100 g, akışkan yataklı kurutucudan sonra 3,11mg/100 g, son olarak granüle üründe ise 2,66 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Rytel, 2012).

Kızartma, fırınlama ve pişirme işlemlerinin karşılaştırılması sonucunda sadece kızartma işleminin yüksek çalışma sıcaklığından dolayı glikoalkaloid miktarını azalttığı tespit edilmiştir (Friedman & Dao, 1992). Glikoalkaloidler çok yüksek ısıya dayanıklı olsalar

da α -solanin 260-270 °C arasındaki sıcaklıklarda ayrılmaktadır. Kızartma işleminin glikoalkaloid seviyesini düşürmede en etkili yöntem olduğu ve çiğ, soyulmuş ve kızartılmış patatesler arasındaki glikoalkaloid farkının %77-94 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tajner-Czopek et al., 2008; Pęksa et al., 2006; Rytel et al., 2005).

Sonuç

Genellikle patates yumrularındaki glikoalkaloid seviyesi genetik, çevresel ve fiziksel streslere bağlıdır. Hasat, nakliye veya depolama sırasında meydana gelen hasarlar da glikoalkaloid seviyesini yükseltmektedir. Yüksek sıcaklık dereceleri glikoalkaloid birikmesini uyarabileceği için, patateslerin uzun süre depolanması 7°C ve altındaki sıcaklıklarda yapılmalıdır. Patates yumrularında oda sıcaklığı ve ampul ışığı glikoalkaloid seviyesini yükseltir. Patates yumrularında en hızlı glikoalkaloid birikimi doğrudan güneş ışığına maruz kalma ile ortaya çıkmaktadır. Yumruların soyulması, dilimlenmiş yumruların suda kaynatılması veya kızartılması ve dehidrasyon ve granülasyon işlemleri ile glikoalkaloid seviyesinde önemli azalma sağlanabilmektedir. Kesme, dilimleme, suyla durulama, fırınlama ve pişirme işlemleri patates yumrularında glikoalkaloid seviyesinin azaltılmasına herhangi bir etki göstermemektedir. Patates yumrularında oluşan acı tat, filizlenme ve yeşil kabuk oluşumu tüketicilerin glikoalkaloidlerle zehirlenmeyi önlemek için gözlemleyebilecekleri göstergelerdir. SGA'ların toksik etkilerinin yanı sıra antikanser ve antiviral aktivitelerle de ilişkilendirilmesi, düşük tüketimin bazı sağlık yararları sağlayabileceği anlamına gelmektedir. Sağlıklı veya fonksiyonel gıdalar kavramına yönelik yüksek toplum bilincinin olduğu bir çağda, SGA'lar, patatesin besin değerini iyileştirmek için değiştirilebilecek sekonder metabolitlerin bir örneği olarak görülmektedir.

Bitkide toplam glikoalkaloid miktarı organlar arasında değiştiği gibi aynı zamanda dokuların biriktirdiği glikoalkaloid çeşitleri de farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, doku spesifitesi kullanılarak glikoalkaloid dağılımının patates bitkisinin avantajına olacak şekilde düzenlenebileceği anlamına gelmektedir. Genetik manipülasyon yoluyla patates yapraklarında böceklerle ve fungal enfeksiyonlara karşı yüksek dayanıklılık sağlayacak seviyede yüksek, yumrularında ise insan sağlığını tehdit etmeyecek seviyede düşük glikoalkaloid içeriğine sahip çeşitlerin geliştirilmesi ve SGA profillerinin dokuya özel uyarlanması gerekmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – F.Z.O., A.Ş.; Tasarım – F.Z.O., A.Ş.; Denetleme – F.Z.O., A.Ş.; Kaynaklar – F.Z.O., A.Ş.; Literatür Taraması – F.Z.O., A.Ş.; Yazıyı Yazan – F.Z.O., A.Ş.; Eleştirel İnceleme – F.Z.O., A.Ş.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – F.Z.O., A.Ş.; Design – F.Z.O., A.Ş.; Supervision – F.Z.O., A.Ş.; Resources – F.Z.O., A.Ş.; Literature Search – F.Z.O., A.Ş.; Writing Manuscript – F.Z.O., A.Ş.; Critical Review – F.Z.O., A.Ş.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

References

- Abreu, P., Relva, A., Matthew, S., Gomes, Z., & Morais, Z. (2007). High-performance liquid chromatographic determination of glycoalkaloids in potatoes from conventional, integrated and organic crop systems. *Food Control*, 18(1), 40–44. [CrossRef]
- Allen, E. H., & Kuc, J. (1968). A-solanine and a-chaconine as Fungitoxic compounds in extracts of Irish Potato Tubers. *Phytopathology*, 58, 776–781.
- Andreu, A., Oliva, C., Distel, S., & Daleo, G. (2001). Production of phytoalexins, glycoalkaloids and phenolics in leaves and tubers of potato cultivars with different degrees of field resistance after infection with *Phytophthora infestans*. *Potato Research*, 44(1), 1–9. [CrossRef]
- Anonymous. (1992). Rome, Switzerland: Food and Agriculture Organization / World Health Organization, Joint Expert Committee on Food Additives.
- Anonymous. (2016). PHP. Retrieved from <http://www.safespectrum.com/articles/potato-toxicity-solanine>, 1412. (Accessed date 25 December 2021).
- Austin, S., Lojkowska, E., Ehlenfeldt, M. K., Kelman, A., & Helgeson, J. P. (1988). Fertile interspecific somatic hybrids of *Solanum*: A novel source of resistance to *Erwinia* soft rot. *Phytopathology*, 78(9), 1216–1220. [CrossRef]
- Bushway, A. A., Bushway, R. J., & Kim, C. H. (1988). Isolaton, partial purification and characterization of a potato peel glycoalkaloid glycosidase. *American Potato Journal*, 65(11), 621–631. [CrossRef]
- Cantwell, M. (1996). A review of important facts about potato glycoalkaloids. *Perishables Handling Newsletter*, 87, 26–27.
- Choi, D., Ward, B. L., & Bostock, R. M. (1992). Differential induction and suppression of Potato 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase genes in response to *Phytophthora infestans* and to its elicitor arachidonic acid. *Plant Cell*, 4(10), 1333–1344. [CrossRef]
- Chowański, S., Adamski, Z., Marciniak, P., Rosiński, G., Büyükgüzel, E., Büyükgüzel, K., ... Bufo, S. A. (2016). A review of bioinsecticidal activity of Solanaceae alkaloids. *Toxins*, 8(3), 1–28. [CrossRef]
- Cipollini, M. L., & Levey, D. J. (1997). Antifungal activity of *Solanum* fruit glycoalkaloids: Implications for frugivory and seed dispersal. *Ecology*, 78(3), 799–809. [CrossRef]
- Coxon, D. T. (1981). The glycoalkaloid content of potato berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32(4), 412–414. [CrossRef]
- Dale, M. F. B., Griffiths, D. W., Bain, H., & Todd, D. (1993). Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light. *Annals of Applied Biology*, 123(2), 411–418. [CrossRef]
- Dale, M. F. B., & Mackay, G. R. (2007). Inheritance of table and processing quality. *Potato Genetics*, 285–331.
- Deahl, K. L., Cantelo, W. W., Sinden, S. L., & Sanford, L. L. (1991). The effect of light intensity on Colorado potato beetle resistance and foliar glycoalkaloid concentration of four *Solanum chacoense* clones. *American Potato Journal*, 68(10), 659–666. [CrossRef]
- Delparte, C., Backhouse, N., Negrete, R., Salinas, P., Rivas, P., Cassels, B. K., & Feliciano, A. S. (1998). Antipyretic, hypothermic and antiinflammatory activities and metabolites from *Solanum Ligustrinum* lodd. *Phytotherapy Research*, 12(2), 118–122. [CrossRef]
- Deusser, H., Guignard, C., Hoffmann, L., & Evers, D. (2012). Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. *Food Chemistry*, 135(4), 2814–2824. [CrossRef]
- Dimenstein, L., Lisker, N., Kedar, N., & Levy, D. (1997). Changes in the content of steroidal glycoalkaloids in potato tubers grown in the field and in the greenhouse under different conditions of light, temperature and daylength. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 50(6), 391–402. [CrossRef]
- Eltayeb, E. A., Al-Ansari, A. S., & Roddick, J. G. (1997). Changes in the steroidal alkaloid solasodine during development of *Solanum nigrum* and *Solanum incanum*. *Phytochemistry*, 46(3), 489–494. [CrossRef]
- Elzbieta, R. (2012). The effect of industrial potato processing on the concentrations of glycoalkaloids and nitrates in potato granules. *Food Control*, 28(2), 380–384. [CrossRef]
- Fewell, A. M., & Roddick, J. G. (1993). Interactive antifungal activity of the glycoalkaloids A-solanine and A-chaconine. *Phytochemistry*, 33(2), 323–328. [CrossRef]
- Fewell, A. M., & Roddick, J. G. (1997). Potato glycoalkaloid impairment of fungal development. *Mycological Research*, 101(5), 597–603. [CrossRef]
- Fewell, A. M., Roddick, J. G., & Weissenberg, M. (1994). Interactions between the glycoalkaloids solasonine and Solamargin in relation to inhibition of fungal growth. *Phytochemistry*, 37(4), 1007–1011. [CrossRef]
- Finotti, E., Bertone, A., & Vivanti, V. (2006). Balance between nutrients and anti-nutrients in nine Italian potato cultivars. *Food Chemistry*, 99(4), 698–701. [CrossRef]
- Friedman, M. (2002). Tomato glycoalkaloids: Role in the plant and in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5751–5780. [CrossRef]
- Friedman, M. (2004). Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. *Journal of Chromatography A*, 1054(1–2), 143–155. [CrossRef]
- Friedman, M. (2006). Potato glycoalkaloids and metabolites: Roles in the plant and in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(23), 8655–8681. [CrossRef]
- Friedman, M., & Dao, L. (1992). Distribution of glycoalkaloids in potato plants and commercial potato products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(3), 419–423. [CrossRef]
- Friedman, M., Fitch, T. E., & Yokoyama, W. E. (2000). Lowering of plasma LDL cholesterol in hamsters by the tomato glycoalkaloid tomatine. *Food and Chemical Toxicology*, 38(7), 549–553. [CrossRef]
- Friedman, M., & McDonald, G. M. (1999). Postharvest changes in glycoalkaloid content of potatoes. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 459, 121–143. [CrossRef]
- Friedman, M., McDonald, G. M., & Filadelfi-Keszi, M. F. (1997). Potato glycoalkaloids: Chemistry, analysis, safety and plant physiology. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16(1), 55–132. [CrossRef]
- Friedman, M., Roitman, J. N., & Kozukue, N. (2003). Glycoalkaloid and Calystegine contents of eight potato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2964–2973. [CrossRef]
- Golubeva, S. N. (1966). Experiences in the diagnosis of food allergy and its treatment with solanine. *Vestnik Otorinolaringologii*, 28(6), 23–27.
- Greenhagen, B. T., Schoenbeck, M. A., Yeo, Y. S., & Chappell, J. (2003). The chemical wizardry of isoprenoid metabolism in plants. In J. T. Romeo (Ed.), *Integrative phytochemistry: From ethnobotany to molecular ecology* (pp. 231–251). Amsterdam: Pergamon Press.
- Gregory, P. (1984). Glycoalkaloid composition of potatoes: Diversity and biological implications. *American Potato Journal*, 61(3), 115–122. [CrossRef]
- Hajslová, J., Schulzová, V., Slanina, P., Janné, K., Hellenäs, K. E., & Andersson, Ch (2005). Quality of organically and conventionally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives and Contaminants*, 22(6), 514–534. [CrossRef]
- Hellenäs, K. E., Nyman, A., Slanina, P., Löf, L., & Gabriëlsson, J. (1992). Determination of potato glycoalkaloids and their aglycone in blood serum by high-performance liquid chromatography: Application to pharmacokinetic studies in humans. *Journal of Chromatography*, 573(1), 69–78. [CrossRef]
- Hlywka, J. J., Stephenson, G. R., Sears, M. K., & Yada, R. Y. (1994). Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(11), 2545–2550. [CrossRef]
- Holland, H. L., & Taylor, G. J. (1979). Transformations of steroids and the steroidal alkaloid, solanine, by *Phytophthora infestans*. *Phytochemistry*, 18(3), 437–440. [CrossRef]
- Jansky, S. H. (2010). Potato flavor. *American Journal of Potato Research*, 87(2), 209–217. [CrossRef]
- Ji, X., Rivers, L., Zielinski, Z., Xu, M., MacDougall, E., Stephen, J., Zhang, J. (2012). Quantitative analysis of phenolic components and

- glycoalkaloids from 20 potato clones and in vitro evaluation of anti-oxidant, cholesterol uptake, and neuroprotective activities. *Food Chemistry*, 133(4), 1177–1187. [\[CrossRef\]](#)
- Johns, T., & Keen, S. L. (1986). Taste evaluation of potato glycoalkaloids by the Ayamara: A case study in human chemical ecology. *Human Ecology*, 14(4), 437–452. [\[CrossRef\]](#)
- Karim, M. S., Percival, G. C., & Dixon, G. R. (1997). Comparative composition of aerial and subterranean potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75(2), 251–257. [\[CrossRef\]](#)
- Kasnak, C. (2015). *Patateste Bazı Alkaloidlerin Depolama Sürecinde Değişimi*. (s. 176). (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kasnak, C., & Artık, N. (2018). Change in some nutritional value of potato under different storage conditions. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(Özel), 330–338. [\[CrossRef\]](#)
- Kirui, G. K., Misra, A. K., Olanya, O. M., Friedman, M., El-Bedewy, R., & Ewell, P. T. (2009). Glycoalkaloid content of some superior potato (*Solanum tuberosum* L.) clones and commercial cultivars. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42(5), 453–463. [\[CrossRef\]](#)
- Langkilde, S., Mandimika, T., Schrøder, M., Meyer, O., Slob, W., Peijnenburg, A., & Poulsen, M. (2009). A 28-day repeat dose toxicity study of steroidal glycoalkaloids, A-solanine and A-chaconine in the Syrian golden hamster. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1099–1108. [\[CrossRef\]](#)
- Lee, K. R., Kozukue, N., Han, J. S., Park, J. H., Chang, E. Y., Baek, E. J., Chang, J. S., & Friedman, M. (2004). Glycoalkaloids and metabolites inhibit the growth of human colon (HT29) and liver (HepG2) cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10), 2832–2839. [\[CrossRef\]](#)
- Lorenzen, J. H., Balbyshev, N. F., Lafta, A. M., Casper, H., Tian, X., & Sagredo, B. (2001). Resistant potato selections contain leptine and inhibit development of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 94(5), 1260–1267. [\[CrossRef\]](#)
- Maga, J. A. (1994). Glycoalkaloids in *Solanaceae*. *Food Reviews International*, 10(4), 385–418. [\[CrossRef\]](#)
- Mensinga, T. T., Sips, A. J., Rempelberg, C. J., van Twillert, K., Meulenbelt, J., van den Top, H. J., & van Egmond, H. P. (2005). Potato glycoalkaloids and adverse effects in humans: An ascending dose study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 41(1), 66–72. [\[CrossRef\]](#)
- Mondy, N. I., & Gosselin, B. (1988). Effect of peeling on total phenols, total glycoalkaloids, discoloration and flavor of cooked potatoes. *Journal of Food Science*, 53(3), 756–759. [\[CrossRef\]](#)
- Mondy, N. I., Leja, M., & Gosselin, B. (1987). Changes in total phenolic, total glycoalkaloid, and ascorbic acid content of potatoes as a result of bruising. *Journal of Food Science*, 52(3), 631–634. [\[CrossRef\]](#)
- Morris, S. C., & Lee, T. H. (1984). The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): A review. *Food Technology in Australia*, 36, 118–124.
- Navarre, D. A., Goyer, A., & Shakya, R. (2009). Nutritional value of potatoes: Vitamin, phytonutrient and mineral content. *Advances in Potato Chemistry and Technology*, 14, 395–424.
- Nenaah, G. E. (2011). Toxic and Antifeedant activities of potato glycoalkaloids against *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 47(3), 185–190. [\[CrossRef\]](#)
- Nowacki, W. (2009). Characteristics of native potato cultivars register. *Plant Breeding and Acclimatization*, 1–34.
- Osborn, A. E. (1996). Preformed antimicrobial compounds and plant defense against fungal attack. *Plant Cell*, 8(10), 1821–1831. [\[CrossRef\]](#)
- Papathanasiou, F., Mitchell, S. H., Watson, S., & Harvey, B. M. R. (1999). Effect of environmental stress during tuber development on accumulation of glycoalkaloids in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(9), 1183–1189. [\[CrossRef\]](#)
- Pehu, E., Gibson, R. W., Jones, M. G. K., & Karp, A. (1990). Studies on the genetic basis of resistance to potato leaf roll virus, potato virus Y and potato virus X In *Solanum brevidens* using somatic hybrids of *Solanum brevidens* and *Solanum tuberosum*. *Plant Science*, 69(1), 95–101. [\[CrossRef\]](#)
- Pęksa, A., Gołubowska, G., Aniołowski, K., Lisińska, G., & Rytel, E. (2006). Changes of Glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chips processing. *Food Chemistry*, 97(1), 151–156. [\[CrossRef\]](#)
- Percival, G. C., Karim, M. S., & Dixon, G. R. (1998). Influence of light enhanced glycoalkaloids on resistance of potato tubers to *Fusarium sulphureum* and *Fusarium solani* Var. *Coeruleum*. *Plant Pathology*, 47(5), 665–670. [\[CrossRef\]](#)
- Rayburn, J. R., Bantle, J. A., & Friedman, M. (1994). Role of carbohydrate side-chains of potato glycoalkaloids in developmental toxicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(7), 1511–1515. [\[CrossRef\]](#)
- Roddick, J. G. (1987). Antifungal activity of plant steroids. In G. Fuller & W. D. Nes (Eds.), *Ecology and metabolism of plant lipids*. American Chemical Society Symposium 325. (pp. 286–303). Washington, DC: The American Chemical Society.
- Roddick, J. G., Rijnenberg, A. L., & Osman, S. F. (1988). Synergistic interaction between potato glycoalkaloid A-solanine and A-chaconine in relation to destabilization of cell membranes: Ecological implications. *Journal of Chemical Ecology*, 14(3), 889–902. [\[CrossRef\]](#)
- Rokka, V. M., Xu, Y. S., Kankila, J., Kuusela, A., Pulli, S., & Pehu, E. (1994). Identification of somatic hybrids of dihaploid *Solanum tuberosum* Lines and *S. brevidens* by species specific RAPD patterns and assessment of disease resistance of the hybrids. *Euphytica*, 80(3), 207–217. [\[CrossRef\]](#)
- Ronning, C. M., Sanford, L. L., Kobayashi, R. S., & Kowalski, S. P. (1998). Foliar leptine production in segregating F1, Inter-F1, and backcross families of *Solanum chacoense* Bitter. *American Journal of Potato Research*, 75(3), 137–143. [\[CrossRef\]](#)
- Rytel, E., Gołubowska, G., Lisińska, G., Pęksa, A., & Aniołowski, K. (2005). Changes in glycoalkaloid and nitrate contents in potatoes during French fries processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 879–882. [\[CrossRef\]](#)
- Rytel, E., Tajner-Czopek, A., Aniołowska, M., & Hamouz, K. (2013). The influence of dehydrated potatoes processing on the glycoalkaloids content in coloured-fleshed potato. *Food Chemistry*, 141(3), 2495–2500. [\[CrossRef\]](#)
- Sanford, L. L., Deahl, K. L., Sinden, S. L., & Ladd, T. L. (1990). Foliar solanine glycoside levels in *Solanum tuberosum* populations selected for potato leafhopper resistance. *American Potato Journal*, 67(7), 461–466. [\[CrossRef\]](#)
- Sanford, L. L., Deahl, K. L., Sinden, S. L., & Ladd, T. L. (1992). Glycoalkaloid contents in tubers from *Solanum tuberosum* populations selected for potato leafhopper resistance. *American Potato Journal*, 69(11), 693–703. [\[CrossRef\]](#)
- Sanford, L. L., Kobayashi, R. S., Deahl, K. L., & Sinden, S. L. (1997). Diploid and tetraploid *Solanum chacoense* genotypes that synthesize leptine glycoalkaloids and deter feeding by Colorado potato beetle. *American Potato Journal*, 74(1), 15–21. [\[CrossRef\]](#)
- Sarquis, J. I., Coria, N. A., Aguilar, I., & Rivera, A. (2000). Glycoalkaloid content in *Solanum* species and hybrids from a breeding program for resistance to late blight (*Phytophthora infestans*). *American Journal of Potato Research*, 77(5), 295–302. [\[CrossRef\]](#)
- Şengül, M. (2002). *Depolan Patateslerin Besin Öğelerinde ve Glikoalkaloid Seviyelerinde Meydana Gelen Değişimler*. (s. 132). (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Şengül, M., Keleş, F., & Keleş, M. S. (2004). The effect of storage conditions (temperature, light, time) and variety on the glycoalkaloid content of potato tubers and sprouts. *Food Control*, 15(4), 281–286. [\[CrossRef\]](#)
- Sharma, R. P., & Salunkhe, D. K. (1989). *Solanum glycoalkaloids*. In P. R. Cheeke (Ed.), *Toxicants of plant origin* (Vol. 1, pp. 179–236). USA: CRC Press Press.
- Sinden, S. L., Deahl, K. L., & Aulenbach, B. B. (1976). Effect of glycoalkaloids and phenolics on potato flavor. *Journal of Food Science*, 41(3), 520–523. [\[CrossRef\]](#)
- Sinden, S. L., Sanford, L. L., Cantelo, W. W., & Deahl, K. L. (1988). Bioassays of segregating plants. A strategy for studying chemical defences. *Journal of Chemical Ecology*, 14(10), 1941–1950. [\[CrossRef\]](#)

- Sinden, S. L., Sanford, L. L., & Osman, S. F. (1980). Glycoalkaloids and resistance to the Colorado potato beetle in *Solanum chacoense* Bitter. *American Potato Journal*, 57(7), 331–343. [\[CrossRef\]](#)
- Sinden, S. L., Sanford, L. L., & Webb, R. E. (1984). Genetic and environmental control of potato glycoalkaloids. *American Potato Journal*, 61(3), 141–156. [\[CrossRef\]](#)
- Skrabule, I., Muceniece, R., & Kirhnere, I. (2013). Evaluation of vitamin S and glycoalkaloids in potato genotypes grown under organic and conventional farming systems. *Potato Research*, 56(4), 259–276. [\[CrossRef\]](#)
- Smith, D. B., Roddick, J. G., & Jones, J. L. (1996). Potato glycoalkaloids: Some unanswered questions. *Trends in Food Science and Technology*, 7(4), 126–131. [\[CrossRef\]](#)
- Sotelo, A., & Serrano, B. (2000). High-performance liquid chromatographic determination of the glycoalkaloids A-solanine and A-chaconine in 12 commercial varieties of Mexican potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2472–2475. [\[CrossRef\]](#)
- Sun, F., Li, S., He, D., Cao, G., Ni, X., Tai, G., Zhou, Y., & Wang, D. (2010). Effects of glycoalkaloids from *Solanum* plants on cucumber root growth. *Phytochemistry*, 71(13), 1534–1538. [\[CrossRef\]](#)
- Swain, A. P., Fitzpatrick, T. J., Talley, E. A., Herb, S. F., & Osman, S. F. (1978). Enzymatic hydrolysis of A-chaconine and A-solanine. *Phytochemistry*, 17(4), 800–801. [\[CrossRef\]](#)
- Tajner-Czopek, A., Jarych-Szyszk, M., & Lisińska, G. (2008). Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for consumption. *Food Chemistry*, 106(2), 706–711. [\[CrossRef\]](#)
- Tajner-Czopek, A., Rytel, E., Kita, A., Pęksa, A., & Hamouz, K. (2012). The influence of thermal process of coloured potatoes on the content of glycoalkaloids in the potato products. *Food Chemistry*, 133(4), 1117–1122. [\[CrossRef\]](#)
- Tingey, W. M., & Sinden, S. L. (1982). Glandular pubescence, glycoalkaloid composition, and resistance to the green peach aphid, potato leafhopper, and potato flea beetle in *Solanum berthaultii*. *American Potato Journal*, 59(3), 95–106. [\[CrossRef\]](#)
- Usman, A. (2013). *Effect of wounding and light exposure on sterol, glycoalkaloid, and Calystegine levels in potato plants (Solanum tuberosum L. Group Tuberosum)* (Vol. 45, p. 21). Uppsala: Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Plant Biology and Forest Genetics.
- Vaananen, T. (2007). *Glycoalkaloid content and starch structure in Solanum species and interspecific somatic potato hybrids* (pp. 1–79) [Ph.D. thesis]. Helsinki: University of Helsinki.
- Valkonen, J. P. T., Keskitalo, M., Vasara, T., Pietilä, L., & Raman, K. V. (1996). Potato glycoalkaloids: A burden or a blessing? *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15(1), 1–20. [\[CrossRef\]](#)
- Wang, H., Liu, M., Hu, X., Li, M., & Xiong, X. (2013). Electrochemical determination of glycoalkaloids using a carbon nanotubes-phenylboronic acid modified glassy carbon electrode. *Sensors*, 13(12), 16234–16244. [\[CrossRef\]](#)
- Wood, F. A., & Young, D. A. (1974). TGA in potatoes. *Canada Department of Agriculture*, 1533, 1–3.
- Wszelaki, A. L., Delwiche, J. F., Walker, S. D., Liggett, R. E., Scheerens, J. C., & Kleinhenz, M. D. (2005). Sensory quality and mineral and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown red-skin potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 720–726. [\[CrossRef\]](#)
- Yang, S. A., Paek, S. H., Kozukue, N., Lee, K. R., & Kim, J. A. (2006). A-chaconine, A potato glycoalkaloid, induces apoptosis of HT-29 human colon cancer cells through caspase-3 activation and inhibition of ERK 1/2 phosphorylation. *Food and Chemical Toxicology*, 44(6), 839–846. [\[CrossRef\]](#)
- Zitnak, A., & Filadelfi, M. A. (1985). Estimation of taste thresholds of three potato glycoalkaloids. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 18(4), 337–339. [\[CrossRef\]](#)