



Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2021

Cilt (Volume) : 58

Sayı (Number) : 3

EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):

Prof. Dr. Nedim KOŞUM

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

Baş Editör (Editor-in-Chief):

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Yardımcı Editör (Associate Editor)

Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)

Prof. Dr. Necip TOSUN

Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

İndeks Editörü (Index Editor)

Doç. Dr. Gülfem ÜNAL

Teknik Editör (Technical Editor)

Araş. Gör. Dr. Çağrı KANDEMİR

ISSN 1018-8851

e-ISSN 2548-1207

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

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

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

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

Konu Editörleri (Section Editors)

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Doç. Dr. Murat KILIÇ

Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU BEKTAŞ

Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE

Doç. Dr. Deniz EROĞUL

Doç. Dr. Arzu YAZGI

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN

Doç. Dr. Sıdıka EKREN

Bitki Koruma

(Plant Protection)

Zootekni

(Animal Science)

Süt Teknolojisi

(Dairy Technology)

Tarımsal Yapılar ve Sulama

(Agricultural Structures & Irrigation)

Tarım Ekonomisi

(Agricultural Economics)

Peyzaj Mimarlığı

(Landscape Architecture)

Bahçe Bitkileri

(Horticulture)

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

(Agricultural Machinery & Technologies)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

(Soil Science & Plant Nutrition)

Tarla Bitkileri

(Field Crops)

Yayın Tarihi: 05.09.2021

Yazışma Adresi

(Correspondence Address)

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

e-mail: ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr – ziraatbasinyayin@gmail.com

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

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

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

Uluslararası Danışma Kurulu
(International Advisory Board)

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

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

Effects of different calcium oxide dipping concentrations in aroma profiles of pink lady apple cultivar during cold-storage

Farklı kalsiyum oksit konsantrasyonlarında daldırma uygulamasının depolama süresince pink lady elma çeşidinde aroma profiline etkisi

Neslihan EKİNCİ, Mehmet Ali GÜNDOĞDU, Murat ŞEKER.....305

The antimicrobial effects of probiotic and traditional yoghurts produced using commercial starter cultures on some foodborne pathogens

Bazı gıda kaynaklı patojenler üzerinde geleneksel yoğurt üretiminde kullanılan ticari starter kültürlerin ve probiyotiklerin antimikrobiyal etkisi

Özge VURAN, Nural KARAGÖZLÜ, Aslı AKPINAR.....315

Production of traditional milk jam with improved functional properties via probiotic and prebiotic

Probiyotik ve prebiyotiklerle fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş geleneksel süt reçeli üretimi

Aslı AKPINAR, Ceyda SÖBELİ, Melike Gizem ÇETİN, Merve Zeytin, Zekiye DİLEK.....325

Tokat'ta bulunan 3 ve 4 yıldızlı otellerde çalışan mutfak personelinin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeylerinin incelenmesi

Investigation of the level of food safety and hygiene knowledge of kitchen staff working in 3 and 4 star hotels located in Tokat

Sadık GÜN, Perihan KENDİRCİ.....335

Buğdayda septorya yaprak lekesi hastalığına (*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous) karşı bazı buğday çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi

Evaluation of the reactions of some varieties of wheat against septoria leaf blotch disease (*zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)

Yeşim EĞERCİ, Ömer ÖZTÜRK, Hakan HEKİMKAN347

Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa*) verim ve kalitesine etkisi

The effect of different nitrogen dosage applications on the yield and quality of black cumin (*Nigella sativa*) in Kahramanmaras conditions

Harun KIZILYILDIRIM, Osman GEDİK.....355

Harran Ovası'nda çiftçi koşullarında sulamadan dönen sularda kalite-kantitenin izlenmesi ve su uygulama randımanının saptanması

Monitoring of quality-quantity and determination of water application efficiency in water returning from irrigation under farmer conditions in Harran Plain

Sabri AKIN, Mehmet ŞİMŞEK365

Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi

The effect of using different starter cultures on textural and viscosity properties of yoghurt

Ecem AKAN, Oktay YERLİKAYA, Derya SAYGILI, Özer KINIK377

Seralarda fotosentez amaçlı kullanılan farklı LED ışık kaynaklarının FAR dağılım düzeylerinin belirlenmesi

Determination of PAR distribution uniformity of different LED light sources used in photosynthesis in greenhouses

Vedat DEMİR, Hüseyin YÜRDEM, Tuncay GÜNHAN, H. Baki ÜNAL, Barış UZUN385

Antalya ili Demre ilçesi biber yetiştiriciliğinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Cucumber mosaic virus* (CMV) etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi

Determination and prevalence of Tomato spotted wilt virus (TSWV) and Cucumber mosaic virus (CMV) in pepper production areas in Demre district of Antalya

Mehmet BEŞKEÇİLİ, Nihan GÜNEŞ, Mustafa GÜMÜŞ399

Ekim makinalarında tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesi için elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin geliştirilmesi

Development of electronic weighing and evaluation system for determining seed and fertilizer flow characteristics in seeders

Arzu YAZGI, Tuncay GÜNHAN407

Bazı fakültatif buğday genotiplerinin farklı çevrelere tepkileri

Response of some facultative wheat genotypes to different environments

İrfan ERDEMCİ, Hüsnü AKTAŞ, Mehmet KARAMAN421

Uşak ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pire zararlarını belirlemeye yönelik bir ön çalışma

A preliminary study to identify flea damages at small ruminant farms in Uşak province

Salih SEZER, Çağrı KANDEMİR, Gülşah AKGÜL, Ebru KARAKAYA BİLEN, Cemal ÜN, Turgay TAŞKIN431

Üreticilerin gelir ve finans durumları, alternatif finans önerileri üzerine bir araştırma

A research on farmers' income and financial status, and alternative finance proposals

Onur TERZİ, Mehmet Metin ARTUKOĞLU445

DERLEMELER (REVIEWS)

İklim değişikliğinin Türkiye'de bağcılık üzerine etkileri

Effects of climate change on viticulture in Turkey

Oğuzhan SOLTEKİN, Ahmet ALTINDIŞLI, Burçak İŞÇİ457

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):305-313
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.771770>

Neslihan EKİNCİ^{1*} 

Mehmet Ali GÜNDOĞDU¹ 

Murat ŞEKER¹ 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University,
Agricultural Faculty, Horticulture
Department, Çanakkale/Turkey

* Corresponding author:
nekinci@comu.edu.tr

Effects of different calcium oxide dipping concentrations in aroma profiles of pink lady apple cultivar during cold-storage

Farklı kalsiyum oksit konsantrasyonlarında daldırma uygulamasının depolama süresince pink lady elma çeşidinde aroma profiline etkisi

Received (Alınış): 20.07.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 19.11.2020

ABSTRACT

Objective: The aim of this research was to assess the profile of volatile compounds changes during the cold storage in 'Pink Lady' apples.

Material and Methods: Six-year-old Cripps Pink (Pink Lady) fruits of apple trees grafted onto M9 rootstock were used as a plant material for this study. The trees were in a commercial orchard in Çanakkale-Turkey. Fruits were carefully picked up by hand at the commercial harvesting time. The fruits were dipped into calcium oxide solutions (concentrations of 2 and 4%) during three minutes. Control fruits were exposed to distilled water. Fruits were stored at 0°C and 90% relative humidity for 6 months. The aroma profiles of apples determined by GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry) analysis followed by liquid-liquid extraction. Stored fruits were analyzed for their volatile contents at the 2nd, 4th and 6th months.

Results: Fresh fruits at harvest period contained 15 volatile compounds in total. However, higher levels of aroma volatile compounds were detected in 6 months of cold storage. According to the chromatography results, control fruits had 24 volatile compounds, 2% CaO treated fruits had 25 volatiles and 4% CaO treated fruits had 27 volatile compounds at the end of the 6 months of cold storage. Apples at the initial stage produced an abundance of hexyl acetate (4.56%), butyl acetate (3.83%), and hexyl hexanoate (1.68%), which confer typical apple aroma characteristics. Mostly, ester production exhibited a fairly broad peak, declining as fruit aged. Isobutyric acid, allyl ester (initial 0.55%) was lower at the beginning of the storage compare to the end of storage (control fruits 0.06%, 2%CaO 0.13%, 4% CaO 0.20%).

Conclusion: CaO applications especially 4% concentration had deformation effect on epidermal layer cells on fruit surface. As a result, CaO applications had a significant effect on aroma enhancement in Pink Lady apples during cold storage.

ÖZ

Amaç: Çanakkale'de yürütülen çalışmada, 6 yaşında, M9 anacı üzerine aşılanmış Cripps Pink (Pink Lady) çeşidi meyveler kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Üretici meyve bahçesinden hassas bir şekilde hasat edilen meyveler, %2 ve %4 dozlarında kalsiyum oksit solüsyonuna, 3 dakika süresince daldırılmıştır. Kontrol meyveleri, aynı süre, saf suya daldırılmıştır. Meyveler, 0°C ve %90 oransal nemde 6 ay depolanmıştır. Çalışmanın amacı, kalsiyum oksit uygulamalarının Pink Lady elma çeşidi meyvelerinin depolama süresince, aroma bileşenleri üzerine etkisini belirlemektir. Aroma bileşenleri, GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry) ile sıvı-sıvı ekstraksiyon metoduna göre yapılmıştır. Analizler, depolamanın başlangıç, 2. ay, 4. ay ve 6. ayında yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Taze meyvelerde başlangıçta toplam 15 aroma bileşeni görülürken, 6. ayın sonunda çok daha yüksek bileşen elde edilmiştir. Kontrol meyveleri 24 bileşen, %2 CaO uygulanan meyveler 25, ve %4 CaO uygulaması 27 aroma bileşeni göstermiştir. Depolamanın başlangıcında hekzil asetat (%4.56), bütül asetat (%3.83) ve heksanoik asit heksil ester (%1.68) gibi tipik meyve aromalarını vermiştir. Meyvelerin yaşlanmasıyla, ester üretimi de azalış göstermektedir. Propanoik asit 2-metil-2-propenil asetat (başlangıçta %0.548) yüksek değerdeyken, 6. ayın sonunda dah düşük değerler göstermiştir (kontrol %0.064, %2 CaO %0.127, %4 CaO %0.203).

Sonuç: CaO uygulamaları, özellikle %4 CaO, epidermal yüzeyde deformasyon meydana getirmektedir. Sonuç olarak CaO uygulamalarının Pink Lady elma çeşidinde aroma gelişimi üzerine etkisi önemli olmuştur.

Keywords: Aroma, Volatile Compounds, Chromatography, Post-Harvest, Esters

Anahtar sözcükler: Aroma, Uçucu bileşenler, Kromatografi, Hasat sonrası, Esterler

INTRODUCTION

Production of aroma volatile compounds is an important factor determining quality of fruit produce and is directly influenced by fruit maturity (Mattheis et al., 1991). Flavor is one of the most important criteria of fruit quality. The formation of flavor and aroma compounds in fruits is a dynamic process, volatile substances are continuously synthesized and developed during fruit growth and ripening. Volatile composition changes qualitatively and quantitatively (Amira, 2011). Aroma compound analysis plays an important role in the process of quality apple breeding. The aroma of a fruit is the result of a complex mixture of esters, alcohols, aldehydes, terpenoid compounds and etc. (Nie et al., 2006).

Increment in tissue calcium (Ca) content by postharvest Ca treatment reduces disorders and maintains storage quality of whole fruit including apple (Saftner et al., 1998; Mordoğan and Ergun, 2001), ethylene production (Conway and Sams, 1987), to inhibit respiration and ethylene production rates and to persistent inhibitory effect on volatile production (Brackmann, 1993), the factor considered most likely responsible for diminished apple flavor (Knee and Hatfield, 1981). Postharvest injection of CaNO₃ solution into the core of apples has been shown to non-significant inhibit quality-associated volatile production (Wills, 1972). Genotype is a major factor accounting for the phenotypic differences in the composition of the volatile fraction emitted by fruit, as significant qualitative and quantitative variation is found among apple and pear cultivars (Young et al., 2004). Aromatic compound analysis plays an important role in the process of quality apple breeding. The aroma of a fruit is the result of a complex mixture of esters, alcohols, aldehydes, terpenoid compounds, etc. The concentration of volatile compounds and their types show great changeability in apple under different ecological conditions of Turkey (Duran, 2013).

'Pink Lady', is very popular, late maturing apple (*Malus × domestica* Borkh.) cultivar increasingly grown in many apple-producing areas of the world owing to its excellent flavor and sensory attributes. Commercial interest is thus focused on developing suitable criteria for harvest maturity as well as appropriate storage procedures in order to assure quality of final produce (Villatoro et al., 2008). Fruits of 'Pink Lady' apple cultivar has flesh and excellent flavor and it is firm, crisp and juicy (Corrigan, 1997). Production of aroma volatile compounds is an important factor determining final sensory quality of fruit produce and hence consumer satisfaction and influenced by maturity (Mattheis, 1991). Whereas deficient aroma production in immature fruit, suggested to arise from low rates of precursor synthesis, is gradually overcome as fruit approach the optimal harvest date (Song and Bangerth, 1994),

In this study, 2% and 4% CaO treated fruits are stored at the cold storage during the 6 month. 2nd, 4th and 6th month aroma volatile compounds were detected by GC-MS. It is investigated differences aroma volatile content among treatments and storage period.

MATERIAL and METHOD

Plant material

Six year old Cripps Pink® (Pink Lady) apple trees which grown in a commercial orchard (40°24'04" N and 26°24'35" E, just 35 m above sea level) in Çanakkale (Turkey), were used as plant material. The trees were randomly selected from unblemished trees showing general characteristics of the apple cultivar. The fruits were carefully harvested by hand. Starch content of the harvested apples was determined by standard procedures using a starch index (1 to 8, Generic Starch Iodine Index Chart for Apples). When the average starch index reached 5, the fruits were picked up for the experiment.

Control fruits of 'Pink Lady' apple cultivar were exposed to distilled water. Experiment fruits were dipped into solutions of calcium oxide (both at the concentrations of 2 and 4%) containing 0.5% of Tween 20 during three minutes. The fruits stored later at 0°C and 90% relative humidity for 6 months. Aroma volatiles contents were analyzed on the fruits taken out of at the 2nd, 4th and 6th months.

Determination of Volatile Compounds

The volatile compounds of the stored apples were determined by GC/MS analysis followed by liquid-liquid extraction. Liquid-liquid extraction was performed by using of diethyl ether solvent. Each extraction

included two replications and each replication contained 100 g apple puree obtained by using a liquidizer (homogenizer). 100 mL diethyl ether solvent was added into the Erlenmeyer flask with 100 g apple puree. After solvent treatment, the extract was concentrated to 1 mL with a centrifuge and concentrator. Then the solvent was directly injected into a gas chromatograph for volatile compounds (Solis-Solis et al., 2007).

The amount of the aroma volatile determined with a gas chromatograph-mass spectrometer (Shimadzu QP2010 GC/MS) fitted with a DB-WAX column (30 m x 0.25 mm ID, 0.25 μ m film thickness; J & W, USA). Identification of volatile content was carried out by mass spectrometry using a mass spectrometer set at 280°C of capillary direct interface temperature, the ionization energy of the mass spectrometer was programmed for 70 eV. Besides the ion source temperature was set at 250°C and 40-350 amu of mass interval and 666 amu s⁻¹ scan rate. WILEY and NIST libraries were used for identification of compounds. One microliter samples were injected in 1:50 split ratio (with 280°C injection temperature) by an auto injector. Initially, the column temperature was set at 40 °C for 2 min. After the column reached at 280°C by 10°C min⁻¹ and held for 10 min.

RESULTS and DISCUSSION

15 volatile constituents including 5 alcohols (61.06%), 6 esters (11.68%), 1 aldehyde compound (0.54%), 1 alkane compound (0.85%) and 2 other compounds (25.87%), were detected at harvest stage of Pink Lady apple fruits. According to the obtained results, 55 volatile compounds including 19 alcohol, 24 ester, 6 aldehydes, 3 alkanes and 3 other compounds were identified in fruits of Pink Lady cultivar at this research (Table 1, Table 2 and Table 3).

Table 1. Effects of dipping of different CaO concentrations on volatile compounds of 'Pink Lady' apple cultivar (alcohol compounds) during the storage

Çizelge 1. Hasat sonrası farklı dozlarda CaO uygulamalarının 'Pink Lady' elma çeşidinin depolama süresince aroma bileşenlerine (alkol bileşenleri) etkileri

Aroma Volatiles	Harvest Time	2 nd Month			4 th Month			6 th Month		
		Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO
Ethyl alcohol	0.04	1.22	0.64	1.03	20.87	13.76	19.36	64.19	63.11	56.78
1-Propanol	0.69	0.95	0.59	0.82	0.74	0.86	0.76	0.06	0.11	0.11
1-Hexanol	5.41	14.44	11.53	12.33	6.28	3.77	4.36	2.55	3.04	4.07
2-Butanol	0.00	0.00	0.53	0.59	0.33	0.38	0.51	0.00	0.00	0.00
1-Butanol	0.00	8.79	8.00	7.46	4.12	3.34	5.06	0.00	0.00	0.00
3-Phenyl-2-butanol	0.00	0.00	0.26	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-Methyl-1-butanol	0.00	2.57	2.22	2.24	0.93	0.79	1.02	0.00	0.00	0.00
2-Pentanol	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
1-Pentanol	0.00	0.00	0.26	0.18	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
2-Hexenol	0.00	1.30	1.04	1.20	0.37	0.12	0.00	0.05	0.03	0.03
3-Hexanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.12	0.36	0.07	0.03	0.07
1-Undecanol	0.00	0.00	0.00	2.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	0.08
1,3-Octanediol	2.32	17.63	13.46	14.88	18.11	12.61	17.76	0.00	0.00	0.00
Phenol,2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl	0.00	0.00	0.67	0.00	0.36	0.00	0.00	8.25	2.56	5.13
1-Hexen-3-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04
Phenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	2.67	2.62
Farnesol	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tridecanol	0.00	1.24	1.82	1.75	1.74	2.16	0.71	0.00	0.00	0.00
10-Nonadecanol	52.60	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	2.87	1.62	0.48	0.81
Total Alcohol Areas (%)	61.06	48.14	41.98	44.49	55.38	38.02	52.77	78.55	72.11	70.74

*Percentage obtained by MS peak area normalization.

The alcohols were ethyl alcohol (0.04%), 1-propanol (0.07%), 1-hexanol (5.41%), 1,3-octanediol (2.32%), and 10-nonadecanol (52.60%). The esters were butyl hydroxyacetate (0.68%), butyl acetate (3.86%), hexyl acetate (4.60%), 2-methyl-2-propenyl ester (0.55%), propanoic acid 1-methyl ester (0.31%), hexanoic acid hexyl ester (1.68%). The aldehyde was trans-2-hexenal (0.54%) and the other compounds were toluene (1.03%) and alpha farnesene (24.84%).

According to the obtained results of storage periods, volatile compounds were changed in both of qualitative and quantitatively. While initial alcohol content was around 61.06%, its content decreased at the 2nd month of storage. Control fruits had more alcohols levels than CaO treatments (Table 1). Total alcohol content increased at the end of 4th and 6th month storage. However, among the treatments resulted similarly. Ethyl alcohol was increased significantly, during the storage period. Especially, 4th and 6th month resulted higher level of ethyl alcohol. Control fruits were resulted 64.19% while 2% CaO 63.11%, 4% CaO 56.78% showed the lowest content of ethyl alcohol. Initially, 10-nonadecanol was observed at very high amounts. However, according to analysis 2nd month were not detected for 10-nonadecanol. 4th and 6th month increased too slight. Alcohol precursors paralleled that of the corresponding esters for 'Gala' (Fellman, 2000) and 'Fuji' (Lara, 2006; Gur, 2019).

Some alcohol compounds such as tridecanol, 1-butanol and 2-hexanol were not detected in initial stage of study, when they were appeared in 2nd and 4th month. These alcohol compounds synthesized were detected at 2nd and 4th months, as they are components that are synthesized upon maturation and form the desired aroma compounds in fruits. However, these compounds were not identified in 6th month of cold-storage, because of over-ripe (Dixon and Hewett, 2000).

The levels of methanol and ethanol sources in fruit increased steadily throughout ripening, with esters formed from ethyl alcohol predominating from the half-ripe through the senescence phases. The alcohol dehydrogenase (ADH) activity in the mesocarp increased dramatically during the early ripening stages, whereas ATT was active throughout ripening (Fuggate et al., 2010; Yang et al., 2011).

Most alcohols and carbonyls tended to continuously decrease during ripening. 2-methyl 4-pentyl 1,3-dioxane is the condensation product between acetaldehyde generated from fermentation and 1,3 octanediol, an unusual alcohol which occurs naturally (and also in glycosidic form) in apples and pears (Beurle et al 1996; Beurle and Schwab, 1997). Therefore, according to Kavvadis et al. (1999); the 1,3-dioxanes were chemically formed from the natural apple ingredients (R)-octane-1,3-diol, (R)-5(Z)-octene-1,3-diol, (3R,7R)- and (3R,7S)-octane-1,3,7-triol and the respective aldehydes and ketones, which were produced either by the apples (Paillard 1990) or by the yeast fermentation of the apple juice. The dioxanes exhibit a weak "green note" flavor so they might contribute to the overall flavor of cider by decreasing the concentration of undesirable aldehydes and ketones by converting them into compounds with pleasant arom (Kavvadias et al., 1999).

Ester compounds were largely predominant in the aroma profile. According to many researchers ester compounds are the most important compounds that are contribute to the aroma of ripe apples (Dimick et al., 1983; Rowan et al., 1996; Rowan et al., 1999; Dixon and Hewett, 2000; Vallat et al., 2005; Mattheis et al., 2005; Espino-Diaz et al., 2016). In this research, ethyl acetate were not determined at harvest time. 2nd and 4th month increased. However end of the 6 month haven't observed (Table 2). The maximum level of ester compounds obtained at 4% CaO (3.79%) end of the 4th month. Control fruits (3.32%) and 2% CaO (3.11%) were lower. 1-chloroethyl acetate is determined only, end of the storage. 4% CaO, 2% CaO and control (0.12%, 0.10% and 0.09%) fruits were given respectively.

The beta-oxidation pathway provides alcohols and acyl co-enzyme, acyl (CoA), which are the main precursors for volatile ester production. Acyl CoAs are reduced by acyl CoA reductase to produce aldehydes, which in turn are reduced by alcohol dehydrogenase (ADH) to form alcohols that are converted to esters via the action of aspartate amino transferase (AAT) (Song and Bangerth, 1994; Dixon and Hewett, 2000; Espino-Diaz, 2016). In the previous researches, it was explained that 2-methylbutyl acetate, butyl acetate, ethyl-2-methylbutanoate, hexyl-2-methylbutanoate were the main ester compounds in 'Royal Gala', 'Golden Delicious', 'Fuji', 'Mondial Gala' and 'Pink Lady' apple cultivars (Song et al., 1996; Young et al., 1996; Lara et al., 2007; Lopez et al., 2007; Echeverria et al., 2008; Salas et al., 2011; Gur, 2019).

Researchers (Espino-Diaz et al., 2016) were stated that hexyl acetate as red apple and pear flavor, butyl acetate as banana and red apple flavor and 2-methylbutyl acetate as apple flavor. According to De Pooter et al. (1983), 'Golden Delicious' apples treated with hexanal and hexanoic acid vapors had increased hexyl, butyl, and ethyl esters (Dixon and Hewett, 2000). However, yellow-skinned apple varieties have been reported to produce mainly acetate esters and red-skinned varieties mostly butanoate esters; butyric acid is rapidly transformed by β -oxidation into acetic acid, forming acetate esters (Paillard, 1979).

Table 2. Effects of dipping of different CaO concentrations on volatile compounds of 'Pink Lady' apple cultivar (ester compounds) during the storage.

Çizelge 2. Hasat sonrası farklı dozlarda CaO uygulamalarının 'Pink Lady' elma çeşidinin depolama süresince aroma bileşenlerine (ester bileşenleri) etkileri

Aroma Volatiles	Harvest Time	2 nd Month			4 th Month			6 th Month		
		Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO
Ethyl acetate	0.00	3.35	2.88	3.61	3.32	3.11	3.79	0.00	0.00	0.00
Butyl hydroxyacetate	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.10	0.16
Propyl acetate	0.00	0.33	0.39	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-Chloroethyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.10	0.12
Propanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.06
Butyl acetate	3.86	1.37	1.72	2.09	1.06	1.36	1.51	0.11	0.36	0.28
Isoamyl acetate	0.00	0.87	1.02	1.16	0.43	0.44	0.34	0.00	0.00	0.00
2-Methylbutyl acetate	0.00	0.00	0.00	0.25	0.23	0.24	0.34	0.00	0.00	0.00
2-Propenyl hexanoate; 2-propenyl ester	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Hexyl acetate	4.60	5.21	4.67	5.82	2.85	2.40	2.48	0.00	0.00	0.00
Isobutyric acid, allyl ester	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13	0.20
2-Hexenyl Acetate	0.00	0.33	0.32	0.54	0.14	0.04	0.00	0.63	0.36	0.18
Hexyl propionate	0.00	0.37	0.53	0.51	0.14	0.10	0.00	2.37	4.59	4.66
Isopropyl propionate	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Butyl hexanoate	0.00	0.68	0.79	0.68	0.74	0.87	0.91	0.00	0.00	0.00
Hexyl butanoate	0.00	1.15	1.03	1.01	0.94	0.77	0.94	0.00	0.00	0.00
Hexyl 2-methylbutanoate	0.00	2.13	1.78	1.44	0.59	0.62	0.66	0.00	0.00	0.00
Hexyl hexanoate	1.68	2.93	3.05	2.90	3.29	3.79	4.01	0.27	0.57	0.53
Isobutyl caprylate	0.00	0.00	0.00	0.35	0.44	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Hexyl Octanoate	0.00	0.00	0.00	0.43	0.49	0.41	0.48	0.15	0.00	0.00
Pentyl propanoate	0.00	1.61	1.19	1.18	1.22	0.85	1.25	0.00	0.00	0.00
11,13-Tetradecadien-1-ol acetate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.30	0.81
Ethyl linoleate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-Methylcyclohexyl propionate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	0.56	0.18
Total Esters Area (%)	11.68	20.33	19.57	22.37	17.00	15.46	16.71	6.74	7.25	7.18

*Percentage obtained by MS peak area normalization.

At harvest time, individual straight chain 2-methylbutyl acetate were high (3.86%). During the cold storage, butyl acetate content slightly decreased. 2nd and 4th month 4% CaO higher than 2% CaO and control fruits. End of the storage, 2% CaO more than, 4% CaO and control fruits (Table 2). CaO treatments had not effective on reducing of butyl acetate. On the contrary, it caused increasement of ester. Isoamyl acetate was not determined at harvest time. 2nd and 4th month was seen in the experiment. 2nd month 4% CaO, 4th month 2% CaO applications were higher compound.

2-methylbutyl acetate was not determined at harvest time. 2nd month only 4% CaO application gave a low level of compound (0.25%). 4th month 4% CaO (0.34%), 2% CaO (0.24%) and control fruits (0.23%) were given 2-methylbutyl acetate, respectively.

2-Propenyl hexanoate; 2-propenyl ester, was not determined at harvest time. 2nd month, 2% CaO and 4% CaO 4th month, only 2% CaO treatments gave to 2-propenyl hexanoate; 2-propenyl ester.

Hexyl acetate, at harvest time determined 4.60%. 2nd month increased of compound. 4% CaO treatment gave to high percentage (5.82%), control fruits (5.21%), 2% CaO (4.67) treatments respectively. 4th month, ester content decreased, 6th month, was not determined to hexyl acetate.

2-hexenyl acetate was not determined at harvest stage. 2nd month 4% CaO higher compound content. 4th and 6th month, control fruits gave to higher 2-hexenyl acetate.

Hexyl propionate was not determined at harvest time. 6th month, 4% CaO the highest compound hexyl propionate ester determined. 2% CaO and control fruits gave to lower content. Isopropyl propionate is determined only at initial.

Butyl hexanoate was not determined at harvest time and 6th month. Second month 2% CaO, 4th month, 4% CaO treatments determined higher ester.

Hexyl butanoate was not determined at harvest time and 6th month. 2nd and 4th month control fruits were given higher ester.

Hexyl 2-methylbutanoate was not determined at harvest time and 6th month. 2nd month control fruits, 4th month, 4% CaO treatments gave to higher butyric acid 2-methyl-hexyl ester.

At the harvest time, 1.68% hexyl hexanoate determined. 2nd month 2% CaO (3.05%), 4th month, 4% CaO (4.01%), 6th month, 2% CaO (0.57%) treatments were higher than 4% CaO (0.53%) and control fruits (0.27).

Iso butyl caprylate was determined at the end of the 2nd month, only 4% CaO treatments and 4th month, control and 2% CaO treatments.

Hexyl octanoate, 2nd month, 4% CaO, 4th month, control fruits were higher than 4% CaO and 2% CaO treatments. 6th month only control fruits showed to hexyl octanoate.

2-Methylcyclohexyl propionate was determined only end of the cold storage.

Total ester content examined in this research. 2nd month gave the 4% CaO, 4th month, control fruits, 6th month 2% CaO showed to higher content of esters during the cold storage.

Trans-2-hexenal (E-2-hexenal) compound was the only identified aldehyde component at the harvest time (%0.54) (Table 3). Ratio of total aldehyde compounds in 2nd month 4% CaO, 2% CaO and control treatments were determined 2.19%, 0.83% 0.52%, respectively. Aldehydes in 4th month of storage 4% CaO, 2% CaO and control treatments were quantified 0.88%, 0.76%, 1.37%, respectively. Last storage period (at the 6th month) total aldehyde ratio increased dramatically in all treatments, 2% CaO (9.90%), control (6.53%), 4% CaO (4.37%), respectively. The higher concentration of aldehydes was found to correspond with increased green/grassy odor of apple juice (Komthong et al., 2007). E-2-hexenal and the increased content of acetate esters which were well corresponded with the green and sweet aroma intensity, respectively (Komthong et al., 2006).

Initially hexatriacontane compound was the only alkane and too low content (0.85%) (Table 3). Ratio of total alkane compounds in 2nd month 4% CaO, 2% CaO and control treatments were quantified 8.63%, 19.36% and 11.05%, respectively. 4th month of storage 4% CaO, 2% CaO and control treatments were specified 9.12%, 24.27% and 9.36%, respectively. Ratio of alkane compounds changed dramatically in 2% CaO (15.05%), control (6.26%), 4% CaO (4.90%) treatments at the last storage period (at the 6th month).

Table 3. Effects of dipping of different CaO concentrations on volatile compounds of 'Pink Lady' apple cultivar (aldehydes, alkanes and other compounds) during the storage.**Çizelge 3.** Hasat sonrası farklı dozlarda CaO uygulamalarının 'Pink Lady' elma çeşidinin depolama süresince aroma bileşenlerine (aldehitler, alkanlar ve diğer bileşenlere) etkileri

Aroma Volatiles	Harvest Time	2 nd Month			4 th Month			6 th Month		
		Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO	Control	2% CaO	4% CaO
Aldehydes										
E-2-hexenal	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hexanal	0.00	0.52	0.83	1.85	0.88	0.76	1.37	0.00	0.00	0.00
2-Hexyl-2-decenal	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.15	0.07	0.08
13-Tetradecenal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	2.67
Pentadecanal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.48	1.26
14-Heptadecenal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.36	0.36
Total Aldehydes Area (%)	0.54	0.52	0.83	2.19	0.88	0.76	1.37	6.54	9.91	4.37
Alkanes										
2-Butanone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.53	0.00	0.00	0.00	0.00
Hexatriacontane	0.85	0.00	19.36	8.63	0.00	0.00	9.12	0.00	0.00	0.28
Dotriacontane	0.00	11.05	0.00	0.00	9.36	7.74	0.00	4.90	6.26	14.77
Total Alkanes Area (%)	0.85	11.05	19.36	8.63	9.36	24.27	9.12	4.90	6.26	15.05
Other Compounds										
Toluene	1.03	1.59	2.17	2.32	0.81	0.78	0.94	0.00	0.00	0.00
Xylene	0.00	0.87	1.17	1.49	0.00	0.21	0.27	0.00	0.00	0.00
Alpha-Farnesene	24.84	17.50	14.94	18.53	16.57	20.53	18.84	3.26	4.48	2.67
Total Others Area (%)	25.87	19.96	18.28	22.34	17.38	21.52	20.05	3.26	4.48	2.67

*Percentage obtained by MS peak area normalization.

Toluene, xylene and alpha farnesene were identified as other compounds (Table 3). Especially, alpha farnesene was determined too high ratio (24.84%) in harvest maturity. Its concentration was reduced during the storage. Ratio of α -farnesene compound in 2nd month of storage 4% CaO, 2% CaO and control treatments were determined 18.53%, 14.94% and 17.50%, respectively. Content of α -farnesene on 4% CaO, 2% CaO and control treatments in 4th month of cold-storage were quantified 18.84%, 20.53% and 16.57%, respectively. Ratio of α -farnesene compound decreased dramatically in 2% CaO (4.48%), control (3.26%), 4% CaO (2.67%) treatments at the last storage period (at the 6th month). Toluene and xylene compounds were changed at low ratios. Toluene and xylene reached the highest rate of 2.32% and 1.49% in treatment of %4 CaO at 2nd month, respectively.

α -Farnesene as an aromatic compound is primarily synthesized in apple skin (Kondo et al., 2005). The accumulation of α -farnesene increases during 8 to 12 weeks of cold storage, especially in scald-susceptible apple cultivars such as Granny Smith, Law Rome, and Delicious apples. These varieties typically exhibit a relatively high rate of α -farnesene synthesis shortly after they are placed in cold storage, which results in marked accumulation of sesquiterpene, including α -farnesene in the skin (Anet, 1972; Whitaker et al., 1997, 1998; Lurie and Watkins, 2012). The concentration of α -farnesene subsequently decreases and is converted to conjugated triene oxidation products during 16–24 weeks of cold storage, as pointed out by several authors (Huelin and Coggiola, 1970; Anet, 1972; Whitaker et al., 1997, 1998; Pechous et al., 2005).

CONCLUSION

CaO solutions were not resulted in reduced total volatile levels. 2% CaO and 4% CaO treatments beyond 6 months storage, cause higher total volatile levels as those in the corresponding control fruit.

The two concentrations of CaO used in this study had a similar effect on total volatile levels during cold storage. It can be concluded that CaO applications especially 4% concentration had deformation effect on epidermal layer cells on fruit surface. According to the results, 2% CaO application may be suggested for aroma enhancement due to conservative effects of fruit texture.

REFERENCES

- Amira, E.A., F. Guido., S.E. Behija., I. Manel., Z. Nesrine., F. Ali., H. Mohamed., H.A. Noureddine., and A. Lotfi. 2011. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127:1744-1754.
- Anet, E. F. 1972. Superficial Scald, A Functional Disorder of Stored Apples. IX. Effect of Maturity and Ventilation. *J Sci Food Agric* 23: 763–769.
- Beuerle, T., P. Schreier, P. Brunerie; C. Bicchi, W. Schwab. 1996. Absolute Configuration of Octanol Derivatives in Apple Fruits. *Phytochemistry*, 43, 145-149.
- Beuerle, T., W. Z. Schwab. 1997. Octane-1,3-diol and its derivatives from pear fruits. *Lebensm. Unters. Forsch. A*, 205, 215-217.
- Brackmann, A., J. Streif., F. Bangerth. 1993. Relationship between a reduced aroma production and lipid metabolism of apples after long-term controlled-atmosphere storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118:243–247.
- Conway, W.S. and C.E. Sams. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112:300-303.
- Corrigan, V.K., P.L. Hurst., G. Boulton. 1997. Sensory characteristics and consumer acceptability of 'Pink Lady' and other late- season apple cultivars. 25:1175-8783.
- De Pooter, H.L., J.P. Montens., G.A. Willaert., P.J. Dirinck., N.M. Schamp. 1983. Treatment of Golden Delicious apples with aldehydes and carboxylic acids: effect on the headspace composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31:813–818.
- Dixon, J., E.W. Hewett. 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: A Review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28:3, 155-173.
- Duran, O. 2013. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Elma Çeşitlerinde Aromatik Maddelerin Belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 52 sayfa.
- Echeverría, G., J. Graell., I. Lara., M.L. López. 2008. Physicochemical measurements in 'Mondial Gala®' apples stored at different atmospheres: influence on consumer acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 50:135–144.
- Espino-Díaz, M., D.R. Sepulveda., G. Gonzalez-Aguilar., G.I. Olivas. 2016. Biochemistry of Apple Aroma: A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 54 (4):375–394.
- Fellman, J.K., T. Miller., D. Mattinson., J. Mattheis. 2000. Factors that influence biosynthesis of volatile flavor compounds in apple fruits. *HortScience*, 35: 1026-1033.
- Fuggate, P., C. Wongs-Aree, S. Noichinda, S. Kanlayanarat. 2010. Quality and Volatile Attributes of Attached and Detached "Pluk Mai Lie" Papaya During Fruit Ripening. *Sci. Hortic.* 126, 120–129.
- Gur, E. 2019. The effects of different rootstocks on aroma volatile constituents in the fruits of 'Fuji' apples (*Malus domestica* Borkh.). *Applied Ecology and Environmental Research* 17(5):11745-11756.
- Huelin, F. E., I. M. Coggiola. 1970. Superficial Scald, a Functional Disorder of Stored Apples. V. Oxidation of α -farnesene and Its Inhibition by Diphenylamine. *J Sci Food Agric* 21: 44–48.
- Kavvadias, D., T. Beuerle, M. Wein, B. Boss, T. König. 1999. Novel 1,3-Dioxanes from Apple Juice and Cider. *J. Agric. Food Chem.* 47, 5178-5183.
- Knee, M., S.G.S. Hatfield. 1981. The metabolism of alcohols by apple fruit tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32:593-600.
- Komthong, P., N. Igura and M. Shimoda. 2007. Effect of ascorbic acid on the odours of cloudy apple juice. *Food Chemistry*, 100: 1342–1349.
- Komthong, P., T. Katoh., N. Igura., M. Shimoda 2006. Changes in the odours of apple juice during enzymatic browning. *Food Quality and Preference*, 17: 497-504.

- Kondo, S, S. SETHA, D. R. Rudell, D. A. Buchanan, J. P. Mattheis. 2005. Aroma Volatile Biosynthesis in Apples Affected by 1-MCP and Methyl Jasmonate. *Postharvest Biol Technol* 36: 61–68.
- Lara, I., G. Echeverría., J. Graell., M.L. López. 2007. Volatile emission after controlled atmosphere storage of Mondial Gala apples (*Malus domestica*): relationship to some involved enzyme activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:6087–6095.
- Lara, I., J. Graell., M.L. López., G. Echeverría. (2006). Multivariate analysis of modifications in biosynthesis of volatile compounds after CA storage of 'Fuji' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 39: 19–28.
- Lopez, M.L., M.T. Lavilla., M. Riba., M. Vendrell. 1997. Comparison of Volatile Compounds In Two Seasons In Apples: Golden Delicious And Granny Smith. *Journal of Food Quality*, 21: 155-166.
- Lurie, S., C. Watkins. 2012. Superficial Scald, Its Etiology and Control. *Postharvest Biol Technol* 65: 44–60.
- Mattheis, J.P., J.K. Fellman., P.M. Chen., M.E. Patterson.1991. Changes in headspace volatiles during physiological development of 'Bisbee Delicious' apple fruit. *J. Agric. Food Chem.* 39:1902–1906.
- Mordoğan, N., S. Ergun. 2001. Elma Meyvesinin Organik Asit İçerikleri ile Bitki Besin Elementleri Arasındaki İlişkiler. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 38(2-3):111-118
- Nie, L.C., J.S. Sun., H.J. Chen., X.W. Zou. 2006. Study on fruit aroma of different apple cultivars. *Scientia Agricultura Sinica*, 39: 641-646.
- Paillard, N. M. M. 1990. The flavour of apples, pears and quinces. In *Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits*; Morton, I. D., MacLeod, A. J., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1-42.
- Paillard, N.M. 1979. Biosynthesis of apple volatiles: formation of alcohols and esters from fatty acids. *Phytochemistry*. 18: 1165–1171.
- Pechous, S. W., C. B. Watkins, B. D. Whitaker. 2005. Expression of α -farnesene Synthase Gene AFS1 in Relation to Levels of α -farnesene and Conjugated Trienols in Peel Tissue of Scald Susceptible 'Law Rome' and Scald Resistant 'Idared' Apple Fruit. *Postharvest Biol Technol* 35: 125–132.
- Saftner, R.A., W.S. Conway., C.E. Sams. 1998. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance, and fruit-surface injury in 'Golden Delicious' apples. *American Society for Horticulture Science*, 123: 294–298.
- Salas, N.A., F.J. Molina-Corral., G.A. Gonzalez-Aguilar., A. Otero., D.R. Sepulveda., G.I. Olivas. 2011. Volatile production by 'Golden Delicious' apples is affected by preharvest application of aminoethoxyvinylglycine. *Scientia Horticulturae (Amsterdam)*, 130 (2):436–444.
- Solis-Solis, H.M., M.C. Santoyo., S.S. Golindo., G.L. Solano., and J.A.R. 2007. Characterization of aroma potential of apricot varieties using different extraction techniques. *Food Chemistry*, 105:829-837.
- Song, J., F. Bangerth. 1994. Production and development of volatile aroma compounds of apple fruits at different times of maturity. *Acta Horticulturae*. 368: 150-159.
- Song, J., F. Bangerth. 1996. The effect of harvest date on aroma compound production from 'Golden Delicious' apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biology and Technology*, 8:259–269.
- Villatoro, C., R. Altisent., G. Echeverria., J. Graell, J., M.L. Lopez, I. Lara. 2008. Changes in biosynthesis of aroma volatile compounds during on-tree maturation of 'Pink Lady®' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 47: 286-295.
- Whitaker, B.D., T. Solomos, D. J. Harrison. 1997. Quantification of α -farnesene and Its Conjugated Trienol Oxidation Products from Apple Peel by C18-HPLC with UV Detection. *J Agric Food Chem* 45: 760–765.
- Whitaker, B.D., T. Solomos, D. J. Harrison. 1998. Synthesis and Oxidation of α -farnesene During High and Low O₂ Storage of Apple Cultivars Differing in Scald Susceptibility. *Acta Hort* 464: 165–171.
- Wills, R. B. H. 1972. Effect of calcium on the production of volatiles by apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23:1131–1134.
- Yang, C.X.; Y. J. Wang, B. H. Wu, J. B. Fang, S. H. Li. 2011. Volatile Compounds Evolution of Three Table Grapes with Different Flavor During and After Maturation. *Food Chem.* 128, 823–830.
- Young, H., J.M. Gilbert., S.H. Murray., R.D. Ball, 1996. Causal Effects of Aroma Compounds on Royal Gala Apple Flavours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71: 329-336
- Young, J.C., C.L.G. Chu, X.W. Lu., H.H. Zhu. 2004. Ester variability in apple varieties as determined by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:8086–8093.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):315-323
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.810053>

Özge VURAN¹ 

Nural KARAGÖZLÜ^{1*} 

Aslı AKPINAR¹ 

¹ Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Manisa/Turkey

* Corresponding author:
nural.karagozlu@cbu.edu.tr

The antimicrobial effects of probiotic and traditional yoghurts produced using commercial starter cultures on some foodborne pathogens

Bazı gıda kaynaklı patojenler üzerinde geleneksel yoğurt üretiminde kullanılan ticari starter kültürlerin ve probiyotiklerin antimikrobiyal etkisi

Received (Alınış): 15.10.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 19.11.2020

ABSTRACT

Objective: Although many techniques have been developed for food preservation, foodborne diseases are still an important problem. The studies aimed at solving this problem have increased in recent years using lactic acid bacteria with antimicrobial activities in foods.

Materials and Methods: In this study, the antimicrobial effects of various lactic acid bacteria species, commercial yoghurt and probiotic yoghurt cultures and their supernatants on pathogen bacteria including *Salmonella typhimurium* NRLL E4463, *Listeria monocytogenes* Scott-A, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* 6538P were examined by well diffusion and disc diffusion methods

Results: It was determined that there were no statistical differences between the well diffusion and disc diffusion methods in terms of antimicrobial effects. It was also found that all of the lactic acid bacteria in MRS broth had substantial antimicrobial activities against the pathogens in both diffusion methods; however the antimicrobial effects of the supernatants obtained from cultures developed in media prepared from 10% skim milk powder showed diversity in terms of antimicrobial activity.

Conclusion: These commercial cultures are thought to make a positive contribution with to help in the control of foodborne diseases.

ÖZ

Amaç: Gıda muhafazası için birçok teknik geliştirilmiş olmasına rağmen, gıda kaynaklı hastalıklar hala önemli bir sorundur. Gıdalarda antimikrobiyal aktiviteye sahip laktik asit bakterilerinin kullanılmasıyla son yıllarda bu sorunu çözmeye yönelik çalışmalar artmıştır.

Materyal ve Yöntem: Bu çalışmada piyasadan temin edilen çeşitli laktik asit bakterileri, yoğurt bakterileri ve probiyotik yoğurt kültürlerinin *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* Scott-A, *Salmonella typhimurium* NRLL E 4463 ve *Staphylococcus aureus* 6538P gibi patojen bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri hem kuyu difüzyon hem disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Antimikrobiyal etkiler açısından kuyu difüzyon ve disk difüzyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir. Her iki difüzyon yönteminde de MRS broth'taki laktik asit bakterilerinin tamamının patojenlere karşı önemli antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, ancak % 10 yağsız süt tozundan hazırlanan ortamlarda geliştirilen kültürlerden elde edilen süpernatantların antimikrobiyal etkileri açısından çeşitlilik gösterdiği bulunmuştur.

Sonuç: Bu ticari kültürlerin, gıda kaynaklı hastalıkların kontrolüne yardımcı olmak için olumlu bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

Keywords: Antimicrobial activity, lactic acid bacteria, pathogens, probiotics, yoghurt

Anahtar sözcükler: Antimikrobiyal aktivite, laktik asit bakterisi, patojenler, probiyotik, yoğurt

INTRODUCTION

Yoghurt, especially both set type yoghurt and stirred yoghurt, is an important dairy product with different textural properties, fat content and aroma ingredients and has been consumed since the earliest ages of humanity (Shah 2003; McKinley 2005; Pelaes Vital et al. 2015; Fazilah et al. 2018). Fermentation is a method that has been used for many years to extend the shelf-life of foods and provide a good structure and flavor in the final product. (Hashemi Gahruie et al. 2015). Yoghurt is produced using a conventional starter culture containing *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* (Tamime and Robinson 1985; Donkor et al. 2007). Some strains of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* genera are frequently used in bioyoghurt or probiotic yoghurt production as probiotic cultures. (Corbo et al. 2001; Graciela and Maria 2001; Baltova and Dimitrov 2014; Barat and Özcan, 2016). Bacteria used in probiotic yoghurts or fermented milk products must have beneficial health effects and contain a sufficient number of live cells in the products. (Fazilah et al. 2018). Probiotic bacteria found in food products include *L. acidophilus* NCFB 1748, NCFM, LA5, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *L. casei shirota*, *L. johnsonii* LA1 (Saarela et al. 2000).

Probiotic bacteria, colonizing steadily in the gastrointestinal tract, are resistant to acidic conditions of gastric fluids, bile acid, and salts. They also prevent the development of other bacteria in the intestinal tract by lactic acid production (Guarino et al. 2015; Dubreuil 2017; Prabhurajeshwar and Chandrakanth 2019). They prevent the proliferation of pathogenic microorganisms by reducing the intestinal pH, secreting bacteriocins or antimicrobial peptides, organic acids, diacetyl, acetoin, and hydrogen peroxide (Zhang et al. 2019). Probiotic microorganisms compete with pathogenic microorganisms for binding to the receptors. The same mechanism applies to nutrients found in the intestinal lumen (Coşkun 2006).

Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) strains are the cause of gastrointestinal infections. These pathogens can cause diarrhea with exotoxins, which are produced in the small intestine by these bacteria (Dubreuil 2017). Various studies have reported that cultures containing probiotic species including *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, and *Saccharomyces* have a positive effect when used in the treatment of diseases caused by enterotoxigenic *E. coli*, particularly in diarrhea (Macfarlane and Cummings 1999; Hajikhani et al. 2007; Dubreuil 2017). Numerous researchers have reported that, in various fermented milk inoculated with *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* and in some cheese types which contained Shiga-toxin-producing *E. coli*, the use of probiotic microorganisms and lactic acid bacteria inhibited the development of these pathogens (Callon et al. 2016; Haraguchi et al. 2019). For the control of antibiotic-resistant *S. typhimurium* in farm animals, as a result of administering probiotics along with feed at 10^{10} cfu/animal/day, it was observed that IgM, IgA and IgG levels increased against *S. typhimurium* infection (Naqid et al. 2015). The studies have reported that commercial strains of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* exhibited antimicrobial activity against *S. aureus*, inhibited the biofilm formation and lipase activity (Tripathi and Jha 2004; Sikorska and Smoragiewicz 2013). Edalati et al. (2019) investigated the antagonistic potential of lactic acid bacteria with probiotic potential isolated from camel's milk and reported that the isolated bacteria exhibited higher inhibitory activity against *S. aureus* subsp. *aureus* PTCC 1431 compared to that against *E. coli* ATCC 25922. It has been suggested that regular probiotic intake reduces colon tumors and prevents colon cancer. Although the anti-tumor effects have not yet been confirmed, some studies have suggested that such an effect can emerge in the case of retention, suppression and blocking of procarcinogens, enzyme activity, decrease in the intestinal flora with the decrease in pH and stimulation of the immune system by the increase in γ -interferon production (Fooks et al. 1999; Fonden et al. 2000; Rafter 2003).

The microorganism count usually measures potential efficacy of probiotics in one gram of food product. According to the regulations, probiotic products must contain a certain level of probiotic bacteria. The counts of *Bifidobacteria* and other probiotic microorganisms are recommended to be at least 10^6 - 10^7 cfu/g or cfu/ml in a 100 mL or 100 g fermented product. In order for probiotics to perform these functions, it is thought that live bacteria count should be at least 10^8 - 10^9 in the small intestine. (Rybka and Kailasapathy 1995; Oliveira et al. 2009). Foodborne poisoning and intestinal pathogens causing diarrhea are an important health concern in some developed and developing countries. The resistance to drugs

used against these bacteria has led to new strategies such as the consumption of lactic acid bacteria and probiotics along with foods. In this study, the antimicrobial effect of yoghurts prepared with commercial probiotic yoghurt cultures and traditional yoghurt culture and the supernatants of these cultures on important foodborne pathogens *Escherichia coli* O157: H7, *S. typhimurium*, *S. aureus*, and *L. monocytogenes* were determined.

MATERIALS and METHODS

Commercial starter cultures and test strains

The traditional yoghurt culture Lyfast SBS 6.33/A (SBS) containing *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* was obtained from Mayasan Biotech.(Delvo® Fresh) in Turkey. The lyophilized starter cultures, *Lactobacillus acidophilus* 145 (Visbyvac-Serie 1000), Yoghurt V1 (Visbyvac-Serie 50) containing *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and Yoghurt 709 (Visbyvac-Serie 50) containing *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* were provided from Wisby (Germany)/ Türker Co. The probiotic yoghurt starter culture DVS (50) ABT-3 (Nutrish) containing *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria* and *Lactobacillus acidophilus* 145 (ABT), was obtained as frozen pellets from Chr. Hansen's Laboratory, Inc. (Peyma). The BL culture containing *Bifidobacterium*, the LBA culture containing *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* and the BA culture containing *Bifidobacterium* and *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* were obtained from Ezal.

E. coli O157:H7, *L. monocytogenes* Scott A, *S. typhimurium* NRRL E 4463 and *S. aureus* 6538P were supplied from Ege University, Engineering Faculty, Food Engineering Department and were stored in Tryptone Soy Broth (TSB, Oxoid CM 129) at 4°C. DeMan-Rogose Sharp Broth (MRS, Difco CM 359) was used to develop the lactic acid bacteria. While Tryptone Soy Broth (TSB, Oxoid CM 129) was used to develop the pathogenic cultures, Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM 325) was used for the enumeration of the pathogenic cultures. For the enumeration of pathogens in the fermentation environment, Brilliant Green Agar (BGA, Oxoid CM 263) was used for *S. typhimurium* NRRL E 4463 while Listeria Selective Agar (LS, Oxoid CM 856) was used for *L. monocytogenes*, Sorbitol Mac-Conkey Agar (SMC, Oxoid CM 813) was used for *E. coli* O157:H7 and Baird Parker Agar (BPA, Merck, 1.05406) which was added egg yolk tellurite was used for *S. aureus* 6538P.

Preparation of starter culture and pathogen strains

For the activation of the lyophilized cultures, skim milk was prepared from sterile skim milk powder with 10% dry matter. The stock starter cultures were added according to the manufacturer's directives and were inoculated in this medium under aseptic conditions. *L. acidophilus* 145 was incubated at 37°C for 16 hours while *L. casei* subsp. *rhamnosus* (LBA), *Bifidobacterium* (BL), and the culture (BA), which contained both *L. casei* subsp. *rhamnosus* and *Bifidobacterium* were incubated at 37 °C for 24 hours. The other mixed cultures Yoghurt V1 and Yoghurt 709 cultures containing *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* and ABT Nutrish probiotic yoghurt culture containing *S. thermophilus*, *Bifidobacteria* and *L. acidophilus* were incubated at 42°C for 4 hours. Subsequently, the activated *L. acidophilus* and *L. casei* subsp. *rhamnosus* and the mixed yoghurt cultures were inoculated in media prepared from 10% skim milk powder at 2%. In comparison *Bifidobacterium* was inoculated in the same media at 10% and again left to incubate at 42°C for 4 hours. To determine the antimicrobial activity, cultures were transferred to MRS broth medium and incubated at 37°C for 18-24 hours, and, thus, a fresh culture was obtained. Pathogen cultures were inoculated separately into 10 mL of TSB and incubated at 35°C for 24 h. Cultures were transferred at least two times before use.

Antimicrobial activity

To determine the antimicrobial effects of lactic acid bacteria obtained from commercial sources on some foodborne pathogenic microorganisms, two different applications of agar diffusion methods, "well diffusion" and "disc diffusion" methods were adopted, and these two methods were compared. Lactic acid bacteria developed in media prepared from 10% skim milk powder, following their incubation periods, were centrifuged at 5000 rpm for 10 minutes, and the pH value of the supernatant

was set to 6.5 using 1 N NaOH to prevent a possible inhibitory effect other than those by bacteriocins, such as acidity. Then, the supernatant was sterilized by filtration through a membrane filter (Sartorius) with a pore diameter of 0.45 µm.

For the well diffusion method, using a sterile gel cutter, four wells with a diameter of 6 mm were aseptically spaced at equal intervals in the solidified medium. Approximately 100 µml lactic acid bacteria developed in sterile media prepared from 10% skim milk powder was inoculated into the first well while 50-100 µml lactic acid bacteria developed in MRS broth for 18-24 hours was inoculated in the second well and the supernatant which was tested for its bacteriocin content was inoculated in the third well. For the control, sterilized pure water was added to a well. Petri plates were incubated for 1 hour at room temperature to allow the fluids to be absorbed by the medium and then they were left to incubate at 37 °C for 24 hours. At the end of the incubation period, the petri plates were observed for the formation of inhibition zones (Harris et al. 1989; Gonzalez et al. 1993). In disc diffusion method, 6-mm-diameter discs were aseptically soaked with supernatant, cultures developed in media prepared from skim milk powder and MRS broth and evenly placed in Nutrient Agar (NA) media, which was previously inoculated with pathogenic bacteria. The petri plates were left to stand for one hour at room temperature and then left to incubate at 37°C for 24 hours. At the end of the incubation period, the petri plates were observed for inhibition zone formations (Özbaş and Aytaç 1996). All the analytical procedures were carried out with parallel petri plates with three repetitions.

Statistical Analyses

The Sign Test was adopted to compare the well diffusion and disc diffusion tests used to determine the antimicrobial activity (Ünver and Gamgam 1999).

RESULTS and DISCUSSIONS

The antimicrobial effects of monoculture and mixed cultures on *S. typhimurium* NRRL E 4463, *L. monocytogenes* Scott-A, *E. coli* O157:H7, and *S. aureus* 6538P are given in Table 1. As seen in Table 1, *L. acidophilus* 145 culture developed in MRS broth and media prepared from 10% skim milk powder, and its supernatant had inhibitory effects on *S. typhimurium* and *L. monocytogenes* Scott-A in both well diffusion and disc diffusion methods. *L. acidophilus* developed in MRS broth had an inhibitory effect on *E. coli* O157:H7, whereas *L. acidophilus* developed in media prepared from skim milk powder exhibited no zone formation and it was also seen that its supernatant. On the other hand, *L. acidophilus* developed in MRS broth and skim milk powder had an inhibitory effect on *S. aureus* by both methods whereas its supernatant had no effect. As a result of statistical analyses, it was found that there were no significant differences between well diffusion and disc diffusion methods. In the antimicrobial activities of lactic acid bacteria, decreasing pH due to lactic acid formation in the end product can be shown as the main reason (Axelsson 2004) while bacteriocins and organic substances produced by the lactic acid bacteria can also play an important role (Kankainen et al. 2009). Bacteriocins affect on Gram-positive pathogens, while organic acids have an effect on both Gram-positive and Gram-negative pathogens (Abee et al. 1995; Alakomi et al. 2000). *L. acidophilus* produces bacteriocins including laktocidin, acidolin, acidophilin, lactacin M, lactacin F and lactacin B. Among these bacteriocins, laktocidin has a wide range spectrum, effective on Gram-positive and Gram-negative bacteria, and shows a combined effect with organic acids and H₂O₂. It has been reported that *L. acidophilus* had an inhibitory effect on pathogens including *S. aureus*, the enteropathogenic *E. coli*, *S. typhimurium* and *C. perfringens* (Kılıç 2001). The inhibitory effects of *L. acidophilus* culture on *S. typhimurium* and *L. monocytogenes* were attributed to the bacteriocins that were thought to be produced by *L. acidophilus* and the organic acids formed in the environment. The fact that there was no supernatant activity against *E. coli* O157:H7 indicates that the bacteriocins that may form have no effect on this pathogen. Sadowska et al. (2010) have reported that *L. acidophilus* supernatants containing a bacteriocin-like substance produced had strong antimicrobial activity against *S. aureus*. Özbaş and Aytaç (1996), in line with the results obtained in the present study, have reported that *L. acidophilus* had an inhibitory effect on *L. monocytogenes* both in the product obtained as a result of the research and the supernatant in contrast, no inhibition zone was formed against *E. coli* O157:H7 in both cases. The obtained results were similar to those reported by Gonzales et al. (1993), Gupta et al. (1996), Chateau et al. (1993); Coconnier et al. (1997), and Camard et al. (1997).

Table 1. The antimicrobial effects of lactic acid bacteria on *S. typhimurium* NRRL E 4463, *L. monocytogenes* Scott-A, *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* 6538P

Çizelge 1. Laktik asit bakterilerinin *S. typhimurium* NRRL E 4463, *L. monocytogenes* Scott-A, *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus* 6538P üzerine etkisi

		<i>S. typhimurium</i> NRRL E4463			<i>L. monocytogenes</i> Scott-A			<i>E. coli</i> O157:H7			<i>S. aureus</i> 6538P		
		C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S
<i>L. acidophilus</i> 145	W	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
	D	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
<i>Bifidobacterium</i> (BL)	W	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> (LBA)	W	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Bifidobacterium</i> and <i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> (BA)	W	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
ABT (<i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> and <i>S. thermophilus</i>)	W	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	D	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
SBS (<i>L. bulgaricus</i> and <i>S. thermophilus</i>)	W	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
Yoghurt V1 (<i>L. bulgaricus</i> and <i>S. thermophilus</i>)	W	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
Yoghurt 709 (<i>L. bulgaricus</i> and <i>S. thermophilus</i>)	W	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
	D	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-

C: Culture in MRS Broth W: well diffusion (+): zone formation observed P: Product (%10 skim milk)

D: disc diffusion (-): zone formation not observed S: Supernatant of culture

Bifidobacterium developed in MRS broth showed inhibitory effects on *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* in both well diffusion and disc diffusion tests. However, the product developed in media prepared from skim milk powder and its supernatant showed no effect. Although the inhibitory effect was often less in milk compared with broth media (Daly et al. 1972), it was observed that *Bifidobacterium* species developed in both MRS broth and skim milk powder had an inhibitory effect on *L. monocytogenes* (Table 1.). However, the obtained supernatant did not form a zone, indicating that it did not show any inhibitory effect. Naidu et al. (1999) have reported that, although *Bifidobacterium* species did not produce H₂O₂ or bacteriocins, they produced acetic acid and lactic acid and associated the lack of inhibitory effects of supernatants with the lack of bacteriocin production. Fujiwara et al. (1997), similar to the present study, determined that *Bifidobacterium* species, especially *B. longum* had an inhibitory effect on the enterotoxigenic *E. coli*. Ibrahim and Bezkorovainy (1993) have reported that related with lactic acid and acetic acid production, *Bifidobacterium* species had an inhibitory effect on *E. coli*; in addition, *Bifidobacterium* species produced a lactic acid, which has a higher inhibitory effect compared to lactic acid, and the combined inhibitory effect of lactic acid and acetic acid was higher.

It was found that *L. casei* subsp. *rhamnosus* developed in MRS broth had inhibitory effects on *S. typhimurium*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, and *S. aureus* in both methods. In contrast, no inhibitory effect was observed for this bacterium when developed in media prepared from skim milk powder or for its supernatant. Özbaş and Aytaç (1996), in their study using the agar diffusion method, have reported that *L. casei* developed in MRS broth, its product obtained due to fermentation and its supernatant had antimicrobial effects on *L. monocytogenes*. However, they had no antimicrobial effects on *E. coli* O157:H7. Kamal et al. (2018) have reported that *L. rhamnosus* supernatants had strong antimicrobial activity against *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, and *Yersinia enterocolitica* but not against *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*. On the other hand, Tejero-Sariñena et al. (2012) determined that *L. rhamnosus* supernatants showed an antimicrobial activity against enterotoxigenic and

enteropathogenic (ETEC and EPEC) *Escherichia coli* including *S. typhimurium*. It was determined that the mixed culture containing *Bifidobacterium* and *L. casei* subsp. *rhamnosus* had an inhibitory effect on *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* and *E. coli* O157:H7 in both well diffusion and disc diffusion methods. The culture formed an inhibition zone against *S. aureus* in well diffusion method however; formed no inhibition zone in disc diffusion method. In addition, the product obtained using media prepared from skim milk powder had no inhibitory effects on *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* in both well diffusion and disc diffusion methods however it was effective on *L. monocytogenes*. Also, the supernatants obtained from the product had no inhibitory effects on all of the pathogenic bacteria used in the study by either methods. *L. casei* subsp. *rhamnosus* showed antimicrobial activity against all pathogens when only developed in MRS Broth, whereas it showed antimicrobial activity against *L. monocytogenes* when used in combination with *Bifidobacterium* in media prepared using 10% milk powder. It was seen that *Bifidobacterium* had higher antimicrobial activity against *Listeria*.

The probiotic yoghurt culture ABT, which contained *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* and *S. thermophilus* had inhibitory effects on *S. typhimurium* NRRL E 4463 and *L. monocytogenes* Scott-A in both MRS broth and skim milk powder media in both diffusion methods. In addition, the supernatant of this culture had an antimicrobial effect on *S. typhimurium* NRRL E 4463 and *L. monocytogenes* Scott-A in both diffusion methods. The probiotic yoghurt culture developed in MRS had an antimicrobial effect on *E. coli* O157: H7 and *S. aureus* 6538P by both methods. It was found that the product formed a zone on *E. coli* O157:H7 in well diffusion method, whereas no zone formation was observed in disc diffusion method. On the other hand, it was observed that the product had an inhibitory effect on *S. aureus* 6538P in both methods, whereas the supernatants did not affect on *E. coli* O157: H7 and *S. aureus* 6538P. Tejero-Sariñena et al. (2012) have reported that *L. acidophilus*, compared to those of other lactic acid bacteria, had a higher antimicrobial effect on *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium* and *C. difficile*. Among the *Bifidobacterium* species used in the study, *B. infantis* had the lowest antimicrobial activity whereas *B. longum*, *B. breve* and *B. bifidum* had high antimicrobial activities. The fact that ABT culture had a supernatant activity on *S. typhimurium* and *L. monocytogenes* indicated that this effect was associated with various antimicrobial substances rather than acidity. Indeed, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* and *L. acidophilus* have been reported to produce bulgarican and acidophilin that have inhibitory effects on other microorganisms (Özbaş and Aytaç, 1996). Bodnaruk et al. (1998) have reported that the yoghurt containing *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, and *L. acidophilus* delayed the development of *Y. enterocolitica* better compared to yoghurts containing the conventional yoghurt bacteria *S. thermophilus* and *L. bulgaricus*.

It was determined that the SBS culture containing the conventional yoghurt bacteria were effective on *S. typhimurium* NRRL E 4463, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* 6538P in both diffusion methods only when developed in MRS broth. When the culture was developed in media prepared from 10% skim milk powder and a supernatant was obtained from the culture, it was found that the culture and the supernatant had no inhibitory effects. As is the case in the SBS culture, it was found that Yoghurt V1 culture had inhibitory effects on pathogenic bacteria when developed in MRS broth; however the culture and its supernatant had no inhibitory effects when developed in media prepared from skim milk powder. Also, Yoghurt 709 culture, as is the case in V1 and SBS cultures, exhibited inhibitory effects on all of the pathogens when developed in MRS broth however the culture and its supernatant had no inhibitory effects when developed in media prepared from skim milk powder. When traditional yoghurt cultures SBS, Yoghurt V1 and Yoghurt 709 containing the conventional yoghurt bacteria *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* were developed solely in MRS broth medium, it was determined that the bacteria had inhibitory effects on *S. typhimurium*, *E. coli* O157: H7, *S. aureus* and *L. monocytogenes* in both diffusion methods. In parallel with the present study, Akpınar et al. (2011) found that *L. bulgaricus* isolated from homemade yoghurts showed high antimicrobial activity against *E. coli*, while *S. thermophilus* showed high antimicrobial activity against *Klebsiella pneumoniae*. Varadaraj et al. (1993) used the well diffusion method to isolate *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* from Dahi, a dairy product from India, and developed the bacteria in media prepared from 10% skim milk powder. The researchers have reported that *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* exhibited antimicrobial activity on *S. aureus* and *B. cereus*; however it had no antimicrobial effect on *E. coli*. In another study, Erdoğrul and Erbilir (2006) have reported that *L.*

delbruecki ssp. *bulgaricus* had higher antimicrobial activity against *E. coli*, *S. aureus* and *P. aeruginosa* than it had against *K. pneumonia* and *S. typhimurium*.

CONCLUSION

This study investigated the antimicrobial properties of commercial starter cultures used in fermented dairy products sold in the market. As a result, it was determined that all the cultures developed in MRS Broth (C) exhibited antimicrobial activity against the pathogenic bacteria used in the study. However, the antimicrobial activity of ABT commercial starter culture developed in media prepared from 10% milk powder (P) and their supernatant (S) was determined only against four pathogens. Furthermore, it was found that the cultures containing *Bifidobacterium* species had antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes* both in MRS Broth and media prepared from 10% milk powder. This study revealed that the commercial starter cultures used in fermented dairy products sold in the market had antimicrobial effects on some foodborne pathogens, however these effects were related to the environment in which the lactic acid bacteria was developed. Growth medium can directly affect the components synthesized by the bacteria. It is believed that taking the antimicrobial activity as a criterion into consideration for the selection of starter cultures that will be used in the production of fermented dairy products will be effective in the inhibition of pathogenic bacteria contaminated due to various reasons including inadequate heat treatment and post-heat treatment contaminations from the production line or personnel.

REFERENCES

- Abee, T., L. Krockel & C. Hill, 1995. Bacteriocins: Modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*, 28: 169-185.
- Akpinar, A, O. Yerlikaya & S. Kılıç, 2011. Antimicrobial activity and antibiotic resistance of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains isolated from Turkish homemade yoghurts. *African Journal of Microbiology Research*, 5: 675-682.
- Alakomi, H.L., E. Skytta, M. Saarela, T. Mattila-Sandholm, K. Latva-Kala & I.M. Helander, 2000. Lactic acid permeabilizes Gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and Environmental Microbiology*, 66: 2001-2005.
- Axelsson, L.2004. "Lactic acid bacteria: Classification and physiology". In S. Lahtinen, A. C. Ouwehand, S. Salminen, & A. von Wright (Eds.), *Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects* (3rd ed). Boca Raton, FL, USA: CRC Press 1-66.
- Baltova. K. & Z. Dimitrov, 2014. Probiotic and cultural characteristic of strain *Lactobacillus gasseri* 4/13 of human origin. *Biotechnology Biotechnological Equipment*, 28:1084–1088.
- Barat, A. & T. Özcan, 2016. Fermente Süt İçeceğinde Probiyotik Bakterilerin Gelişimi Üzerine Meyve İlavesinin Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (3):259-267.
- Bodnaruk, P.W., R. C. Williams & D.A. Golden, 1998. Survival of *Yersinia enterocolitica* during fermentation and storage of yogurt. *Journal of Food Science*, 63: 535-537.
- Callon, C., C. Arliguie & M. Montel, M. 2016. Control of Shigatoxin-producing *Escherichia coli* in cheese by dairy bacterial strains. *Food Microbiology*, 53: 63–70.
- Camard, M.F.B., V. Lievin, D. Brassart, J.R. Neeser, A.L. Servin & S. Hudault, 1997. The human *Lactobacillus acidophilus* Strain LA-1 secretes a nonbacteriocin antibacterial substance(s) active in vitro and in vivo. *Applied and Environmental Microbiology*, 63: 2747-2753.
- Chateau, N., I. Castellanos & M.A. Deschamps, 1993. Distribution of pathogen inhibition in the *Lactobacillus* isolates of a commercial probiotic consortium. *Journal of Applied Bacteriology*, 74: 36-40.
- Cocconnier, M.H., V. Lievin, M.F.B. Camard, S. Hudault & A.L. Servin, 1997. Antibacterial effect of the adhering human *Lactobacillus acidophilus* Strain LB. *Antimicrob Agents Chemother* 41: 1046-1052.
- Corbo, M.R., M. Albenzio, M. De Angelis, A. Sevi & M. Gobbetti, M. 2001. Microbiological and biochemical properties of Canestrato Pugliese hard cheese supplemented with *Bifidobacteria*. *Journal of Dairy Science*, 84: 551–561.

- Coşkun, T., 2006. Pre-, Pro- and Synbiotics. *Journal of Child Health Care*, 49: 128-148.
- Daly, C., W.E. Sandine & P.R. Elliker, 1972. Interactions of food starter cultures and food-borne pathogens: *Streptococcus diacetilactis* versus food pathogens. *Journal of Milk and Food Technology*, 35: 349-357.
- Donkor, O.N., A. Henriksson, T. Vasiljevic & N.P. Shah, 2007. Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of viability and in vitro angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *Le Lait* 87: 1-7.
- Dubreuil, J.D., 2017. Enterotoxigenic *Escherichia coli* and probiotics in swine: what the bleep do we know? *Bioscience of Microbiota, Food and Health*, 36: 75–90.
- Edalati, E., B. Saneei, M. Alizadeh, S.S. Hosseini, A. Zahedi & K. Taheri, 2019. Isolation of probiotic bacteria from raw camel's milk and their antagonistic effects on two bacteria causing food poisoning. *New Microbes and New Infections*, 27: 64–68.
- Erdoğan, Ö. & F. Erbilir, 2006. Isolation and characterization of *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus casei* from various foods. *Turkish Journal Of Biology*, 30: 39-44.
- Fazilah, F.N., B.A. Ariff, E.M. Khayat, K. Rios-Solis & M. Halim, 2018. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48: 387-399
- Fonden, R., G. Mogensen, R. Tanaka & S. Salminen, 2000. Culture-containing dairy products: effect on intestinal microflora, human nutrition and health- current knowledge and future perspectives. *Bulletin of the International Dairy Federation* No: 352/2000.
- Fooks, L.J., R. Fuller & G.R. Gibson, 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International Dairy Journal*, 9: 53-61.
- Fujiwara, S., H. Hashiba, T. Hirota & J.F. Forstner, 1997. Proteinaceous factor(s) in culture supernatant fluids of Bifidobacteria which prevents the binding of enterotoxigenic *Escherichia coli* to ganglioside. *Applied and Environmental Microbiology*, 63: 506-512.
- Gonzalez, S.N., M.C. Apella, N.C. Romero, M.E. Nader de Macias & G. Oliver, 1993. Inhibition of enteropathogens by Lactobacilli strains used in fermented milk. *Journal of Food Protection*, 56: 773-776.
- Graciela, F.V.D. & P.T. Maria, 2001. "Probiotic properties of Lactobacilli", In: *Food microbiology protocols*. (Eds: John F. T. Spencer Alicia L. de Ragout Spencer) Totowa: Humana Press Inc, Argentina, 173-181.
- Guarino, A., S. Guandalini & A. Lo Vecchio, 2015. Probiotics for prevention and treatment of diarrhea. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 49: 37-45.
- Gupta, P.K., B.K. Mital & S.K. Garg, 1996. Inhibitory activity of *Lactobacillus acidophilus* against different pathogens in milk. *Journal of Food Science and Technology*, 33: 147-149.
- Hajikhani, R., Y. Beyatli & B. Aslim, 2007. Antimicrobial activity of enterococci strains isolated from white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 60: 105-108.
- Haraguchi, Y., M. Goto, T. Kuda, M. Fukunaga, A. Shikano, H. Takahashi & B. Kimura, 2019. Inhibitory effect of *Lactobacillus plantarum* Tennozu-SU2 and *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* BF1 on *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* during and post fermentation of soymilk. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 9: 64-70.
- Harris, L.J., M.A. Daeschel, M.E. Stiles & T.R. Klaenhammer, 1989. Antimicrobial activity of Lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 52: 384-387.
- Hashemi Gahruei, H., M.H. Eskandari, G. Mesbahi & M.A. Hanifpour, 2015. Scientific and technical aspects of yogurt fortification. *Food Science and Human Wellness*, 4: 1–8.
- Ibrahim, S.A. & A. Bezkorovainy, 1993. Inhibition of *Escherichia coli* by Bifidobacteria. *Journal of Food Protection*, 56: 713-715.
- Kamal, R.M., M.E. Alnakip, S.F. Abd El Aal & M.A. Bayoumi, 2018. Bio-controlling capability of probiotic strain *Lactobacillus rhamnosus* against some common foodborne pathogens in yoghurt. *International Dairy Journal*, 85: 1-7.
- Kankainen, M., L. Paulin, S. Tynkkynen, I.V. von Ossowski, J. Reunanen & P. Partanen, 2009. Comparative genomic analysis of *Lactobacillus rhamnosus* GG reveals pili containing a human-mucus binding protein. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106, 17193-17198.


- Kılıç, S., 2001. "Antimicrobial properties, components and activities of lactic acid bacteria". Lactic Acid Bacteria in Dairy Industry. Ege University Faculty of Agriculture Publications No: 542.
- Macfarlane, G.T. & J. H. Cummings, 1999. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? *The BMJ* 318: 999-1003.
- McKinley, M.C., 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 58: 1–12.
- Naidu, A.S., W.R. Bidlack & R.A. Clemens, 1999. Probiotic Spectra of Lactic Acid Bacteria(LAB). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38: 13-126.
- Naqid, A.I., P.J. Owen, C.B. Maddison, S.D. Gardner, N. Foster, A.M. Tchórzewskac, R.M. La Ragionec, & C.K. Gougha, 2015. Prebiotic and probiotic agents enhance antibody-based immune responses to *Salmonella typhimurium* infection in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 201: 57–65.
- Oliveira, R.P.S., P. Perego, A. Converti & M.N. Oliveira, 2009. Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in cocultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Food Engineering*, 91: 133–139.
- Özbaş, Z.Y. & S. A. Aytaç, 1996. The effects of various *Lactobacillus* species on *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in skim milk. *Journal of biotechnology (KÜKEM)*, 19: 45-57.
- Pelaes Vital, A.C., P.A. Goto, L.N. Hanai, S.M. Gomes-da-Costa, B.A. Abreu Filho, C.V. Nakamura & P.T. Matumoto-Pintro, 2015. Microbiological, functional and rheological properties of low fat yoghurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *LWT- Food Science and Technology*, 64: 1028-1035.
- Prabhurajeshwar, C. & K. Chandrakanth, 2019. Evaluation of antimicrobial properties and their substances against pathogenic bacteria in-vitro by probiotic *Lactobacilli* strains isolated from commercial yoghurt. *Clinical Nutrition Experimental*, 23: 97-115.
- Rafter, J.. 2003. Probiotics and colon cancer. *Best Practice & Research: Clinical Gastroenterology*, 17: 849–859.
- Rybka, S. & K. Kailasapathy, 1995. The survival of culture bacteria in fresh and freeze-dried AB yoghurts. *Australian Journal of Dairy Technology*, 50: 51–57.
- Saarela, M., G. Mogensen, R. Fonden, J. Matto & T. Mattila-Sandholm, 2000. Probiotic bacteria: Safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84: 197–215.
- Sadowska, B., E. Walencka, M. Wieckowska-Szakiel & B. Różalska, 2010. Bacteria competing with the adhesion and biofilm formation by *Staphylococcus aureus*. *Folia Microbiologica*, 55: 497–501.
- Shah, N., 2003. "Yoghurt": The product and its manufacture. In: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. In B. Caballero, (Eds: L. C. Trugo & P. M. Finlas). Academic Press, New York, USA. 6252–6259.
- Sikorska, H. & W. Smoragiewicz, 2013. Role of probiotics in the prevention and treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 42: 475–481.
- Tamime, A.Y. & R.K. Robinson, 1985. "Yoghurt: Science and Technology", Oxford, Pergamon Press Ltd., Oxford, 328-364.
- Tejero-Sariñena, S., J. Barlow, A. Costabile, R.G. Gibson & I. Rowland, 2012. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a range of probiotics against pathogens: Evidence for the effects of organic acids. *Anaerobe*, 18: 530-538.
- Tripathi, V. & Y.K. Jha, 2004. Development of whey beverage with antagonistic characteristics and probiotics. *International Journal of Food Properties*, 7: 261–272.
- Ünver, Ö. & H. Gamgam, 1999. *Applied Statistical Methods*. Third publish, Siyasal Publisher Ankara, 353-361.
- Varadaraj, M.C., N. Devi, A.N. Keshav & S.P. Manjrekar, 1993. Antimicrobial activity of neutralized extracellular culture filtrates of lactic acid bacteria isolated from a cultured Indian milk product "dahi". *International Journal of Food Microbiology*, 20: 259-267.
- Zhang, C.C., Z. Yuc, J. Zhao, H. Zhang, Q. Zhai & W. Chen, 2019. Colonization and probiotic function of *Bifidobacterium longum*. *Journal of Functional Foods*, 53: 157–165.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):325-334
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.772761>

Aslı AKPINAR¹ 

Ceyda SÖBELİ^{1*} 

Melike Gizem ÇETİN¹ 

Merve ZEYTİN¹ 

Zekiye DİLEK¹ 

Production of traditional milk jam with improved functional properties via probiotic and prebiotic

Probiyotik ve prebiyotiklerle fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş geleneksel süt reçeli üretimi

Received (Alınış): 22.07.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 03.12.2020

¹ Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Manisa/Turkey

* Corresponding author:
ceyda.zengin@cbu.edu.tr

Keywords: Milk jam, probiotic, prebiotic, hazelnut paste, banana pulp

Anahtar sözcükler: Süt reçeli, probiyotik, prebiyotik, fındık ezmesi, muz püresi

ABSTRACT

Objective: In this study, 3% *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 as probiotics and 8% hazelnut paste and banana pulp as prebiotics were added to milk jam samples to produce functional milk jam. Physical, chemical, sensorial and microbiological properties of milk jam samples were discussed during 30 days of storage.

Materials and Methods: The milk jam samples were stored at +4 °C for 30 days. Physicochemical (proximate analysis, acidity, hydroxymethylfurfural (HMF), total sugar, viscosity), sensorial and microbiological analysis (*Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp *lactis* BB-12 counts) of milk jam samples were carried out on 1st, 15th and 30th days of storage.

Results: During storage, acidity, HMF, total sugar and *L. rhamnosus* and *B. lactis* BB-12 of samples were found to be 0,2-0,22%, 18,46-21,56 mg/L, 28,18 g/100 mL, 7,44-7,54 (log CFU/g) and 5,4-6,65 (log CFU/g) for control samples; 0,16-0,2%, 18,41-25,5 mg/L, 26,61 g/100mL, 7,44-7,58 (log CFU/g) and 5,6-6,54 (log CFU/g) for hazelnut paste added samples and 0,15-0,2 %, 13,6-28,65 mg/L, 24,47 g/100 mL, 7,3-7,67 (log CFU/g) and 5-6,3 (log CFU/g) for banana pulp added samples, respectively. Hazelnut paste added probiotic milk jam samples had the highest overall acceptability score (6,01) given by panellists.

Conclusion: It has been determined that probiotic microorganisms in milk jam which has high sugar content maintain probiotic effect level during 30 days storage, hazelnut added as prebiotic source contributes to viability of probiotics and ensures that products are approved and consumed.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, süt reçeline fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla probiyotik olarak %3 *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12; prebiyotik olarak %8 oranında fındık ezmesi ve muz püresi eklenmiştir. 30 günlük depolama boyunca, süt reçeli örneklerinin fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Üretilen süt reçelleri 30 gün boyunca +4°C'de depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde süt reçeli örneklerinde fizikokimyasal (genel bileşim analizleri, asitlik, hidroksimetilfurfural (HMF), toplam şeker, viskozite), duyuşsal ve mikrobiyolojik (*Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayımları) analizler gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Depolama boyunca örneklerin asitlik, HMF, toplam şeker ve *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sonuçları sırasıyla kontrol örnekleri için 0,2-0,22, 18,46-21,56 mg/L, 28,18 g/100 mL, 7,44-7,54 (log kob/g) and 5,4-6,65 (log kob/g); fındık ezmesi eklenmiş gruplar için %0,16-0,2, 18,41-25,5 mg/L, 26,61 g/100 mL, 7,44-7,58 (log kob/g) and 5,6-6,54 (log kob/g); muz püresi eklenmiş örnekler için %0,15-0,2, 13,6-28,65 mg/L, 24,47 g/100 mL, 7,3-7,67 (log kob/g) and 5-6,3 (log kob/g) olarak bulunmuştur. Fındık ezmesi eklenmiş probiyotik süt reçeli örnekleri panelistlerden en yüksek genel beğeni puanını (6,01) almıştır.

Sonuç: Yüksek şeker içeriğine sahip olan süt reçeli örneklerinde probiyotik mikroorganizmaların 30 günlük depolama boyunca probiyotik etki seviyelerini koruduğu, prebiyotik kaynağı olarak fındık ezmesi eklenmiş süt reçeli örneklerinin probiyotiklerin canlılığına katkı sağladığı ve ürünlerin kabul edilebilirliğini ve tüketilebilirliğini arttırdığı tespit edilmiştir.

INTRODUCTION

Consumers' interest in healthy foods and adoption of healthy lifestyle increases the interest in functional foods (Shori, Baba and Muniandy, 2019). Functional foods are defined as foods that possess health benefits or prevent diseases and promote a better life quality through their natural nutritional properties or by addition of functional ingredients to them (Guimarães et al., 2019; Santeramo et al., 2018). Especially production and consumption of probiotic and/or prebiotic added foods is growing rapidly as functional foods (Shori, 2015). Probiotics are the live microorganisms that confer a health benefit on the host when present in sufficient amounts (Salminen, Kneifel and Ouwehand, 2015; Tripathi and Giri, 2014) and prebiotics are the undigestible food ingredients that are selectively utilized by host microorganisms conferring a health benefit (Guimarães et al., 2019; Pop et al., 2019). Apart from these, a combination of probiotics and prebiotics called symbiotic has been found to show promising effects in the prevention of diseases (Ashwini et al., 2019).

Dairy products are the most consumed functional foods due to their natural probiotic characteristics such as yogurt, cheese and kefir (Shori, 2015). Beyond their natural properties, dairy products are also enriched with prebiotics or probiotics in order to enhance their nutritional quality. Especially, lactic acid bacteria (LAB) such as *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. play an important role in functionalising of dairy products (Ashwini et al., 2019; Ayhan and Karagözlü, 2019; Sağdıç et al., 2004; Shori, 2015). Various fruits and vegetables such as apple, kiwi, banana, onion and garlic, legumes, nuts and seeds such as almonds, coconut, peanut, sesame seeds are known as natural prebiotics that are used in functional dairy products (Ashwini et al., 2019; Pop et al., 2019).

Milk jam, also named as “dulce de leche” in Argentina and Uruguay, “arequipe” in Colombia, “manjar blanco” in Peru and “doce de leite” in Brazil, is a concentrated dairy product and especially consumed in Argentina and Brazil (da Silva et al., 2015; Gaze et al., 2015; Oliveira et al., 2009). It may be consumed pure as a dessert or with crackers, breads, in ice creams and as cake filling (Ramírez-Sucre and Vélez-Ruiz, 2011; Silva et al., 2015; Zarpelon et al., 2016). In order to produce milk jam, milk is concentrated by boiling at atmosphere pressure to total solids of 68% (minimum) and approximately 20% sucrose (glucose or saccharose) is added during evaporation (Barbosa et al., 2013; Giménez et al., 2008; Zarpelon et al., 2016). The product is usually creamy to brownish in colour, homogenous, fluid and has a characteristic taste (da Silva et al., 2015).

In this study, it was aimed to enhance functional properties of milk jam with the addition of *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB12 as probiotics and hazelnut paste and banana pulp as prebiotics; and to produce an innovative dairy product for consumers.

MATERIALS and METHODS

Production of milk jam samples

In this study, milk jam was produced following the procedure shown in Figure 1.

For milk jam production, milk, 20% sugar and 0.4% sodium bicarbonate were mixed and caramelized to 50 Bx°. After evaporation process at 90 °C, milk jam was cooled to 50 °C and filled to glass jars. Then milk jam was pasteurized at 85 °C for 20 min and cooled to 40 °C. Probiotic cultures (Christian-Hansen, Denmark) to be used in fermentation were added to 100 mL sterile milk according to ratio indicated in user's manual and inoculated cultures were fermented at 37 °C until pH 4.6 was reached. After pasteurization process, 3% of both cultures were added separately to milk jams that were cooled to 40 °C and mixed well.

Sugar-free hazelnut paste (Cerrino Organik, Turkey) and banana pulp (Milupa-Danone, France) were purchased from a local market. Prebiotics were also added to milk jams after pasteurization like probiotics. Three sample groups were prepared as follows: control group (C) with only 3% probiotic microorganisms, *L. rhamnosus* and *B. lactis* BB-12 and the other two sample groups with 8% hazelnut paste (H) and 8% banana pulp (B) added samples as prebiotics with 3% *L. rhamnosus* and *B. lactis* BB-12. After fermentation at 37 °C for 12 hours, all sample groups were stored at +4 °C for 30 days. Physicochemical, textural, sensorial and microbiological analyses were carried out on the 1st, 15th and 30th days of storage.

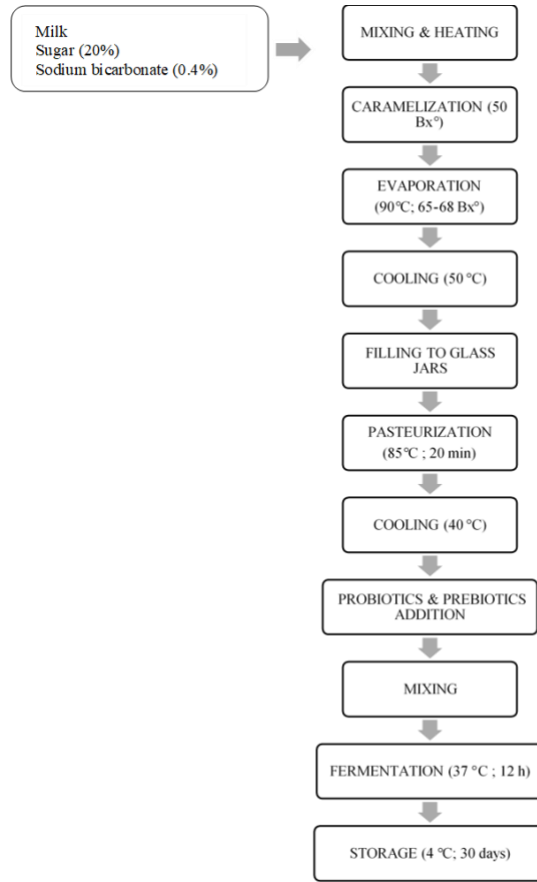


Figure 1. Milk jam production procedure

Şekil 1. Süt reçeli üretimi akış şeması

Methods

Physicochemical analysis

The proximate analysis (total dry matter, total protein and total fat) were carried out by using AOAC (2000) methods. The pH measurements were performed with a pH meter (Hanna HI83141, Hanna Instruments, Italia) by immersing the probe in the samples. Total and invert sugar and saccharose content of samples were determined by Lane Eynon volumetric method (Lane and Eynon, 1923). 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) content was determined by a spectrophotometric method (Porretta et al., 1991; Zappala et al., 2005). Briefly, 20 g sample was weighed in a beaker and transferred to a 100 mL glass flask with freshly boiled distilled water. It was filtered after shaking and mixed well. From the sample prepared by diluting in this way, 2 ml of each pipette was transferred to 2 test tubes with glass cap. 5 mL of p-toluidine solution was added to both tubes and the tubes were shaken well. 1 mL distilled water was added to the first tube to be used as blank from the tubes, and 1 mL barbituric acid solution was added to the second tube, which was the test tube. Glass caps of the tubes were placed and mixed by reversing many times. The absorbance of the second tube was determined by reading against the blank tube at 550 nm. HMF quantity was calculated as; $HMF (mg/L) = 162 (A)$.

Viscosity of milk jam samples were evaluated by using a Brookfield Rheometer (Model DV-I, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA, USA) equipped with a LV4 spindle. The tests were performed at 5 rpm speed rate and 15 °C. Viscosity of samples expressed as mPa.s. All the analyses were carried out in triplicate.

Sensorial analysis

The appearance, colour, odour, consistency, taste/aroma, sugar rate and overall acceptability of milk jam samples were evaluated by 10 untrained panellists using a 7-point hedonic scale (1=extremely dislike, 7=extremely like) on the 1st, 15th and 30th days of storage. The samples were served in disposable cups at room temperature coded with 3 digit numbers. A glass of water was given to panellists in order to clear the palate between samples (Altuğ and Elmacı, 2005).

Microbiological analysis

During storage, milk jam samples were aseptically sampled from 30 mL glass jars stored for microbiological analysis. The samples (10 g) were placed in a sterile stomacher bag containing 90 mL of sterile Ringer's solution and homogenized for 2 min in a stomacher (BagMixer, Interscience, France). Then, 1 mL homogenate from each sample was serially diluted in 9 mL sterile Ringer's solution and the dilutions were aseptically plated in duplicate on MRS-vancomycin Agar for *Lactobacillus rhamnosus* and TOS-propionate Agar for *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12. Plates containing MRS Agar were incubated 37 °C for 72 hours under anaerobic conditions using anaerobic gas jars containing Anaerocoult A gas pack (Merck). At the end of incubation, dark-centered, 1-1.5 mm in diameter and greenish brownish colonies grown on MRS Agar were counted as *Lactobacillus rhamnosus* (Philips et al., 2006). For the growth of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12, plates were incubated at 37 °C for 72 hours under anaerobic conditions using anaerobic gas jars containing Anaerocoult A gas pack (Merck).

Statistical analysis

All the experiments were conducted in two replicates and all analysis carried out in triplicate. The experimental data were presented as means \pm standard deviations. The statistical analysis of data was performed by using two-way ANOVA procedures of SPSS (SPSS, v.20.0). Post-hoc comparison of means was performed by the DUNCAN test at the significance level of %5 ($P \leq 0.05$).

RESULTS and DISCUSSION

Physicochemical properties of milk used in the production of milk jam were shown in Table 1.

As seen in Table 1, the composition of the milk was found to be in accordance with the Turkish communique on raw milk except fat content (Anonymous,2019). Fat content of milk was found to be lower than the value stated in the communique.

Table 1. Milk Composition ($n=2$)

Çizelge 1. Sütün Bileşimi ($n=2$)

%	Composition
pH	6,62 \pm 0,02
Fat	3,22 \pm 0,02
Lactose	4,33 \pm 0,00
Protein	3,66 \pm 0,08
Total Solid	11,834 \pm 0,09
Ash	0,6213 \pm 0,01
Lactic acid	0,165 \pm 0,00

Physicochemical characteristics of milk jam samples

Chemical compositions of milk jam samples were shown in Table 2.

Total dry matter of milk jam samples were found to be statistically different ($P < 0.05$). Banana pulp added milk jam had the highest total dry matter. As seen from the results, addition of hazelnut paste and banana pulp increased the total dry matter of samples. In general, as any solid matter is added, the total dry matter is increased. Similarly, Mahmood et al. (2008) stated that the total dry matter was increased when banana pulp added to yogurt samples. Total fat content of sample groups had no significant difference statistically ($P > 0.05$).

Table 2. Gross composition of milk jam samples**Çizelge 2.** Süt reçeli örneklerinin genel bileşimi

	Milk Jam Sample		
	C	H	B
Total Dry Matter (%)	66,45±0,39 ^C	69,79±0,40 ^B	71,46±0,12 ^A
Fat (%)	7±0,00	8±0,00	7,5±0,05
Protein (%)	7,40±0,25 ^B	8,96±0,30 ^A	7,3±0,16 ^B
Lactose(%)	10,16±0,13	10,21±0,04	10,44±0,25
InvertSugar (g/100 mL)	8,68±0,03	8,92±0,06	9,03±0,23
Total Sugar (g/100 mL)	38,35±1,9	34,69±0,42	37,05±0,73
Saccharose (g/100 mL)	28,19±1,77	24,48±0,46	26,61±0,48

C: milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, **H:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* with non-sugar hazelnut paste, **B:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* with banana pulp

^{A,B,C} Values with the different letters in the same row differ significantly ($P<0.05$).

However, hazelnut paste added milk jams had the highest fat values due to the high fat content of hazelnuts. Similarly, as the hazelnuts are rich in terms of protein content caused the hazelnut paste added milk jam group to have the highest protein values. Also, the protein content of hazelnut paste added milk jam group was found statistically different than other two group samples ($P<0.05$). Gaze et al. (2015) found the total dry matter of “Dulce de Leche” samples between 70,33-82,51 % and found the fat and protein contents lower than the results obtained in our study. Total dry matter of milk jam samples in this study were in the range of those found by Ranalli et al. (2012) for traditional Dulce de Leche samples and protein and fat contents of the same samples were higher than the values reported by these authors.

When the sugar contents of the samples were evaluated, the difference between lactose (%), invert sugar, total sugar and sucrose contents was not found statistically significant ($P>0.05$). Banana pulp added milk jam samples had the highest invert sugar and higher sugar rate values. Saccharose is a disaccharide, which can be broken down into a mixture of two monosaccharides known as glucose and fructose by inversion. Glucose has a lower sweetness than sucrose (Oliviera, 2009). This may be the reason why panellists gave the lowest sugar rate scores to banana pulp added milk jam samples during sensorial evaluation.

Table 3 shows pH, viscosity and HMF values of samples during 30-days storage. pH values of milk jam samples were ranged between 6,13-6,38. In accordance with our study, Gaze et al. (2015) found the pH values of Dulce de Leche samples between 6,14-6,37. Sarı (2020) found that the pH of flavored milk jams, on which they evaporated at different rates, ranged between 6.06-6.39 and Yüksel Önür (2018) found that the pH value varied between 6.09-6.75. Tuna (2018) found that in milk jams produced by adding different dried fruits, the pH value of the control sample was between 7.56-7.82 during storage, milk jams with dried figs were 6.63-6.92, milk jams with dried apricots were 5.85-5.95, and milk jams with dried mulberry were 6.99- It found that it was in the range of 7.11. pH values of samples had shown statistical difference after the 15th day of storage. In general, banana pulp added samples had the lowest pH values. The decrease in pH might be due to the acidity of banana. Similarly, Mahmood et al. (2008) found that banana added yogurts had the highest acidity and the acidity of yogurt samples increased as the banana amount increased.

Viscosity of samples differ significantly between samples and throughout the storage ($P<0.05$). The most viscous group is banana pulp added milk jam samples following by control and hazelnut paste added samples, respectively. Similar results were obtained for the sensorial consistency evaluation. On the 30th day of storage, panellists gave the highest consistency scores for banana pulp added samples.

Maillard reaction, known as non-enzymatic browning reaction in foods, is based on the interaction of heat and protein and sugar. Maillard reactions are desired for the formation of characteristic color and aroma in milk jams (Akai et al., 2018). HMF (5-hydroxymethylfurfural) is one of the most used markers of the thermal treatment in foods, especially for honey and jam and indicates the intensity of thermal

treatment (Francisquini et al., 2018; Akal et al., 2018). The difference between HMF values of samples were not found statistically different during the storage ($P>0.05$). HMF values were found to be 16,41-20,60 mg/kg. It is known that increased water activity and moisture content increases the HMF value. Banana pulp added samples had the lowest HMF values that are because they had the highest total dry matter content.

Table 3. pH, viscosity and HMF values of milk jam samples

Çizelge 3. Süt reçeli örneklerinin pH, viskozite ve HMF değerleri

	Milk Jam Samples			
	Storage Days	C	H	B
pH	1	6,38±0,04	6,32±0,04	6,28±0,01 ^a
	15	6,27±0,02 ^A	6,29±0,02 ^A	6,14±0,00 ^{BB}
	30	6,25±0,01 ^A	6,28±0,01 ^A	6,13±0,01 ^{BB}
Viscosity (mPa.s)	1	48332,67±867,3 ^{ab}	35141,66±317,2 ^{aC}	70325,55±610,0 ^{aA}
	15	73759±586,1 ^{bb}	49812,22±852,2 ^{bc}	82595,55±737,7 ^{ba}
	30	67356,66±401,1 ^{bb}	48706,66±306,6 ^{bc}	90261,11±274,4 ^{ca}
HMF (mg/kg)	1	19,33±0,23	20,60±0,16	16,41±1,18
	15	20,13±1,64	19,44±0,44	16,74±1,06
	30	19,60±1,13	19,46±1,18	17,30±1,78

C: milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, **H:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* with non-sugar hazelnut paste, **B:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* with banana pulp

^{a,b,c} Values with the different letters in the same column differ significantly ($P<0.05$).

^{A,B,C} Values with the different letters in the same row differ significantly ($P<0.05$).

Microbiological quality

Enumeration of the probiotic bacteria added in milk jam samples were shown in Table 4.

Table 4. Viability of probiotic in milk jam samples

Çizelge 4. Süt reçeli örneklerinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığı

	Milk Jam Samples			
	Storage Days	C	H	B
<i>L.rhamnosus</i> (Log CFU/mL)	1	7,54±0,00	7,58±0,06	7,66±0,09
	15	7,63±0,05	7,43±0,09	7,67±0,05
	30	7,44±0,08	7,43±0,11	7,26±0,08
<i>B.lactis</i> BB-12 (Log CFU/mL)	1	6,63±0,15 ^a	6,50±0,20	6,24±0,04 ^a
	15	5,35±0,35 ^b	5,54±0,24	5,00±0,00 ^b
	30	5,90±0,05 ^{ba}	5,99±0,09 ^A	5,30±0,00 ^{bb}

C: milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, **H:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* with non-sugar hazelnut paste, **B:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* with banana pulp

^{a,b,c} Values with the different letters in the same column differ significantly ($P<0.05$).

^{A,B,C} Values with the different letters in the same row differ significantly ($P<0.05$).

For *L. rhamnosus*, it has been determined that all samples had a microbial count at the level of 10^7 log CFU/g during 30-day storage. On the contrary, *B. lactis* BB-12 counts were above the level of 10^6 log CFU/g on the 1st day. The level of bacteria count decreased approximately by 1 log CFU/g on the 15th day and then slightly increased on the last day of storage. So, it can be concluded that *L. rhamnosus* retained the probiotic level in milk jam samples with high sugar content during the 30-day storage period, but *B.*

lactis BB-12 could not maintain this level despite the addition of a prebiotic source. Arkan (2016) evaluated the viability of probiotic microorganisms during the 7-day storage period in the probiotic rice puddings. Enumeration of probiotic bacteria was determined as logarithmic (\log_{10}) *Lactobacillus acidophilus* values as 7.73-7.54 \log_{10} CFU / g, *Bifidobacterium bifidum* value as 7.78-7.68 \log_{10} CFU / g. As seen in this study, it is a good carrier such as ice cream for probiotic microorganisms in products with high sugar content such as rice pudding or milk jam. Salem et al. (2005) used 5 different probiotic cultures in ice cream production and found that probiotic viability remained at 6 log level and above in ice creams stored at -26°C during 12 weeks of storage. The pH value of the final product as well as the sugar concentration of probiotic ice creams is effective on the viability of probiotic microorganisms (Mohammadi et al., 2011).

Sensorial evaluation

As seen in Table 5, hazelnut paste and probiotic bacteria added milk jam samples had the highest appearance, colour, odour, taste/aroma, sugar rate and overall acceptability scores. Statistically significant differences were found between groups for taste/aroma, sugar rate and overall acceptability scores ($P<0.05$). Storage temperature plays an important role in determining the shelf life of milk jam. Garitta et al. (2004) revealed that the increase in temperature negatively affects the storage period. They stated that the shelf life of milk jams stored at room temperature (25°C) is 109 days, milk jams stored at 37°C for 53 days and milk jams stored at 45°C have a shelf life of 9 days.

Table 5. Sensorial properties of milk jam samples

Çizelge 5. Süt reçeli örneklerinin duyuşsal özellikleri

Milk Jam Samples				
Sensorial Properties	Storage Days	C	H	B
Appearance	1	5,50±0,20	5,40±0,00	5,50±0,20
	15	5,43±0,43	6,25±0,58	5,82±0,04
	30	5,70±0,30	6,13±0,13	5,65±0,45
Colour	1	5,45±0,25	5,15±0,15	5,30±0,10
	15	5,80±0,20	6,00±0,00	5,82±0,04
	30	5,74±0,36	5,86±0,24	5,67±0,54
Odour	1	5,45±0,45	5,70±0,10	5,20±0,20
	15	5,69±0,02	6,16±0,27	5,64±0,08
	30	5,54±0,34	5,35±0,35	5,68±0,43
Consistency	1	5,70±0,00	5,65±0,25	5,55±0,05
	15	5,93±0,07	5,55±0,32	5,62±0,05
	30	5,65±0,65	5,78±0,02	6,10±0,10
Taste/Aroma	1	6,10±0,50	5,75±0,15	5,15±0,45
	15	6,01±0,1 ^A	6,13±0,0 ^A	5,22±0,2 ^B
	30	5,70±0,20	5,90±0,10	5,20±0,20
Sugar Rate	1	5,50±0,3 ^A	5,65±0,1 ^A	4,55±0,05 ^B
	15	5,75±0,0 ^A	5,52±0,1 ^A	4,37±0,09 ^B
	30	4,90±0,10	5,15±0,05	5,35±0,35
Overall Acceptability	1	5,70±0,2 ^A	5,85±0,05 ^{bA}	4,75±0,15 ^{aB}
	15	5,95±0,06 ^A	6,06±0,06 ^{aA}	5,02±0,13 ^{aB}
	30	5,38±0,13 ^B	5,62±0,02 ^c	5,15±0,15 ^b

C: milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, **H:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* with non-sugar hazelnut paste, **B:** milk jam samples produced using *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* with banana pulp

^{a,b,c} Values with the different letters in the same column differ significantly ($P<0.05$).

^{A,B,C} Values with the different letters in the same row differ significantly ($P<0.05$).

For the appearance score, the dispersion of hazelnut kernels in the sample gained the appreciation of the panellists and gave the highest score to this group. Hazelnut-added milk jams were more appreciated by panellists in terms of appearance, color-odor, taste and aroma. At the same time, the use of sugar-free hazelnut paste in production has resulted in the liking of hazelnut-added milk jams in terms of sugar content.

Tuna (2018) stated that the control sample had a higher score in the milk jams they produced by adding different foods compared to the samples with dried fruit. In this study, the use of dried fruits made the sugar content felt more, and in this case, it is similar to the fact that in our study, the sugar ratio was higher in milk jams with banana.

In the sensory evaluation of milk jams, which are evaporated at different rates and added different flavors, Sarı (2020) found that the product preferred by the panelists in terms of appearance, structure and flavor is the cocoa flavored sample produced by evaporating up to 30% dry matter. The findings are similar to our study because the addition of flavoring to milk jam increases the consumability

CONCLUSIONS

In this study, it was aimed to determine the effects of probiotics (*Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) and prebiotics (hazelnut paste and banana pulp) on the physicochemical, sensorial and microbiological quality of milk jam. Hazelnut paste added probiotic milk jam samples had the highest fat and protein values and this group is also the favorite of panelists in sensorial evaluation.

As a result of this study, it was determined that the viability of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 in milk jams containing high levels of sugar remained below the probiotic level after 30 days of storage. However, *L. rhamnosus* maintained its probiotic level at the end of this period. Considering this situation, it has been revealed that the shelf life studies of the product can be carried out with other *Lactobacillus* species that are resistant to high sugar concentrations in further studies. It is thought that milk jams, which have been added functional properties by adding probiotics and prebiotics, both extend their shelf life and make them useful, which will affect their consumption positively.

REFERENCES


- Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delialioğlu, R., Yetişemiyen, A. 2018. The effect of different sugar ratio on the quality properties of milk jam. *GIDA* 43(5): 865-875.
- Altuğ, T., Elmacı, Y. 2005. *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*, Meta Basımevi, İzmir, p.37-65.
- Anonymous. 2019. Turkish Food Codex. Drinking Milks' Statement (İçme Sütleri Tebliği) (2019/12).
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists, Washington, DC.
- Arıkan, N.H. 2016. Probiyotik Sütlaç Üretimi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Ashwini, A., Ramya, H. N., Ramkumar, C., Reddy, K. R., Kulkarni, R. V., Abinaya, V., Raghu, A. V. 2019. Reactive mechanism and the applications of bioactive prebiotics for human health: Review. *Journal of Microbiological Methods*, 159: 128–137.
- Ayhan, E. E. ve Karagözlü, C. 2019. The quality attributes of probiotic ice creams produced bu different rates of goat milk. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1):121-128.
- Barbosa, V. C., Garcia-Rojas, E. E., Coimbra, J. S. dos R., Cipriano, P. de A., Oliveira, E. B. Telis-Romero, J. 2013. Thermophysical and rheological properties of dulce de leche with and without coconut flakes as a function of temperature. *Food Science and Technology*, 33(1): 93–98.
- da Silva, F. L., Ferreira, H. A. L., de Souza, A. B., Almeida, D. de F., Stephani, R., Pirozi, M. R., Perrone, I. T. 2015. Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 417–423.

- Francisquini, J. d'A, Neves, L. N., Torres, J. K., Carvalho, A. F., Perrone, I. T., da Silva, P. H. F. 2018. Physicochemical and compositional analyses and 5-hydroxymethylfurfural concentration as indicators of thermal treatment intensity in experimental dulce de leche. *Journal of Dairy Research*, 1–6.
- Gaze, L. V., Costa, M. P., Monteiro, M. L. G., Lavorato, J. A. A., Conte Júnior, C. A., Raices, R. S. L., Freitas, M. Q. 2015. Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chemistry*, 169: 471–477.
- Giménez, A., Ares, G., Gámbaro, A. 2008. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *International Dairy Journal*, 18(9): 951–955.
- Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Scudino, H., Pimentel, T. C., Esmerino, E. A., Ashokkumar, M., Cruz, A. G. 2019. High-intensity ultrasound: A novel technology for the development of probiotic and prebiotic dairy products. *Ultrasonics Sonochemistry*, 57: 12–21.
- Lane, J. H. and Eynon, L. J. 1923. Determination of reducing sugars by means of Fehling's solution with methylene blue as internal indicator. *Journal of the Chemical Society, Transactions* 42: 32–37.
- Mahmood, A., Abbas, N., Gilani, A.H. 2008. Quality Of Stirred Buffalo Milk Yogurt Blended With Apple and Banana Fruits. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 45(2):275-279.
- Mohammadi, R., Mortazavian, M.A., RKhosrokhavar, R., Cruz, A. 2011. Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties. *Annals of Microbiology*, 61:411–424
- Oliveira, M. N., Penna, A. L. B., Nevarez, H. G. 2009. Production of Evaporated Milk, Sweetened Condensed Milk and 'Dulce de Leche.' In: *Dairy Powders and Concentrated Products*. Frist ed. (Eds: A.Y.Tamime) Dairy Science and Technology Consultant Ayr, UK, pp.149-179.
- Phillips, M., Kailasapathy, K., Tran, L. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108(2): 276–280.
- Pop, O. L., Salanță, L.-C., Pop, C. R., Coldea, T., Socaci, S. A., Suharoschi, R., Vodnar, D. C. 2019. Prebiotics and Dairy Applications. In *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications*, pp. 247–277.
- Porretta, S. and Sandei, L. 1991. Determination of 5-(hydroxymethyl)-2-furfural (HMF) in tomato products: Proposal of a rapid HPLC method and its comparison with the colorimetric method. *Food Chemistry*, 39(1): 51–57.
- Ranalli, N., Andrés, S. C., Califano, A. N. 2011. Physicochemical and Rheological Characterization of "Dulce De Leche." *Journal of Texture Studies*, 43(2): 115–123.
- Ramírez-Sucre, M. O. and Vélez-Ruiz, J. F. 2011. The physicochemical and rheological properties of a milk drink flavoured with cajeta, a Mexican caramel jam. *International Journal of Dairy Technology*, 64(2): 294–304.
- Sağdıç, O., Küçüköner, E., Özçelik, S. 2004. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Fonksiyonel Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 35(4): 221–228.
- Salem, M.E., Fathi, F.A., Awad, R.A. 2005. Production of Probiotic Ice-cream. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14/55(3): 267–271.
- Salminen, S., Kneifel, W., Ouwehand, A. C. 2015. Probiotics: Application of Probiotics in Dairy Products: Established and Potential Benefits. *Reference Module in Food Science*. Elsevier.
- Santeramo, F. G., Carlucci, D., De Devitiis, B., Seccia, A., Stasi, A., Viscecchia, R., Nardone, G. 2018. Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International*, 104: 39–47.
- Sarı, M.M. (2020). Farklı Oranlarda Evaporasyon Uygulaması İle Aromalı Süt Reçeli Üretimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Shori, A. B. 2015. The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during storage. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(4): 423–431.
- Shori, A. B., Baba, A. S., Muniandy, P. 2019. Potential Health-Promoting Effects of Probiotics in Dairy Beverages. *Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages*. Elsevier Inc.
- Silva, F. L. da, Ferreira, H. A. L., Souza, A. B. de, Almeida, D. de F., Stephani, R., Pirozi, M. R., Perrone, Í. T. 2015. Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 417–423.
- SPSS. 2015. *Statistical Package for the Social Sciences v.24.0*. Chicago, IL, USA: IBM.

- Tripathi, M. K. and Giri, S. K. 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9(1): 225–241.
- Tuna, C. (2018). Farklı Meyvelerle Zenginleştirilen Süt Reçellerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Yüksel Önür, Z. (2018). Milk jam or dulce de leche: physicochemical characterization. *GIDA*, 43(6): 1091-1099.
- Zappalà, M., Fallico, B., Arena, E., Verzera, A. 2005. Methods for the determination of HMF in honey: A comparison. *Food Control*, 16(3): 273–277.
- Zarponi, J., Molognoni, L., Valsecchi, A. C., Ribeiro, D. H. B., Daguer, H. 2016. Validation of an automated method for the analysis of fat content of dulce de leche. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48: 1–7.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):335-346
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.823473>

Sadık GÜN¹ 

Perihan KENDİRCİ^{1*} 

¹ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü,
İzmir/Turkey

*İletişim (correspondence) e-posta:

perihan.kendirci@ikcu.edu.tr

Anahtar Sözcükler: Gıda güvenliği, hijyen,
otel, yiyecek & içecek bölümleri

Keywords: Food safety, hygiene, hotel,
food & beverage departments

Tokat'ta bulunan 3 ve 4 yıldızlı otellerde çalışan mutfak personelinin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeylerinin incelenmesi

Investigation of the level of food safety and hygiene knowledge of kitchen staff working in 3 and 4 star hotels located in Tokat

Received (Alınış): 09.10.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 07.12.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, Tokat ilinde bulunan 3 ve 4 yıldızlı otel işletmelerinin mutfak departmanlarında çalışan personelin gıda güvenliği ve hijyeni konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Otellerin mutfak departmanı personeline iki bölümden oluşan bir anket çalışması uygulanmıştır. Anketin birinci bölümü personelin gıda güvenliği ve hijyeni konularındaki bilgi düzeylerini saptamaya yönelik sorulardan (56 adet); ikinci bölümü ise cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, meslekte çalışma süresi, unvan, demografik bilgiler, alınan gıda güvenliği ve hijyen eğitimlerinin belirlenmesine yönelik sorulardan oluşturulmuştur.

Araştırma Bulguları: Otel mutfak departmanlarında çalışanların gıda güvenliği ve hijyen konusunda yüksek düzeyde bilgi sahibi oldukları ve bu bilgi düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. 45 yaş üstü işgörenlerin, 45 yaş altına göre; üniversite mezunlarının orta öğretim ve lise mezunlarından daha bilgili olduğu bulunmuştur. İşletmelerde ve halk eğitim merkezlerinde gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alan işgörenlerin eğitimi olmayan işgörenlere göre ve 12 yıl ve üstü tecrübeye sahip olan işgörenlerin 12 yıl ve altı tecrübesi olan işgörenlerden daha bilgili olduğu saptanmıştır.

Sonuç: Tokat ilinde bulunan 3 ve 4 yıldızlı otellerin mutfak bölümünde çalışan işgörenlerin gıda güvenliği ve hijyen konusundaki bilgilerinin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to determine the food safety and hygiene knowledge levels of the employee working in kitchen departments of 3 and 4 star hotels located in Tokat.

Material and Methods: Two-part questionnaire were applied to the kitchen staff of the hotels. The first part of the questionnaire was involved 56 questions about determining the level of knowledge of the employee on food safety and hygiene issues; while the second part was composed of demographic questions that were gender, age, education level, occupation period, title, food safety and hygiene trainings.

Results: It was determined that the employees of the hotel kitchen departments had a high knowledge levels about food safety and hygiene, and these levels did not show significant differences according to gender. It was found that employees over 45 were have more knowledgeable than below 45, university graduates were more knowledgeable than secondary and high school graduates. Employees who received food safety and hygiene training in enterprises and public training centers were found to be more knowledgeable than employees without training and employees with 12 years or more experience were more knowledgeable than those with 12 years or less experience.

Conclusion: It was determined that the employees working in the kitchen departments of 3 and 4 star hotels in Tokat have a high level of knowledge about food safety and hygiene.

GİRİŞ

Türkiye, turizm gelirleri açısından önemli kazanımları olan ülkeler arasında yer almakta olup bu kapsamdaki gelirlerin artışı, kalkınmaya yönelik yaklaşımlar nezdinde önem taşımaktadır. Kültür ve Turizm Bakanlığı istatistiklerinden, 2018 yılında ülkemizi 39.5 milyon yabancı turist ve 6.6 milyon yurtdışı ikametli Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olmak üzere 46 milyondan fazla kişinin ziyaret ettiği ve bu ziyaretlerden 29.5 milyar dolar gelir elde edildiği gözlenmektedir (Kültür ve Turizm Bakanlığı İstatistikleri, 2018).

Oteller, yer aldıkları ülkede iş görüşmeleri, toplantı, konferans, eğlence ve konaklama gibi faaliyetlerin kolaylıkla gerçekleşmesi için hizmet sektörünün bir parçası olarak önemli rol oynarlar (Aktaş, 2002). Otelde konaklayan misafirlerin beslenme ihtiyaçlarının karşılandığı mutfakta üretilen yiyeceğin ve içeceğin hijyen eksikliği sebebiyle ortaya çıkacak olası hastalık ya da zehirlenmeler otel işletmesini zor durumda bırakabilir (Aktaş ve Özdemir, 2007). Otel işletmelerinde sunulan yiyecek-içeceklerin insan sağlığını tehdit edecek risklerini asgariye çekmek için teorik bilgilerin de içerisinde yer aldığı eğitimlerin verilmesi gereklidir. Ancak iş görenlerin hijyenlerini sağlamanın sadece eğitimle olmayacağı işletme tarafından yeterli koşulların sağlanması halinde tam performans alınacağı da unutulmamalıdır (Şanlıer ve Tunç, 2008).

Ülkemizde 2011 yılında yürürlüğe girmiş, tüm gıda işletmecilerinin uygulamakla yükümlü olduğu Gıda Hijyeni Yönetmeliğinde, gıdanın birincil üretiminden son tüketiciye sunumuna kadar her aşamada gıda güvenliği açısından tüketicinin korunmasını sağlamak için uyulması gereken, gıda hijyenine ilişkin genel kurallar açıklanmaktadır. Yine aynı yönetmelikte HACCP (Kritik Kontrol Noktaları Tehlike Analizi) ilkelerine yer verilmekte olup gıda işletmecisinin HACCP ilkelerine dayalı prosedürleri uygulaması gerekliliğinden bahsedilmektedir (Gıda Hijyeni Yönetmeliği, 2011). Diğer gıda işletmeleri gibi oteller de mutfaklarında söz konusu gereklilikleri yerine getirmek ile yükümlüdürler.

2018 yılında gerçekleştirilmiş olan bu çalışmada Tokat ilinde bulunan 3 ve 4 yıldızlı otel işletmelerinin mutfak bölümlerinde çalışan personelin gıda güvenliği ve hijyen konularında sahip oldukları bilgi düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışanların demografik özelliklerine, meslekteki unvanlarına (aşçıbaşı, aşçı, stajyer) ve meslekte çalışma sürelerine göre gıda güvenliği bilgi düzeylerinin farklılıklarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Tokat il sınırları içerisinde faaliyet gösteren altısı 3 ve üçü ise 4 yıldızlı olmak üzere toplam 9 otelin mutfak bölümünde çalışan işgörenler ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma döneminde (2018 yılı) öncelikle söz konusu oteller ile iletişime geçilerek mutfak bölümünde çalışan işgören sayısının (araştırma evreni) toplam 150 olduğu belirlenmiştir. İslamoğlu ve Alnıaçık (2009) tarafından önerilen formül kullanılarak 150 kişilik evrenden ulaşılmaması gereken asgari örneklem sayısı 108 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada evrendeki tüm personele ulaşılmaması hedeflenmiş ancak izinli, raporlu, gönüllü olarak katılmak istemeyen personel nedeniyle ve personel devir hızının yüksek olmasından dolayı çalışma ulaşılabilen 114 kişi ile yürütülmüştür.

Araştırmada Cömert (2011) tarafından oluşturulan anket kullanılmıştır. Anketin ilk bölümünde gıda güvenliği ve hijyenine ilişkin bilgi düzeyini belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır. Ölçek, beşli likert tipinde, 56 madde ve 3 boyut (gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman / araç gereç hijyeni) olarak planlanmıştır. Anketin ikinci bölümünde katılımcıların demografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik soruların bulunduğu kişisel bilgi formu yer almaktadır.

Anket çalışmasından elde edilen veriler SPSS 21.0 paket programı kullanılarak analizlenmiştir. Ölçeklerin geçerlik değerlendirmesinde açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri; güvenilirlik değerlendirilmesinde ise madde toplam korelasyonu ve Cronbach Alpha yöntemlerinden yararlanılmıştır. Ölçeğin güvenilirlik ve geçerlik analizleri sonucunda oluşan alt boyut ve toplam puanlarının demografik değişkenlere göre karşılaştırılması öncesinde Çarpıklık (Skewness) katsayısı ile normallik sınaması gerçekleştirilmiştir. Ölçek ve alt boyut puanlarının normal dağılım gösterdiği belirlendiğinden yanıtların demografik değişkenlere göre karşılaştırılmasında t testi ve varyans analizinden (ANOVA) yararlanılmıştır.

ANOVA sonucunda anlamlı düzeyde farklılık saptanması durumunda söz konusu farklılığın hangi gruplar arasında olduğu Tukey post hoc testi ile belirlenmiştir. Ölçeğin alt boyut puanları arasındaki ilişkide Pearson korelasyonundan yararlanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen bulgular ve bulguların literatür ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi aşağıda sunulmaktadır.

Gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyi ölçeğinin açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyi ölçeğinin 114 örneklem ile gerçekleştirilen açıklayıcı faktör analizinde KMO 0,91; Bartlett's küresellik testi anlamlılık düzeyi ise $p < 0,01$ olarak saptandığından örneklemin açıklayıcı faktör analizi için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Açıklayıcı faktör analizi ilk sonuçlarının verildiği Çizelge 1'den görüldüğü gibi ölçekteki 56 maddenin açıkladığı toplam varyans yüksek düzeyde (%60,8) olmakla birlikte 7 maddenin madde yüklerinin binişik olduğu, 28 maddenin diğer faktörlerdeki faktör yükünün daha yüksek veya ait oldukları faktörde düşük ($< 0,40$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ölçeğin açıklayıcı faktör analizi ilk sonuçları

Table 1. Initial results of the explanatory factor analysis of the scale

Madde	F1	F2	F3	Madde	F1	F2	F3
S1.	0,36	0,70	0,20	S29.	0,32	0,74	0,26
S2.	0,45	0,30	0,27	S30.	0,52	0,55	0,28
S3.	0,30	0,76	0,31	S31.	0,24	0,62	0,42
S4.	0,27	0,75	0,28	S32.	0,25	0,57	0,51
S5.	0,21	0,52	0,05	S33.	0,40	0,32	0,53
S6.	0,32	0,77	0,30	S34.	0,40	0,18	0,55
S7.	0,26	0,80	0,26	S35.	0,24	0,40	0,51
S8.	0,27	0,79	0,27	S36.	0,29	0,37	0,62
S9.	0,19	0,73	0,38	S37.	0,33	0,21	0,65
S10.	0,21	0,73	0,33	S38.	0,34	0,36	0,67
S11.	0,19	0,81	0,23	S39.	0,14	0,58	0,52
S12.	0,54	0,31	0,12	S40.	0,21	0,49	0,63
S13.	0,36	0,51	0,39	S41.	0,16	0,66	0,46
S14.	0,32	0,66	0,39	S42.	0,23	0,59	0,51
S15.	0,23	0,70	0,34	S43.	0,58	0,40	0,32
S16.	0,39	0,71	0,19	S44.	0,24	0,51	0,53
S17.	0,51	0,60	0,28	S45.	0,61	0,19	0,48
S18.	0,44	0,68	0,19	S46.	0,53	0,15	0,55
S19.	0,69	0,13	0,25	S47.	0,15	0,19	0,61
S20.	0,67	0,22	0,41	S48.	0,38	0,07	0,61
S21.	0,26	0,66	0,35	S49.	0,24	0,25	0,70
S22.	0,44	0,66	0,17	S50.	0,31	0,29	0,68
S23.	0,55	0,41	0,33	S51.	0,31	0,29	0,71
S24.	0,64	0,50	0,16	S52.	0,09	0,52	0,62
S25.	0,64	0,51	0,10	S53.	0,10	0,43	0,65
S26.	0,51	0,44	0,31	S54.	0,15	0,23	0,74
S27.	0,08	0,48	0,26	S55.	0,07	0,22	0,63
S28.	0,46	0,20	0,34	S56.	0,15	0,24	0,54
Özdeğer					28,6	3,3	2,1
Varyans (%)					27,1	19,9	13,8
Toplam Varyans (%)					60,8		

Sorunlu maddeler çıkartıldıktan sonra yinelenen Varimax sonuçlarının verildiği Çizelge 2'den görüldüğü gibi ölçekte kalan 21 maddenin açıkladığı toplam varyansın %62,2 düzeyine çıktığı belirlenmiştir. Ölçeğin 56 maddesinin %60,8 olan varyansı dikkate alındığında çıkarılan 35 maddenin toplam varyansta artışa neden olduğu; kalan 21 maddenin faktör yüklerinin uygun düzeylerde (>0,40), her maddenin ait olduğu faktörde yüksek ve diğer faktörlerde ise düşük faktör yüküne sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Ölçeğin açımlayıcı faktör analizi son varimax sonuçları

Table 2. Final varimax results of explanatory factor analysis of the scale

Madde	F1	F2	F3	Madde	F1	F2	F3	Madde	F1	F2	F3
S2	0,44	0,30	0,28	S29	0,31	0,78	0,23	S47	0,07	0,30	0,66
S12	0,44	0,38	0,16	S31	0,32	0,72	0,27	S48	0,39	-0,15	0,69
S19	0,81	0,08	0,21	S41	0,15	0,77	0,35	S49	0,30	0,29	0,67
S20	0,76	0,24	0,30	S42	0,18	0,76	0,38	S50	0,30	0,39	0,62
S23	0,64	0,47	0,23					S51	0,31	0,38	0,67
S24	0,66	0,50	0,10					S53	0,13	0,42	0,65
S25	0,63	0,52	0,05					S54	0,15	0,25	0,79
S28	0,60	0,04	0,36					S55	0,15	0,14	0,70
								S56	0,18	0,17	0,62
Özdeğer				F1= 9,80 F2 = 1,87 F3=1,37							
Varyans (%)				F1= 23,5 F2 = 19,6 F3=19,1							
Toplam Varyans (%)				62,2							

Gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonuçları

Gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin planlanan üç boyutlu yapısı ve açımlayıcı faktör analizi sonrasında kalan 21 maddeyle gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarının verildiği Çizelge 3'den görüldüğü gibi model uyum indekslerinin genel olarak iyi; faktör yükleri ve faktörler arası korelasyon değerlerinin uygun aralıklarda; faktör yüklerine ait t değerlerinin anlamlı ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. Gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin model uyum indeksleri

Table 3. Model fit indexes of the scale for determining perceptions of food safety

Model Uyum İndeksleri	DFA	DFA*
	21 madde 3 boyut	21 madde 3 boyut
X ² /sd	2,05	1,56
RMSEA	0,10	0,07
SRMR	0,07	0,06
GFI	0,76	0,82
NNFI	0,85	0,92
CFI	0,87	0,93
Faktör yükü (min/max)	0,54 / 0,85	0,54 / 0,87
Faktörler arası korelasyon (min/max)	0,70 / 0,76	0,72 / 0,79

*Kovaryans bağlantılarıyla

Gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin DFA analizi sonucunda, gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı 0,94; alt boyutların Cronbach Alpha katsayılarının 0,87-0,90-0,90 ve ölçekteki tüm maddeler için madde-toplam korelasyonununun 0,20'den yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Güvenirlilik ve geçerlik analizi bulguları birlikte değerlendirildiğinde gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin 21 madde ve 3 boyutlu yapısı ile güvenilir ve geçerli bir ölçek olduğu çizelge 4'den görülmektedir.

Çizelge 4. Gıda güvenliği algılamalarını belirlemeye yönelik ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve madde analizi sonuçları**Table 4.** Confirmatory factor analysis (CFA) and item analysis results of the scale of determining food safety perceptions

Madde	Boyut	Std.β	t	r	α	Madde	Boyut	Std.β	t	r	α
S2	Gıda	0,54		0,54	0,87	S47		0,65		0,56	0,90
S12	Hijyeni	0,55	4,60**	0,52		S48		0,61	5,80**	0,49	
S19		0,67	5,21**	0,57		S49		0,78	7,08**	0,69	
S20		0,79	5,74**	0,70		S50	Ekipman /	0,78	7,07**	0,73	
S23		0,83	5,89**	0,72		S51	Araç	0,81	7,27**	0,75	
S24		0,77	5,65**	0,68		S53	Gereç	0,75	6,85**	0,67	
S25		0,74	5,52**	0,64		S54	Hijyeni	0,77	7,00**	0,66	
S28		0,54	4,58**	0,52		S55		0,62	5,81**	0,53	
S29	Personel	0,87		0,74	0,90	S56		0,60	5,70**	0,53	
S31	Hijyeni	0,86	11,34**	0,72							
S41		0,78	9,83**	0,71							
S42		0,75	9,21**	0,73							
r: Madde Toplam Korelasyonu						**p<0,01					

Betimsel bulgular

Araştırmaya katılan mutfak bölümü çalışanlarının %39,5'ini kadınlar, %60,5'ini ise erkekler oluşturmaktadır. Çalışanların büyük çoğunluğunun 19-29 (%46,5) ve 30-49 (%35,1) yaşları arasında; %18,4'ünün ise 19 yaşının altında olduğu gözlemlenmiştir. Katılımcılar eğitim düzeyleri açısından değerlendirildiklerinde bu alanda en fazla lise mezunlarının çalıştığı; (%40,4) bu grubu sırasıyla ortaokul (%30,7), üniversite (%19,3) ve ilkököl (%9,6) mezunlarının takip ettiği belirlenmiştir. Katılımcıların %41,2'si 3 yıl veya daha kısa süredir mutfak personeli olarak çalıştıklarını ifade ederlerken 16 yıl ve daha uzun süredir çalıştıklarını belirten katılımcıların oranının %16,7 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yer alan mutfak personelinin %21,9'unu komiler, %20,2'sini stajyerler, %18,4'ünü aşçılar, %14,0'ını kısım şefleri, %13,2'sini bulaşıkçılar ve %12,3'ünü de aşçıbaşları oluşturmaktadır.

Katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen konusundaki eğitim durumları incelendiğinde %69,3'ünün bu konuda eğitim aldıkları anlaşılmıştır. Eğitim alanların yarıya yakını (%43) söz konusu eğitimi halen çalışmakta oldukları kurumdan aldıklarını ifade ederlerken, %37'si turizm meslek liselerinde, %18,2'si üniversitede, %29,9'u çıraklık eğitim merkezinde, %14,9'u ise halk eğitim merkezinde gıda güvenliği ve hijyen eğitimi aldıklarını belirtmişlerdir.

Ölçek ve alt boyut puanlarına ait betimsel istatistiklerin sunulduğu Çizelge 5'den görüldüğü üzere katılımcıların gıda hijyeni ve ekipman/araç gereç hijyenine ilişkin bilgi düzeyi puanları "çok yüksek düzeyde"; personel hijyenine ilişkin bilgi düzeyi ve gıda güvenliğine ilişkin bilgi düzeyi toplam puanları "yüksek düzeyde" tespit edilmiştir. Katılımcılar gıda güvenliği ve hijyen konusunda yüksek bilgi düzeyine sahiptirler. Gıda hijyenine ilişkin bilgi düzeyi puanları ile personel hijyeni (r=0,70; p<0,01), ekipman/araç gereç hijyeni (r=0,63; p<0,01) puanları arasında pozitif yönlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Personel hijyenine ilişkin bilgi düzeyi puanları ile ekipman/araç gereç hijyeni (r=0,67; p<0,01) puanları arasında da pozitif yönlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur.

Çizelge 5. Ölçek ve alt boyut puanlarına ait betimsel istatistikler**Table 5.** Descriptive statistics for scale and subscale scores

Alt Boyut	N	\bar{X}	SS	Çarpıklık	r	r	r
					2	3	4
1. Gıda Hijyeni	114	4,32	0,59	-0,62	0,70**	0,63**	0,87**
2. Personel Hijyeni	114	3,95	0,92	-0,36		0,67**	0,93**
3. Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	114	4,33	0,53	-0,51			0,84**
4. GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	114	4,20	0,60	-0,40			1

Ölçek puanlarının demografik değişkenlere göre karşılaştırılmasına ait bulgular

Çizelge 6'den görüldüğü üzere, gıda güvenliği ve hijyen ölçeği ve alt boyut puanlarının cinsiyetine göre anlamlı farklılık göstermediği (p>0,05) saptanmıştır. Abubakirova (2014) ve Kızılcık (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda gıda güvenliği konusundaki bilgi düzeylerinin cinsiyetlere göre

farklılık gösterdiği; bazı konularda kadınların, bazı konularda ise erkeklerin daha fazla bilgi sahibi olduğu gözlenmiştir. Ayaz ve Aydın (2017) turizm işletmelerinin yiyecek içecek hizmet birimlerinde çalışan kadın işgörendenlerin gıda hijyeni bilgi düzeyinin erkeklere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmişlerdir. Öte yandan Onur (2018) ortaöğretimde yiyecek-içecek hizmetleri programında öğrenim gören öğrencilerin; Ünsal (2018) hazır yemek üretim ve tüketim sektöründe çalışanların; Üzücü (2015) toplu beslenme hizmeti veren kurumlardaki işgörendenlerin gıda hijyeni bilgi düzeyinin cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediğini saptamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve literatür bulguları birlikte değerlendirildiğinde gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin cinsiyet ile ilişkili olmadığı söylenebilir.

Çizelge 6. Ölçek puanlarının cinsiyete göre karşılaştırılmasına ait t testi sonuçları

Table 6. Test results for comparison of scale scores according to gender

Alt Boyut	Cinsiyet	n	\bar{X}	SS	t	p
Gıda Hijyeni	Kadın	45	4,36	0,54	0,68	0,510
	Erkek	69	4,29	0,63		
Personel Hijyeni	Kadın	45	3,98	0,91	0,20	0,840
	Erkek	69	3,94	0,93		
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	Kadın	45	4,37	0,59	0,54	0,593
	Erkek	69	4,31	0,49		
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	Kadın	45	4,24	0,61	0,48	0,635

Çizelge 7. Ölçek puanlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılmasına ait ANOVA sonuçları

Table 7. ANOVA results for the comparison of scale scores according to age groups

Alt Boyut	Yaş Grupları	n	\bar{X}	SS	F	p	Anlamlı Fark
Gıda Hijyeni	A- ≤ 18	21	4,02	0,42	9,39	0,000	C > A, B
	B- 19-39	53	4,22	0,65			
	C- 40-49	40	4,61	0,48			
Personel Hijyeni	A- ≤ 18	21	3,77	0,81	11,62	0,000	C > A, B
	B- 19-39	53	3,64	0,90			
	C- 40-49	40	4,47	0,77			
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	A- ≤ 18	21	4,07	0,41	11,80	0,000	C > A, B
	B- 19-39	53	4,21	0,55			
	C- 40-49	40	4,63	0,42			
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	A- ≤ 18	21	3,96	0,43	13,95	0,000	C > A, B
	B- 19-39	53	4,02	0,61			
	C- 40-49	40	4,57	0,50			

A>B: A grubunun ilgili boyuttaki puanı B grubunun puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Çizelge 7'dan görüldüğü gibi katılımcıların gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların yaşlarına bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. 40-49 yaş grubu katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyi, 39 yaş ve altı katılımcılara göre anlamlı düzeyde daha yüksektir (Çizelge 6). Erdem (2014) otelcilik ve turizm meslek lisesinde aşçılık eğitimi alan öğrencilerin; Üzücü (2015) toplu beslenme hizmeti veren kurumlardaki işgörendenlerin gıda hijyeni bilgi düzeyinin yaş gruplarına göre anlamlı farklılık göstermediği sonuçlarını elde etmişlerdir. Erdem (2014) çalışmasında yaş grubunun 15-18 ile sınırlı olması, Üzücü (2015) çalışmasında ölçek kullanılmayıp yalnızca maddeler üzerinden değerlendirme yapılmış olması bu çalışma ile farklılığın nedenleri olarak gösterilebilir. Bilge ve Demir (2019) 25 yaş üstü gıda işçilerinin gıda güvenliği ve hijyen bilgilerinin 24 yaş ve altı yaş grubu işçilerin bilgi düzeyine göre daha yüksek olduğu; Dere (2018) toplu beslenme sistemlerinde çalışan 31-45 yaş grubu mutfak personelinin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin 15-30 yaş grubu personele göre daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir. Kızılcık (2016) turizm işletmelerindeki 45 yaş üstü personelin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin 35 yaş ve altı yaş grubu personele göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir. Bu çalışma bulguları ile literatürdeki diğer çalışma bulgularının paralellik gösterdiği ve işgörendenlerin yaşı ilerledikçe elde ettikleri tecrübe ve muhtemel eğitim sayılarının daha fazla olmasının etkisiyle gıda güvenliği ve hijyeni konusundaki bilgi düzeylerinin artacağı sonuçları elde edilmiştir.

Çizelge 8'den anlaşılacağı üzere gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların öğrenim düzeylerine göre anlamlı farklılık gösterdiği saptanmıştır. Gıda güvenliği ve hijyen konusunda en yüksek bilgi düzeyine üniversite düzeyinde eğitim gören çalışanlar olduğu; bu grubu lise düzeyinde eğitim görenlerin takip ettiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman hijyeni konularında da en yüksek bilgi düzeyine sahip katılımcılar üniversite düzeyinde eğitim görenler olup bu grubu lise düzeyinde eğitim görenler takip etmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 7). Abubakirova (2014) Türkiye'de lise ve üniversite düzeyinde öğrenim gören otel çalışanlarının gıda güvenliğine ilişkin tutumlarının, ilköğretim düzeyinde öğrenim gören çalışanlara göre; Aratoğlu (2015) yüksekokul düzeyinde öğrenim gören aşçılık eğitimi alan öğrencilerin gıda güvenliğine ilişkin bilgi düzeyinin, lise düzeyinde öğrenim gören öğrencilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir. Bilge ve Demir (2019) üniversite düzeyinde öğrenim gören gıda işçilerinin gıda güvenliği ve hijyen bilgilerinin, ilkökul ve lise düzeyinde öğrenim gören çalışanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ile literatür bulguları paralellik göstermekte olup meslek lisesinde edinilen bilgilerin gıda güvenliği ve hijyen konusunda yeterli olmadığı; üniversite, çıraklık veya halk eğitim merkezlerindeki eğitimlere ihtiyaç olduğu sonuçları elde edilmiştir.

Çizelge 8. Ölçek puanlarının öğrenim düzeyine göre karşılaştırılmasına ait ANOVA sonuçları

Table 8. ANOVA results for the comparison of scale scores according to education level

Alt Boyut	Öğrenim Düzeyi	n	\bar{X}	SS	F	p	Anlamlı Fark
Gıda Hijyeni	A-İlkokul	11	3,83	0,60	14,91	0,000	D > A, B, C C > A
	B-Ortaokul	35	4,07	0,56			
	C-Lise	46	4,36	0,54			
	D-Üniversite	22	4,88	0,23			
Personel Hijyeni	A-İlkokul	11	3,32	0,85	12,38	0,000	D > A, B, C C > A, B
	B-Ortaokul	35	3,54	0,95			
	C-Lise	46	4,05	0,82			
	D-Üniversite	22	4,73	0,36			
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	A-İlkokul	11	3,91	0,68	14,54	0,000	D > A, B, C C > A, B
	B-Ortaokul	35	4,10	0,43			
	C-Lise	46	4,38	0,48			
	D-Üniversite	22	4,81	0,28			
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	A-İlkokul	11	3,69	0,65	19,16	0,000	D > A, B, C C > A, B
	B-Ortaokul	35	3,91	0,54			
	C-Lise	46	4,26	0,52			
	D-Üniversite	22	4,81	0,23			

A>B: A grubunun ilgili boyuttaki puanı B grubunun puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Gıda güvenliği hijyeni bilgi ölçeği ve alt boyut puanlarının meslekteki çalışma süresine göre karşılaştırması sonucunda gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların meslekte bulunma sürelerine göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 9). 12 yıl ve daha uzun süre çalışan katılımcıların diğerlerine göre daha yüksek bilgi düzeyine sahip oldukları; aynı durumun personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni bilgi düzeyleri için de geçerli olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Gıda hijyeni bilgi düzeyleri incelendiğinde ise, 4 yıl ve daha fazla süredir meslekte yer alan katılımcıların bilgi düzeylerinin 3 yıl ve daha kısa süredir çalışanlara göre anlamlı düzeylerde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Ünsal (2018) çalışmasında hazır yemek üretim ve tüketim sektöründe 10 yıldan fazla süredir çalışanların gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin 10 yıldan az çalışanlara göre daha yüksek olduğunu ancak farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirlemiştir. Dere (2018) toplu beslenme sistemlerinde çalışan, iş tecrübesi olan mutfak personelinin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin iş tecrübesi olmayan personele göre daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir. Kızılcık (2016) turizm işletmelerindeki 11-15 yıl iş tecrübesine sahip personelin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin 1-10 yıl iş tecrübesine sahip personele göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular ile literatür bulguları paralellik göstermekte olup meslekteki çalışma süresi ile birlikte artan tecrübenin ve bu süreçte görülen hizmet içi eğitimin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyine olumlu katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 9. Ölçek puanlarının meslekteki çalışma süresine göre karşılaştırılmasına ait ANOVA sonuçları**Table 9.** ANOVA results for the comparison of scale scores according to the duration of work in the profession

Alt Boyut	Meslekteki Süre (yıl)	n	\bar{X}	SS	F	p	Anlamli Fark
Gıda Hijyeni	A- ≤3	47	3,90	0,57	17,48	0,000	B, C, D, E > A
	B- 4-7	19	4,42	0,54			
	C- 8-11	14	4,54	0,38			
	D- 12-15	15	4,82	0,34			
	E- ≥16	19	4,70	0,23			
Personel Hijyeni	A- ≤3	47	3,48	0,82	13,40	0,000	D, E > A, B, C
	B- 4-7	19	3,87	0,83			
	C- 8-11	14	3,79	1,00			
	D- 12-15	15	4,68	0,64			
	E- ≥16	19	4,76	0,32			
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	A- ≤3	47	4,00	0,50	17,09	0,000	D, E > A, B
	B- 4-7	19	4,25	0,49			
	C- 8-11	14	4,63	0,35			
	D- 12-15	15	4,83	0,33			
	E- ≥16	19	4,64	0,22			
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	A- ≤3	47	3,79	0,53	20,54	0,000	D, E > A, B
	B- 4-7	19	4,18	0,52			
	C- 8-11	14	4,32	0,48			
	D- 12-15	15	4,78	0,41			
	E- ≥16	19	4,70	0,19			

A>B: A grubunun ilgili boyuttaki puanı B grubunun puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların mesleki unvanına göre anlamlı farklılık gösterdiği Çizelge 10'dan anlaşılmaktadır.

Çizelge 10. Ölçek puanlarının mesleki unvana göre karşılaştırılmasına ait ANOVA sonuçları**Table 10.** ANOVA results for the comparison of scale scores according to professional title

Alt Boyut	Mesleki Unvan	n	\bar{X}	SS	F	p	Anlamli Fark
Gıda Hijyeni	A-Aşçıbaşı	14	4,71	0,25	23,91	0,000	A, C > E, F B > D, E, F D > F
	B-Kısım şefi	16	4,84	0,24			
	C-Aşçı	21	4,57	0,41			
	D-Komi	25	4,33	0,60			
	E-Bulaşıkçı	15	3,43	0,29			
	F-Stajyer	23	4,07	0,45			
Personel Hijyeni	A-Aşçıbaşı	14	4,70	0,34	21,69	0,000	A, B > C, D, E, F C, D > E
	B-Kısım şefi	16	4,94	0,14			
	C-Aşçı	21	3,85	0,98			
	D-Komi	25	3,90	0,69			
	E-Bulaşıkçı	15	2,70	0,34			
	F-Stajyer	23	3,80	0,78			
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	A-Aşçıbaşı	14	4,60	0,21	26,16	0,000	A, B > D, E, F C > E
	B-Kısım şefi	16	4,91	0,18			
	C-Aşçı	21	4,60	0,34			
	D-Komi	25	4,25	0,46			
	E-Bulaşıkçı	15	3,61	0,44			
	F-Stajyer	23	4,08	0,38			
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	A-Aşçıbaşı	14	4,67	0,21	36,68	0,000	A, B > D, E, F C > E, F D > E
	B-Kısım şefi	16	4,89	0,11			
	C-Aşçı	21	4,34	0,49			
	D-Komi	25	4,16	0,46			
	E-Bulaşıkçı	15	3,24	0,23			
	F-Stajyer	23	3,98	0,42			

A>B: A grubunun ilgili boyuttaki puanı B grubunun puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Gıda hijyeni konusunda aşçıbaşı ve aşçıların bilgi düzeylerinin bulaşıkçı ve stajyerlere göre; kısım şeflerinin bilgi düzeyinin komi, bulaşıkçı ve stajyerlere göre; komilerin bilgi düzeylerinin ise stajyerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Katılımcıların personel hijyeni konusundaki bilgi düzeyleri incelendiğinde; aşçıbaşı ve kısım şeflerinin aşçı, komi, bulaşıkçı ve stajyerlere göre; aşçı ve komilerin ise bulaşıkçılara göre daha fazla bilgi sahibi oldukları gözlenmiştir. ($p<0,05$). Benzer şekilde, ekipman/ araç gereç hijyeni konusunda aşçıbaşı ve kısım şeflerinin komi, bulaşıkçı ve stajyerlere göre; aşçıların ise bulaşıkçılara göre daha fazla bilgi sahibi oldukları belirlenmiştir ($p<0,05$). Genel olarak gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyleri incelendiğinde ise aşçıbaşı ve kısım şeflerinin bu konudaki bilgi düzeylerinin komi, bulaşıkçı ve stajyerlere göre; aşçıların bilgi düzeylerinin bulaşıkçı ve stajyerlere göre; komilerin bilgi düzeylerinin de bulaşıkçılara göre daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir ($p<0,05$). Literatürde sadece mutfak personeli ile gerçekleştirilmiş bir çalışmaya rastlanmamıştır. Farklı personellerin katılımı ile gerçekleştirilen çalışmalardan birisinde mutfak çalışanlarının gıda güvenliğine ilişkin tutumlarının, diğer çalışanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Abubakirova, 2014). Bilge ve Demir (2019) ise mutfakta çalışan gıda işçilerinin gıda güvenliği ve hijyen bilgilerinin, garson çalışanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Gıda güvenliği hijyeni bilgi ölçeği ve alt boyut puanlarının katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen konusunda eğitim alma durumuna göre karşılaştırılmasına sonuçların verildiği Çizelge 11'dan görüldüğü gibi gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alma durumlarına göre anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Gıda güvenliği ve hijyeni eğitimi alan katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyi, eğitim almayan katılımcılara göre anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu çalışma ile paralellik gösteren bulgulara literatürde de rastlanmaktadır. Örneğin Ayaz ve Aydın tarafından gerçekleştirilen 2 farklı çalışmada turizm işletmelerinin yiyecek içecek hizmet birimlerinde çalışan ve hijyen eğitimi almış olan işgörenlerin hijyen bilgi düzeyinin, hijyen eğitimi almayan işgörenlere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Ayaz ve Aydın, 2017; Ayaz ve Aydın, 2018). Dere (2018) kafeteryaların hijyen bölümünde çalışan işgörenlerin hijyen eğitimi sonrasında gıda hijyeni bilgi düzeyinin anlamlı düzeyde arttığını belirtmiştir. Kızılcık (2016) turizm işletmelerindeki gıda ve hijyen eğitimi alan personelin gıda hijyen ve güvenliğine ilişkin bilgilerinin eğitim almayan personele göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu saptamıştır.

Çizelge 11. Ölçek puanlarının gıda güvenliği ve hijyeni konusunda eğitim alma durumuna göre karşılaştırılmasına ait t testi sonuçları

Table 11. t test results for the comparison of the scale scores according to the education status on food safety and hygiene

Alt Boyut	Eğitim	n	\bar{X}	SS	t	p
Gıda Hijyeni	Evet	79	4,54	0,46	7,15	0,000
	Hayır	35	3,82	0,58		
Personel Hijyeni	Evet	79	4,40	0,67	11,25	0,000
	Hayır	35	2,96	0,54		
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	Evet	79	4,51	0,44	6,29	0,000
	Hayır	35	3,93	0,50		
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	Evet	79	4,48	0,45	10,42	0,000
	Hayır	35	3,57	0,40		

Gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen eğitimi aldığı yere göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 12). Üniversite, çıraklık eğitim merkezi ve halk eğitim merkezinden gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alan katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeylerinin, turizm meslek lisesinde eğitim alan katılımcılara göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$). Kızılcık (2016) turizm işletmelerinde gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alan personelin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyinin bu eğitimi almayan personele göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir.

Çizelge 13'den görüldüğü gibi, gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni alt boyut puanları ve gıda güvenliği ve hijyen bilgisi ölçek puanlarının katılımcıların işletmede gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alma durumlarına göre anlamlı farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. İşletmede gıda güvenliği ve hijyeni eğitimi alan katılımcıların gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyleri, işletmede eğitim almayan

katılımcılara göre anlamlı düzeyde daha yüksektir. Benzer şekilde Dere (2018) gerçekleştirdiği çalışma sonucunda, toplu beslenme sistemlerinde çalışan ve işyerinde gıda güvenliği ve hijyen eğitimi verilen mutfak personelinin hijyen eğitimi bilgi düzeyinin işyerinde eğitim verilmeyen personele göre daha yüksek olduğu sonuçlarını elde etmiştir.

Çizelge 12. Ölçek puanlarının gıda güvenliği ve hijyen eğitimi aldığı yere göre karşılaştırılmasına ait ANOVA sonuçları

Table 12. ANOVA results of the comparison of scale scores according to the center where food safety and hygiene education was received

Alt Boyut	Eğitim Alınan Yer	n	\bar{X}	SS	F	p	Anlamlı Fark
Gıda Hijyeni	A-Turizm meslek lisesi	57	4,48	0,50	6,26	0,000	B, C, D > A
	B-Üniversite	28	4,78	0,32			
	C-Çıracılık eğitim merkezi	46	4,74	0,28			
	D-Halk eğitim merkezi	23	4,75	0,25			
Personel Hijyeni	A-Turizm meslek lisesi	57	4,30	0,70	5,56	0,001	B, C, D > A
	B-Üniversite	28	4,68	0,38			
	C-Çıracılık eğitim merkezi	46	4,65	0,45			
	D-Halk eğitim merkezi	23	4,70	0,37			
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	A-Turizm meslek lisesi	57	4,46	0,48	6,59	0,000	B, C, D > A
	B-Üniversite	28	4,73	0,32			
	C-Çıracılık eğitim merkezi	46	4,73	0,28			
	D-Halk eğitim merkezi	23	4,74	0,27			
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	A-Turizm meslek lisesi	57	4,41	0,49	8,76	0,000	B, C, D > A
	B-Üniversite	28	4,73	0,27			
	C-Çıracılık eğitim merkezi	46	4,71	0,25			
	D-Halk eğitim merkezi	23	4,73	0,21			

A>B: A grubunun ilgili boyuttaki puanı B grubunun puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Çizelge 13. Ölçek puanlarının işletmede gıda güvenliği ve hijyen eğitimi alma durumuna göre karşılaştırılmasına ait t testi sonuçları

Table 13. t test results for the comparison of scale scores according to the food safety and hygiene education in the establishment

Alt Boyut	Eğitim	n	\bar{X}	SS	t	p
Gıda Hijyeni	Evet	49	4,50	0,56	2,96	0,004
	Hayır	65	4,18	0,59		
Personel Hijyeni	Evet	49	4,34	0,83	4,17	0,000
	Hayır	65	3,67	0,88		
Ekipman/ Araç Gereç Hijyeni	Evet	49	4,54	0,44	3,74	0,000
	Hayır	65	4,18	0,55		
GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN BİLGİSİ	Evet	49	4,46	0,54	4,24	0,000
	Hayır	65	4,01	0,58		

Çalışmadan elde edilen bulgular ile literatür bulguları paralellik göstermekte olup mutfak bölümünde çalışan işgörenlerin yaptıkları işe uygun olarak alacakları gıda güvenliği ve hijyen eğitimlerinin daha verimli olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Yiyecek-içecek hizmeti veren otel mutfaklarının gıda güvenliği ve hijyen yönünden incelendiği bu çalışmada Tokat ilinde hizmet veren 3 ve 4 yıldızlı otellerin mutfak bölümünde çalışan işgörenlerin gıda hijyeni, personel hijyeni, ekipman/ araç gereç hijyeni bilgi düzeyi puanları arasında pozitif yönlü ve anlamlı ilişki tespit edilmiş olup gıda güvenliği ve hijyen konusundaki bilgilerinin yüksek düzeyde olduğu sonuçları elde edilmiştir. Gıda güvenliğine ilişkin bilgi düzeylerinin araştırıldığı farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edildiği gözlenmektedir. Literatür taraması sonucunda beş yıldızlı otellerdeki işgörenlerin konu ile ilgili çok yüksek bilgi düzeyine sahip oldukları (Abubakirova, 2014); ayrıca aşçılık eğitimi alan öğrencilerin (Erdem, 2014; Aratoğlu, 2015), ortaöğretimde yiyecek-içecek hizmetleri programında öğrenim gören öğrencilerin (Onur, 2018), turizm işletmelerinin yiyecek-içecek hizmet birimlerinde çalışan işgörenlerin (Kızılcık, 2016; Ayaz ve Aydın, 2018), toplu yemek üretimi sektöründe çalışanların (Üzücü, 2015; Ünsal, 2018), kantin ve kafelerde gıda ile teması olan işgörenlerin (Çatar, 2018) gıda güvenliği ve

hijyen konularında yüksek bilgi düzeyine sahip olduklarını ortaya koyan çalışmalar bulunduğu gözlenmiştir. Çatar (2018) ise kantin ve kafelerde gıda ile teması olan işgörenlerin gıda hijyeni bilgi düzeyinin yüksek düzeyde olduğu ancak uygulamada yeterli olmadıklarını ifade etmiştir.

Gıda güvenliği ve hijyen standartlarının periyodik olarak güncellendiği ve yeni bilgiler ışığında standartların değiştiği dikkate alındığında gıda üretimi ve servisinde çalışan işgörenlerin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeylerinin hizmet içi eğitimlerle sürekli olarak güncel tutulması insan sağlığı açısından önemli görülmektedir. Bununla birlikte üniversitelerde, çıraklık ve halk eğitimi merkezlerinde verilen eğitimler ile işletmede verilen eğitimlerin gıda güvenliği ve hijyen bilgi düzeyini artırma açısından önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve literatür bulguları dikkate alındığında işgörenlerin gıda güvenliği ve hijyeni konusundaki yeterli bilgi düzeyleri oldukça olumlu bulunmuştur. Bununla birlikte işgörenlerin bilgi düzeyinin uygulamaya ne düzeyde geçtiği; uygulamada gıda güvenliği ve hijyenine ne düzeyde dikkat edildiği konusu farklı çalışmalarla incelenmesi de gerekli görülmektedir. Diğer yandan gıda hijyeni konusunun üretilen gıda türüne göre farklılık gösterdiği alanların da olduğu dikkate alındığında üretim aşaması başta olmak üzere ürünlerin depolanması, perakende noktalarında müşteriye ulaştırılırken uygun koşullarda tutulması, müşteriye servis edilmesi sırasında uygun yıkama, pişirme, diğer gıdalardan ayırt etme prosedürlerinin işgörenler tarafından bilinme düzeylerinin incelenmesinde yarar görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abubakirova, A. 2014. Türkiye ve Kazakistan'daki 4-5 Yıldızlı Otellerdeki İşgörenlerin Gıda Güvenliğine İlişkin Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Saptanması. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aktaş, A. 2002. Turizm İşletmeciliği ve Yönetimi, Azim Matbaa Fatih Ofset San. Tic. Ltd. Şti., 2. Baskı, Antalya.
- Aktaş, A. ve B. Özdemir. 2007. Otel İşletmelerinde Mutfak Yönetimi, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Aratoğlu, C. 2015. Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde ve Meslek Yüksekokulunda Aşçılık Eğitimi Alan Öğrencilerin Gıda Güvenliği Konusundaki Bilgi ve Uygulama Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ayaz, N. ve A. Aydın. 2017. Turizmde Gıda Güvenliği Sürecinde Hijyen Davranışı Üzerine Bir Araştırma. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 1(2), 136-150.
- Ayaz, N. ve A. Aydın. 2018. Yiyecek ve İçecek İşletmelerinde İş Motivasyonunun Hijyen Davranışına Etkisi: İşgörenler Üzerine Bir Araştırma. Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi, 15(2), 287-301.
- Bilge, N. ve P. Demir. 2019. Evaluation of Food Safety Knowledge Among Food Handlers. Van Veterinary Journal, 30(1), 7-13.
- Cömert, M. 2011. Otel İşletmeleri Mutfak Personelinin Gıda Güvenliği Algılamaları ve Ankara'da Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çatar, O. 2018. Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Kantin Çalışanlarının El Hijyen Durumlarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Dere, H. 2018. Toplu Beslenme Sistemlerinde Mutfak Personeline Verilen Hijyen Eğitiminin Mutfağın Hijyen Durumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Erdem, Ö. 2014. Mengen Aşçılar Otelcilik ve Turizm Meslek Lisesinde Aşçılık Eğitimi Alan 10. ve 12. Sınıf Öğrencilerinin Gıda Güvenliğine Yönelik Bilgi ve Uygulama Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gıda Hijyeni Yönetmeliği, 2011. Resmi Gazete Tarihi: 17.12.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28145.
- İslamoğlu, A.H. ve Alnıaçık, Ü. 2009. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 5. Baskı), Beta Basım Yayın, İstanbul.
- Kızılcık, O. 2016. Turizm Hizmet Sunan Pastane İşletmelerinde Çalışan Geleneksel Maraş Dondurması Üretim Personelinin Hijyen ve Gıda Güvenliğine İlişkin Bilgi ve Uygulama Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, 2018 Turizm İstatistikleri, İstanbul: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, 2019.

- Onur, M. 2018. Ortaöğretimde Yiyecek-İçecek Hizmetleri Programında Öğrenim Gören Öğrencilerin Gıda Güvenliği Bilgi Düzeyi ve Uygulama Davranışlarının Belirlenmesi: Ankara İlinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şanlıer, N. ve A. Tunç Hussein. 2008. Yiyecek- İçecek Hizmeti Veren Otel Mutfakları ve Personelinin Hijyen Yönünden Değerlendirilmesi: Ankara İli Örneği. Kastamonu Eğitim Dergisi, 16/2, 461-468.
- Ünsal, C. 2018. Hazır Yemek Üretim ve Toplu Tüketim Sektöründe Çalışanların Gıda Hijyeni Bilgi Düzeylerinin Ölçülmesi: Tekirdağ/Hayrabolu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Üzücü, A. 2015. Toplu Beslenme Hizmeti Veren Kurumlarda Besin ve Personel Hijyeni Bilgi Düzeyi ve Davranışları Üzerine Bir Araştırma (Kayseri İl Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):347-354
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.693570>

Yeşim EĞERCİ^{1*} 

Ömer ÖZTÜRK² 

Hakan HEKİMHAN³ 

¹ Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Bornova, İzmir/Türkiye

² Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,
Denizli/Türkiye

³ Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Menemen, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
yesim.egerci@tarimorman.gov.tr

Anahtar Sözcükler: Septorya yaprak
lekesi, *Zymoseptoria tritici*, buğday, çeşit
reaksiyonu

Keywords: Septoria leaf blotch disease,
Zymoseptoria tritici, wheat, variety reactions

Buğdayda septorya yaprak lekesi hastalığına (*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous) karşı bazı buğday çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi

Evaluation of the reactions of some varieties of wheat
against septoria leaf blotch disease (*zymoseptoria tritici*
(Desm. Quaedvlieg & Crous)

Alınış (Received): 26.02.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 08.12.2020

ÖZ

Amaç: Bu araştırmada, Ege Bölgesi buğday ekim alanlarında yaygın olarak görülen, verim ve kaliteyi etkileyen Septorya yaprak lekesi hastalığına karşı bölgemiz koşullarında yaygın olarak yetiştirilen buğday çeşitlerinin reaksiyonları belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmanın materyalini; enfekteli yapraklardan izole edilen ve tanısı gerçekteştirilmiş virüent *Zymoseptoria tritici* izolati, bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan (10 ekmeklik ve 5 makarnalık buğday çeşitleri) ve bu hastalığa hassas olan Touching-20 ve Tekirdağ buğday çeşitlerine ait tohumlar oluşturmaktadır. Çeşit reaksiyonu denemeleri, iklim odası ve sera koşullarında gerçekteştirilmiş, hastalık skalasına göre değerlendirmeler yapılarak çeşitlerin hastalığa karşı reaksiyon durumları belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: İklım odası ve sera koşullarında gerçekteştirilen denemelerde, sadece Alataý çeşidi Orta Dayanıklı (MR) olarak belirlenmiş diğer çeşitler ise hassas ve çok hassas olarak tespit edilmiştir. Gönen 98, Ceyhan 99, Kaşıfbey 95, Adana 99, Cumhuriyet 75 ve Ziyabey 98 çeşitlerinin ise ileride yapılacak ışlah çalışmaları için ümitvar olduğu düşünölmektedir.

Sonuç: Çalışma ile Septorya yaprak lekesi hastalığına karşı bölgede yaygın olarak tercih edilen çeşitlerin durumu ilk kez belirlenmiştir. Ege Bölgesi'nde Septorya yaprak lekesi hastalığının epidemiy yapması durumunda, yaygın olarak kullanılan buğday çeşitlerinin genelinin hassas bulunmasından dolayı, ürün ve verim kayıplarının yaşanabileceği endişesi duyulmaktadır. Ancak; orta dayanıklı olarak belirlenen Alataý çeşidinin, hastalığın her yıl göröldüğu alanlarda ekiminin önerilerek, epidemiy riskinin bu şekilde daha aza indirgeneceği düşünölmektedir.

ABSTRACT

Objective: In this study, reactions of wheat varieties widely grown under the conditions of region against Septoria leaf blotch disease which is common in Aegean Region wheat cultivation areas and affects yield and quality were determined.

Material and Methods: The material of the study consists of diagnosed and virulent isolate of *Zymoseptoria tritici* isolated from infected leaves, seeds of wheat varieties widely grown in the region (10 bread and 5 durum wheat varieties) and Touching-20 and Tekirdag wheat varieties that are sensitive to the disease. Variety reactions were carried out through climate chamber and greenhouse conditions. Reactions of the varieties against the disease was evaluated according to the disease scale.

Results: In climate chamber and greenhouse conditions, Alataý was determined to be moderate while the others were sensitive to the disease. Gönen 98, Ceyhan 99, Kařıfbey 95, Adana 99, Cumhuriyet 75 and Ziyabey 98 varieties are thought to be hopeful for future breeding.

Conclusion: As a result of study, reactions of wheat varieties widely grown in the region against Septoria leaf blotch disease were studied for the first time. There is a concern that if the Septoria disease causes epidemics in the Aegean Region, yield losses may occur due to the sensitivity of the common wheat varieties. However; it is considered that the risk of epidemic will be reduced by recommending the cultivation of Alataý which is found to be moderate, in the areas where the disease is seen every year.

GİRİŞ

Dünyada beslenme açısından temel ürünlerden biri tahıl grubu ürünlerdir (Demirbaş ve Atış, 2005). Bu grubun içerisinde buğday dünyada en çok üretilen ve pek çok ülkenin beslenme, ticaret ve ekim nöbeti sistemlerinde vazgeçilmez bir kültür bitkisidir. Özellikle insan beslenmesinde alternatifsiz bir bitki olan buğday, milyonlarca üreticinin yıllık gelirini sağladığı, çok sayıda sanayi kuruluşunun hammaddesi olan stratejik bir üründür. Dünya genelinde besin kalorisinin yaklaşık %20'sini karşılamakta ve bazı ülkelerde kişi başına düşen buğday tüketimi diğer besinlerden daha fazladır (Wiese, 1987). Türkiye'de günlük kalori tüketiminin %50 den fazlası ekme ve diğer buğday ürünlerinden sağlanmaktadır.

Türkiye, birçok dünya ülkesinde olduğu gibi geniş hububat üretim alanlarına sahiptir ve 2016 yılında 114 220 000 da'lık ekiliş alanında 35 145 000 ton hububat üretilmiştir. Bunların arasında yer alan buğday ise aynı yıl itibarıyla 76 719 450 da ekiliş alanı ve 20 600 000 ton üretim miktarıyla ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'deki buğday ekim alanlarının yaklaşık %9'unu, ekme buğday üretiminin % 6,4'ünü makarnalık buğdayın ise %12,9'unu Ege Bölgesi oluşturmaktadır (Anonim, 2017). Bu tarım alanlarının yaklaşık % 60'ının sulanabilir olması, çok büyük bir üretim potansiyelinin olduğunu göstermektedir.

Buğday yetiştiriciliğinde, her yıl üretim sezonu sonunda, kullanılacak ürünün yaklaşık %20'sinin buğday hastalıkları nedeniyle kaybedildiği tahmin edilmektedir (Wiese, 1987). Bu nedenle, bitki hastalıkları ile mücadele üzerinde dikkatle durulması gereklidir. Buğdayda verim ve kalite kaybına neden olan biyotik faktörlerden birisi de fungal etmenlerin neden olduğu yaprak hastalıklarıdır. Yaprak hastalıklarının bitkilerde oluşturduğu olumsuzluklar nedeniyle ortaya çıkan ürün ve verim kayıpları %10-50 arasında değişiklik göstermektedir (Roelfs et al., 1992, Medini and Hamza 2008). Bu hastalıklardan en önemlilerinden biri de Septorya Yaprak Lekesi hastalığıdır. Etmen Ascomycota şubesinin *Mycosphaerellaceae* familyasına ait piknidial bir fungusdur. Eşeyli dönemi *Zymoseptoria tritici* ((Desm.) Quaedvlieg & Crous), eşeysiz dönemi ise *Septoria tritici'* dir. Hastalığın ilk enfeksiyonu alt yapraklarda başlar ve üst yapraklara doğru yayılım gösterir. Belirtiler; ilk başta küçük, düzensiz, ortası açık veya kirlili sarı renkte yaprağın yeşil kısımlarından kesin sınırlarla ayırt edilen lezyonlar şeklindedir. Enfeksiyon ilerledikçe, lekeler kül rengini alarak tüm yaprağa yayılır. Bu lekelerin üzerindeki küçük siyah noktacıklar halinde etmenin piknidiumları gözlenir. Etmen anız ve bitki artıkları üzerinde miselyum şeklinde kışlar. İlk enfeksiyonunu ilkbaharda yağışlarla birlikte yapar ve rüzgâr yardımıyla uzak mesafelere taşınabilmektedir (Zillinsky, 1983).

Septorya yaprak lekeli hastalığı, bir üretim sezonu boyunca hem eşeyli hem de eşeysiz üreme yeteneğine sahip olmasından dolayı, yüksek derecede genetik varyasyona sahip önemli bir hastalıktır. Söz konusu hastalık, dünyada birçok ülkede tespit edilmiştir (Garcia and Marshall 1992; Scott et al. 1988). *S. tritici'* nin Türkiye'de varlığı ve yaygınlığı ise ilk olarak İren (1962) tarafından tespit edilmiştir. Son yıllarda hastalığın yaygınlaşmasıyla birlikte epidemiyoloji yapma riski de giderek artmaktadır.

Septorya Yaprak Lekesi hastalığına karşı ülkemizde ruhsatlanmış yeşil aksam ilaçları bulunmaktadır. Ancak, yapılan kimyasal mücadele çoğu zaman ekonomik olmamakla birlikte kullanılan bilinçsiz fungusit tüketimi zamanla hastalık etmeninin direncini de artırmaktadır. Bu nedenle hastalıkla mücadelede alternatif mücadele yöntemleri (dayanıklı çeşit kullanımı, kültürel önlemler ve biyolojik mücadele) öne çıkmaktadır. Bu hastalığa karşı dayanıklı çeşit kullanımı, bugün buğday yetiştiriciliği yapılan dünyanın birçok ülkesinde (Meksika, Brezilya, Amerika, Doğu ve Kuzey Afrika, Orta Doğu'nun bazı ülkeleri ve Akdeniz) tercih edilmektedir (Zillinsky, 1983).

Yapılan bu çalışma ile; Ege Bölgesi koşullarında yaygın olarak yetiştirilen tescilli buğday çeşitlerinin *Z. tritici'* ye karşı reaksiyonları iklim odası ve sera koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada Kullanılan Fungal Materyal

Çalışmada, fungal inokulum kaynağı olarak Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Hububat Hastalıkları Laboratuvarı stoklarında bulunan, morfolojik ve moleküler tanısı yapılmış, virülensliği tespit edilmiş patojen *Z. tritici'* izolatu kullanılmıştır.

Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Çalışma, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü'ne ait iklim odası ve serada yürütülmüştür. Besi yeri ortamları, kimyasallar, laboratuvar malzemeleri, cihazlar, saksılar, polietilen örtü, kum, toprak yanmış ahır gübresi ve torf araştırmanın malzemelerini oluşturmuştur.

Çalışmada Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmanın bitki materyalini; Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü tarafından seçilen ve bölgemiz koşullarında yaygın olarak yetiştirilen 10 ekmeklik (Kaşifbey 95, Gönen 98, Basribey 95, Kayra, Meta 2002, Adana 99, Ziyabey 98, Ceyhan 99, Cumhuriyet 75, Efe) ve 5 makarnalık (Ege 88, Tüten 2002, Şölen, Yaren, Alalay) buğday çeşitleri ile pozitif kontrol olarak dayanıklılık geni içermeyen Touching-20 ile Septorya yaprak lekeli hastalığına hassas olduğu bilinen Tekirdağ buğday çeşitlerine ait tohumlar oluşturmuştur

Yöntem

Fungal İnokulumun Çoğaltılması

Reaksiyon testlerinde kullanılmak üzere spor süspansiyonun elde edilmesi için; *Z. tritici* izolatu YMA (Yeast Malt Ekstrakt Agar) içeren 9 cm çaplı petri kaplarında 7 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen kültürler üzerine içerisinde %0.05 oranında Tween 20 içeren 1 ml su konarak bir spatül yardımıyla fungusun agar yüzeyinden kazınması sağlanmıştır. Elde edilen spor süspansiyonu konsantrasyonu Thoma lamı kullanılarak 1×10^7 ml/spor olacak şekilde hazırlanmıştır (Eyal and Scharen 1977; Saadaoui, 1987; Zelikovitch and Eyal 1991).

İklim Odası Çalışmaları

İklim odası koşullarında gerçekleştirilen çeşit reaksiyonu denemelerinde, daha önceden sterilize edilen toprak ve torf, 2:1 oranında karıştırılarak saksılara doldurulmuştur. Saksılara 10 adet ekmeklik, 5 adet makarnalık, Septorya yaprak lekeli hastalığına karşı dayanıklılık geni içermeyen Touching-20 ve hassas olduğu bilinen Tekirdağ buğday çeşidine ait tohum ekimleri gerçekleştirilmiştir. Ekimi yapılan saksılar sulanarak gelişime bırakılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerürlü olacak şekilde kurulmuştur. Bitkilere, altı haftalık gelişimi tamamladıktan sonra *Z. tritici* izolatından thoma lamıyla 1×10^7 spor/ml yoğunluğunda hazırlanan spor süspansiyonu püskürtülmüştür. İnokülasyondan sonra etmenin bitkilere penetrasyonunu sağlamak için yaprak ıslaklığının muhafazası amacıyla polietilen örtüyle bitkilerin üzeri 18 °C'de 72 saat süreyle örtülmüştür. Deneme değerlendirilmesi uygulamadan 21 gün sonra 0-5 hastalık skalasına (Çizelge 1) göre gerçekleştirilmiştir (Rosielle, 1972).

Çizelge 1. İklim odası çalışmalarında hastalığın değerlendirilmesinde kullanılan 0-5 skalası

Table 1. 0-5 Scale used on disease evaluation in climate chamber studies

Skala Değeri	Bitkide oluşturduğu belirtiler
0(Imm)*	Piknidial gelişim yok, nadiren nekrotik lekelenme var (%0-5)
1(HR)	Piknit çok nadiren var özellikle yaşlı yapraklarda, genç yapraklar piknitsiz sarı nekrotik lekeler görülebilir (%6-10)
2(R)	Az piknit oluşumu, yaprak uçlarında ve yaşlı yapraklarda gelişleyen nekrotik lezyonlar %11-20
3(MR)	Hafif piknit oluşum, genişleyen nekrotik lezyonlar yaprak uçlarında ve yaprağın herhangi bir yerinde görülebilir (%21-29)
4(S)	Orta derecede piknit oluşumu, dikkate değer derecede genişleyen nekrotik lezyonlar (%30-50)
5(VS)	Oldukça fazla sayıda piknit oluşumu, tüm yaprak yüzeyini kaplayan nekrotik lezyonlar (%50 ve üzeri)

İklim odası denemeleri sonucunda elde edilen veriler Townsend Heuberger formülüne göre değerlendirilmiştir. Denemeye dahil edilen her bir buğday çeşidi için hesaplanan hastalık şiddetine ait değerlere varyans analizi uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

Serada Çeşit Reaksiyonu Denemesi

Denemede kullanılan buğday çeşitleri, sıra arası mesafesi 30 cm ve her bir çeşit 1 sıra x 1 metre olacak şekilde ekilmiştir. Her bir sraya her buğday çeşidinden 2 gr (yaklaşık 50 adet dane) tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve inokulasyon işlemi kardeşlenmenin başlangıcından başaklanma dönemine kadar 4 kez (İnokulasyonun başarılı olma durumuna göre 3-5 kez uygulama yapılabilir) tekrarlanmıştır (Eyal ve ark.,1977; Saadaoui, 1987; Zelikovitch ve ark., 1991). İnokulum 1×10^7 spor/ml yoğunluğunda hazırlanmış ve uygulama öncesi süspansiyon içerisinde %0.05 oranında Tween 20 katılmıştır. İnokulasyon başarısı için inokulasyon öncesinde bitkiler sulanarak inokulasyonun başarısı için uygun şartlar oluşturulmaya çalışılmıştır.

Hastalık değerlendirmesi, 0-9 skalası (Çizelge 2) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonların değerlendirmesinde skala değeri 0-3 arası olanlar dayanıklı (R), 5 tolerant (M), 7-9 arası olanlar hassas (S) olarak kabul edilmiştir (Saadaoui, 1987; Zelikovitch and Eyal 1991). Sera denemeleri sonucunda elde edilen veriler Townsend Heuberger formülüne göre değerlendirilmiştir. Denemeye dahil edilen her bir buğday çeşidi için hesaplanan hastalık şiddetine ait değerlere varyans analizi uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklar Duncan (0.05) çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Hastalığın serada çeşit reaksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan 0-9 skalası

Table 2. 0-9 Scale used on disease evaluation in greenhouse conditions

Skala Değeri	Bitkide Oluşturduğu Belirtiler
0(Imm)*	Sağlıklı (H), herhangi bir hastalık belirtisi yok
1(HR)	Çok Yüksek Dayanıklı (HR), yaprak alanı %10'dan daha az nekrotik lekeye sahip, piknitler görünmüyor
3(R)	Yüksek Dayanıklı (R), yaprak alanı %11-25 oranında nekrotik lekeye sahip, çok az sayıda piknit görülüyor
5(MR)	Orta Dayanıklı (MR), yaprak alanı %26-45 oranında nekrotik lekeye sahip, oldukça sayıda piknit ile kaplı
7(S)	Hassas (S), yaprak alanı %46-75 oranında nekrotik lekeye sahip, piknit yoğunluğu çok fazla
9(VS)	Çok Hassas (VS), yaprak alanı %76-100 oranında nekrotik lekeye sahip, tahrip olmuş yaprak piknit yoğunluğu çok fazla

ARAŞTIRMA BULGULARI

İklim Odası Çalışmaları

İklim odası koşullarında gerçekleştirilen, çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerleri (Ort.) ve Reaksiyon tipleri Çizelge 3'de özetlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu çeşitlerin hastalık şiddetleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Çizelge 3 incelendiğinde; denemeye alınan buğday çeşitleri arasında en düşük % hastalık şiddeti değeri % 38.95 ile Alatay ve Gönen 98 çeşitlerinde gözlenmiştir. Bu sırayı; % 39.19 ile Ceyhan 99, % 45.90 ile Kaşifbey 95 ve % 47.37 ile Ziyabey 98 çeşidi takip etmiştir. Denemeye alınan buğday çeşitleri arasında en yüksek % hastalık şiddeti değeri, % 77.27 ile Yaren çeşidinde gözlenmiştir. Bu sırayı; % 76.66 ile Meta 2002, % 73.50 ile Tüten 2002, % 72.70 ile Şölen, % 69.66 ile Basribey 95, % 65.09 ile Ege 88, % 63.11 ile Efe çeşidi takip etmiştir. Şekil 1'de iklim odası koşullarında gerçekleştirilen, çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerlerinin grafiksel dağılımı verilmiştir.

İklim odası koşullarında denemeye alınan buğday çeşitlerinde, elde edilen reaksiyon tipleri incelendiğinde, Alatay, Gönen 98, Ceyhan 99, Kaşifbey 95 ve Ziyabey 98 Septorya yaprak lekeli hastalığına Hassas çeşitler (S) olarak belirlenmiştir. Basribey 95, Kayra, Meta 2002, Adana 99, Cunnhuriyet 75, Efe, Ege 88, Tüten 2002, Şölen ve Yaren buğday çeşitleri ise hastalığa karşı Çok hassas (VS) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3. İklim odası koşullarında gerçekleştirilen çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerleri (Ort.) ve Reaksiyon tipleri

Table 3. Mean value for the disease severity (%) and reaction types in climate chamber conditions

Buğday Çeşidi	% Hastalık Şiddeti (ort.)	Reaksiyon Tipi
Kaşifbey 95	45.90ab	S (Hassas)
Gönen 98	38.95a	S (Hassas)
Basribey 95	69.66cde	VS (Çok Hassas)
Kayra	61.79bcd	VS (Çok Hassas)
Meta 2002	76.66de	VS (Çok Hassas)
Adana 99	60.69bcd	VS (Çok Hassas)
Ziyabey 98	47.37ab	S (Hassas)
Ceyhan 99	39.19a	S (Hassas)
Cumhuriyet 75	50.41abc	VS (Çok Hassas)
Efe	63.11bcd	VS (Çok Hassas)
Alatay	38.95a	S (Hassas)
Ege 88	65.09bcd	VS (Çok Hassas)
Tütün 2002	73.50de	VS (Çok Hassas)
Şölen	72.70de	VS (Çok Hassas)
Yaren	77.27de	VS (Çok Hassas)
Touching-20**	88.45e	VS (Çok Hassas)
Tekirdağ**	72.70de	VS (Çok Hassas)

**Aynı harfle gösterilmeyen rakamlar önemli ölçüde birbirinden farklıdır, ** P< 0,01 (%1 seviyesinde önemli)

*Imm: :%0-5, Yüksek Dayanıklı (HR): %6-10, Dayanıklı (R): %11-20, Orta Dayanıklı (MR): %21-29, Hassas(S): %30-50, Çok Hassas (VS): %50 ve üzeri

**Touching-20 ve Tekirdağ pozitif kontrol



Şekil 1. İklim odası koşullarında gerçekleştirilen çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerlerinin grafiksel dağılımı

Figure 1. Graphical distribution of mean value for the disease severity (%) in climate chamber conditions

Serada Çeşit Reaksiyonu Denemesi

Sera koşullarında gerçekleştirilen, çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerleri (Ort.) ve Reaksiyon tipleri Çizelge 4'de özetlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu

çeşitlerin hastalık şiddetleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. Çizelge 4 incelendiğinde; denemeye alınan buğday çeşitleri arasında en düşük % hastalık şiddeti değeri % 30.97 ile Alatay çeşitinde gözlenmiştir. Bu sırayı; % 46.86 ile Kaşifbey 95, % 47.22 ile Gönen 98, % 49.60 ile Adana 99, % 50.09 ile Cumhuriyet 75, % 50.78 ile Ceyhan 99 ve % 51.71 ile Ziyabey 98 çeşidi takip etmiştir. Denemeye alınan buğday çeşitleri arasında en yüksek % hastalık şiddeti değeri, % 76.66 ile Yaren çeşidinde gözlenmiştir. Bu sırayı; % 75.55 ile Efe, % 74.99 ile Basribey 95 ve Tüten 2002, % 73.15 ile Kayra ve Şölen, % 64.44 ile Ege 88 ve % 63.79 ile Meta 2002 çeşidi takip etmiştir. Şekil 2'de sera koşullarında gerçekleştirilen, çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerlerinin grafiksel dağılımı verilmiştir.

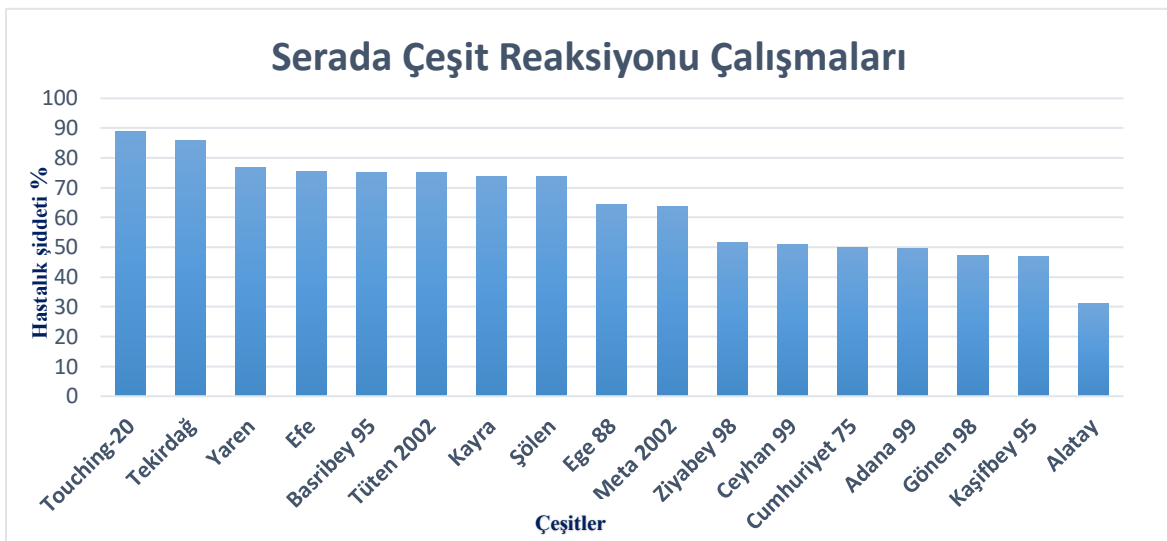
Çizelge 4. Serada çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerleri (Ort.) ve Reaksiyon tipleri
Table 4. Mean value for the disease severity (%) and reaction types in greenhouse conditions

Buğday Çeşidi	% Hastalık Şiddeti (ort.)	Reaksiyon Tipi
Kaşifbey 95	46.86b	S (Hassas)
Gönen 98	47.22b	S (Hassas)
Basribey 95	74.99cde	S (Hassas)
Kayra	73.15cd	S (Hassas)
Meta 2002	63.79c	S (Hassas)
Adana 99	49.60b	S (Hassas)
Ziyabey 98	51.71b	S (Hassas)
Ceyhan 99	50.78b	S (Hassas)
Cumhuriyet 75	50.09b	S (Hassas)
Efe	75.55cde	VS (Çok Hassas)
Alatay	30.97a	Orta Dayanıklı (MR)
Ege 88	64.44c	S (Hassas)
Tüten 2002	74.99cde	S (Hassas)
Şölen	73.15cd	S (Hassas)
Yaren	76.66de	VS (Çok Hassas)
Touching-20**	88.88f	VS (Çok Hassas)
Tekirdağ**	85.86ef	VS (Çok Hassas)

*Aynı harfle gösterilmeyen rakamlar önemli ölçüde birbirinden farklıdır, ** P< 0,01 (%1 seviyesinde önemli)

*Imm: :%0 Sağlıklı, Çok Yüksek Dayanıklı (HR): %10, Yüksek Dayanıklı (R): %11-25, Orta Dayanıklı (MR): %26-45, Hassas(S): %46-75, Çok Hassas (VS): %76 ve üzeri

**Touching-20 ve Tekirdağ pozitif kontrol



Şekil 2. Serada gerçekleştirilen çeşit reaksiyonu denemeleri sonucunda elde edilen % Hastalık şiddeti değerlerinin grafiksel dağılımı
Figure 2. Graphical distribution of mean value for the disease severity (%) in greenhouse conditions

Sera koşullarında denemeye alınan buğday çeşitlerinde, elde edilen reaksiyon tipleri incelendiğinde, Alatay buğday çeşidi, Septorya yaprak lekesi hastalığına Orta Dayanıklı (MR) olarak belirlenmiştir. Kaşifbey 95, Gönen 98, Basribey 95, Kayra, Meta 2002, Adana 99, Ziyabey 98, Ceyhan 99, Cumhuriyet 75, Ege 88, Tüten 2002 ve Şölen buğday çeşitleri ise hastalığa karşı Hassas (S) olarak tespit edilmiştir. Efe ve Yaren buğday çeşitleri ise hastalığa karşı Çok Hassas (VS) olarak belirlenmiştir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışma ile, Ege Bölgesi buğday ekim alanlarında son yıllarda artış gösteren, verim ve kaliteyi etkileyen buğdayın en önemli hastalıklarından biri olan Septorya yaprak lekesi hastalığına karşı bölgemiz koşullarında yaygın olarak yetiştirilen buğday çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hastalığın mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanımı önem kazanmaktadır. Bu nedenle, Ege Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen 10 ekmeklik ve 5 makarnalık buğday çeşidinin hastalığa karşı reaksiyonları bu çalışma ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, sadece Alatay çeşidi Orta Dayanıklı (MR) olarak belirlenmiş diğer çeşitler ise hassas olarak tespit edilmiştir. Alatay çeşidi hastalığın görüldüğü alanlarda önerilebilecek bir çeşit niteliğindedir. Ayrıca Gönen 98, Ceyhan 99, Kaşifbey 95, Adana 99, Cumhuriyet 75 ve Ziyabey 98 buğday çeşitlerinin de ileride yapılacak ıslah çalışmaları için ümitvar olduğu düşünülmektedir. Yapılan benzer bir çalışmada, Türkiye'deki Septorya Yaprak Lekesine karşı 12 buğday çeşitinin reaksiyonu araştırılmıştır. Ege 88 ve Seri 82 çeşitleri Septorya Yaprak Lekesine hassas, Orso ve Diyarbakır 81 çeşitleri ise bu hastalığa karşı dayanıklı bulunmuştur (Kurt, 2001). Yapılan çalışmamızda da Ege 88 buğday çeşidinde %65 oranında hastalık şiddeti gözlenerek, Septorya yaprak lekesi hastalığına karşı hassas reaksiyon göstermiştir. Ayrıca, Canihoş ve ark. (1997), tarafından Çukurova Bölgesi'nde Septorya Yaprak Lekesine karşı Seri-82 çeşidi duyarlı bulunurken, Panda çeşidi bu hastalığa karşı dayanıklı bulunmuştur. Altın ve ark. (2017) yaptıkları çalışmalarında da Septorya Yaprak Lekesi hastalığına karşı en hassas çeşidin % 60 hastalık şiddeti ile Bereket, en tolerant çeşidin ise %14 ile Aslı çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Z. tritici etmeni; eşeyli ve eşeysiz formda üreme yeteneği, yüksek genetik varyasyona sahip olması ve farklı patotipler oluşturması gibi özellikleri nedeniyle, Septorya yaprak lekesi epidemik karaktere sahip, önemli bir hastalıktır. Hastalık, ilk enfeksiyonunu ilkbaharda gerçekleştirerek, sporlar rüzgâr yardımıyla uzak mesafelere taşınabilmektedir. Son yıllarda hastalığın yaygınlaşmasıyla birlikte epidemi yapma riski de giderek artmaktadır. Ege Bölgesi'nde Septorya yaprak lekesi hastalığının epidemi yapması durumunda, yaygın olarak kullanılan buğday çeşitlerinin genelinin hassas olmasından dolayı, ürün ve verim kayıplarının yaşanabileceği endişesi duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Altın, N., Güngör, H., Yıldırım, İ. 2017. Batı Karadeniz Bölgesi Düzce koşulları altında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin yaprak hastalıklarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 5(6):653-659.
- Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Canihoş, Y., Yağbasanlar, T., Kurt, Ş., Toklu F. 1997. Çukurova Bölgesi'nde bazı önemli buğday çeşit ve hatlarının sarı pas ve septorya yaprak lekesi hastalıklarına karşı reaksiyonları, Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 1997, 12, (3):89-98.
- Demirbaş, N., Atış, E. 2005. Türkiye Tarımında Gıda Güvencesi Sorununun Buğday Örneğinde İncelenmesi, Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 42(1):179.
- Eyal Z., Scharen A. L., Prescott J.M. and Ginkel M. 1987. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F.: CIMMYT. 11-20.
- Garcia C., Marshall D. 1992. Observations on the Ascogenous Stage of *Septoria tritici* in Texas. Mycological Research, 96, 65–70.
- İren S. 1962. Tarla Bitkileri Hastalıkları. Ayyıldız Matbaası, Ankara, 3-94.
- Kurt, S. 2001. Screening of wheat cultivars for resistance to stripe rust and leaf blotch in Turkey. Crop Protection, 21: 495-500.

- Medini M., Hamza S. 2008. Pathotype and Molecular Characterization of *Mycosphaerella graminicola* Isolates Collected from Tunisia, Algeria and Canada. *Journal of Plant Pathology*, 90 (1), 65-73.
- Roelfs A.P., Singh R. P., Saari E.E. 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, D.F. CIMMYT. 81 pp.
- Rosielle, A.A. 1972. Sources of resistance in wheat to speckled leaf by *Septoria tritici*. *Euphytica* 21:152–161.
- Saadaoui, E.M. 1987. Physiologic specilization of *Septoria tritici* in Morocco. *Plant Disease*, 71:153-155.
- Scott, P. R., Sanders N, F. R., Benedikz, P. W. 1988. Occurrence of *Mycosphaerella graminicola*, teleomorph of *Septoria tritici*, on wheat debris in the UK. *Plant pathology*, Volume 37, Issue 2, 285-290.
- Wiese, M. W. 1987. *Compendium of wheat diseases*. St. Paul, Minnesota, USA. *American Phytopathology*, 112p.
- Zelikovitch, N., Eyal, Z. 1991. Reduction in pycnidial coverage after inoculation of wheat with mixtures of isolates of *Septoria tritici*. *Plant Disease*, 75:907-910.
- Zillinsky F. 1983. *Cereal Diseases*, Centro Internacional De Mejoramiento De Maiz y Trigo, Mexico, DF, 35-42.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):355-364
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.796026>

Harun KIZILYILDIRIM¹ 

Osman GEDİK^{1*} 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
Kahramanmaraş/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
ogedik@ksu.edu.tr

Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa*) verim ve kalitesine etkisi

The effect of different nitrogen dosage applications on the yield and quality of black cumin (*Nigella sativa*) in Kahramanmaraş conditions

Alınış (Received): 17.09.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 10.12.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışma; artan azot dozlarının çörek otunun bitkisel, verim ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışma; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde 2017-2018 kışlık yetiştirme sezonunda, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada yedi farklı azot dozu (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 kg/da) ve *Nigella sativa* türü kullanılmıştır. Çalışmada tarla denemesi sırasında ve hasat sonrasında, bitkisel, verim ve kalite ile ilgili bazı özellikler incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Alınan ölçümler sonucunda farklı azot dozlarında; bitki boyu 33.76-76.83 cm, ilk dal yüksekliği 13.10-20.60 cm, ilk kapsül yüksekliği 19.76-29.40 cm, dal sayısı 5.43-12.43 adet/bitki, kapsül sayısı 9.70-25.76 adet/bitki, kapsüldeki tohum sayısı 110.70-126.73 adet/kapsül, bin tane ağırlığı 2.40-2.47 g, tohum verimi 103.97-165.00 kg/da, sabit yağ verimi %24.73-38.53, sabit yağ oranı %21.83-22.83, ortalama uçucu yağ oranı %0.60-0.84, protein oranı %16.26-18.69 olarak bulunmuştur.

Sonuç: Araştırma sonuçlarına göre, artan azot dozlarının bitki boyu, dal sayısı, tohum verimi, sabit yağ verimi ve uçucu yağ oranı üzerine etkisi önemli bulunmuş.

Anahtar sözcükler: Farklı azot dozları, çörek otu, *Nigella sativa*, sabit yağ, uçucu yağ

Keywords: Different nitrogen doses, black cumin, *Nigella sativa*, fixed oil, essential oil

ABSTRACT

Objective: This study; It was carried out to determine the effect of increasing nitrogen doses on herbal, yield and quality characteristics of black cumin.

Material and Methods: In this study; Kahramanmaraş Sütçü İmam University Faculty of Agriculture Department of Field Crops Research and Application land was carried out in 2017-2018 winter growing season. The study was conducted with three replications according to randomized block design. The seven different nitrogen doses (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 kg/da) and *Nigella sativa* species were used. This study, some features related to plant, yield and quality were investigated during field trial and post harvest.

Results: As a result of the measurements taken at different nitrogen doses; plant height 33.76-76.83 cm, height of the first branch 13.10-20.60 cm, height of the first capsule 19.76-29.40 cm, the number of branches 5.43-12.43 piece/plant, number of capsules 9.70-25.76 piece/plant, the number of seeds in the capsule 110.70-126.73 piece/capsule, thousand grain weight 2.40-2.47 g, seed yield 103.97-165.00 kg/da, fixed oil yield was 24.73-38.53%, fixed oil rate was 21.83-22.83%, essential oil ratio was 0.60-0.84%, protein content was found to be 16.26-18.69%.

Conclusion: According to the results of the research, the effect of nitrogen doses on plant height, number of branches, seed yield, fixed oil yield and essential oil ratio were found to be significant.

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkilerin; gıda, baharat, ilaç ve kozmetik gibi birçok alanda insanlık tarihinin başlangıcından itibaren benzer amaçlarla kullanıldıkları bilinmektedir (Acıbuda ve Budak, 2018). Türkiye geniş yüzölçümü, coğrafi konumu ve iklimi gibi özellikleri bakımından tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğine oldukça elverişli bir yapıya sahip olup; gıda ve katkı maddeleri, bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, kozmetik ve parfümeri gibi pek çok sanayi alanında hammadde olarak kullanılabilen zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir (Bayram ve ark., 2010; Gül ve Çelik, 2016). Çörek otu; Türkiye iklim koşullarında rahatlıkla yetiştirilebilen, uzun yıllardan beri halk hekimliğinde kullanılan, baharat, koku verici ve lezzet artırıcı olarak mutfaklarda yer alan, gıda sanayinde hammadde olarak kullanılan katma değeri yüksek tıbbi ve aromatik bitkilerinden biridir (Akgül, 1993; Ceylan, 1997; Küçükemre, 2009; Ertaş, 2016). Çörek otu bitkisi genellikle 35-70 cm boylanabilmektedir, gövdesi tüylü ve dik bir yapıya sahiptir. Yapraklar almaşıklı olarak bir sap üzerinde dizilmiştir ve yaprak yapısı 3 parçalıdır. Çiçek rengi genellikle açık mavi renkte, çiçek yapısı ise 5 parçalıdır. Meyveler 5 odalı bir kapsül şeklindedir ve tohumlar bu kapsüller içerisinde gelişerek olgunlaşır. Çörek otu tohumları siyah renkli olup 2,5-4 mm uzunluğundadır (Baydar, 2013; Ürüshan, 2016). Dünya’da çörek otunun 20-24 kadar türü olup, bunlardan 12-15’inin Türkiye florasında bulunduğu belirtilmektedir (Başer, 2010; Ayhan, 2012).

Çizelge 1. Çörek otunun 2012-2019 yılları arasındaki üretim miktarı ve üretim alanı (Tüik, 2019)

Table 1. Production amount and production area of black cumin between 2012-2019 (Tüik, 2019)

Yıllar	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Verim (kg/da)
2012	161	2299	70
2013	352	3261	108
2014	140	1717	82
2015	425	4681	91
2016	2527	23160	109
2017	3094	32560	95
2018	3322	33864	98
2019	3603	37085	97

Çizelge 1’de görüldüğü gibi 2012-2019 yılları arasında en fazla üretim miktarı 3603 ton ile 2019 yılında gerçekleşmiştir. En az üretim miktarı ise 140 ton ile 2014 yılında gerçekleşmiştir. Özellikle 2015 yılından sonra çörek otu üretiminde büyük bir artış söz konusu olmuştur. Çörek otunda en yüksek ortalama verim 109 kg/da ile 2016 yılında en düşük ortalama verim ise 70 kg/da ile 2012 yılında alınmıştır. Gün (2012), bildirdiği üzere; İbni Sina’nın tıp tarihi açısından önemli bir kaynak olarak kabul gören eseri “Kanun” da çörek otunun metabolizmayı uyaran ve halsizlik-uyuşukluk giderici etkisi vurgulanmaktadır. Ayrıca çörek otunun akciğerleri güçlendirdiğinden, iç arınma ve detoks etkisi yarattığından, ateşi düşürdüğünden, soğuk algınlığı, baş ve diş ağrısını giderdiğinden, cilt hastalıklarını iyileştirdiğinden ve yara tedavisindeki etkisinden, barsak parazitlerini düşürmede ve haşere sokmalarında ilaç olarak kullanıldığından bahsedilen “Kanun”da zengin besin ve enerji değeriyle çörek otu vurgulanmakta ve çörek otu yağının vücut ısısını dengelediğinden söz edilmektedir. Sharma et al. (2009), bildirdiği üzere ana bileşen olarak belirlenen timokinon uçucu yağda ortalama %0.5, maksimum %1.5 olarak belirlenmiştir. Uçucu yağda karvakrol, karvon, limonen, 4-terpineol, sitronellol eser miktarda bulunurken, p-simen (%40), pinen (%15’e kadar), ditiokinon ve timohidrokinonun başlıca bileşenlerdir. Tohumlar ayrıca doymamış yağ asitleri bakımından zengin olup, özellikle linoleik asit (%50-60), oleik asit (%20), eikodadienoik asit (%3) ve dihomolinoleik asit (%10) içerdiği bildirilmiştir. Bitkiler için mutlak gerekli besin maddesi olan azot, ürün verimini ve kalitesini de doğrudan etkiler (Erol ve Dursun, 1998). Bitkide; proteinler, aminoasitler, nükleik asitler, enzimler, klorofil, vitamin gibi birçok önemli organik bileşiğin yapısında yer alır (Zabunoğlu ve Karaçal, 1986; Kacar ve Katkat, 2010). Ayrıca azotun bitki gelişimi üzerinde karbonhidrat kapsamı, bitkide fotosentez, bitki özsuğu, bitki kök gelişimi, bitki gövde ve kök oranı, dane ve meyve verimi, bitkilerde yatma, bitkilerde hasat zamanı, bitkinin hastalıklara karşı dayanıklılığı gibi bitkinin bütün yaşamsal faaliyetlerinde etkisi vardır (Kacar, 1984; Bolat ve Kara, 2017).

Bitkisel üretimde başarının temel şartı kaliteli ve verimli ürünü en ekonomik şekilde elde etmektir. Buda ancak arazideki ürünün yeterli ve dengeli bir şekilde gübrenmesi ile mümkündür (Anonim, 2016). Belirtilen bu nedenler dolayısı ile her bitki türü ve üretimin yapılacağı bölge için bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarı, gübrenin uygulama zamanı ve uygulama yönteminin yapılan çalışmalarla belirlenmesi gerekmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırmanın; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama arazisinde 2017-2018 vejetasyon döneminde kışlık olarak yürütülmüştür. Kahramanmaraş'ın uzun yıllarına ve denemenin yürütüldüğü 2017-2018 yıllarına ait sıcaklık-yağış değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi 2017-2018 yılı yetiştirme sezonu için Kasım-Haziran ayları arasındaki sıcaklık değerleri; uzun yıllar ortalaması ile karşılaştırıldığında ekimin yapıldığı Kasım-Haziran ayları sıcaklık ortalamaları uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Yağış bakımından 2017 Temmuz, 2018 Haziran ayları arasında uzun yıllar ortalaması olarak 724.70 mm toplam yağış düşmesine karşılık 2017-2018 yılı Temmuz- Haziran ayları arasında toplam 563.00 mm yağış almıştır. 2017-2018 yılı Temmuz-Haziran aylarında toplam yağış uzun yıllar ortalamasının altında olmuştur. Çizelge 3'te deneme alanı toprağının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 2. Kahramanmaraş'ın Kasım-Haziran ayları arasındaki 2017-2018 yılı ve 1929- 2017 arası uzun yıllara (UY) ait bazı iklim değerleri

Table 2. Some climatic values of Kahramanmaraş for the years 2017-2018 between November-June and the long years (UY) between 1929 and 2017

Aylar	Aylık ort. Sıcaklık			Aylık Toplam Yağış(mm)		
	UY 2017-18	UY (1929-2017)	Fark (2017-18)-UY	UY 2017-18	UY (1929-2018)	Fark (2017-2018)-UY
Temmuz	30.90	28.40	2.50	0.00	1.10	-1.10
Ağustos	29.80	28.50	1.30	0.00	0.90	-0.90
Eylül	27.80	25.20	2.60	0.00	9.10	-9.10
Ekim	19.40	19.10	0.30	40.20	46.80	-6.60
Kasım	12.20	11.70	0.50	89.60	82.80	6.80
Aralık	8.90	6.70	2.20	33.70	125.10	-91.40
Ocak	7.40	4.90	2.50	149.90	129.20	20.70
Şubat	9.70	6.50	3.20	63.10	110.80	-47.70
Mart	14.20	2.30	11.90	47.40	97.10	-49.70
Nisan	18.40	15.50	2.90	71.60	73.30	-1.70
Mayıs	21.70	20.60	1.10	28.10	41.80	-13.70
Haziran	25.40	25.20	0.20	39.40	6.70	32.70
Ort.	18.81	16.21	2.60			
Toplam				563.00	724.70	-161.70

Çizelge 3'te görüldüğü gibi deneme alanı killi bir yapıya sahip, kireç oranı yüksek, yarayıslı fosfor (P_2O_5) oranı orta seviyede, yarayıslı potasyum (K_2O) oranı yüksektir. Denemede bitki materyali *N. sativa* KSÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden daha önceki yıllarda yetiştirilen çörek otu bitkilerinden elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Toprak hazırlığı tamamlanan arazide, markör yardımıyla sıralar açılarak ekim derinliği 2-3 cm, sıra arası 30 cm ve 6 sıralı olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Parsel boyu 3 m eni ise 1.80 m olarak düzenlenmiştir. Bitkiler yaklaşık 3-4 cm uzunluğuna geldiğinde sıra üzeri 10 cm olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Gerek toprağı havalandırmak gerekse yabancı ot mücadelesi için 2 defa çapalama yapılmıştır. Çiçeklenme döneminden olgunlaşma dönemine kadar yağışların azalmasıyla birlikte iki defa salma sulama yapılmıştır. Denemede kullanılan fosfor dozu için Triple Süper Fosfat(%43-45) ve N dozları için Amonyum Nitrat (%33) gübrelere kullanılmıştır. Fosfor tüm parsellere dekara 6 kg saf fosfor olacak şekilde ekim sırasında, azot dozları ise dekara sırasıyla 0 (kontrol parseli), 2, 4, 6, 8, 10, 12 kg/da saf N olacak şekilde hesaplanmış olup azot dozlarının yarısı ekimle birlikte serpmeye olarak kalan yarısı da ilkbaharda sapa kalkma döneminde çapalama işlemi ile ot kontrolü yapıldıktan sonra elle serpilerek uygulanmıştır.

Çizelge 3. Deneme alanı toprağının kimyasal ve fiziksel özellikleri**Table 3.** Chemical and physical properties of the soil of the trial area

Özellikler	Değerler	Yorumlar
Torak derinliği (cm)	0-30	
Suya Doygunluk (%)	72	Killi
pH	7.66	Hafif Alkali
Organik Madde (%)	1.66	Düşük
Kireç (CaCO ₃) (%)	3.91	Kireçli
Tuzluluk (%)	0.86	Düşük
Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	6.29	Orta
Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	53	Yüksek

Olgunlaşma dönemine gelen bitkiler kenar tesiri (Üst ve alttan birer sıra ve baş ve sondan 50'şer cm çıkarılmıştır) çıkarıldıktan sonra; 15.07.2018 tarihinden elle hasat yapılmıştır. Harman işleminden sonra uçucu ve sabit yağ işlemleri KSÜ Ziraat Fakültesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Laboratuvarında yapılmış olup sabit yağ bileşenleri KSÜ ÜSKİM Laboratuvarında belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen bitkisel, verim ve kaliteyle ilgili karakterlere ait gözlemlerden elde edilen sonuçlar tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi SAS 9.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine (önemli bulunan olasılık sınırına göre $P < 0.05$ veya $P < 0.01$) tabi tutulmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

18 Kasım 2017 tarihinde ekilen çörek otunun (*N. sativa*) çıkış süresi 25 gün olarak belirlenmiştir. Çıkış süreleri ile ilgili literatür verilerine bakıldığında; Şahin (2013), Konya koşullarında 16-25 gün, Ürüşan (2016), Erzurum koşullarında 17.3- 23.0 gün, Ertaş (2016), Tokat koşullarında 20-21 gün olarak bildirmişlerdir. Tohumların ekim tarihinden parsellerdeki bitkilerin %50 den fazlasının çiçeklenmesi için 156 gün geçmiştir. Literatür verilerinde bu süre Ertaş (2016), 151-155 gün ve yazlık ekim yapmış olan Akgören (2011), 69-92 gün, Ürüşan (2016), 60.7-93.3 gün olarak bildirmişlerdir. Çiçeklenme sürelerindeki bu farklılık ekim döneminden kaynaklanmaktadır. Kışlık olarak ekilen çörek otunun olgunlaşma süresi 263 olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda bu süre; Ertaş (2016), kışlık 213-255 gün olarak bildirmişlerdir.

Bitki boyu (cm)

Farklı azot dozlarının çörek otunda bitki boyu üzerine etkisini gösteren Çizelge 4'e bakıldığında; değişen azot dozlarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiki olarak %1'e göre önemli bulunmuştur. Çörek otunda değişen dozlara göre bitki boyu ortalamaları 33.76-76.83 cm aralığında değiştiği görülmekte olup ortalama bitki boyu 60.20 cm dir. Uygulanan azot dozları arasında en düşük ortalama bitki boyu 33.76 cm ile kontrol dozunda görülürken en yüksek ortalama bitki boyu değeri ise istatistiki olarak aynı gruba giren 10 kg/da 76.83 cm ve 12 kg/da 76.16 cm dozlarında görülmüştür. Araştırmada bulunan bitki boylarına ait veriler 33.76-76.83 literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında: Shah (2004), Hindistan koşullarında ortalama bitki boyu 52.24-80.12 cm aralığında, Yimam et al., (2015), Etiyopya koşullarında 45.5-72.5 cm, Muhammad et al., (2017), Irak Süleymaniye'de 50.02-53.51 cm, Tulukçu (2015), Konya koşullarında yazlık olarak ekilen ilk yıl 23.95-26.02 cm, ikinci yıl 39.10-40.95 cm, Tunçtürk et al., (2012), Van ekolojik koşullarında ilk yıl 30.7-34.9 cm, ikinci yıl 28.3-30.9 cm, Türközü (2005), Van koşullarında 38.72-30.80 cm olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Koşar ve Özel (2018), bitki boyu iki yıl bileşik değerlerin 47.77-68.63 cm arasında değiştiği ve ortalama 57.27 cm olduğunu, Kılıç ve Arabacı (2016), en yüksek bitki boyunu 78.90 cm olarak bildirilmiştir. Ortalama bitki boyu değerleri diğer çalışma değerleri ile benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların araştırmaların yapıldığı bölge, iklim, toprak yapısındaki ve sulama faktörü gibi değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Çörek otunda farklı azot dozlarının; bitki boyu, ilk dal yüksekliği, ilk kapsül yüksekliği, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tane sayısına ait ortalama değerler

Table 4. Different nitrogen doses in black cumin; average values of plant height, first branch height, first capsule height, number of branches, number of capsules, number of grains in capsule

Dozlar (kg/da)	Bitki Boyu (cm)	Bitkide ilk dal yüksekliği (cm)	Bitkide ilk kapsül yüksekliği (cm)	Bitkide dal sayısı (Adet/Bitki)	Bitkide kapsül sayısı (Adet/Bitki)	Kapsüldeki tane sayısı (Adet/Kapsül)
0	33.76 f	13.10 c	19.77 d	5.43 e	9.70 e	116.97
2	46.76 e	17.10 b	25.27 c	7.53 d	12.13 d	117.17
4	54.13 d	17.70 ba	25.43 c	8.66 c	13.76 dc	110.70
6	63.33 c	19.53 ba	26.63 bac	9.13 c	15.10 c	118.23
8	70.40 b	18.43 ba	26.30 bc	11.23 b	20.46 b	125.07
10	76.83 a	19.70 ba	28.40 ba	12.43 a	25.76 a	126.73
12	76.16 a	20.60 a	29.40 a	12.00 a	24.80 a	120.30
Ort.	60.20	18.20	25.886	9.490	17.38	119.30
F	540.65**	6.66**	11.78**	129.55**	139.97**	0.58
LDS	2.13	2.96	2.77	0.69	1.64	217.97

Bitkide ilk dal yüksekliği (cm)

Çizelge 4'e göre farklı azot dozlarının çörek otunda ilk dal yüksekliğine etkisi istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu görülmektedir. Çörek otunda farklı azot dozu uygulamaları sonucunda bitkide ilk dal yüksekliği ortalamalarını gösteren Çizelge 4 incelendiğinde değişen azot dozu uygulamalarında çörek otunun ilk dal yükseklik ortalamaları 13.10-20.60 cm arasında değiştiği görülmektedir. Uygulanan azot dozları arasında en yüksek ilk dal yüksekliği ortalaması 20.60 cm ile 12 kg/da N dozu uygulamasında görülürken en düşük ilk dal yükseklik ortalaması 13.10 cm ile kontrol dozunda elde edilmiştir. İlk dal yüksekliğinin belirli bir seviyede olması çörek otunun makineli hasata uygunluğu yanısıra, çapalama ve sulama gibi kültürel işlemlerde de avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Bitkide ilk kapsül yüksekliği (cm)

Farklı azot dozlarının çörek otunda ilk kapsül yüksekliğine etkisi istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çörek otunda bitkide ilk kapsül yüksekliği ortalamalarını gösteren Çizelge 4'e bakıldığında değişen dozlara göre ilk kapsül yüksekliği ortalama değerleri 19.77-29.40 cm arasında değişirken, en yüksek ilk kapsül yüksekliği ortalaması 29.40 cm olarak 12 kg/da azot dozu uygulamasında en düşük ilk kapsül yüksekliği ortalaması ise 19.77 cm ile kontrol dozunda olduğu görülmektedir. Şahin (2013), Konya koşullarında yaptığı araştırma sonucunda, çörek otunda ilk kapsül yüksekliğini 16.90-41.60 cm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Bitkide dal sayısı (Adet/bitki)

Çizelge 4'te farklı azot dozlarının çörek otunda bitkide dal sayısına etkisi istatistiki olarak %1'e göre önemli olduğu belirlenmiştir. Çörek otunda artan azot dozlarına göre bitkide dal sayısına ait ortalama değerler 5.43-12.43 adet/bitki aralığında değişmektedir. Uygulanan azot dozları arasında en fazla dal sayısı ortalaması 12.43 adet/bitki ile 10 kg/da azot dozu uygulamasından en düşük bitkide dal sayısı ortalaması ise 5.43 adet/bitki ile kontrol parselinden elde edilmiştir. Literatür verilerine göre Rana et al., (2012), bitkide dal sayısı birinci çeşit (NRCSS AN-1) için 16.71 dal/bitki, ikinci çeşit (Lokal klonjii) için 16.36 dal/bitki aralığında ve bu çalışmada ki verilerden yüksek, Özgüven ve Şekeroğlu (2007), 12.73 dal/bitki, Tulukçu (2015), iki yıl yürütmüş olduğu çalışmada 3.13-6.96 dal/bitki aralığında bildirmiş olup çalışmadaki verilerle uyumludur. Azotlu gübre uygulamasının bitkide dal sayısına olumlu etkisi olduğu, belirli bir seviyeye kadar artan azot dozlarının bitkide dal sayısını artırdığı, daha fazla artan azot dozlarında ise bitkide dal sayısı ortalamasında bir miktar azalma olduğu görülmektedir. Azot dozu uygulamasının çörek otu bitkisinin gelişimine ve verimine olumlu etkisi olduğu, artan azot dozların bitkinin dal sayısını artırdığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Das et al., 1991; Shah, 2004).

Bitkide kapsül sayısı (Adet/bitki)

Çörek otunda farklı azot dozu uygulamaları sonucunda bitkide kapsül sayısına ait ortalama değerler 9.70-25.76 adet/bitki aralığında olup istatistiki olarak %1'e göre önemli bulunmuştur. Bitkide en

yüksek kapsül sayısı ortalaması 25.76 adet/bitki ile 10 kg/da azot dozu uygulamasında, en düşük kapsül sayısı ortalaması ise 9.70 adet/bitki ile kontrol dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Araştırmada bulunan bitkide kapsül sayısına ait ortalama değerler, literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında; Yimam et al., (2015), 21.5-45.9 adet/bitki, Özgüven ve Şekeroğlu (2007), 22.2 adet/bitki ve Shah (2007), 15.13-33.12 adet/bitki değerleri ile uyumlu, Sağlam (2018), 4.58-8.53 adet/bitki değerlerinden yüksek ve Rana et al., (2012), çeşit 1 için 28.21-32.25 adet/bitki, çeşit 2 için 26.75-30.92 adet/bitki değerlerinden düşük olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki farklılıkların bitkinin yetiştirildiği ekoloji, toprak yapısı ve genotip özelliklerinden kaynaklanılacağı düşünülmektedir.

Kapsüldeki tane sayısı (Adet/kapsül)

Çizelge 4'e göre artan azot dozlarının kapsüldeki tane sayısına etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte rakamsal olarak farklılıklar vardır. Buna göre değişen dozlarda kapsüldeki tane sayısı ortalamaları 110.70-126.73 adet/kapsül arasında değişirken, en yüksek kapsülde tane sayısı ortalaması 126.73 adet/kapsül ile 10 kg/da azot dozu uygulamasında en düşük kapsülde tane sayısı ortalaması 110.70 adet/kapsül ile 4 kg/da azot dozu uygulamasında olduğu görülmektedir. Benzer şekilde; Türköz (2005), Van koşullarında azotlu gübre uygulamalarının çörek otunun kapsüldeki tohum sayısına etkisi istatistiksel açıdan önemli olmadığını bildirmiştir. Bu araştırmada bulunan kapsüldeki tane sayısına ait veriler literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında; Muhammad et al., (2017), *N. sativa* çeşitinde 48.70-81.66 adet/kapsül, *N. arvensis* çeşidinde 55.81-68.40 adet/kapsül, Rana et al., (2012), çeşit 1 için 55.29-65.00 tohum/kapsül, çeşit 2 için 51.75-61.81 tohum/kapsül, Yimam et al., (2015), 55.1-91.6 adet/kapsül, Shah (2004), 70.11-79.65 adet/kapsül, Tunçtürk et al., (2012), ilk yıl 50.1-57.2 ikinci yıl 52.9-55.5 adet/kapsül, Türköz (2005), 65.32- 81.59 adet/bitki, Tulukçu (2015), ilk yıl 51.35-63.50 ikinci yıl 58.68-67.30 adet/bitki. Yapılan çalışmalarda ortalama kapsüldeki tane sayısı arasındaki farklılıkların çalışmalarda kullanılan genotip, ekoloji, yetiştirme tekniği uygulamaları ve toprak özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bin tane ağırlığı (g)

Çörek otunda artan azot dozu uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde dozlar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemesine rağmen rakamsal olarak farklılıklar saptanmıştır. Bin tane ağırlığına ait ortalama değerler 2.40-2.47 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı ortalaması 2.47 g ile 12 kg/da azot dozu uygulamasında, en düşük bin tane ağırlığı ortalaması 2.40 g ile 6 kg/da azot dozu uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bulunan bin tane ağırlığına ait ortalamalar literatürdeki benzer diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında benzerliklerin ve farklılıkların olduğu görülmektedir. Buna göre; Sağlam (2018), ilk yıl 2.73-3.44 g ikinci yıl 2.09-2.22 g, Tulukçu (2015), ilk yıl 2.55-2.90 g, ikinci yıl 3.06-4.18 g, Türköz (2005), 2.57-2.62 g, Muhammad et al., (2017), *N. sativa* çeşidinde 1.73-2.33 g, *N. arvensis* çeşidinde 1.61-1.95 g, Özgüven ve Şekeroğlu (2007), 1.15-2.35 g, Koşar ve Özel (2018), bin tane ağırlığının iki yıl bileşik değerlere göre 1.81-3.16 g arasında değiştiğini ve ortalama 2.56 g olduğunu bildirmişlerdir. Tulukçu (2015), Konya koşullarında azot dozlarının ilk araştırma yılında çörek otunun bin tohum ağırlığına etkisinin olmadığını, ancak ikinci yılda 80 kg/ha N uygulanmasından en yüksek bin tohum ağırlığı 3.59 g elde ettiğini belirtmiştir.

Tohum verimi (kg/da)

Farklı azot dozu uygulamalarında çörek otunun tohum veriminin 103.97-165.00 kg/da arasında değiştiği ve dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemlidir. En yüksek ortalama tohum verimi istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 10 kg/da ile 8 kg/da azot uygulamasında sırasıyla 165.00 kg/da ve 163.72 kg/da, en düşük ortalama tohum verimi ise 103.97 kg/ da ile kontrol grubu uygulamasındadır (Çizelge 5). Farklı azot dozlarının çörek otunun tohum verimine etkisine ait sonuçlar literatürdeki diğer benzer çalışmaların bulgularıyla kıyaslandığında; Yılmaz ve ark., (2020), 152.5 kg/da, Sağlam (2018), ilk yıl 97.64-124.50 kg/da ikinci yıl 79.71-99.14 kg/da, Tulukçu (2015), ilk yıl 58.5-68.9 kg/da ikinci yıl 70.5-74.0 kg/da, Yimam et al., (2015), 63.6-133.6 kg/da, Tunçtürk et al., (2012), ilk yıl 49.3-55.5 kg/da, ikinci yıl 52.7-59.4 kg/da, Koşar ve Özel (2018), tohum verimi iki yıl bileşik değerlere göre 28.23- 107.41 kg/da ve 109.47 kg/da arasında değiştiği ve ortalama 67.48 kg/da olduğu, Kılıç ve Arabacı (2016), 92.16 kg/da, Özgüven ve Şekeroğlu (2007), 100.6 kg/da, Türköz (2005), 48.01-53.53 kg/da, Shah (2004), 81.85-146.18 kg/da, Das et al., (1991), 163.2 kg/da, Nataraja et al., (2003), 174.5 kg/da olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmadaki tohum verimine ait değerler literatür verileri ile uyumludur.

Çizelge 5. Çörek otunda farklı azot dozlarının; bin tane ağırlığı, tohum verimi, sabit yağ oranı, sabit yağ verimi, uçucu yağ oranı, protein oranına ait ortalama değerleri

Table 5. Different nitrogen doses in black cumin; Average values of thousand grain weight, seed yield, fixed oil ratio, fixed oil yield, essential oil ratio, protein ratio

Dozlar (kg/da)	Bin tane ağırlığı (g)	Tohum Verimi (kg/da)	Sabit Yağ Oranı (%)	Sabit Yağ Verimi (kg/da)	Uçucu Yağ Oranı (%)	Protein Oranı (%)
0	2.42	103.97 d	23.83	24.73 c	0.60 e	17.16 d
2	2.44	130.00 c	22.26	28.92 c	0.66 d	17.52 cb
4	2.45	134.44 c	22.00	29.60 c	0.73 c	16.26 e
6	2.40	138.33 bc	21.83	30.13 bc	0.83 ba	17.17 cd
8	2.44	163.72 a	23.66	38.53 a	0.84 a	17.54 b
10	2.42	165.00 a	22.16	36.84 a	0.79 b	18.69 a
12	2.47	156.66 ba	22.50	35.32 ab	0.80 ba	18.65 a
Ort.	2.43	141.73	22.52	32.01	0.75	17.57
F	0.07	10.19**	0.69	7.38**	38.72**	1.13
LDS	0.25	30.06	2.98	5.62	0.04	0.35

Sabit yağ oranı (%)

Farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun sabit yağ oranına etkisine ait ortalamaları gösteren Çizelge 5'e bakıldığında ortalama sabit yağ oranının %21.83-23.83 değerleri arasında değişmekte olup değerler arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. Buna göre artan azot dozlarında çörek otunun ortalama sabit yağ oranı en yüksek %23.83 ile kontrol dozu uygulamasından, en düşük ise %21.88 ile 6 kg/da azot uygulamasından elde edilmiştir. Azot dozu uygulamalarının çörek otu bitkisine etkilerinin araştırıldığı bazı çalışmalarda azot gübrelemesinin çörek otunun sabit yağ oranı üzerinde fazla etkisinin olmadığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ceylan, 1995; Shah, 2004; Özgüven ve Şekeroğlu, 2007). Araştırmada bulunan sabit yağ oranına ait veriler, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında; Yılmaz ve ark., (2020), ortalama sabit yağ oranı %28.2, Sağlam (2018), %30.3-45.5, Ashraf et al., (2006), %32.7-37.8 ve Shah (2004), %37.40-36.39 değerlerinden düşük, Muhammad et al., (2017), *N.sativa* çeşidinde %21.923-22.953 *N.arvensis* çeşidinde %20.48-22.74 ve Türközü (2005), %21.33-21.91 değerleri ile benzer durumdadır.

Sabit yağ verimi (kg/da)

Çörek otunda farklı azot dozu uygulamaları sonucunda ortalama sabit yağ verimi 24.73-38.53 kg/da arasında değişmekte olup istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama en yüksek sabit yağ verimi istatistiki olarak aynı grupta yer alan 8 kg/da (38.53) ve 10 kg/da (36.84) uygulamalarından, en düşük sabit yağ verimi ise istatistiki olarak aynı grupta yer alan kontrol (24.73), 2 kg/da (28.92) ve 4 kg/da (29.60) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 5). Artan azot dozları çörek otu bitkisinin sabit yağ verimini önemli derecede artırmıştır. Küçükemre (2009), yağ veriminin, dekara tohum verimi ile yağ içeriğinin (%) çarpımından elde edildiğini, bu nedenle tohum verimi sabit yağ verimi ile doğrudan bağlantılı olduğunu bildirmiştir. Yılmaz ve ark., (2020), ortama 43.00 kg/da, Kılıç ve Arabacı (2016), en yüksek sabit yağ verimini 34.81 L/da olarak bildirmişlerdir.

Sabit yağ bileşenleri (%)

Farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunda sabit yağ bileşenlerine etkileri bakımından incelendiğinde; palmitik asit %11.36-11.53 arasında olup en fazla %11.53 ile 10 kg/da azot dozu uygulamasında en düşük %11.36 ile 6 kg/da azot dozu uygulamasında, oleik asit %22.84-25.36 arasında değiştiği, en yüksek oleik asit %25.36 ile kontrol dozunda görülürken en düşük oleik asit %22.84 ile 4 kg/da azot dozu uygulamasında, linoleik asit %54.88-57.79 arasında olduğu en yüksek linoleik asit yüzdesi %57.79 ile 4 kg/da azot dozu uygulamasından en düşük linoleik asit yüzdesi ise %54.88 ile kontrol parselinde olduğu görülmüştür (Çizelge 6). Ashraf et al., (2006), yapmış olduğu çalışmada palmitik asit %14.77-15.84, oleik asit %23.87-25.69, linoleik asit %53.72-54.66 arasında değiştiği bildirilmiş olup çalışmadaki verilerle yakın değerlerde ve uyumludur.

Çizelge 6. Farklı azot dozlarında yetiştirilen çörek otunun sabit yağ bileşenleri**Table 6.** Fixed oil components of black cumin grown in different nitrogen doses

Bileşen sayısı	Yağ Asitleri	Dozlar (kg/da)						
		0	2	4	6	8	10	12
1	Bütirik Asit	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03
2	Kaproik Asit	0.29	0.50	0.63	0.30	0.25	0.40	0.32
3	Myristic Asit	0.13	0.13	0.15	0.13	0.14	0.14	0.13
4	Miristik Asit	0.03	0.02	0.02	-	0.02	-	0.03
5	Palmitik Asit	11.52	11.48	11.53	11.36	11.43	11.53	11.42
6	Palmiteloik Asit	0.29	0.29	0.25	0.26	0.17	0.17	0.16
7	Heptadekanoik Asit	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
8	Stearik Asit	2.80	2.74	2.71	2.79	2.79	2.86	2.80
9	Oleik Asit	25.36	23.36	22.83	23.03	23.37	24.01	24.33
10	Elaidik Asit	0.07	0.07	0.05	0.28	0.07	0.06	0.07
11	Linoleik Asit	54.88	57.44	57.79	56.56	57.56	57.08	56.66
12	Linoleaidik Asit	0.28	0.04	0.07	1.25	0.30	0.03	0.26
13	Gama-Linolenic Asit	0.25	0.10	0.12	0.12	0.12	0.10	0.15
14	Alfa-Linolenic Asit	0.23	0.18	0.19	0.21	0.19	0.18	0.19
15	Araşidik Asit	0.33	0.31	0.29	0.29	0.30	0.30	0.29
16	Heneikosanoik Asit	2.67	2.73	2.85	2.88	2.87	2.72	2.70
17	Cis-8,11,14-Eikosatrien	0.23	0.08	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
18	Behenik Asit	0.02	0.03	-	0.03	-	-	-
19	Trikosanoik Asit	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
20	Lignoserik Asit	0.09	0.03	-	-	-	-	0.02
21	Nervonik asit	0.06	-	-	-	-	-	-
22	Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoik	0.25	0.24	0.23	0.21	0.19	0.19	0.19
23	Cis-10-Pentadekanoik Asit	-	0.04	-	-	-	-	-
24	Araşidonik Asit	-	-	0.03	-	-	-	0.02
25	Cis-11,14,17-Eikosatrienoik	-	-	0.02	0.05	-	-	-
26	Cis-11.14-Eikosadienoik Asit	-	-	-	0.05	-	-	-

Uçucu yağ oranı (%)

Farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunda uçucu yağ oranını gösteren Çizelge 5'e bakıldığında, uçucu yağ oranlarına ait ortalamalar %0.60-0.84 aralığında değişmekte olup istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ortalama uçucu yağ oranı %0.84 ile 8 kg/da azot dozu uygulamasından, en düşük ortalama uçucu yağ oranı ise %0.60 ile kontrol dozu uygulamasından (0 kg/da) elde edilmiştir. Uygulanan azotun çörek otu bitkisinin uçucu yağ oranına olumlu etkisi olduğu, artan azot dozu seviyelerinde uçucu yağ oranı ortalaması belirli bir orana kadar arttığı, daha fazla artan azot dozunda ise uçucu yağ oranı ortalamasında bir miktar azalma olduğu belirlenmiştir. Türköz (2005), Van ekolojik koşullarında yaptığı çalışmasında artan azot dozlarının uçucu yağ oranına etkisinin önemli olduğunu en yüksek uçucu yağ oranını %0.25 ile 4 ve 8 kg/da N uygulamasından, en düşük uçucu yağ oranının %0.22 ile kontrol dozundan alındığını bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular çörekotu bitkisinde yapılan diğer bazı çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı benzerlikler ve farklılıklar olduğu görülmektedir. Buna göre Shah (2004), %1.54-1.61, Türköz (2005), %0.22-0.25 olarak bulduklarını bildirmiştir.

Protein Oranı

Artan azot dozlarının çörek otunda protein oranına etkilerine ait ortalama değerlerini gösteren Çizelge 5'e bakıldığında; uygulanan farklı dozların ortalama protein oranı değerleri %16.26-18.69 arasında değiştiği ve değerler arasında istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür. En yüksek ortalama protein oranı istatistiki olarak aynı grupta yer alan 10 kg/ da ve 12 kg/ da uygulamalarında sırasıyla

%18.69, %18.65, en düşük protein oranı ortalaması ise %16.26 ile 4 kg/da azot dozu uygulamasında olduğu görülmektedir. Literatür verilerine göre Rana et al., (2012), çeşit 1 için %20.77, çeşit 2 için %19.31, Ashraf et al., (2006) %18.59-20.79 olarak bildirmiş olup çalışmanın sonuçları ile literatür sonuçları birbirine yakın ve uyumludur.

SONUÇ

Bu araştırma; 2017-2018 vejetasyon döneminde Kahramanmaraş ekolojik koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa*) verim ve kalitesine etkisini araştırmak amacıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Çalışmada tarla denemesi sırasında ve hasat sonrasında bitkisel, verim ve kalite ile ilgili özellikler incelenmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, azot dozlarının bitki boyu, dal sayısı, tohum verimi, sabit yağ verimi ve uçucu yağ oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Araştırma sonucunda bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, dekara tohum verimi, sabit yağ verimi ve protein oranı gibi birçok özellik bakımından 10 kg/da azot dozu diğer dozlara oranla üstünlük sağladığı görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu makale Harun KIZILYILDIRIM'ın yüksek lisans tezinden üretilmiş ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (Proje No: 2017/1-21 YLS) desteklenmiştir.


KAYNAKLAR

- Acıbuda, V. & D.B. Budak, 2018. Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi, Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44.
- Akgören, G., 2011. Bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) populasyonlarının tarımsal özellikleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 92 s.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Demeği Yayınları No:15, Damla Matbaacılık, Ankara, s.72-75.
- Anonim, 2016. Gübrelemenin Esasları Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara. s.74.
- Anonim, 2018. Meteoroloji İşleri İl Müdürlüğü 2017 ve 2018 Yılı Raporları, Kahramanmaraş.
- Ashraf, M., Q. Ali. & Z. Iqbal, 2006. Effect of nitrogen application rate on the content composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 871-876.
- Ayhan, B., 2012. *Nigella sativa* L. bitkisi üzerine fitoterapötik çalışmalar. Gazi üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognazi Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, 153 s.
- Başer, K.H.C., 2010. Çörek Otu (*Nigella sativa*). Bağbahçe dergisi, 32(3): 26-27.
- Baydar, H., 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No: 51, 339 s.
- Bayram, E., S. Kırıcı, S. Tansı, G. Yılmaz, O. Arabacı, S. Kızıl. & İ. Telci, 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. VII. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Kitabı, 1-21.
- Bolat, İ. & Ö. Kara, 2017. Bitki besin elementleri: kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19 (1): 218-228.
- Ceylan, A., 1995. Tıbbi bitkiler-I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:312, 140 s.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:481, 306 s.
- Das, A.K., M.K. Sadhu. & M.G. Som, 1991. Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). The Horticulture Journal. 4(1): 41-47.
- Erol, M.A. & İ.G. Dursun, 1998. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1499 Ders Kitabı 453, 271 s.

- Ertuş, M.E., 2016. Tokat Kazova ekolojik koşullarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 62 s.
- Gül, A. & A.D. Çelik, 2016. Tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği ve dış ticareti: Hatay İli Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2):227-235.
- Gün, M., 2012. Kutsal tohum (*Nigella sativa*): çörek otunun iyileştirici etkisine ilişkin bazı bilgiler. Lokman Hekim Journal, 2(1): 43-46.
- Kacar, B. & V. Katkat, 2010. Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Nobel Yayınları, No:1119, Fen Bilimleri: 34, 576 s.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 899 Ders Kitabı: 250. 340 s.
- Kılıç, C. & O. Arabacı, 2016. Çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve kaliteye etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 49- 56.
- Koşar, İ. & A. Özel, 2018. Çörekotu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: I. Tarımsal özellikler. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(4): 533-543.
- Küçükemre, D., 2009. Çörekotunda (*Nigella sativa* L.) farklı sıra aralıkları ve ekim normunun verim ve kalite üzerine etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67 s.
- Muhammad, A.G., R.M. Ahmad. & K.E. Muhammad, 2017. Response of growth, yield and oil content of two black seed species to nitrogen fertilizer in sulaimani district euphrates. Journal of Agriculture Science, 9 (4): 18-52.
- Nataraja, A., A.A. Farooqi, B.S. Sreeramu. & K.N. Srinivasappa, 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 12(1): 51-54.
- Özgüven, M. & N. Şekeroğlu, 2007. Agricultural practices for high yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) cultivated in Turkey, Acta Horticulturae, 756:329-337.
- Rana, S., P.P. Singh, I.S. Naruka & S.S. Rathore, 2012. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.). International Journal of Seed Spices, 2(2): 5-8.
- Sağlam, T., 2018. Çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisinin verim ve kalitesine azot ve potasyum uygulamalarının etkisi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60 s.
- Shah, S.H., 2004. Morphophysiological response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to nitrogen, gibberellic acid and kinetin application. Aligarh Muslim University, Ph.D Thesis, p. 187.
- Shah, S.H., 2007. Influence of combined application of nitrogen and kinetin on nutrient uptake and productivity of black cumin (*Nigella sativa* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 403-406.
- Sharma, N. K., D. Ahirwar, D. Jhadeand. & S. Gupta, 2009. Medicinal and pharmacological potential of *Nigella sativa*: a review. Ethnobotanical Review, 13: 946-55.
- Şahin, B., 2013. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen bazı tıbbi bitkilerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 153 s.
- Tulukçu, E., 2015. The effects of varying nitrogen doses some yield components of *Nigella sativa* L., Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 29(2):67-70.
- Tunçtürk, R., M. Tunçtürk. & V. Ciftci, 2012. The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.), Advances in Environmental Biology, 6(2), 855-858.
- Türk, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Türközü, D., 2005. Van ekolojik koşullarında farklı azot dozları ve ekim zamanlarının çörekotu (*Nigella sativa* L.)'nda verim ve verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Yüzüncüyıl Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 42 s.
- Ürüşan, Z., 2016. Bazı çörek otu (*Nigella sativa*, *Nigella damascena*) genotiplerinde tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 s.
- Yılmaz, G., N. Bıyık. & Ş. Dökülen, 2020. Seçilmiş bazı çörek otu (*Nigella sativa* L.) popülasyonlarının Tokat-Niksar şartlarında performanslarının belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:186-193.
- Yimam, E., A. Nebiyu, A. Mohammed. & M. Getachew, 2015. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.) at kanta district, South West Ethiopia. Journal of Agronomy, 14 (3): 112-120.
- Zabunoğlu, S. & İ. Karaçal, 1986. Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı Yayın No: 993. Ders Kitabı 293 s.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Sabri AKIN^{1*} 

Mehmet ŞİMŞEK² 

¹ Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,
Harran/Türkiye

² Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şırnak/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

sabriakin@harran.edu.tr

Anahtar sözcükler: Harran Ovası, drenaj suyu, karık sulama, pamuk, su kalitesi

Keywords: Harran Plain, drainage water, furrow irrigation, cotton, water quality

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):365- 376
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.668163>

Harran Ovası'nda çiftçi koşullarında sulamadan dönen sularda kalite-kantitenin izlenmesi ve su uygulama randımanının saptanması*

Monitoring of quality-quantity and determination of water application efficiency in water returning from irrigation under farmer conditions in Harran Plain

* Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tez projesinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 06.01.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 11.12.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışma Harran Ovası'nda drenaj suyu ile sulanarak pamuk yetiştirilen çiftçi parselinde (86.6 da) su ve toprağın değişimlerini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Su izlenimlerinde, sulama suyu (drenaj suyu), yüzey akış ve derine sızan sularının kalitesi ve miktarı, askıda katı madde (AKM) taşınımı saptanırken toprakta ise sulamalara göre toprak nem içerikleri, pH ve EC (elektriksel iletkenlik) değişimleri saptanmıştır. Ayrıca pamuk kütlü verimi ve çirçir randımanı belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Araştırmada 7 sulama gerçekleştirilmiş ve toplamda 2,003 mm su uygulanmıştır. Tüm sulamalarda yüzey akış ve derine sızma kayıpları sırasıyla 34-42 l s⁻¹ ve 2-3 l s⁻¹ arasında ve sulama randımanı %35-43 arasında değişmiştir. Suların pH, EC, DO (çözülmüş oksijen) %Na, SAR, RNA_{adj} (düzeltilen düzeltilmiş sodyum adsorbsiyon oranı) ve RSC (artık sodyum karbonat miktarı) değerleri sırasıyla 7.13-8.44, 508-7.670 µS cm⁻¹, 7.04-8.29 mg l⁻¹, % 21.93-55.12, 0.93-10.97, 1.04-14.33 ve (-36.29)-(-0.52) me l⁻¹ arasında olduğu tespit edilmiştir. Toprakların pH ve EC değerleri 7.53-8.21 ve 0.63-1.32 dS m⁻¹ saptanmıştır. Pamuk hasat döneminde elde edilen numuneler ile ortalama kütlü verimi ve çirçir randımanı 545 kg da⁻¹ ve %44 hesaplanmıştır.

Sonuç: Pilot ölçekli yürütülen araştırma parselinde sulama suyu olarak kullanılan drenaj sularıyla gerçekleştirilen sulamaların aşırı yapıldığı ve sulama randımanının ortalama %39 olduğu tespit edilmiştir. Toprakların tuzluluk değerlerine bakıldığında, drenaj sularının sulama suyu olarak kullanılmasında bir sakıncası olmadığı anlaşılmıştır.

ABSTRACT

Objective: The study was carried out to evaluate changes in water and soil in the (86.6 da) field growing cotton by irrigating with drainage water in Harran Plain at farmer conditions.

Material and Methods: Quality and quantity of irrigation water (drainage water), surface runoff, deep percolation and suspended solid transport by water monitoring and soil moisture content, changes of pH and EC (electrical conductivity) by soil monitoring were determined. Also, yield and gin efficiency of cotton plant were determined.

Results: In the study, 7 irrigation events were done, and a total of 2,003 mm water was applied. Losses of surface flow and deep percolation ranged between 34-42 l s⁻¹ and 2-3 l s⁻¹ and irrigation efficiency ranged between 35-43% in all irrigation events. pH, EC, DO (dissolved oxygen), %Na, SAR, RNA_{adj} (adjusted Sodium Adsorption Ratio), and RSC (residual sodium carbonate) of water were determined as 7.13-8.44, 508-7.670 µS cm⁻¹, 7.04-8.29 me l⁻¹, 21.93-55.12, 0.93-10.97, 1.04-14.33 and (-36.29)-(-0.52) me l⁻¹ respectively. The pH and EC of the soil were determined as 7.53-8.21 and 0.63-1.32 dS m⁻¹. The average yield and gin efficiency of the samples obtained during the cotton harvest period were calculated as 545 kg da⁻¹ and 44%.

Conclusion: In the pilot scale survey, it was determined that the amount of water used as irrigation water was excessive and that irrigation efficiency was 39% on average. Considering the salinity values of the soils, it was understood that there was no problem in using drainage water as irrigation water.

GİRİŞ

Canlıların yaşamsal fonksiyonlarında önemli bir yere sahip olan suyun tekniğine uygun bir şekilde planlanması, projelendirilmesi ve tüketilmesi günümüzde büyük öneme sahiptir. Son yıllarda küresel ısınma nedeniyle meydana gelen doğal afetlerin (kuraklık, taşkın vb.) su kaynaklarının iyi yönetilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir. Dünya üzerinde var olan 1.4 milyar km³ suyun sadece %0.003'lük kısmı (45,000 km³) tatlı sudur (FAO, 2019). Ülkemizin mevcut su potansiyeli ise 112 milyar m³ olup 2018 yılı nüfusuna (82 milyon) göre yıllık kişi başına düşen su miktarı 1,366 m³ olarak hesaplanmaktadır (DSİ, 2019 ve Anonim, 2019a). Ülkemiz bu miktar ile su sıkıntısı çeken ülkeler kategorisinde yer almaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de suyun en büyük kullanıcılarının başında %70 ile tarım sektörü gelmektedir (FAO, 2019 ve DSİ, 2019). Bu nedenle sulama projelerine ait tasarımlarda basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılması, kısıntılı sulama suyu uygulamalarının hayata geçirilmesi ve konvansiyonel sulamalardan dönen suların tekrar kullanılması vb. çalışmaların yürütülmesi tarımsal sulamalarda suyun etkin kullanılması bakımından büyük önem arz etmektedir. Çünkü yüzey sulama yöntemleri ile sulanan alanlarda sulamaların kontrolsüz bir şekilde yapılması aşırı su kaybı, askıda katı madde (AKM) taşınımı, tuzluluk ve verimde azalmalara neden olmaktadır. Tuzluluk sorunu; en fazla drenaj sisteminin olmadığı veya bu sistemin yeterli çalışmadığı topraklarda görülmektedir (Bernstein, 1975). Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile 1995 yılında suya kavuşan Harran Ovası'nda sulamaların aşırı ve kontrolsüz bir şekilde yapılması, ovada drenaj sisteminin olmamasından kaynaklı taban suyu yükselmesi ve buna bağlı olarak tuzluluk problemleri ortaya çıkmıştır. Ancak, 2000'li yıllardan sonra Tarım Reformu teşkilatı tarafından senkronize yürütülen farklı birçok merhale projelerle günümüze kadar Harran Ovası'nın yarısından fazlasına (85,000 ha'lık) kapalı drenaj sistemi döşenmiştir (Anonim, 2019b). Aşırı ve kontrolsüz sulamalar sonucu gerçekleşen dibe çökmeden önce su üzerinde uzun bir süre kalabilen içerisinde canlı ve cansız partikülleri kapsayan Askıda Katı Madde (AKM) taşınımı tarımsal üretimde ciddi sorunlara neden olabilmektedir (Turner ve Millward, 2002). Örneğin; AKM taşınımının drenaj kanallarında gerçekleşmesi, kanallardaki biriken sedimentler, tarımsal besin elementi kayıpları nedeniyle ötrifikasyonu tetiklemektedir (Janse ve Van Puijenbroek, 1998). Ötrifikasyon sonucu drenaj kanallarında sucul otlar çıkmakta ve bunun sonucunda drenaj kanalları yüksek performansla çalışmamaktadır. Drenaj sularının yeniden kullanılmasında öncelikle su kalitesinin saptanması, suların amacına uygun şekilde kullanıma sunulması gerekmektedir. Özellikle kimi endüstriyel suların mutlaka kontrollü kullanılması ve evsel artılmış atık suların çığ tüketilen sebzelerde kullanıma sınırlanmalar getirilmelidir. Bu konuda yasal düzenlemelerin acilen yapılması gerektiği söylenebilir. Nitekim son yıllarda atıksu arıtma tesislerindeki inovasyona dayalı gelişmeler atık suların yeniden kullanılmasını olanaklı kılmakta ve arıtılmış atık suların potansiyel bir su kaynağı olduğunu göstermektedir (Al-Jayyousi, 2003). Üstelik sulu tarım koşullarında üretimi gerçekleştirilen ve ülkelerin kalkınmasında büyük öneme sahip olan pamuk bitkisi üretimi, kullanılmış suların tekrar kullanımıyla hem sulanan alanlar ve hem de pamuk kütlü verimleri artış göstermiştir. 2016/17 üretim yılında dünyada 29,671,000 ha'lık alanda pamuk yetiştiriciliği yapılmış ve bu alanlardan toplamda 23,084,000 ton pamuk lif verimi elde edilmiştir. Aynı dönem için Türkiye pamuk üretimi 420,000 ha'lık alanda yapılmış olup 703,000 ton pamuk lif verimi elde edilmiştir (ICAC, 2018). Son yıllarda Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde özellikle de Harran Ovası'nda çiftçilerin pamuk üretimine ilgisi oldukça artış göstermiştir. Ovada 2017 yılında toplamda 124,000 ha alanda pamuk üretimi gerçekleşmiştir (Anonim, 2018b). Bu çalışma ile GAP projesi içerisinde önemli bir paya sahip Harran Ovası'nda çiftçi koşullarında yetiştirilen ve sulamadan dönen sular (drenaj suları) ile sulanarak yetiştirilen pamuk bitkisinde, verim, çırçır randımanı, mevsimlik uygulanan sulama suyu ve su tüketimi miktarlarının saptanması, mevsim boyunca toprak ve sulama sularının niteliklerinin izlenmesi ve gerçekleşen sulamalarda AKM miktarının belirlenmesi ile birlikte tarımdan dönen suların kullanıma uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma, Şanlıurfa ili Harran ilçesinde bulunan ve gönüllülük esasına dayalı seçilen 86.6 dekarlık pamuk ekili çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanı, 36°49'59.13"-36°49'48.29" Kuzey enlemleri ve 39°4'3.25"-39°4'13.86" Doğu boyları arasında yer almaktadır. Araştırma toprakları profil boyunca genellikle ağır bünyeli olup arazi yetenek ve sulu tarıma uygunluk sınıflamasına göre büyük bir çoğunluğu II. sınıf arazilerdir (Çullu ve ark., 2000). Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri**Table 1.** Physical properties of research area soils

Derinlik (cm)	TK (%w/w)	SN (%w/w)	ρ (g cm ⁻³)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
0-30	31.40	18.67	1.39	14.40	35.60	50.00	C
30-60	31.50	18.99	1.40	14.40	27.60	58.00	C
60-90	32.08	19.80	1.42	16.40	27.60	56.00	C

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, ρ : Özgül ağırlık

Çalışma alanında su kaynağı ovanın üst kesimlerinde sulamadan dönen sular (drenaj suyu) ile karşılanmıştır. Parsele HY10-15 (kanalet tipi: 180) yedek kanalet güzergâhından sulama suyu karşılanmakta, parselin deşarj koşulları HT13-0-5 kuşaklama kanalına gerçekleşmekte ve HT13 ana derin tahliye kanalı ile alıcı ortama savaklanmaktadır. Ova, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin karasal iklim özellikleri ile Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Bölgenin uzun yıllar iklim verileri incelendiğinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve az yağışlı geçmektedir. Şanlıurfa ilinin uzun yıllar (1923-2017) iklim verilerine göre, yıllık ortalama toplam yağış 456.3 mm, yıllık buharlaşma 1,848 mm ve sıcaklıklar ise -12 ile 45.8 °C arasında gerçekleşmiştir (Anonim, 2018a). Araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılı mayıs-ekim ayı arasında sıcaklık 11.3 ile 44.8 °C, toplam buharlaşma (mayıs-ekim) 1,822 mm ve belirtilen aylar arasında Şanlıurfa iline toplam 24.3 mm yağış düşmüş ancak çalışma alanında etkili yağış gerçekleşmemiştir. Araştırmada kullanılan bitki çeşidi ova genelinde çok fazla tercih edilen Candia pamuk çeşididir. Bu pamuk çeşidi, su stresine dayanıklı ve fibermax özelliği nedeniyle tekstil sektöründe büyük öneme sahiptir. Lif uzunluğu 30-31 mm, incelik 4.0-4.3 μ , üniformite %85-88 ve iplik olabime indeksi (SCI) 170 ve üzerindedir (Anonim, 2018c). Tohum ekimi 30.04.2017 (day of year: DOY=120) tarihinde gerçekleşmiştir.

Çalışma süresi boyunca araştırma parseline alınan ve parselden çıkan suların hız okumaları (m s⁻¹) önceden kalibrasyonu yapılan cüce muline ile okunmuş, hız ölçümleri kanalet ıslak alanı ile çarpılarak suların debileri hesaplanmıştır. Yüzey akış sularının hız okumaları suyun mansaplandığı kavşutta gerçekleştirilmiş, derine sızan sularının debi okumaları tarla içi drenaj sisteminin kollektör çıkış ağzında yapılmıştır (Jarret, 1984; Fox and McDonald, 1985; Kieffer, 1985; Frank, 2006). Suların debi hesapları için eşitlik 1, hacim değerleri için ise eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$Q = A * v \quad (1)$$

Eşitlik 1'de; Q: debi (m³ s⁻¹), A: kanaletin alanı (m²), v: kanalette akan suyun hızı (m s⁻¹).

$$V = Q * t \quad (2)$$

Eşitlik 2'de; V: suyun hacmi (m³), Q: debi (m³ s⁻¹), t: zaman (s).

Araştırma alanında pamuk bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi James ve ark., (1982)'nin belirlediği yöntemle göre hesaplanmıştır (eşitlik 3). Araştırmanın yaz mevsiminde yürütülmüş olmasından dolayı eşitlikte gösterilen yağış hesaba katılmamıştır. Ayrıca aynı yaklaşım araştırma parseline tarla içi drenaj sisteminin bulunmasından dolayı kapilar yükselme gerçekleşmeyeceği kabul edildiğinden işlemle dahil edilmemiştir. Uygulanan sulama suyu (d_b) miktarı eşitlik 4' göre, uygulanan net sulama suyu (d_n) miktarı eşitlik 5'e göre ve sulama randımanının saptanması için ise eşitlik 6'ya göre hesaplanmıştır. Eşitlik 4'de verilen uygulanan bürüt sulama suyu miktarı (mm) hesabı için eşitlik 2'de hesaplanan su hacminin (m³) toplam alana (da) bölünmesi ile edilmiştir. Eşitlik 5'de verilen uygulanan net sulama suyu miktarı (mm) hesabı için eşitlik 4'e göre hesaplanan uygulanan bürüt su miktarından (mm) derine süzülme (mm) ve yüzey akış su miktarları (mm) çıkarılarak hesaplanmıştır. Sulama randımanı (%) hesabı için ise uygulanan net su miktarının (mm) uygulanan bürüt su miktarına (mm) bölünmesi ve çıkan sonuç 100 ile çarpılarak randıman % cinsinden hesaplanmıştır.

$$ET = I + P + C_r - d_p - R_f \pm \Delta S \quad (3)$$

Eşitlik 3'de; ET: mevsimlik bitki su tüketimi (mm), P: yağış (mm), C_r: kapilar yükselme, d_p: derine sızma (mm), R_f: yüzey akış (mm), ΔS : toprak profilindeki nem değişimi (mm) ifade eder.

$$d_b = \frac{V}{A} \quad (4)$$

Eşitlik 4'de; d_b : uygulanan bürüt suyun derinliği (mm), V : uygulanan hacimsel su (m^3), A : parsel büyüklüğü (da).

$$d_n = d_b - (R_f + d_p) \quad (5)$$

Eşitlik 5'de; d_n : uygulanan net suyun derinliği (mm), R_f : yüzey akış (mm), d_p : derine sızma (mm).

$$E_a = \frac{d_n}{d_b} * 100 \quad (6)$$

Eşitlik 6'da; E_a : Sulama randımanı, d_n : uygulanan net suyun derinliği (mm), d_b : uygulanan sulama suyu derinliği (mm).

Araştırma alanı topraklarının nem içerikleri gravimetrik yöntemle göre belirlenmiştir (Peterson ve Calvin, 1965; Benami ve Diskin, 1965). Toprak nem içerikleri için toprak numuneleri pamuğun etkili kök derinliğine kadar (0-90 cm); ekim öncesinde, her sulama öncesinde ve hasat sonrasında alınarak hesaplanmıştır. Sulama mevsimi boyunca toprak pH ve EC (elektriksel iletkenlik) değişimlerini saptamak amacıyla, toprağın 0-90 cm derinliğinden alınan örneklerden önce saturasyon ekstraktı ve bu ekstraktan süzük çıkarılarak toprakların pH ve EC değerleri saptanmıştır (Richards, 1954).

Sulama suyu (IW), yüzey akış (R_f) ve derine sızma (d_p) sularının pH, EC ve DO (çözünmüş oksijen) değerleri, tüm sulamalardan alınan numunelerde saptanmıştır. Son üç sulamada (4., 5. ve 6.sulamalarda) ise suların sınıfı; Scofield (1933), Scofield (1936), Wilcox ve Magistrad (1943), Doneen (1954) ve Richards (1954), 'e göre, Sodyum Yüzdesi: %Na (Kanber ve Ünlü, 2014), Sodyum Adsorbsiyon Oranı: SAR (Richards, 1954), Düzeltilen Düzeltilmiş Sodyum Adborbsiyon Oranı: RNA_{adj} (Suarez, 1981; Kanber ve Ünlü, 2014), Artık Sodyum Karbonat Miktarı: RSC (Eaton, 1950) belirlenmiştir. Tüm sulamalarda IW, R_f ve d_p sularındaki AKM kayıp miktarlarının belirlenmesinde filtrasyon yöntemi kullanılmıştır (Anonim, 2015a).

Araştırma sonunda Harran Ovası'nda yoğun ekimi yapılan pamuk bitkisinin verimi ve çırçır randımanını belirlemek amacıyla 15.10.2017 (DOY:288) tarihinde deneme alanının 5 farklı noktasında rastgele seçilen 3.5 m^2 'lik mini parsellerde elle kütlü hasatları yapılmış ve pamuğun ortalama verimi ($kg da^{-1}$) hesaplanmıştır. Çalışma alanından alınan 250 g'lık pamuk numuneleri çırçır makinesinden geçirilmiş ve eşitlik 7'ye verilen denkleme göre çırçır randımanları belirlenmiştir.

$$\text{Çırçır randımanı} = \frac{lif(g)}{lif(g)+çigit(g)} * 100 \quad (7)$$

İstatiksel analiz

Çalışma çiftçi parselinde yürütüldüğü için bulgular için konvansiyonel istatiksel deneme desenleri kullanılmamış, sonuçlar izleme ve değerlendirme şeklinde yorumlanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Sulama suyu miktarı ve mevsimlik bitki su tüketimi

Araştırmanın yapıldığı 2017 yılında, 86.6 da pamuk ekili çiftçi arazisine tav sulama dâhil toplamda 7 sulama yapılmıştır. Sulamalar 20.04.2017 (DOY:110) tarihinde tav sulama ile başlanmış ve son sulama 04.09.2017 (DOY:247) tarihinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresi boyunca tüm sulamaların izleme ve değerlendirmesi yapılmıştır (Çizelge 2).

Araştırmanın yapıldığı parsel alanı ova genelindeki ortalama parsel alanından biraz fazladır. Ancak, parsel büyüklüğünün uygulanan sulama suyu miktarı üzerinde negatif veya pozitif bir etkisinin olmadığı sadece sulama süresi üzerinde etkisinin bulunduğu söylenebilir. Araştırma alanının bulunduğu bölgede olan 17270 no'lu akredite edilmiş meteoroloji veri istasyonundan yapılan okumalara göre çalışmanın

yürütüldüğü bölgeye 2017 yılında 194.40 mm yağış düşmüştür. Bölgede kuzeyden güneye doğru kuraklığın arttığı ve kuru koşulların ilkbahar mevsiminin son haftalarına denk gelmesinden dolayı topraktaki nem açığının fazla olmasına neden olmuştur. Bu nedenle, ekim yapılan tarihte tohum yatağının solma noktası düzeyinde olmasından dolayı tav sulama yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Ekim sonrası yapılan sulamalar çok fazla tercih edilmemektedir. Çünkü ekim sonrasında yapılan sulamaların yüksek debilerde ve kontrolsüz gerçekleşmesinden dolayı tohum, tohum yatağından çıkarak su ile birlikte akışa geçmesi sonucu bitki yoğunluğu (tohum adedi da^{-1}) azalacağından dolayı kütlü verimlerinin düştüğü bildirilmektedir.

Çizelge 2. Araştırma süresi boyunca mevsimlik su dinamikleri

Table 2. Seasonal water dynamics during research time

Zaman	t (saat)	Q ($l s^{-1}$)	V (m^3)	d_b (mm)	R_f ($l s^{-1}$)	d_p ($l s^{-1}$)	d_n (mm)	E_a (%)
Tav sulama	118	64	27,187	314	37	3	118	38
I. Sulama	114	56	22,982	265	34	2	95	36
II. Sulama	98	68	23,990	277	42	2	98	35
III. Sulama	109	66	25,898	299	38	2	118	39
IV. Sulama	104	72	26,957	311	40	3	125	40
V. Sulama	108	69	26,827	310	37	2	135	43
VI. Sulama	88	62	19,642	227	34	2	95	42
Toplam	739		173,484	2,003			783	
saat da^{-1}	8.53							

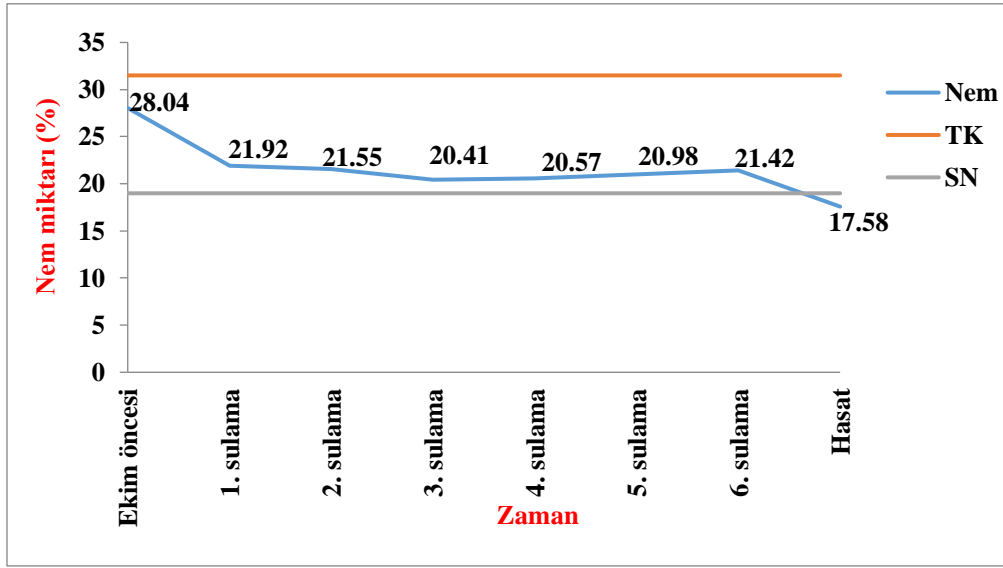
t: Sulama süresi, Q: Debi, V: Hacimsel su miktarı, d_b : Uygulanan bürüt su miktarı, R_f : Yüzey akış miktarı, d_p : Derine sızma miktarı, d_n : Uygulanan net su miktarı, E_a : Sulama randımanı

Araştırmada, en yüksek sulama suyu miktarı tav sulamada 314 mm yapılırken en düşük uygulanan sulama suyu miktarı ise son sulama olan 6. sulamada 227 mm ölçülmüş ve toplamda 2,003 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 2). Tav sulama sonrası parselde uygulanan sulama suyu miktarı sıcaklık artışına bağlı olarak, her sulamada artış olduğu saptanmıştır. Uygulanan bürüt ve net sulama suyu miktarları arasında ciddi farklılıkların oluşması sulama suyu randımanının düşük olmasına neden olmuş ve araştırmada sulama suyu randımanı %38-43 arasında değişmiştir. Karık sulama performanslarını belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada performansların %53-54 arasında değiştiği bildirilmiştir (Reddy ve ark., 2012). Harran Ovası'nda yürütülen bu çalışmada sulama randımanlarının çok düşük çıkmasının nedeni olarak sulamaların aşırı ve kontrolsüz bir şekilde yapılmasından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. Araştırma sonunda, Harran Ovası'nda sulamadan dönen sular ile sulanan pamuk bitkisinin mevsimlik su tüketimi 865 mm saptanmıştır. Benzer bir çalışmada aynı tüketim için karık sulamada 739 mm bildirilmiştir (Ibragimov ve ark., 2007). Harran Ovası pamuk bitkisi için elde edilen mevsimlik bitki su tüketim miktarı önceki çalışmalar ile benzer olduğu, aşırı sulama suyu uygulamalarının mevsimlik bitki su tüketimi üzerinde etkisinin olmadığı, aşırı suyun kayıplar üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Toprak nem içeriği

Mevsim boyunca her sulama öncesi toprak nem içerikleri araştırma alanı topraklarının 0-90 cm derinliğinden alınmış ve nem tayinleri yapılmıştır (Şekil 1).

Araştırma topraklarının 0-90 cm derinliğindeki en fazla nem kaybı sıcaklığın pik olduğu temmuz ve ağustos aylarında yapılan III. ve IV. sulamalarda, en az nem kaybı ise sulamanın aşırı yapıldığı (314 mm) tav sulama sonucu ve sıcaklığın diğer aylara göre daha düşük olduğu ekim öncesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 1). III. ve IV. sulamalarda nem açığının fazla olmasındaki en büyük sebep; sıcaklığın fazla olması, bitkide koza oluşum döneminin başlaması, gündüz ve güneşlenme sürelerinin fazlalığı gösterilebilir. Diğer sulamalarda toprak nem içeriği trendi azalış ve artış göstermiştir. Son sulamadan (VI. sulama) sonra pamuk hasat dönemine kadar bitkinin generatif gelişiminin son evresinde su tüketiminin azalması sebebiyle sulamalar yapılmamış ve toprak nem içeriğinin solma noktasının altına düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma süresi boyunca alınan toprak örneklerinin nem içerikleri (mm)

Figure 1. Moisture content (mm) of soil samples taken during the research period

Sulama suyu analiz sonuçları

Sulama sezonu boyunca tüm sulamalardan alınan numuneler ile suların pH, EC ve DO değerleri saptanmış ve değişimleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırma alanı sularının pH, EC ve DO sonuçları

Table 3. pH, EC and DO results of research area waters

Numune/sulama	pH			EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)			DO (mg l^{-1})		
	IW	R _f	d _p	IW	R _f	d _p	IW	R _f	d _p
I. Sulama	8.24	8.09	7.23	584	796	7,670	7.82	7.14	7.85
II. Sulama	8.37	7.83	7.34	608	640	6,840	8.01	7.04	8.29
III. Sulama	8.14	8.22	7.31	576	613	6,530	7.83	7.25	7.55
IV. Sulama	8.36	8.37	7.17	508	548	6,820	7.56	7.76	7.15
V. Sulama	7.94	8.10	7.13	625	659	6,360	7.98	7.42	7.64
VI. Sulama	8.44	8.73	7.19	574	561	6,930	7.86	7.28	7.92

Çalışma süresince tüm sulamalardan alınan suların, pH değerlerinde herhangi bir sapma olmadığı sonuçların benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 3). Çalışmada kullanılan sulama sularının, sulamadan dönen sular olması nedeniyle IW ve R_f sularının pH değerleri benzer bulunmuştur. Diğer önemli su parametresi olan d_p sularının pH sonuçları IW ve R_f'ye göre daha düşük bulunmuştur. Ancak, doğal kaynaklı sularda pH aralığının 6.5-8.4 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (FAO, 1985). Ülkemizde var olan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflandırma Yönetmeliğine göre IW, R_f ve d_p sularının pH değerlerine göre değerlendirildiğinde, sonuçlar 6.5-8.5 arasında olduğundan pH bakımından suların birinci sınıf sular kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Sadece son sulamada R_f suyunun pH değeri 8.73 çıkmış, ilgili Yönetmelik'e göre ikinci sınıf su kategorisindedir (Anonim, 2015b). Sulamalarının pH değerinin verilen referans değerinin üzerinde veya altında (pH:4 ve 10) olması durumunda bitki gelişiminde olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Zhao, ve ark., 2013). Yüzeysel sulama yöntemlerinin uygulandığı pamuk ekili topraklarda pH değerleri 8.51-8.99 arasında olduğu bildirilmiştir (Thind ve ark., 2010). Harran Ovası'nda yürütülen pilot ölçekli çalışmada tüm suların (IW, R_f ve d_p) pH değerleri verilen sınırlar arasında kaldığından bitki gelişimi açısından olumsuz bir etkiye neden olmadığı saptanmıştır.

Çalışma sularının EC değerleri IW ve R_f sularında benzer iken, d_p sularında ise IW ve R_f değerlerinden yaklaşık on kez daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3). Ülkemizde var olan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflandırma Yönetmeliğine göre suların EC değerleri bakımından IW ve R_f'nin ikinci sınıf, d_p'nin ise dördüncü sınıf su kategorisinde yer aldığı saptanmıştır (Anonim, 2015b). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO, 1985) belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre; EC değerleri IW ve R_f sularında herhangi bir sorun teşkil etmediği, d_p sularında ise EC değerinin çok aşırı olduğu ve suyun sınıfının dördüncü sınıf sular kategorisinde yer aldığı saptanmıştır. Çalışmada 4., 5. ve 6. sulamalarda alınan su örneklerinin detay analizleri sonucu IW, R_f ve d_p'nin sınıfları her 3 sulamada aynı olduğu belirlenmiştir. IW, R_f ve d_p'nin sınıfları C2S1, C2S1 ve C4S2 olduğu saptanmıştır. IW ve R_f'nin sulama suyu sınıflandırılmasına göre sulama suyu olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığı, d_p'nin ise sulama suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığı tespit edilmiştir (Scofield (1933), Scofield (1936), Wilcox ve Magstrad (1943), Doneen (1954) ve Richards (1954)). Ancak d_p olarak alıcı ortama/drenaj kanallarına mansaplanan suların hacimsel değerleri R_f'ye göre çok daha düşük olduğundan, TD13 tahliye kanalına döküldüğü noktada $\approx 1/15$ oranında seyreltiği ölçümlerle kanıtlanmıştır. Bu nedenle, d_p sularına ait EC değerleri tahliye kanallarındaki varlığının önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Araştırma sularının DO değerleri 7.04-8.29 mg l⁻¹ arasında değişmiş ve bu değerlerin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Ülkemizde var olan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflandırma Yönetmeliğine göre suların elde edilen DO değerleri bakımından su kalite sınıfları incelendiğinde IW, R_f ve d_p sularının ikinci sınıf su kalite kategorisinde yer aldığı, sadece ikinci sulamada IW ve d_p sularının DO değerleri 8'in üzerinde olduğu için bu sulamada birinci sınıf kategorisinde yer aldığı saptanmıştır (Anonim, 2015b). Nitekim sulardaki DO miktarı kirliliğin ve kalitenin saptanmasında en önemli faktörlerden biridir (Ibanez ve ark., 2008). Özellikle kirleticilerin (atık su vb.) sulara karışması sonucu su içerisindeki oksijen miktarı şiddetli şekilde düşmektedir (Tam and Peterson, 2014). Araştırma parselindeki %Na, SAR, RNa_{adj}, RSC (me l⁻¹) değerleri; IW, R_f ve D_p suları için analizleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. IW, R_f ve d_p sularının su analiz sonuçları

Table 4. Water analysis results of IW, R_f and d_p waters

Sulama	%Na			SAR			RNa _{adj}			RSC (me l ⁻¹)		
	IW	R _f	d _p	IW	R _f	d _p	IW	R _f	d _p	IW	R _f	d _p
IV.Sulama	24.66	27.55	55.12	0.97	1.22	10.98	1.10	1.66	14.33	-0.52	-1.35	-33.69
V.Sulama	22.52	21.93	54.13	0.93	0.93	10.09	1.11	1.35	13.14	-1.17	-1.80	-30.61
VI.Sulama	22.48	23.87	53.46	0.90	0.96	10.72	1.04	1.28	14.14	-1.13	-0.99	-36.29

Araştırma sularının %Na değeri 21.93-55.12 arasında değişmiştir. IW ve R_f suların her ikisinin de drenaj suyu olmasından dolayı %Na bakımından sonuçların benzer çıktığı, d_p sularındaki %Na'nın ise IW ve R_f'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. IW, R_f ve d_p sularının sodyum zararını değerlendirmek amacıyla belirlenen SAR ve Ca ve HCO₃ etkileşimi dikkate alınarak hesaplanan RNa_{adj} değeri sırasıyla 0.90-10.98, ve 1.04-14.33 arasında değişmiştir. RSC miktarı ise -33.69 ile -0.52 me l⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 4). Atık suların analizlerinin yapıldığı bir çalışmada SAR'ın 4.55, RSC'nin ise -3.616 me l⁻¹ olduğu bildirilmiştir (Al-Shammiri ve ark., 2005). Bu çalışmada ise en düşük RSC miktarları d_p sularında elde edilirken en yüksek ise IW sularında elde edilmiştir. RSC değerleri, sulara CO₃ ile HCO₃ konsantrasyonuna oranla Ca ile Mg konsantrasyonunun çok fazla olduğunu göstermektedir. RSC miktarının +2.50 me l⁻¹'nin üzerinde olması durumunda bu suların sulama suyu olarak kullanılmaması önerilmektedir (Eaton, 1950; Kanber ve Ünlü, 2014). Çalışmada RSC değerleri söz konusu değerlerin çok altındadır. Bu nedenle bu suların toprakta artık sodyum karbonat oluşturma riski bulunmamaktadır.

Askıda katı madde taşınımı

Her sulamada çalışma parselinden alınan su numunelerinden AKM taşınım analizleri yapılmış ve sulardaki AKM miktarları sulamalardaki hacim değerleri (m³) ile çarpılarak her bir sulamadaki AKM miktarı ton parsel⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Araştırma parselindeki suların AKM miktarları**Table 5.** AKM quantities of the waters in the research parcel

Sulamalar	IW		R _f		d _p	
	mg l ⁻¹	ton parsel ⁻¹	mg l ⁻¹	ton parsel ⁻¹	mg l ⁻¹	ton parsel ⁻¹
I. Sulama	232.87	5.35	320.21	4.47	18.66	0.015
II. Sulama	240.00	5.76	297.53	4.41	12.00	0.008
III. Sulama	287.33	7.44	336.00	5.01	4.67	0.004
IV. Sulama	271.32	7.31	298.00	4.48	9.33	0.010
V. Sulama	246.33	6.61	278.52	4.01	5.33	0.004
VI. Sulama	226.15	4.44	337.33	3.63	8.67	0.004
Toplam		36.91		25.99		0.09

AKM taşınımları, IW'de 226.15-287.33 mg l⁻¹, R_f'de 278.52-337.33 mg l⁻¹ ve d_p'de ise 4.67-18.66 mg l⁻¹ olarak gerçekleştiği saptanmıştır (Çizelge 5). Evsel atık su ile tarımsal drenaj sularının karıştığı suların AKM taşınımları incelenen araştırmada AKM miktarının 43-467 mg l⁻¹ arasında olduğu saptanmıştır (Taebi ve Droste, 2004). Drenaj ve atık suların araştırıldığı bir diğer çalışmada ise AKM miktarı 300 mg l⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Wondie, 2009). Çalışmada elde edilen AKM miktarları önceden yürütülmüş çalışmaların AKM miktar sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Harran Ovası'nda AKM değerleri incelendiğinde, en yüksek AKM kayıplarının R_f'de, en az kayıpların ise d_p sularında gerçekleştiği saptanmıştır. IW ve R_f sularındaki AKM miktarları ise birbiriyle benzerlik göstermiştir (Çizelge 5). Çünkü iki su arasındaki AKM miktarının az olması; IW olarak kullanılan suların, HT10-1 tahliye kanalı üzerinde kurulu olan ve teknik projesi bulunan Yardımlı regülatöründen HYA beton kaplamalı trapez kanalı yardımıyla alınan sular, sulamadan dönen yüzey sularının oluşturduğu sular olup 4,000 ha alan için su kaynağı olarak kullanılmaktadır. En yüksek AKM değerinin R_f sularında gerçekleşme nedeninin parsel alınan, dönen sular olduğu ve sulama sularının çok yüksek debili uygulanmasından kaynaklandığı saptanmıştır. Yüksek debili sulama suları parsel başından giriş yaptıktan sonra, çok hızlı bir şekilde parselden mansaplanması ve kuşaklama kanalına yüzey akışlarla deşarj olması AKM miktarlarının yüksek gerçekleşmesine neden olduğu görülmüş ve bu suların debileri rutin olarak muline ile ölçülmüştür. Araştırmada d_p suları derine sızması nedeniyle filtrelenmiş ve içme suyu berraklığında olmuştur. Bu nedenle d_p sularında AKM miktarları IW ve R_f sularına göre çok düşük bulunmuştur. Yapılan bir araştırmaya göre zeytin atıklarının toprağa karışması sonucu toprak erozyonunun azaldığı bildirilmiştir (Yönter ve Uysal, 2015). Yüksek debili sulamaların yapıldığı konvansiyonel sulamalarda toprak erozyonunu minimize eden faktörlerin başında toprakta yeterli miktarda organik maddenin olması gelmektedir. Özellikle Harran Ovası gibi hem konvansiyonel hem de aşırı sulamaların yapıldığı bölgelerde toprağın organik madde miktarını artırıcı uygulamaların yapılması durumunda sulamalar sonucu gerçekleşen toprak erozyonun yüksek miktarlarda gerçekleşmesinin önüne geçilebilir.

Toprakların pH ve EC sonuçları

Araştırma süresince sulama öncesinde alınan toprak örneklerinin (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) süzük okumaları sonucu pH ve EC tayinleri yapılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Araştırma alanı topraklarının pH ve EC (dS m⁻¹) değerleri**Table 6.** pH and EC (dS m⁻¹) values of research area soils

Zaman	pH			EC (dS m ⁻¹)		
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
I. Sulama	8.16	8.03	8.13	0.63	0.70	0.80
II. Sulama	8.07	7.93	8.21	0.83	0.93	1.00
III. Sulama	8.01	7.75	8.02	0.90	1.10	1.13
IV. Sulama	7.92	7.80	8.01	1.24	1.13	1.32
V. Sulama	7.53	7.79	7.91	1.00	1.20	1.30
VI. Sulama	7.83	7.73	7.83	0.81	1.00	1.13
Hasat	7.80	7.80	7.90	0.90	1.20	1.20

Toprakların pH'ı 7.53-8.21, EC değeri ise 0.63-1.32 dS m⁻¹ arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). Araştırma topraklarının pH<8.5; EC<4 dS m⁻¹ ve ESP değerlerinin<%15 olması dolayı, topraklarda tuzluluk ve sodyumluluk sorunu bulunmadığı söylenebilir (Richards,1954). Bu çalışmaya ilişkin Değişebilir Sodyum Yüzdesi: Exchangeable Sodium Percentage (ESP) değerleri; Sodyum Adsorbsiyon Oranı Sodium: Sodium Adsorption Ratio (SAR)'dan hesaplanmıştır. ESP değeri SAR değerlerinde olduğu gibi IW ve R_f sularında benzer gerçekleşirken d_p sularında farklı tepkiler vermiştir. Çünkü d_p sularında SAR değerleri IW ve R_f sulara ait değerden on kez daha yüksek şekilde ölçülmüş ve hesaplanmıştır (Çizelge 4). Pamuk ekiminin sürekli olduğu arazilerde yapılan araştırmada pH değerinin 8.1'in üzerinde olduğu bildirilmiştir (Acosta-Martinez ve ark., 2004). Tuzlu topraklarda farklı sulama aralıklarına göre sulanan pamuğun pH değerinin 7.2-7.9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Soomro ve ark., 2001). Elde edilen sonuçlar yapılan önceki çalışmanın çıktıları ile benzerlik teşkil etmektedir. Nitekim tuzluluk tarım için önemli bir abiyotik stres kaynağı sayılmaktadır. Çünkü pamuk bitkisi diğer kültür bitkilerinde olduğu çimlenme ve bitkinin ilk gelişim dönemlerinde tuza duyarlıdır. Bu nedenle pamuk bildirilen eşik değeri 7.7 dS m⁻¹ (Bernstein, 1955). Eşik değerinin üzerinde tuz seviyelerinde bitki biyokütle üretiminde ciddi düşüşler yaşanır, kök uzunluğu/ağırlığı ve gövde kalınlığı azalır. 17.0 dS m⁻¹ de kütlü veriminde ise %50 azalma olduğu bildirilmiş, bununla birlikte pamukta tuz stresinde yapraklarda azot seviyesinin düştüğü, Na⁺ ve Cl⁻ seviyelerinin arttığı ve bitkinin yapraklarından K⁺, Ca⁺² ve Mg⁺² azaldığını saptamışlardır (Ahmad ve ark., 2002). Harran Ovası topraklarında uygulanan aşırı sulamaların toprakların pH'sı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Araştırma topraklarının EC değerleri incelendiğinde, 0.63-1.32 dS m⁻¹ arasında olduğu, en yüksek EC (1.32 dS m⁻¹) değerinin IV. sulama öncesinde, en düşük EC (0.63 dS m⁻¹) değerinin ise I. sulama öncesinde olduğu saptanmıştır. Tuzluluk düzeylerinin düşük olmasının tarla içi döşenen drenaj sistemine ve ağına bağlı olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde Harran ovasında 85,000 ha üzerinde bitki kök bölgesinin altına dren sisteminin döşendiği bilinmektedir. Araştırma toprakları sulamalara başlamadan önce çok hafif tuzlu olduğu, tuzluluğun sulamalar ile birlikte arttığı saptanmıştır (Çizelge 6). Bu artışların en yüksek seviyesi IV. sulama öncesinde olmasının nedenini, sulamanın yapıldığı dönemde sıcaklığın pik seviyelerinde olması ve buna bağlı olarak sulama aralığının kısa olması ve sulama sürelerinin daha uzun sürmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Sulamalar ile birlikte zamansal taban suyu seviyeleri artışından kaynaklığı araştırma topraklarının 60-90 cm derinliğindeki EC değerleri yüzeye yakın (0-30 cm ve 30-60 cm) kısmından daha yüksek gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Pamuk kütlü verimi ve çırçır randımanı

Araştırma alanının beş farklı noktasından alınan pamuk kütlü verimi, hasat edilen bitki sayısı ve çırçır randımanı sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Araştırmada pamuk bitkisinin verim, bitki yoğunluğu ve çırçır randımanı sonuçları

Table 7. Results of yield, plant density and gin efficiency of cotton plant in research

Bölge	Kütlü Verim		Bitki Sayısı		Randıman	Lif Verim
	g 3.5 m ²	kg da ⁻¹	adet 3.5 m ²	adet da ⁻¹	%	kg da ⁻¹
I	2,010	574	55	15,714	43	246.82
II	1,930	551	60	17,142	44	242.44
III	1,960	560	56	16,000	44	246.40
IV	1,800	514	71	20,285	43	221.02
V	1,840	525	69	19,714	44	231.00
Ortalama	1,908	545	62	17,714	44	237.54

Çalışma sonunda araştırma alanının beş farklı noktasından alınan pamuk numunelerine göre ortalama pamuk verimi 545 kg da⁻¹, ortalama bitki sayısı 17,714 adet da⁻¹ ortalama pamuk çırçır randımanı ise %44 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Pamuk kütlü verimi ile bitki yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğu sık ekimin yapıldığı noktalarda pamuk kütlü veriminin düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda pamuk kütlü verimi 190.00-550.00 kg da⁻¹ (Reddy ve ark., 2012), 247.60-328.95 kg da⁻¹ (Azevedo ve ark., 2012), pamuğun lif veriminin karık sulamada 202.40-252.60 kg da⁻¹, cazibe sulamada 153.60-218.00 kg da⁻¹ (Choudhary ve ark., 2016) gerçekleştiği bildirilmiştir. Harran Ovası koşullarında 10 farklı pamuk çeşidinin fenolojik özelliklerinin belirlenmesi için yürütülen çalışmada 318.00-

487.00 kg da⁻¹ arasında verim elde edilmiştir (Çopur ve Birgül, 2017). Çalışmada elde ettiğimiz pamuk verimleri önceki çalışmalarda bildirilen sonuçlar ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Hasat döneminde çalışma alanının farklı noktalarında alınan pamuk numunelerinin çırçır randımanlarında önemli bir sapmanın olmadığı ortalama çırçır randımanının %44 olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Yapılan başka bir çalışmada çırçır randımanının %35.6 olduğu bildirilmiştir (Azevedo ve ark., 2012). Önceki çalışma ile çırçır randımanı üzerinde farklılığın olmasının nedeninin hasatın Harran Ovası'nda yürütülen çalışmada el ile, Azevedo ve ark., (2012) yürüttükleri çalışmada ise makine ile yapılmasından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. El ile yapılan hasat sonucu elde edilen %44'luk çırçır randımanı ile çalışma alanındaki ortalama pamuk lif veriminin 237.54 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Kouchakzadeh ve ark., (2012) yürüttükleri çalışmada pamuk lif veriminin 220 kg da⁻¹ olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Harran Ovası'nda pilot ölçekli yürütülen bu çalışmadan elde edilen pamuk lif verimleri yürütülen önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

SONUÇ

Harran Ovası'nda sulamadan dönen sularla sulanan çiftçi parselinde (86.6 da) yürütülen araştırmada pamuk yetiştirme mevsimi boyunca toplam 7 sulama gerçekleştirilmiştir. Deneme parselinde; uygulanan toplam sulama suyu miktarı 2,003 mm, net sulama suyu miktarı 783 mm, ortalama sulama randımanı %39 ve toplam sulama süresi 8.53 h da⁻¹ olduğu saptanmıştır. Sulama miktarlarının çok fazla olması, sulamaların aşırı ve kontrolsüz gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Aşırı ve kontrolsüz sulamalar sonucu kayıpların çok fazla olması ve bunun da sulama randımanının düşük çıkmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma sularının pH, EC ve DO değerleri sırasıyla 7.13-8.44, 508-7,670 µS cm⁻¹, 7.04-8.29 arasında olduğu saptanmıştır. En düşük pH ve en yüksek EC değeri d_p sularında gerçekleşmiş olup bunun nedeninin suların derine süzülmeden kaynaklanmış olduğu anlaşılmıştır. Sularda %Na'nın 21.93-55.12, SAR'ın 0.93-10.97, RN_{adj}'in 1.04-14.33 ve RSC'nin -0.52 ile -36.29 me l⁻¹ arasındadır. Su analizleri göre; IW ve R_i sularına ait sonuçlar benzer çıkmış, yüksek değerlerin d_p sularında elde edilmiştir. IW ve R_i'den elde edilen sonuçların benzer çıkmasının nedeni, her iki suyun kaynağının dönen, yani diğer bir ifadeyle tarımda kullanılan suyun kullanılmasından kaynaklandığı kesin bir hüküm olarak verilebilir. d_p sularının hacimsel değeri R_i'ye göre çok düşük olup kuşaklama/taahye kanalına mansaplandığı noktada $\approx 1/15$ oranında seyreltiği için su kalitesinin kritik sınırların altında kaldığı ve olumsuz bir etki yaratmadığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre tahliye kanallarındaki sular güvenle kullanılabileceği söylemek mümkündür. Kaldı ki pamuk bitkisi tuza toleranslı bir bitkidir. AKM miktarları IW'de, R_i'de ve d_p'de sırasıyla; 226.15-287.33 mg l⁻¹, 278.52-337.33 mg l⁻¹ ve 4.67-18.66 mg l⁻¹ arasında saptanmıştır. IW ve R_i sularının sulamadan dönen su olmasına rağmen iki su arasındaki AKM farklılığın, IW'nin sulama kanalında iletimi esnasında süspansen maddelerin çökmesinden kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir. d_p sularındaki AKM, IW ve R_i'ye göre çok daha az gerçekleşmesinin nedeni ise derine sızmadan kaynaklandığı ve suyun filtre olduğu sonucuna varılmıştır. Sulama öncesi araştırma topraklarının 0-90 cm derinliğindeki pH değeri 7.53-8.21 ve EC değerleri ise 0.63-1.32 dS m⁻¹ arasında değişmiştir. Araştırma topraklarının tohum ekim döneminde hafif tuzlu olduğu (ilk sulamada toprakların EC değeri: 0.63-0.80 dS m⁻¹ arasındadır), bunun yağışların yetersiz ve düzensiz olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ova genelinde tarla içi drenaj sistemi döşenmeden önce topraklarda tuzluluğun olduğu ve bu bölgenin Harran ilçe merkezine doğru arttığı bilinmektedir. Çünkü bu ovanın küvet özelliğinde bulunması ve sağ (URFA ana kanalı) HARRAN ana kanalına göre oldukça alt kottarda bulunması, bu bölgenin topraklarının yamaç arazilere göre daha yüksek değerlerde tuz içerdiği bilinmektedir. Bu nedenle ilgili Bakanlığın yatırım programlarına alarak, Harran Merkez sorunun odağında kalmak kaydıyla 78 yıl süren çalışmayla birçok sorun çözülmüş, suyun ve toprağın uygun sulama yöntemleriyle kullanılması ve işlenmesi beklenen faydayı vereceği mümkün görülmektedir. Bu çalışma bir Harran Ovasında şiddetli kuşku duyulan bir soruna cevap niteliği taşımıştır. Artık 7-8 yıl süren tarla içi drenaj sistemiyle tahliye kanallarında alıcı ortama giden bu suların kullanılmasında hiçbir sorun bulunmadığı, kuşkuya ve endişeye yer bırakmadığı ve hatta bu suların güvenle kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca Atatürk Barajı'nda depolanan suyun birincil amacının sadece Harran Ovası olmadığı, 11,000 hm³ efektif olarak kullanılabilir bu suyun, başka sulama projeleri, enerji üretimi, en önemlisi mansapta yer alan Birecik ve yine Fırat nehri üzerinde son baraj olan Kargamış Barajı'nda HES santralinde enerji üretimini konsolide edeceğini net olarak söylemek mümkündür. Ova genelinde hâkim bir bitki olan pamuğun çalışma alanından elde edilen ortalama kütlü verimi 545 kg da⁻¹ ortalama çırçır randımanı %44, ortalama lif verimi ise 237.54 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır. Parsele uygulanan fazla suyun yüzey akışla veya

derine sızması ile araziden uzaklaştığı, bu nedenle Harran Ovası'nda yürütülen çalışmada uygulanan aşırı suyun verim üzerine etkisinin olmadığı sonuca varılmıştır. Fazla suyun fazla verim olamayacağı bir kez daha kanıtlanmıştır. Sonuç olarak Harran Ovası'nda yaygın olarak yapılan kontrolsüz sulamaları engellemek için ova genelinde basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılması, ovanın alt bölgelerinde drenaj sularının sulama suyu olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca fazla su ile fazla verim alınır yanlış algısını yıkmak için çiftçi eğitimlerinin yapılması, su bedellerinin hacimsel olarak uygulanması ve buna göre tahakkuk yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

18107 BAP proje no'lu Lisansüstü projesine maddi desteklerinden dolayı Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Kurulu Başkanlığına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acosta-Martinez, V., T. Zobeck and V. Allen. 2004. Soil microbial, chemical and physical properties in continuous cotton and integrated crop–livestock systems. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 1875-1884.
- Al-Jayyousi, R. O. 2003. Greywater use: towards sustainable water management. *Desalination*, 156: 181-192.
- Al-Shammiri, M., A. Al-Saffar, S. Bohamad and M. Ahmed. 2005. Waste water quality and reuse in irrigation in kuwait using microfiltration technology in treatment. *Desalination*, 185: 213-225.
- Anonim, 2015a. ww.ins.itu.edu.tr/labor/dokuman/foylor/AKM_AKM.pdf. Erişim: Ekim, 2017.
- Anonim, 2015b. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. 15/04/2015 tarihli ve 29327 sayılı Resmî Gazete.
- Anonim, 2018a. Şanlıurfa ilinin uzun yıllar ve 2017 yılı iklim verileri. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Şanlıurfa
- Anonim, 2018b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Şanlıurfa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- Anonim, 2018c. <https://www.tarim.bayer.com.tr/static/media/pdf/pamuk-tohumlari/CANDIA%20CNR%2028.01.13.pdf>. Erişim: Mayıs, 2018.
- Anonim, 2019a. <https://www.nufusu.com>. Erişim: Eylül, 2019.
- Anonim, 2019b. XV. DSİ Bölge Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Şanlıurfa.
- Azevedo, P.V., J.R.C. Bezerra and V.P.R. Silva. 2012. Evapotranspiration and water-use efficiency of irrigated colored cotton cultivar in semiarid regions. *Agricultural Sciences*, 3(05): 714-722.
- Benami, A. and M.H. Diskin. 1965. Design of sprinkler irrigation. *Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Puplic.*, 23.
- Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Review of Phytopathology*, 13: 295–312.
- Choudhary, K.K., R. Dahiya and V.K. Phogat. 2016. Effect of drip and furrow irrigation methods on yield and water use efficiency in cotton. *Research on Crops*, 17(4): 823-828.
- Çopur, O., ve İ. H. Birgül. 2017. Harran Ovası Koşullarında Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Fenolojik Özelliklerin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2): 196-208.
- Çullu, M.A., A. Almaca, A.R. Öztürkmen, N. Ağca, F. İnce, R. Derici ve A. Seyrek. 2000. Harran Ovası topraklarında tuzluluğun yayılma olasılığının belirlenmesi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, GAP Tarımsal Araştırma-İnceleme ve Geliştirme Projesi*, No: 4.1 Şanlıurfa.
- Doneen, L.D. 1954. Salinization of soil by salts in the irrigation water. *Trans., Amer. Geophysical Union*, 35: 943-950.
- DSİ, 2019. Toprak ve Su Kaynakları. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (<http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>) Erişim: Haziran,2019.
- Eaton, F.M. 1950. Significant of carbonates in irrigation waters. *Soil Sci.*, 69: 123-133.
- FAO, 1985. Water Quality for Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1985.
- FAO, 2019. Water at a Glance: the relationship between water, agriculture, food security and poverty. Rome. 15 pp. (also available at <http://www.fao.org/nr/water/docs/waterataglance.pdf>) Erişim: Haziran,2019.
- Fox, R.W. and A.T. Mcdonald. 1985. Introduction to fluid mechanics. John Wiley, 741 pp., New York.
- Frank, M.W. 2006. Sixth ed. "fluid mechanics". McGraw-Hill, New York.

- Ibanez, J.G., M. Hernandez-Esparza, C. Doria-Serrano, A. Fregoso-Infante and M.M. Singh. 2008. Dissolved oxygen in water. In: Environmental Chemistry. Springer, New York, NY.
- Ibragimov, N., S.R. Evett, Y. Esanbekov, B.S. Kamilov, L. Mirzaev and J.P.A. Lamers. 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agricultural Water Management*, 90: 112–120.
- ICAC, 2018. International cotton advisory committee. This Month, September 4, 2018.
- James, D.W., R.J. Hanks and J.J. Jurinak. 1982. *Modern irrigated soils*. John Wiley and Sons Publisher, New York, 235p.
- Janse, J.H. and P.J.T.M. Van Puijenbroek. 1998. Effects of eutrophication in drainage ditches. *Environmental Pollution*, 102: 547-552.
- Jarrett, R.D. (1984). Hydraulics of high-gradient streams, *J. Hydraul. Eng.*, 110(11): 1519-1539.
- Kanber, R. ve M. Ünlü. 2014. Tarımda su ve toprak tuzluluğu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281. Kitap Yayın No: A-87, Adana, 307s.
- Kieffer, S.W. 1985. The 1983 Hydraulic jump in crystal rapid: implications for river-running and geomorphic evolution in the Grand Canyon. *The Journal of Geology*, 93(4): 385-406.
- Kouchakzadeh, M., M. Alikhasi and E. Baniani. 2012. The effect of treated municipal wastewater irrigation in non-agricultural soil on cotton plant. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(6): 1357-1364.
- Peterson, R.G. and L.D. Calvin. 1965. Sampling methods of soil analysis, part 1. *Agronomi Series No:9*, Amer. Society of Agric. Inc. Publ., Madison-Wisconsin, USA, 5472p.
- Reddy, J.M., S. Muhammedjanow, K. Jumaboev and D. Eshmuratov. 2012. Analysis of cotton water productivity in Fergana valley of central Asia. *Agricultural Sciences*, 3(6): 822-834.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *US Salinity Lab.*, (Ed.), United States Department of Agriculture Handbook, 60:94 California, USA.
- Scofield, C.S. 1933. South coastal basin investigation, quality of irrigation water. *Calif. Dept. Public Works, Div. Water Resources Bull.* 40, 95s.
- Scofield, C.S. 1936. The salinity of irrigation water. *Smithsn Inst. Ann. Report.*, 275-287p.
- Soomro, A., M.S. Mirjat, F.C. Oad, H. Soomro, M.A. Samo and N.L. OAD. 2001. Effect of irrigation intervals on soil salinity and cotton yield. *Journal of Biological Sciences*, 1(6): 472-474.
- Suarez, D. L. 1981. Relation between pHc and sodium adsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:469-475.
- Taebi, A. and R.L. Droste. 2004. Pollution loads in urban runoff and sanitary wastewater. *Science of the Total Environment*, 327(1-3): 175–184.
- Tam, S., and A. Peterson. 2014. Irrigation water quality, B.C. sprinkler irrigation manual. British Columbia Ministry of Agriculture, Chapter 11, 187-198p.
- Thind, H.S., G.S. Buttar and M.S. AUJLA. 2010. Yield and water use efficiency of wheat and cotton under alternate furrow and check-basin irrigation with canal and tube well water in Punjab, India. *Irrigation Science*, 28(6): 489-496. DOI 10.1007/s00271-010-0208-6
- Turner, A. and G.E. Millward. 2002. Suspended particles: their role in estuarine biogeochemical cycles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(6): 857–883.
- Wilcox, L.V. and D.C. Magistrad. 1943. Interpretation of analysis of irrigation water and the relative tolerance of crop plants. *U.S. Dep. Agri., Bur. Plant Industry, Soil and Agri. Engin.*, 1-8p.
- Wondie, T.A. 2009. The impact of urban storm water runoff and domestic waste effluent on water quality of lake Tana and local groundwater near the city of Bahir Dar, Ethiopia. A Thesis Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Professional Studies, Ithaca, 48p.
- Yönter, G., ve H. Uysal. 2015. Zeytin atığının tınlı bünyeli bir toprakta yüzey akış, toprak kaybı, drenaj, pH ve EC üzerindeki etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 52(3):243-248.
- Zhao, D., Z. Hao, J. Wang and J. Tao. 2013. Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Scientia Horticulture*, 154: 45–53.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):377-383
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.838079>

Ecem AKAN¹ 

Oktay YERLİKAYA^{2*} 

Derya SAYGILI³ 

Özer KINIK² 

Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi

The effect of using different starter cultures on textural and viscosity properties of yoghurt

Alınış (Received): 09.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 28.01.2021

¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Aydın/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir/Türkiye

³ İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu, Otel Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, Aşçılık Programı, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta: oktay.yerlikaya@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Fermente süt ürünleri, starter kültürler, tekstür profil analizi, viskozite, yoğurt

Keywords: Fermented milks, starter cultures, texture profile analysis, viscosity, yoghurt

ÖZ

Amaç: Yoğurt üretiminde starter kültürler, depolama süresi boyunca üründe önemli düzeyde tat ve aroma değişimine neden olmadan ürünün raf ömrünü uzatma, viskozite ve tekstürel özelliklerini iyileştirmek, tüketici beklentilerine uygun ve standart yapıda yoğurt üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmanın amacı, farklı ticari yoğurt kültürü kullanımının, yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine olan etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem: Yoğurt üretiminde sültere herhangi bir koyulaştırma işlemi uygulanmamış, işletmeye alınan çiğ inek sülteri pastörize edilerek yoğurt starter kültürleri ile aşılanmıştır. Çalışmamızda farklı kültür firmalarından temin edilmiş olan on farklı starter kültür kullanılarak on adet farklı yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş ve 28 günlük depolama süresi boyunca yoğurtların sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çignenebilirlik gibi tekstürel özellikleri ile viskozite değerleri incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresi boyunca 597,33- 1902,33 mPa.s aralığında değişim gösterdiği; sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çignenebilirlik minimum ve maksimum değerlerinin ise depolama süresi boyunca sırasıyla 71,83 - 179,67 (g), 0,39 - 0,58, 41,43 - 72,33 (g) ve 1,53 - 10,51 (mJ) şeklinde seyrettiği belirlenmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak çalışmamızda, yoğurt üretiminde farklı starter kültür kullanımının yoğurdun tekstürel ve viskozite özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

ABSTRACT

Objective: Starter cultures in yoghurt production are used to extend the shelf life and improve viscosity and textural properties of the product without causing a significant change in taste and aroma during the storage period. The aim of the study is to determine the effect of using different commercial yoghurt cultures on viscosity and textural properties of yoghurts.

Materials and Methods: In yoghurt production, evaporation process was not applied to the milk, raw cow milks were pasteurized and inoculated with yoghurt starter cultures. In our study, ten different yoghurts were produced using ten different starter cultures obtained from different culture companies, and textural properties of yoghurts such as hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and the viscosity were examined during the 28-day storage period.

Results: The viscosity values of yogurt samples varied between 597.33 and 1902.33 mPa.s during the storage period. The minimum and maximum values of hardness, cohesiveness, gumminess, and chewiness values of yoghurt samples during the storage period were 71.83 - 179.67 (g), 0.39 - 0.58, 41.43 - 72.33 (g) and 1.53 - 10.51 (mJ), respectively.

Conclusion: In our study, it was determined that the use of different starter culture in yoghurt production had a statistically significant effect on the viscosity and textural properties of yoghurt ($p<0.05$).

GİRİŞ

İnsan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir yeri olan yoğurt, ön işlemler ve pastörizasyon işlemi uygulanmış sütün *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürleri ile fermantasyonu sonucunda üretilen bir süt ürünüdür (Bulut-Solak ve Akın, 2012). Starter kültürlerin yoğurt üretimindeki temel görevi; yoğurda istenilen fizikokimyasal, tekstürel, reolojik ve duyuşal özellikleri kazandırmak ve son üründe standart kalitede özelliklerin oluşmasını sağlamaktır (Demirgul ve Sağdıç, 2017). Ticari olarak üretilen yoğurt kültürleri genelde, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* türü bakterileri 1:1 oranında bulundurmaktadır. Yoğurt starter kültürlerinin üretimdeki temel görevi; laktozu laktik aside dönüştürerek asitlik meydana getirmek, ekzopolisakkarit (EPS) üreterek viskoz bir yapı sağlamak ve tipik yoğurt aromasını oluşturmaktır (Ott et al., 1997; Mckinley, 2005; Kurultay ve Cengiz, 2006).

Yoğurt reolojisinin oluşumunda üretim teknolojisinin yanında kullanılan starter kültürdeki mikroorganizma suşlarının özellikleri ve uyumları da çok önemlidir (Robinson and Tamime 1993; Rawson and Marshall, 1997). Yoğurdun kalite kriterlerinden en önemlileri konsistens, katı yoğurda "sıklık, katılık", akıcı kıvamdaki yoğurda ise "viskozite" ile değerlendirilir (Atamer ve Sezgin 1986). Söz konusu bu kalite kriterleri yoğurda işlenen sütün kuru madde içeriği, özellikle de yağ ve protein miktarları ile korelasyon halindedir; genelde işlenen sütün kuru madde miktarı arttıkça viskozite ve konsistens artmakta, serum ayrılması ise azalmaktadır (Üçüncü, 1983; Atamer ve Sezgin, 1986; Tosun, 2007).

Tekstür, Latince bir ifade olan *textura* (cloth) yani kumaş kelimesinden gelmekte ve iplikçikler arasındaki çapraz bağları ifade etmektedir (Özcan ve Yıldız, 2016). Yoğurt kalitesi için önemli bir gösterge olan tekstür, yoğurdun yapısal ve duyuşal özellikleriyle de yakından ilişkilidir. Sütün standardizasyonu ve kuru maddenin farklı tekniklerle artırılması, homojenizasyon, ısı işlem, inkübasyon koşulları, kullanılan starter kültürler, soğutma ve depolama koşulları gibi etmenler yoğurdun jel yapısı ve tekstürel özelliklerine etki etmekte ve bu şartlara göre de kalite özellikleri değişkenlik göstermektedir (Ozcan ve Yıldız, 2016). Tekstür Profil Analizi (TPA) ise katı ya da yarı katı özellikteki gıdalarda sertlik, kırılma, iç ve dış yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenabilirlik, sakızimsılık ve esneklik gibi tekstürel özelliklerinin aletsel olarak belirlenmesi amacıyla kullanılan, gıda maddesinin ağız hareketlerini baz alarak çene hareketine benzer şekilde, bir piston yardımıyla iki kez sıkıştırılması prensibine dayanmaktadır. İşlem bir açıdan çiğneme modeli yaratmaktadır (Szczesniak, 1963; Bourne, 1978; Anonim, 2020).

Bazı ülkelerde yasak olmak ile birlikte, yoğurtlarda yapıyı iyileştirmek ve kıvamı artırmak amacıyla karragenan, selüloz, pektinler, bazı sakızlar ve nişasta gibi katkı maddeleri kullanılabilir. Ancak günümüzde tüketicilerin daha doğal ve katkı maddesi içermeyen ürünlere yönelmesi nedeniyle, yoğurtlarda doğal olarak yapının geliştirilmesi amacıyla ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterilerinden yararlanma yoluna gidilmiştir. EPS üreten laktik asit bakterileri genel olarak "ropy" kültür adıyla anılmaktadır (Laws and Marshall, 2001). Tüketiciler yoğurdun koyu kıvamlı yapısıyla pürüzsüz bir görünüme sahip olması ve aynı zamanda aromasının da istenen düzeyde olmasını istemektedir. Yoğurt üretiminde bu kriterler göz önünde bulundurularak kültür seçimi yapılmaktadır. EPS üreten kültürlerin ürünün yapısını iyileştirici yönde etki gösterdiği ve bu kültürlerin kullanımıyla, tüketici isteklerine uygun nitelikte yoğurt üretilbildiği bildirilmektedir (Duboc and Mollet, 2001; Korkmaz, 2005)

Bu çalışmada çiğ inek sütleri koyulaştırma işlemine tabi tutulmadan pastörize edilmiş, herhangi bir katkı maddesi (stabilizatör, kıvam artırıcı) ilave edilmeden farklı yoğurt starter kültürleri set tipi yoğurtların üretiminde kullanılmış ve üretilen yoğurtların tekstürel ve viskozite özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nden temin edilen çiğ inek sütleri kullanılmıştır. Starter kültürler ise Türkiye'de yoğurt üretiminde yaygın olarak

kullanılan firmalardan (Chr. Hansen (2), CSL Centro Sperimentale del Latte, Sacco Srl, Danisco-DuPont, DSM Food Specialties (2), Biochem S.r.l, Maysa Gıda, Mikromilk A.Ş.) elde edilen kültürler arasından seçilmiştir. Sekiz farklı ticari firmadan toplam on adet starter kültür kullanılmış ve on farklı yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir.

Yöntem

Set-Tipi Yoğurt Üretimi

Ticari yoğurt kültürleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda 100 ml steril süt içerisine tartılmış ve aktifleştirilmeleri için 2 saat ön inkübasyona bırakılmıştır. % 12,05 toplam kuru madde ve % 3,5 yağ içeren çiğ sültere herhangi bir standardizasyon yapılmamış, sülterler 85 °C'de 10 dakika pastörize edilmiş ve kısa sürede 42 °C'ye soğutulmuştur. Hazırlanan aktif starter kültür ile aşılana sülterler, 100 g'lık kaplara dolun yapılarak ağızları kapalı olarak 42 °C'de fermantasyona tabi tutulmuştur. Yoğurtların pH'sı 4,7'ye ulaştığında fermantasyona son verilmiş ve yoğurtlar 15 dakika oda sıcaklığında tutulduktan sonra buzdolabı koşullarında 28 gün süre ile depolanmıştır.

Tekstür Profil Analizi

Her ne kadar yoğurt gibi örneklerde tekstür profil analizi (TPA) yapılsa da farklılıkların ortaya konulması amacıyla tekstürel özelliklerini incelemek üzere TPA yapılmıştır. Analiz Brookfield CT 3 Texture Analyzer (Middleboro, USA) cihazı ile TA4/1000 akrilik prop (prop çapı: 38.1 mm) kullanılarak iki sıkıştırma yapılarak belirlenmiştir. Sıcaklık tekstürel parametreleri etkileyeceği için örnek sıcaklığı 4 - 8 °C iken analiz gerçekleştirilmiştir. Cihaz parametreleri Load Cell: 4500 g, Trigger Load: 4,5 g, Test speed: 1.00 mm/s, probe penetration: 15 mm olarak belirlenmiş ve ölçümler yapılmıştır (Akpınar et al., 2020). Tüm parametreler [sertlik (g), iç yapışkanlık, sakızimsılık (g), çiğnenebilirlik (mJ)] Brookfield Texture Pro CT V 1.2 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

Viskozite Analizi

Viskozite ölçümleri Brookfield DV-II Pro Model Viskozimetre (Middleboro, USA) ile uygun rpm ve spindle seçilerek (Spindle no: LV4, 60 rpm) gerçekleştirilmiştir. Ölçüm parametreleri tork değeri % 10-90 arasında kalacak şekilde belirlenmiştir (Yerlikaya et al., 2013). 4 - 8°C'de analize alınan örnekler eşit şekillerde sağ ve sol yönde karıştırılmıştır. Viskozite değerleri RHEOCALC® 32 Application Software (Brookfield Engineering Laboratories Inc.) yazılımı ile kaydedilmiş ve viskozite değerleri mPa·s olarak verilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Farklı starter kültür kullanılarak iki tekerrürlü olarak üretilen yoğurtlarda kültür tipinin yoğurt özelliklerine etkisini ve depolama boyunca değişimi görmek amacıyla Tek Yönlü Anova varyans analizi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS sürüm 22.00 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tekstür profil analizi

Gıdalarda tekstür, ürünün yapısı yanında ürünün tüketici tarafından duysal olarak kabul edilebilirliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada 10 farklı yoğurt starter kültürü ile üretilen yoğurtların 28 günlük depolama süresince tekstürel özellikleri sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri üzerinden belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca tekstür ve viskozite değerleri (n=2)**Table 1.** Textural and viscosity properties of yoghurt samples during the storage period (n=2)

Kültür	Gün	Sertlik (g)	İç yapışkanlık	Sakızimsılık (g)	Çiğnenabilirlik (mJ)	Viskozite (mPa·s)
1	1	137,33±5,35 ^{aD}	0,44±0,03 ^{bCD}	60,30±6,19 ^{aD}	8,42±0,86 ^{CD}	1528,17±75,29 ^{aF}
	14	119,67±4,01 ^{bB}	0,54±0,02 ^{aE}	65,23±4,11 ^{bCD}	8,77±0,10 ^{CD}	1356,67±53,72 ^{bG}
	28	143,50±1,32 ^{aD}	0,43±0,01 ^{bAB}	61,00±1,10 ^{aBCD}	8,57±0,15 ^{BC}	1326,67±50,08 ^{bE}
2	1	128,50±3,77 ^{bD}	0,43±0,01 ^{aBCD}	55,03±1,37 ^{bC}	7,90±0,23 ^{bC}	763,16±33,55 ^{bB}
	14	142,83±6,66 ^{abD}	0,40±0,00 ^{bA}	57,33±2,31 ^{bB}	8,06±8,06 ^{bBC}	806,83±13,35 ^{bBC}
	28	158,50±12,77 ^{aE}	0,44±0,02 ^{aAB}	70,03±2,97 ^{aD}	9,80±,47 ^{aCD}	949,00±48,30 ^{aC}
3	1	107,50±2,65 ^C	0,44±0,01 ^D	47,73±1,27 ^B	6,67±0,17 ^B	842,17±25,76 ^{bBC}
	14	125,17±18,15 ^{BC}	0,45±0,03 ^{BC}	55,77±6,91 ^B	7,91±0,99 ^{BC}	766,50±21,00 ^{CB}
	28	111,33±3,06 ^{AB}	0,56±0,25 ^B	54,07±12,57 ^{AB}	7,77±1,91 ^{AB}	914,83±15,46 ^{aC}
4	1	71,83±4,86 ^{bA}	0,58±0,02 ^{aF}	41,43±2,27 ^{bA}	1,53±0,10 ^{bA}	910,17±24,25 ^{aC}
	14	121,17±1,26 ^{aB}	0,45±0,02 ^{bC}	54,47±2,05 ^{aAB}	7,69±0,34 ^{aAB}	861,83±24,70 ^{bC}
	28	123,67±2,36 ^{abC}	0,44±0,01 ^{bAB}	53,73±0,85 ^{aAB}	7,54±0,13 ^{aAB}	795,33±7,91 ^{CB}
5	1	95,00±0,87 ^B	0,52±0,01 ^{aE}	48,90±0,98 ^B	6,90±0,15 ^B	597,33±12,57 ^{bA}
	14	96,17±2,02 ^A	0,50±0,01 ^{aD}	48,63±1,17 ^A	6,86±0,20 ^A	677,50±9,73 ^{aA}
	28	98,83±4,80 ^A	0,48±0,01 ^{bAB}	47,43±3,42 ^A	6,75±0,53 ^A	703,50±28,33 ^{aA}
6	1	114,33±7,94 ^{bC}	0,43±0,01 ^{aBCD}	49,43±1,72 ^B	7,09±0,29 ^B	1039,83±80,32 ^D
	14	138,00±15,22 ^{aCD}	0,41±0,01 ^{bA}	57,03±5,92 ^B	8,09±0,91 ^{BC}	1041,33±41,10 ^D
	28	133,67±8,50 ^{abCD}	0,42±0,01 ^{abAB}	56,80±3,99 ^{ABC}	8,02±0,47 ^{AB}	1136,50±25,23 ^D
7	1	148,17±2,02 ^{bE}	0,41±0,01 ^{ABC}	60,37±1,59 ^{bD}	8,57±0,31 ^{bCD}	1303,50±72,40 ^{bE}
	14	177,50±3,28 ^{aE}	0,41±0,01 ^A	72,33±2,93 ^{aE}	10,51±0,47 ^{aF}	1470,67±65,01 ^{aH}
	28	171,33±3,75 ^{aEF}	0,40±0,02 ^{AB}	69,23±3,81 ^{aD}	9,98±0,57 ^{aD}	1186,83±38,28 ^{bD}
8	1	115,00±12,13 ^{bC}	0,43±0,04 ^{BCD}	49,77±1,59 ^B	7,04±0,31 ^{bB}	605,67±42,00 ^{aA}
	14	141,00±1,50 ^{aD}	0,42±0,03 ^{AB}	59,00±3,41 ^{BC}	8,20±0,56 ^{aBC}	855,83±46,04 ^{aC}
	28	136,00±17,59 ^{abCD}	0,44±0,05 ^{AB}	59,70±12,51 ^{BCD}	7,53±0,40 ^{abAB}	758,83±41,82 ^{bAB}
9	1	150,50±3,04 ^{bE}	0,39±0,02 ^A	58,77±0,80 ^{bCD}	8,56±0,18 ^{bCD}	1666,83±78,52 ^{aG}
	14	176,33±4,51 ^{aE}	0,40±0,01 ^A	70,33±0,59 ^{aDE}	10,00±0,14 ^{aEF}	1129,67±37,17 ^{bE}
	28	179,67±5,84 ^{aF}	0,39±0,01 ^A	70,47±1,02 ^{aD}	10,11±0,23 ^{aD}	1183,83±63,41 ^{bD}
10	1	153,50±4,44 ^{bE}	0,40±0,01 ^{AB}	62,10±2,59 ^{bD}	8,75±0,53 ^D	1902,33±24,58 ^{aH}
	14	163,00±3,77 ^{abE}	0,41±0,02 ^A	66,17±2,27 ^{abDE}	9,560±,37 ^{DE}	1268,67±74,27 ^{bF}
	28	172,67±6,43 ^{aEF}	0,39±0,02 ^A	66,93±1,43 ^{aCD}	9,57±0,47 ^{CD}	1173,33±25,17 ^{CD}

a, b, c: Aynı sütunda farklı üssel sahip değerler örneğin depolama süresince değişimini ifade etmekte olup değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

A,B,C,D,E,F,G,H: Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler aynı depolama gününde örnekler arasındaki farkı ifade etmekte olup değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Sertlik, gıdanın ağızda ilk deformasyonunu sağlamak için gereken kuvvettir. Yoğurdun tekstürel özelliklerinin değerlendirmesinde en önemli parametre sertliktir. Depolama süresinin başlangıcında örneklerin sertlik değerleri 71,83-153,50 g aralığında değişiklik göstermiştir. Örneklerin sertlik değerleri

arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($p<0,05$). 10 numaralı örnek en yüksek sertlik değerine sahip iken en düşük sertlik değeri 4 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda depolamanın başlangıcına göre genel olarak örneklerin sertlik değerlerinde artış görülmüştür. Bu durum depolama süresince proteinlerin su tutma kapasitelerinde artış olduğu yönünde açıklanabilir. Çalışmada kullanılan kültürlerin hepsi yoğurt kültürü olmakla birlikte kültürlerin içerdiği *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* suşları ve bu suşların oranı yoğurtların tekstürel özelliklerini değiştirmektedir. Farklı oranlarda suş içeriği, yoğurt kültürünün asitlik gelişim hızı, viskozite ve aroma gelişimi gibi önemli parametrelerde değişikliğe sebep olmaktadır. Bu durum çalışmamızda da bazı yoğurtlarda sert bazı yoğurtlarda ise gevşek yapıya yol açmıştır. El Zahar and El-Zawahry (2009), farklı starter kültürlerle ürettikleri yoğurtların sertlik değerlerinin çalışmamıza benzer şekilde depolama süresiyle beraber arttığını ve starter kültür tipine göre farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Akpınar et al. (2020) probiyotik yoğurt örneklerinde sertlik değerlerinin depolama süresince arttığını ve depolama sonunda en yüksek seviyeye ulaştığını belirtmiştir.

İç yapışkanlık, yoğurtta pıhtı yapısının tamamen bozulmasından önce yoğurdun ne kadar deforme olabileceğinin bir ölçüsü olarak ifade edilebilir. İç yapışkanlık duysal terimlerle ifade edildiğinde bir maddenin kırılmadan önce dişler arasında sıkıştırılma derecesidir (Akan and Kınık, 2018). Depolama süresi boyunca yoğurtların iç yapışkanlık değerleri 0,39-0,56 aralığında değişiklik göstermiştir. Depolamanın başlangıcında 4 ve 5 numaralı örneklerin iç yapışkanlık değerlerinin diğer örneklerden yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Depolama süresi boyunca örneklerin iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde 1, 2, 4, 5 ve 6 numaralı örneklerde istatistiksel olarak önemli derecede değişim olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra 3, 7, 8, 9 ve 10 numaralı örneklerin iç yapışkanlık değerleri depolama süresince önemli değişim göstermemiştir ($p>0,05$).

Sakızimsılık, yarı katı bir gıdanın yutulmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gereken enerji olarak tanımlanmaktadır (Nateghi et al., 2012). Depolamanın ilk günü yoğurtların sakızimsılık değerleri 41,43-62,10 g aralığında değişiklik göstermiştir. Sertlik değerlerinin tam tersine depolamanın başlangıcında en düşük sakızimsılık 4 numaralı, en yüksek sakızimsılık değeri ise 10 numaralı örnekte görülmüştür. Depolama süresi sonunda 5 numaralı örnek dışında tüm örneklerin sakızimsılık değerleri artış gösterirken 5 numaralı örneğe ait sakızimsılık değeri düşüş göstermiştir. Sakızimsılık değerlerinde meydana gelen artış 1, 2, 4, 7, 9 ve 10 numaralı örneklerde istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunurken, 5 numaralı örnekte görülen düşüş önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çiğnenebilirlik, belirli miktar numunenin kıvamının tatmin edici bir şekilde azalması ve yutmaya izin vermesi için gereken çiğneme sayısı (veya çiğneme miktarı) olarak tanımlanmaktadır (Nateghi et al., 2012). Depolama süresi boyunca yoğurtların çiğnenebilirlik değerleri 1,53-10,51 mJ aralığında değişmiştir. Depolamanın başlangıcında en düşük çiğnenebilirlik değerine (1,53 mJ) 4 numaralı örnek sahip olmuştur. Bu örneğin çiğnenebilirliği depolamanın 14. günü hızla artmış ve diğer örneklerle benzer değerleri almıştır. Çiğnenebilirlik değerlerinde en fazla artış ($p<0,05$) 4 numaralı örnekte tespit edilirken, 5 numaralı örnekte depolama süresince azalma ($p>0,05$) meydana geldiği belirlenmiştir. Emirdağı (2014), çalışmamıza benzer şekilde resveratrol ilaveli yoğurtların depolama süresi boyunca çiğnenebilirlik değerlerinin sertlik değerleriyle paralel şekilde arttığını bildirmiştir. Çalışmada örnekler arası tekstür parametrelerinin ve bu parametrelerde depolama süresince meydana gelen değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin birbirleriyle paralel şekilde artış gösterdiği ve iç yapışkanlık değerlerinde de örnekler arası önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Viskozite

Viskozite, sıvılarda akmaya karşı direnç olarak tanımlanmaktadır. Çalışmamızda yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu ve kültür farklılığının yoğurtların viskozite özelliklerine etki ettiği görülmektedir ($p<0,05$) (Çizelge 1). Depolama süresinin başlangıcında yoğurtların viskozite değerleri 597,33-1902,33 mPa-s aralığında değişmiştir. En yüksek viskoziteye depolamanın ilk günü 10 numaralı örnek sahip olurken onu sırayla 9 ve 1 numaralı örnek izlemiştir. En düşük viskozite değeri ise 5 numaralı örnekte belirlenmiştir. Depolamanın sonraki dönemlerinde ise örneklerin viskozite değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Depolama süresinin sonunda en

yüksek viskoziteye 1 numaralı örneğin sahip olduğu ve onu 7, 9 ve 10 numaralı örneklerin takip ettiği görülmüştür ($p<0,05$).

Viskozitesi daha yüksek ve daha kıvamlı, sert yoğurt eldesi için starter kültürlerdeki yoğurt bakterilerinin EPS üretme yeteneğinde olan bakteri suşları seçilebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda da 1, 9 ve 10 numaralı yoğurtların üretiminde kullanılan starter kültürlerin üründe iyi bir viskozite sağlamak amacıyla EPS üretme yeteneğinde olan suşları içerdiğini söylenebilir. Depolama süresince değişime bakıldığında ise 1, 4, 7, 9 ve 10 numaralı örneklerde depolamanın başlangıcına göre viskozite değerlerinde azalma görülürken, diğer örneklerde artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Bu durumun kültürün özellikleri ile alakalı bir durum olduğu düşünülmektedir. Dahlan et al. (2017) çalışmasında *S. thermophilus*'un yoğurtta *L. bulgaricus*'tan daha yüksek viskozite sağlayabildiğini bildirmiştir. Guzel-Seydim et al. (2005) tarafından iki farklı starter kültür kullanarak üretilen yoğurtlarda, viskozite değerleri bakımından depolamanın sonuna kadar viskoz kültür ile üretilen örneklerin daha yüksek viskoziteye sahip olduğu ve depolama süresince tüm örneklerde viskozitenin arttığı belirlenmiştir. Akalın ve Gönç (1999), viskoz özellikteki kültür kullanarak ürettikleri yoğurtlarda viskoz olmayan kültürün diğer kültürlere göre düşük viskozite sergilediğini bulmuşlardır. Yerlikaya et al. (2013) farklı starter kültür oluşturarak ürettiği yoğurtlarda viskozite değerlerinin birbirinden farklılıklar sergilediğini ve tüm örneklerde viskozite değerlerinde artış meydana geldiğini, Akpınar et al. (2020) ise farklı yoğurt bakterileri ile *Enterococcus* türlerini kombine ederek ürettiği yoğurtlarda viskozite değerlerinin farklılık gösterdiğini ve depolama süresince viskozitede azalma olduğunu ortaya koymuştur. *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gibi bazı laktik asit bakterilerinin EPS üretme yeteneğinde olduğu ve bu tip EPS üreten suşların yoğurt, fermente sütler, az yağlı peynirler ve sütlü tatlılar gibi gıda ürünlerinin üretiminde kullanımının önemli bir endüstriyel rol oynadığı da bildirilmektedir (Gürsoy et al. 2010). Rawson and Marshall (1997) *S. thermophilus* kültürünün yoğurtların dokusal özelliklerini geliştirdiğini ve viskozitesini arttırdığını belirtmektedir. Bu nedenle, yüksek viskoelastik yapı elde etmek için yüksek bir *S. thermophilus* oranı arzu edilmektedir. Buna dayanarak, daha iyi bir viskozite için EPS üretme yeteneğindeki suşların seçiminin yanında daha yüksek viskoziteye sahip örneklerin içerdiği starter kültürlerin *S. thermophilus* : *L. bulgaricus* oranının daha yüksek olabileceği söylenebilir.

SONUÇ

Bu çalışmada piyasada satılmakta olan farklı yoğurt starter kültürleri kullanılarak 10 farklı yoğurt üretilmiş ve bu yoğurtların tekstürel özellikleri ve viskozite değerleri 28 günlük depolama süresi boyunca araştırılmıştır. Yoğurtların sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri ile viskozitelerinin birbirinden farklılık gösterdiği ve değerlendirilen özelliklerin kullanılan yoğurt kültür özelliklerinden etkilendiği sonucuna varılmıştır. Meydana gelen farklılıkların da yoğurt bakterileri suşlarının özellikleri ile kültürdeki *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* oranı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akalın, S.A. ve Gönç, S. 1999. Katı kıvamlı yoğurdun reolojik ve duysal özellikleri, aroma maddeleri ve starter bakteri sayıları üzerine viskoz kültürlerin etkisi. Gıda 24: 319-325.
- Akan, E. ve Kınık, Ö. 2018. Effect of mineral salt replacement on properties of Turkish White cheese, Mljekarstvo 68: 46-56.
- Akpınar, A., Saygılı, D. and Yerlikaya, O. 2020. Production of set-type yoghurt using *Enterococcus faecium* and *Enterococcus durans* strains with probiotic potential as starter adjuncts. Int. J. Dairy Tech. 73(4): 726-736.
- Anonim. 2020. <https://www.dpn.com.tr/wp-content/uploads/2019/11/TPA-Hakkında-Açıklama.pdf>
- Atamer, M., ve Sezgin, E. 1986 Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Gıda 11(6): 327-331.


- Bourne MC. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology, 32 (7): 62-72.
- Bulut-Solak, B. ve Akin, N. 2012. Yoğurt çeşitleri, yoğurtlarda görülen bazı kusurlar ve çözüm önerileri. Akademik Gıda 10(2): 115-120.
- Dahlan, H.A. and Sani, N.A. 2017. The interaction effect of mixing starter cultures on homemade natural yogurt's pH and viscosity. Int. J. Food Stud. 6: 152-158.
- Demirgöl, F. ve Sağıdıç, O. (2017). Laktik starter kültür üretim teknolojisi. Avrupa Bil. Tek. Derg. 7(11): 27-37.
- Duboc, P. and Mollet, B. 2001. Application of exopolysaccharides in the dairy industry. Int. Dairy J. 11: 759-768.
- El-Zahar, K. and El-Zawahry, A. 2009. Evaluation of rheological and sensory properties of set and stirred yoghurt made with different starter cultures. J. Biol. Chem. Environ. Sci. 4(2): 57-71.
- Emirdağı, H. 2014. Resveratrolün yoğurtta tekstürel nitelikleri geliştirme olanakları. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s.
- Guzel-Seydim, Z.B., Sezgin, E. ve Seydim, A.C. 2004. Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt. Food Control 16: 205-209.
- Gürsoy, A., Durlu-Özkaya, F., Yıldız, F. and Aslim, B. 2010. Set type yoghurt production by exopolysaccharide producing Turkish origin domestic strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (B3). Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 16(Suppl-A): 81-86.
- Korkmaz, A. 2005. Yağ içeriği ayarlanmış sütlerden ekzopolisakkarit üreten kültürlerle üretilen stirred yoğurtların bazı özellikleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D. (Yüksek Lisans Tezi), Şanlıurfa.
- Kurultay, S. ve Cengiz, B. 2006. Fermente süt ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi. Hasad Gıda Dergisi 21: 16–23.
- Laws, P.A. and Marshall, V.M. 2001. The Relevance of exopolysaccharidess to reolojical properties in milk fermented with ropy strains of lactic acid bacteria. Int. Dairy J. 11: 709-721.
- McKinley, M.C. 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. Int. J. Dairy Technol. 58: 1-12.
- Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Mirhosseini, H., Shuhaimi, M., Meimandipour, A., Omidzadeh, A. and Abd-Manap, M.Y. 2012. Optimization of textural properties and formulation of reduced fat Cheddar cheeses containing fat replacers. J. Food Agric. Environ. 10(2): 46-54.
- Ott, A., Fay, L.B. and Chaintreau, A. 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. J. Agric. Food Chem. 45: 850-858.
- Özcan, T. ve Yıldız, E. 2016. Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuusal özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bil. Tekn. Derg. 4(7): 579-587.
- Rawson, H.L. and Marshall, V.M. 1997. Effect of ropy strain of *Latobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on rheology of stirred yoghurt. Int. J. Food Sci. Tech. 32: 213-220.
- Robinson, R.K. and Tamime, A.Y. 1993. Manufacture of yoghurt and the other fermented milks. Modern Dairy Technology, Volume 2, Advances in Milk Products, 2nd edition, (Ed. R. K. Robinson), London, pp. 1-48.
- Szczesniak AS. 1963. Classification of textural cha-racteristics. J. Food Sci, 28: 385-389.
- Tosun, F. 2007. Salebin yoğurdun depolama stabilitesi üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D. (Yüksek Lisans Tezi), Konya.
- Üçüncü, M. 1983. Yoğurda işlenecek süte eklenecek süttozu miktarının hesaplanması. Gıda 8: 15.
- Yerlikaya, O., Akpınar, A. and Kılıç, S. 2013. Physico-chemical, microbiological, rheological and sensorial properties of set-type yoghurt produced with different origin wild *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Italian J. Food Sci. 25: 412– 420.


Araştırma Makalesi
(Research Article)


Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):385-397
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.849364>

Vedat DEMİR^{1*} 

Hüseyin YÜRDEM¹ 

Tuncay GÜNHAN¹ 

H. Baki ÜNAL² 

Barış UZUN³ 

Seralarda fotosentez amaçlı kullanılan farklı LED ışık kaynaklarının FAR dağılım düzeylerinin belirlenmesi

Determination of PAR distribution uniformity of different LED light sources used in photosynthesis in greenhouses

Alınış (Received): 29.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 08.02.2021

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, İzmir/Türkiye

³ İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta: vedat.demir@ege.edu.tr

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, seralarda tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında kullanılacak dört farklı LED ışık kaynağının farklı asılma yüksekliklerindeki FAR dağılımının belirlenmesi ve dağılım düzgünlüğünü sağlayacak yerleşim düzeninin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Seralar için geliştirilen yerli yapım LED ışık kaynakları ele alınmış, FAR ölçümlerinde karartılmış deneme odasında kurulan ölçüm düzeneği kullanılmıştır. Ölçümler, 3x3 m alanda 10x10 cm kare ağı yapısında ve FAR algılayıcı ile ışık kaynağı arası düşey mesafe 31.6, 50, 75, 100, 125 ve 150 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. FAR dağılımları, farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre hesaplanmış ve LED ışık kaynağının farklı asılma yüksekliği ve aralığı için eş aydınlık eğrileri belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: A, B, C ve D tipi ışık kaynaklarının asılma yüksekliği ve aralıkları için en düşük ve en yüksek günlük ışık birikimi değerleri sırasıyla; 23.8-9.3, 13.8-3.6, 2.1-1.3, 2.2-1.1 mol·m⁻²·gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Günlük ışık birikimi açısından, A ve B tipi ışık kaynaklarının ele alınan yerleşim durumlarında tam yapay ve tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında, C ve D tipi ışık kaynaklarının ise yalnızca tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında kullanılabilmesi söylenebilir.

Sonuç: Araştırmada ele alınan LED ışık kaynaklarının tamamında, 100 cm üzeri asılma yüksekliği ve tüm yerleşim aralıklarında dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre kabul edilebilir eş FAR dağılımının elde edilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar sözcükler: Aydınlanma şiddeti, dağılım düzgünlüğü, enerji etkinliği, eş aydınlık, eş dağılım, tekdüzelik

Keywords: Illuminance intensity, distribution uniformity, energy efficiency, equiuniformity, uniformity

ABSTRACT

Objective: In this study, it is aimed to determine the PAR distribution of different types LED and the arrangements that could make the working efficiency in the LED light sources.

Material and Methods: Four locally produced LED developed for greenhouses have been considered. The PAR measurements were carried out within the specially designed a testing unit in a dark room in 10x10 cm square grid within 3x3 m dimensions. The height between the PAR sensor and the LED was considered as 31.6, 50, 75, 100, 125 and 150 cm. In the evaluations, different uniformity coefficients were calculated and PAR distribution patterns were determined for different mounting height and spacing.

Results: The minimum and maximum daily light integral values for A, B, C and D LED were found 23.8-9.3, 13.8-3.6, 2.1-1.3, 2.2-1.1 mol·m⁻²·day⁻¹, respectively. In terms of daily light integral, it can be said that A and B LED can be used in both full artificial and supplementary lighting and, C and D LED can be used only in supplementary lighting for PAR applications.

Conclusion: It was determined that all LED had acceptable PAR uniformity according to the different distribution uniformity criteria for over 100 cm mounting height and spacing.

GİRİŞ

Bitkisel üretimde görünür ışık bölgesi olan 380 ile 750 nm dalga boyundaki ışınlar son derece önemlidir. Bu görünür bölgedeki 400-700 nm dalga boyu aralığındaki ışınım bölgesi fotosentetik aktif radyasyon (FAR) bölgesi olarak adlandırılır. FAR bölgesindeki farklı dalga boyuna sahip her ışınının, yararlanılabilir oranı değişmekle birlikte, yoğun olarak fotosentez için kullanıldığı bilinmektedir (Fisher and Donnelly, 2001; Ficher and Runkle, 2004; Yağcıoğlu et al., 2004; Uzun and Demir, 2012).

Sera içine ulaşan FAR miktarı, seranın dış örtü yüzeyine ulaşan ortalama FAR miktarı ve örtü malzemesinin geçirgenlik katsayısı dikkate alınarak yaklaşık olarak belirlenebilmektedir (Faust, 2004). Örtü malzemesinin geçirgenliğine bağlı olarak FAR miktarının %35-75'inin sera içine ulaşabilmekte ve ortalama geçirgenlik katsayısı 0.45-0.50 arasında kabul edilmektedir (Fisher and Donnelly, 2001; Faust, 2004; Ünal et al., 2015).

Sera yetiştiriciliğinde gün içinde birim alana ulaşan FAR bölgesindeki dalga boyuna sahip fotonların sayısı, fotosentezde kullanılan enerji açısından önemlidir. FAR bölgesinde anlık fotosentetik foton akısı yoğunluğu (Photosynthetic Photon Flux Density-PPFD) ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) olarak ifade edilmektedir (Thimijan and Heins, 1983). Son yıllarda anlık fotonların PPFD enerjisi yerine, bir gün (24 h) süre boyunca bitki bölgesine ulaşan PPFD enerji miktarının toplam değerinin ölçülmesi ve kullanılması tercih edilir hale gelmektedir. Işık yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak belirli bir alana günlük ulaşan ışığın toplam miktarı "Günlük Işık Birikimi" (Daily Light Integral-DLI) ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$) olarak tanımlanmaktadır. Toplam günlük ışık gereksinimi, bitki türlerine göre önemli oranda değişiklik gösterebilmektedir. Toplam günlük ışık gereksinimi değerleri; düşük olan bitkilerde (birçok ev bitkisi) $3-6 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$, orta olan bitkilerde (çoğu yıllık bitkiler) $6-12 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$, yüksek olan bitkilerde (çok yıllık bitkiler ve sebzeler) ise en düşük $12 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$ değerlerinin dikkate alınması önerilmektedir (Mattson, 2015; Torres and Lopez, 2012).

Mevsimi dışında seralarda gerçekleştirilen bitki yetiştiriciliğindeki FAR açığını kapatmak amacıyla çeşitli aydınlatıcılar kullanılmaktadır. Seralarda yaygın olarak yüksek basınçlı sodyum buharlı (HPS) ve metal halid (MH) lambalar ile yapılan aydınlatma uygulamalarından enerji maliyetleri ve verimlilik gibi nedenlerden dolayı daha etkin kaynak kullanımına olanak veren yeni nesil aydınlatma uygulamalarına yönelim başlamıştır. Cıva içermeyen çevre dostu olarak tanımlanan yarı iletken aydınlatma araçları olan LED (Light Emitting Diode)'ler; az yer kaplaması, hızlı açılıp-kapanması, düşük çalışma voltajı ile güvenli, uzun ömürlü ve otomasyona uygun olması gibi önemli avantajları nedeniyle geleneksel aydınlatma araçlarının yerini almaya başlamıştır.

Çağlayan ve Ertekin (2014), serada ve bitki yetiştirme odalarında bitkilerin fotobiyolojik gereksinimleri için uygun ışık miktarını %25, %50 ve %100 ışık seviyelerinde bir LED ışık kaynağı ile tamamlamak üzere bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada soft beyaz, kırmızı, mavi ve UV-A LED'lerden oluşturdukları bir aydınlatıcı tasarlamışlar ve aydınlatıcının 20, 40, 60, 75 ve 90 cm yüksekliklerdeki FAR ve ışık yoğunluğu (lx) değerlerini ölçmüşlerdir.

Tamamlayıcı fotosentetik aydınlatma uygulamalarında, uygun bir lamba ve ışıklık seçiminin yanı sıra, üretilen ışınının bitkilerin en fazla yararlanabileceği şartlarda verilmesi, işlemin başarısını artıracaktır. Yapılan aydınlatma uygulamasından tüm bitkilerin eşit şekilde yararlanabilmesi ve benzer gelişmeyi gösterebilmesi için, ışığın, tüm üretim alanı üzerindeki dağılım düzgünlüğünün en az %70-80 olması önerilmektedir (Yağcıoğlu, 2014; Yağcıoğlu, 2017). Dağılım düzgünlüğünün kabul edilebilir değerlerde olabilmesi için, lambaların yerleşim aralıklarının ve asılma yüksekliklerinin uygun şekilde düzenlenmiş olması gerekmektedir. Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan LED ışık kaynakları ile seralarda aydınlatma uygulamalarının projelendirilmesinde gerekli olan; montaj (yerleşim) aralıkları, ışığın dalga boyu dağılımı ve değişik asılma yüksekliklerinde elde edilen dağılımın düzgünlüğü konularında yapılan bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Seralarda tamamlayıcı aydınlatma uygulamalarında kullanılacak LED ışık kaynaklarının değişik kullanım durumlarındaki FAR dağılımına ilişkin verilerin ortaya konması, bitki yetiştiriciliğinde kullanıcı ve projelendirme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmada, seralarda tamamlayıcı fotosentetik aydınlatma uygulamalarında kullanılacak farklı tip LED ışık kaynaklarının değişik asılma yüksekliklerindeki FAR dağılımlarının belirlenmesi ve düzgün bir FAR dağılımı yapabilecek yerleşim düzeninin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

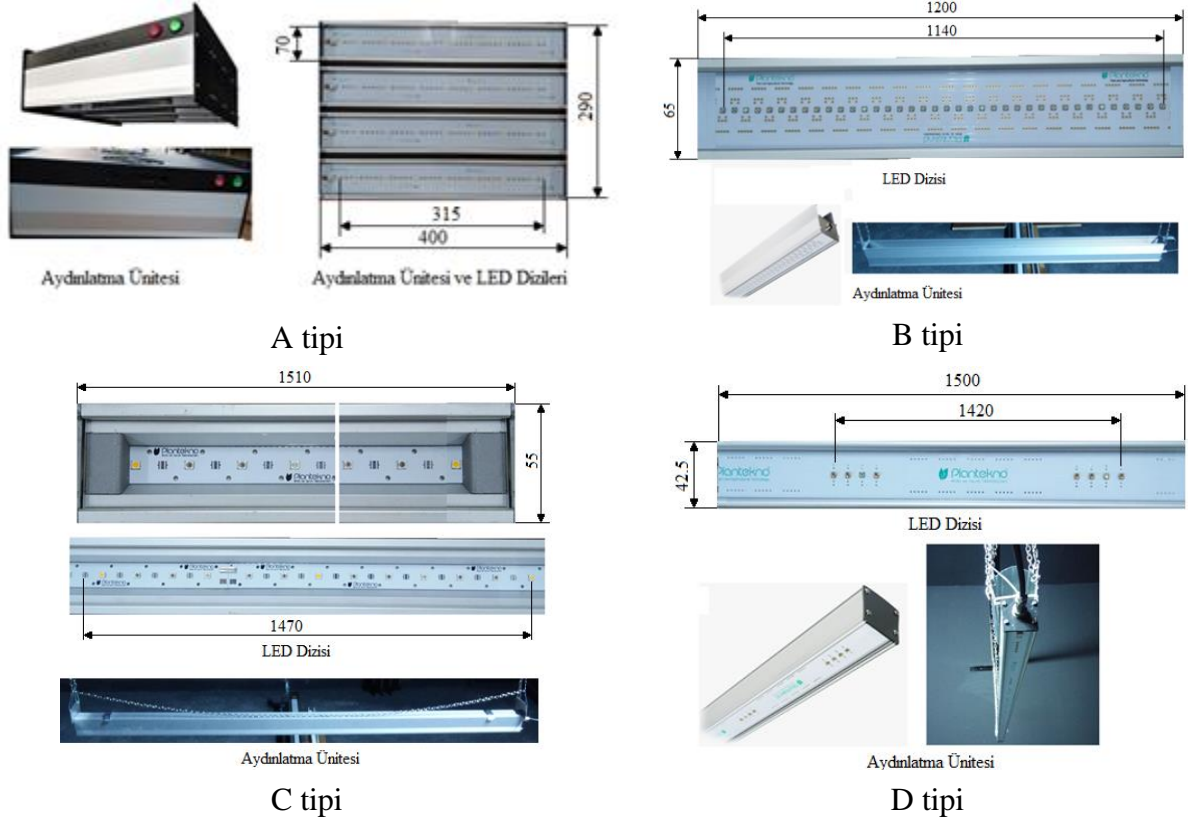
Kullanılan LED Işık Kaynakları

Çalışmada, seralarda fotosentez amaçlı aydınlatmada kullanılabilecek dört farklı tip (A, B, C ve D) yerli yapım LED ışık kaynağı dikkate alınmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Işık kaynaklarında kullanılan LED çipleri için üretici firma, birim güç başına ışık miktarını 2 $\mu\text{mol}/\text{W}$, güç faktörünü 0.98 ve güç verimliliğini %96 olarak bildirmiştir (Plantekno, 2017).

Çizelge 1. Çalışmada ele alınan LED ışık kaynaklarının teknik ölçüleri

Table 1. Technical properties of the LED light sources used in the study

LED Işık Kaynağı tipi	Aydınlatma ünitesi genel boyutları (mm)	Aydınlatma ünitesindeki		
		Toplam LED sayısı (adet)	LED dizi uzunluğu (mm)	LED'ler /LED grupları arası mesafe (mm)
A	400x290x150	168	315 (4 adet)	7.5
B	1200x65x45	150	1140	7.5
C	1510x45x55	70	1470	20
D	1500x42.5x42.5	40	1420	8.5 / 125



Şekil 1. Çalışmada ele alınan LED ışık kaynakları

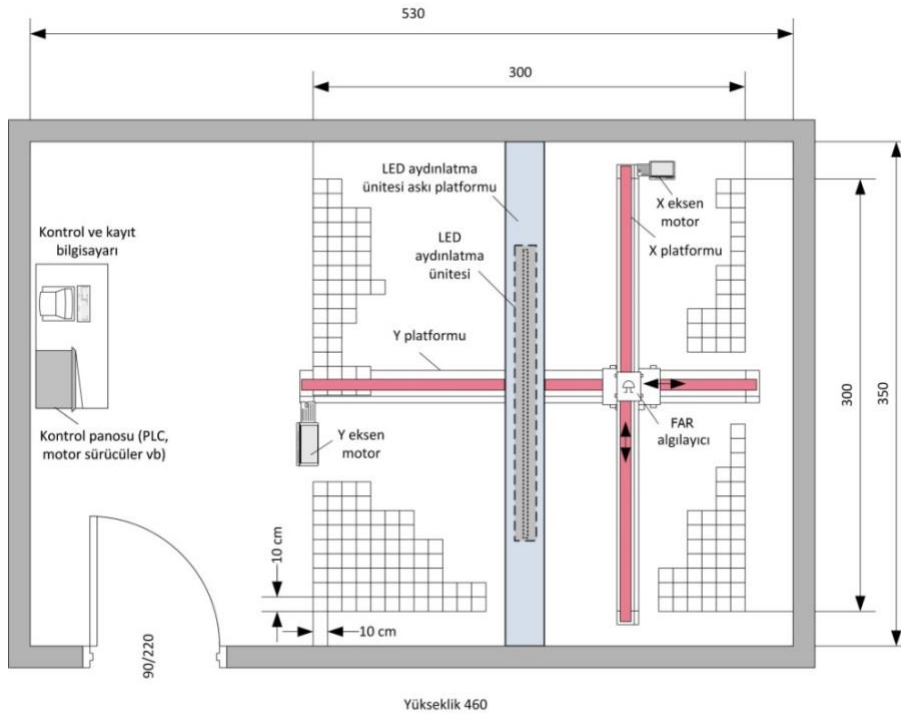
Figure 1. LED light sources used in the study

Yöntem

LED Işık Kaynaklarının FAR Dağılımlarının Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan her bir LED ışık kaynağının tekil olarak FAR dağılımları, güneş ışığı almayan (penceresiz), tavan yüksekliği 460 cm, iç ölçüleri 530×350 cm olan bir deneme odasında hazırlanan ölçüm düzeneğinden yararlanılarak belirlenmiştir. Aydınlatıcılardan çıkan ışınların yansıma yapmadan ölçülmesi amacıyla, odanın tüm yüzeyleri mat siyaha boyanmıştır. Odadaki ölçüm düzeneğine ait bilgisayar, pano vb. tüm ışık kaynaklarının üzerleri ise ölçüm süresince siyah örtü ile kapatılmıştır.

Deneme odasında hazırlanan FAR ölçüm düzeneğinin şematik görünümü Şekil 2’de verilmiştir. LED ışık kaynağından yayılan ışığın FAR değerlerini yatay düzlemde doğrudan ölçebilmek amacıyla oda zemininde 3×3 m boyutunda yatay bir aydınlatma düzlemi esas alınmıştır. Bu düzlem üzerinde 10×10 cm boyutunda 961 adet kareden oluşan bir sanal kareler ağı oluşturulmuştur. Bu sanal kareler ağı üzerinde FAR değerlerinin ölçümü için FAR algılayıcısının yatay düzlemde iki eksen (x ve y) doğrultusunda hareket ettirilmesini sağlayacak bir deneme düzeneği tasarlanmıştır.



Şekil 2. Deneme odasında oluşturulan FAR ölçüm düzeneğinin şematik görünümü

Figure 2. Schematic of the FAR measuring system in the experiment room

FAR ölçümleri, FAR algılayıcısı ile aydınlatma üniteleri arası düşey mesafe (asıma yüksekliği) 31.6, 50, 75, 100, 125 ve 150 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Turn and Walker, 1987; Ohno, 2006; Çağlayan and Ertekin, 2014). Çalışmada FAR ölçümleri için hassasiyeti $0.01 \text{ mV}/\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ olan Apogee SQ 500 modeli (Apogee Instruments Logan, UT, USA) algılayıcı kullanılmıştır (Apogee, 2017).

LED Işık Kaynaklarının FAR Dağılımına Ait Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmada ele alınan LED ışık kaynaklarının, farklı asılma yüksekliklerinde konumlandırılması durumunda yatay düzlemde ölçülen FAR değerlerinden yararlanılarak, tekil ve değişik yerleşim aralıklarında çalışması durumundaki FAR değerlerinin yatay düzlemdeki alansal dağılımı belirlenmiştir. FAR değerlerinin yatay düzlemde dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde dikkate alınan değerlendirme kriterleri (UC_1 , UC_2 , UC_3 , UC_4 , UC_5 , UC_6 , EDI) Çizelge 2’de verilmiştir.

LED Işık Kaynaklarının Güç Tüketimlerinin Belirlenmesi

Güç ölçümü, elektrik kaynağı ile aydınlatma sistemi arasına bir dijital güç ölçer (Arcmeter SY1012 Energy, China) yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Güç ölçerin doğruluk kontrolü amacıyla dijital multimetre (Fluke 179 True-RMS-Germany) kullanılmıştır.

Çizelge 2. Çalışmada dikkate alınan FAR dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterleri
Table 2. Criteria for the evaluation of the uniformity of PAR distribution in the study

Dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterleri	Eşitlik	Sınır değerleri	Kaynak
Ölçülen en düşük ve en yüksek PPFd değerlerinin oranı	$UC_1 = \frac{E_{Min}}{E_{Max}}$	>0.7	Both et al., (2002)
Ölçülen en düşük ve ortalama PPFd değerlerinin oranı	$UC_2 = \frac{E_{Min}}{E_{Avg}}$	>0.8	Mahdavi and Pal (1999); Ciolkosz et al., (2001); Both et al., (2002)
Ölçülen en yüksek ve en düşük PPFd değerlerinin oranı	$UC_3 = \frac{E_{Max}}{E_{Min}}$	<1.7 (I. sınıf) <2.5 (II. sınıf) <3.0 (III. sınıf) <4.0 (IV. sınıf)	Rea, (2000)
Varyasyon katsayısı	$UC_4 = \frac{E_{Stdev}}{E_{Avg}}$ $E_{Stdev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - E_{Avg})^2}{(n-1)}}$	<0.13 (I. sınıf) <0.21 (II. sınıf) <0.25 (III. sınıf) <0.30 (IV. sınıf)	Mahdavi and Pal (1999); Rea, (2000)
Ölçülen değerlerin ortalamadan bağıl sapmasının tamamlayıcısı	$UC_5 = 100 \cdot \left(1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n E_i - E_{Avg} }{n \cdot E_{Avg}} \right] \right)$	>%75 (tercih>%90)	Turn and Walker, (1987); Albright and Both (1994); Ciolkosz et al., (2001); Both et al., (2002); Chen, (2005); Ferentinos and Albright, (2005)
İstatiksel eş dağılım	$UC_6 = 100 \cdot \left[1 - 0.798 \cdot \left(\frac{E_{Stdev}}{E_{Avg}} \right) \right]$	>%84	Hart (1961)
Entropiye dayalı dağılım indeksi (EDI)	$EDI = \frac{100}{n} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (E_{i,g} \times E_{i,l})}$ $E_{i,g} = 1 - \frac{ E_i - E_{Avg} }{E_{Avg} + E_{Stdev}}$ $E_{i,l} = 1 - \frac{ E_{m,l,i} - E_{Avg} }{E_{Avg} + E_{Stdev}}$	Sınır belirtilmemiş olup % 100 değerine yakın olması esastır.	Mahdavi and Pal (1999)

E_i = Dağılım deseninin her bir noktasında ölçülen ışık foton akı yoğunluğu ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

E_{Min} = Dağılım deseninde ölçülen en düşük ışık foton akı yoğunluğu ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

E_{Max} = Dağılım deseninde ölçülen en yüksek ışık foton akı yoğunluğu ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

E_{Avg} = Dağılım deseninde ölçülen ışık foton akı yoğunluğu değerlerinin ortalaması ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

E_{Stdev} = Dağılım deseninde ölçülen ışık foton akı yoğunluğu değerlerinin standart sapması ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

n = Dağılım desenindeki ölçüm sayısı

$E_{i,g}$ = Genel tahminleme terimi

$E_{i,l}$ = Bölgesel tahminleme terimi

$E_{m,l,i}$ = Dağılım deseninde her bir ölçülen ışık foton akı yoğunluğu değerinin yanında ölçülen değerlerin ortalaması ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

EDI = Entropiye dayalı dağılım indeksi

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada dört farklı tipteki (A, B, C ve D) LED ışık kaynağının tekil olarak farklı asılma yüksekliklerinde konumlandırılması durumunda oluşan FAR değerleri, geliştirilen ölçüm düzeneği yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen tekil FAR ölçüm sonuçlarından yararlanılarak, farklı yerleşim aralıkları için örtmeli FAR dağılım değerleri belirlenmiştir. LED ışık kaynaklarının boyutsal yapılarına göre çok farklı sayıda yerleşim aralığı denenmiş, ancak makale kapsamında her bir LED ışık kaynağı için iki farklı yerleşim aralığına ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bunlar; A ışık kaynağı için 100×100 cm ve 150×150 cm, B ışık kaynağı için 150×150 cm ve 180×180 cm, C ve D ışık kaynakları için 160×160 cm ve 240×160 cm'dir. Her bir yükseklik ve yerleşim aralığı için FAR açısından dağılım düzgünlüğü değerleri, Çizelge 2'de verilen farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre hesaplanmış ve sonuçlar A ve B tipi LED ışık kaynakları için Çizelge 3'te, C ve D tipi LED ışık kaynakları için ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilen günlük ışık birikimi (DLI_{ort}) değerleri incelendiğinde, montaj yüksekliği ve aralığı arttıkça doğal olarak birim yüzeye ulaşan günlük ışık birikimi değerlerinin azaldığı görülmektedir. Farklı montaj yüksekliği ve dikkate alınan farklı yerleşim aralıklarında ölçülen minimum ve maksimum günlük ışık birikimi değerleri A, B, C ve D tipi ışık kaynakları için sırasıyla 23.8-9.3 mol·m⁻²gün⁻¹, 13.8-3.6 mol·m⁻²gün⁻¹, 2.1-1.3 mol·m⁻²gün⁻¹, 2.2-1.1 mol·m⁻²gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sera bitkileri için en az olması gereken 10-12 mol·m⁻²gün⁻¹ ve en yüksek domates verimi için 20-30 mol·m⁻²gün⁻¹ günlük ışık birikimi önerileri (Dayıoğlu ve Silleli, 2012; Torres and Lopez, 2012; Mattson, 2015) dikkate alındığında, A ve B tipi ışık kaynaklarının söz konusu yerleşim sonuçlarının bu istekleri rahatlıkla karşıladığı yani yerleşim durumuna göre hem tam yapay hem de tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında kullanılabileceği görülmektedir. C ve D tipi ışık kaynaklarının ise yalnızca tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında kullanılabileceği söylenebilir.

LED ışık kaynaklarının farklı asılma yüksekliği ve dikkate alınan yerleşim aralıklarında elde edilen ortalama FAR değerleri incelendiğinde, birim alana ulaşan en yüksek ortalama FAR değerleri beklendiği gibi en düşük asılma yüksekliği olan 31.6 cm'de belirlenmiştir. Dikkate alınan yerleşim aralıklarında en yüksek ortalama FAR değerleri; A ve B tipi aydınlatıcılar için 120×120 cm'lik yerleşim aralığında sırasıyla 275.9 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ve 160.2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, C ve D tipi için 160×160 cm'lik yerleşim aralığında 24.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ve 25.6 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ olmuştur (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Dört tipteki LED ışık kaynağının dikkate alınan iki farklı yerleşim aralığı için minimum ve maksimum FAR değerleri arasındaki farklar incelendiğinde, düşük asılma yüksekliğindeki bu değerler oldukça fazla olduğu, asılma yüksekliği arttıkça ise azaldığı görülmektedir (Çizelge 3 ve 4). Asılma yüksekliği arttıkça FAR değerleri azalmakla birlikte, dikkate alınan örtüşme alanındaki her birim noktaya düşük de olsa FAR değerleri ulaşabilmektedir. Örnek olması açısından LED ışık kaynaklarının 50 cm ve 100 cm asılma yüksekliği ve dikkate alınan bazı yerleşim aralıkları için belirlenen örtmeli FAR dağılımları Şekil 3 ve 4'te verilmiştir. Şekillerin incelenmesinden de görüleceği gibi düşük asılma yüksekliğinde (50 cm) özellikle C ve D tipi aydınlatıcılarda bu durum net bir şekilde görülmektedir. Aydınlatıcıların asılma yüksekliğinin artması durumunda (100 cm), FAR değerlerinin azalmasına karşın dikkate alınan alanda belirli bir dağılımın olduğu görülmektedir. Farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine (UC_1, UC_2, UC_3 (sınıf I), UC_4 (sınıf I), UC_5, UC_6, EDI) göre hesaplanan sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 3 ve 4); tüm LED ışık kaynaklarının düşük asılma (31.6 ve 50 cm) yüksekliğindeki dağılım düzgünlüğü değerlerinin, sınır değerlerinden (Çizelge 2) daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte A tipi LED ışık kaynağı ile 100, 125 ve 150 cm asılma yüksekliğinde ve dikkate alınan her iki yerleşim aralığı için tüm dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre hesaplanan sonuçların genel olarak uygun olduğu söylenebilir. Diğer yükseklikler için bazı yerleşim aralıklarının da uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. A ve B tipi LED ışık kaynaklarının farklı asılma yüksekliği ve farklı yerleşim aralığına göre FAR değerleri ve farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine ilişkin sonuçlar

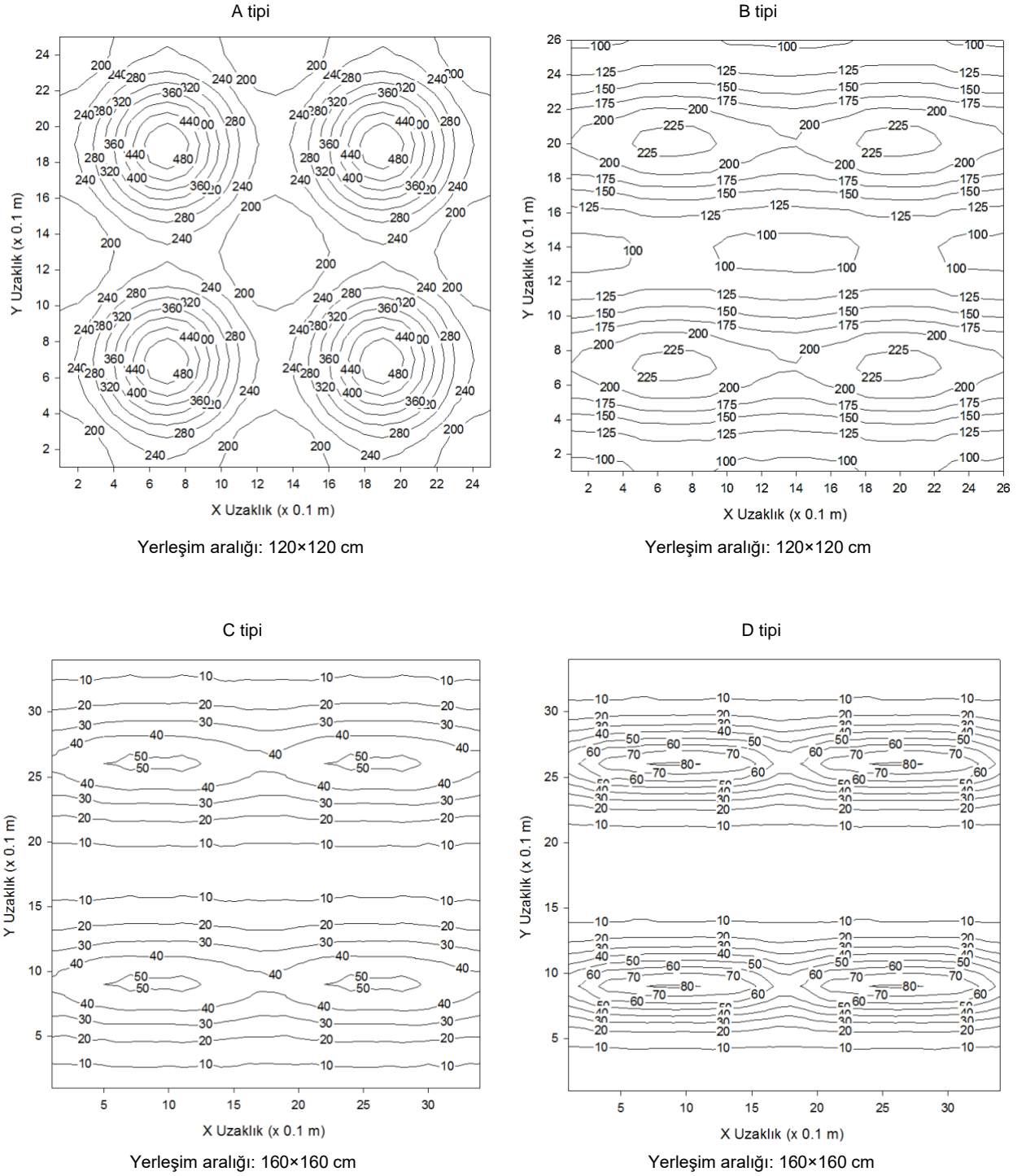
Table 3. PAR values and results for different distribution uniformity criteria of A and B type LED light sources according to different mounting height and installation distance

LED ışık kaynağı tipi	Işık kaynağının asılma yüksekliği (cm)	Yerleşim aralığı (cm×cm)	LED ışık kaynaklarının FAR değerleri					Farklı kriterlere göre dağılım düzgünlüğü değerleri							
			FAR_{min} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	FAR_{max} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	FAR_{ort} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Saatlik ışık birikimi HLL_{ort} ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$)	Günlük ışık birikimi DLI_{ort} ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$)	UC_1 >0.7	UC_2 >0.8	UC_3 <1.7	UC_4 <0.13	UC_5 (%) >%75	UC_6 (%) >%84	EDI (%) %100 yakın	
A	31.6	120×120	86.0	1036.2	275.9	0.99	23.8	0.08	0.31	12.0	0.79	39.6	36.6	69.6	
		150×150	35.0	1020.5	180.8	0.65	15.6	0.03	0.19	29.1	1.14	18.3	8.8	69.2	
	50	120×120	160.4	518.0	269.7	0.97	23.3	0.31	0.59	3.2	0.33	73.2	73.5	80.8	
		150×150	77.6	481.8	174.2	0.63	15.1	0.16	0.45	6.2	0.55	57.3	56.5	73.2	
	75	120×120	197.3	324.9	248.9	0.90	21.5	0.61	0.79	1.6	0.14	88.7	89.0	90.6	
		150×150	113.9	270.7	159.9	0.58	13.8	0.42	0.71	2.4	0.22	82.4	82.6	85.9	
	100	120×120	187.0	258.6	221.7	0.80	19.2	0.72	0.84	1.4	0.10	92.1	92.2	93.2	
		150×150	124.2	198.9	142.5	0.51	12.3	0.62	0.87	1.6	0.09	92.8	92.8	93.7	
	125	120×120	161.6	223.0	193.4	0.70	16.7	0.72	0.84	1.4	0.10	91.5	91.7	92.8	
		150×150	118.3	167.8	124.5	0.45	10.8	0.71	0.95	1.4	0.06	96.2	95.2	96.8	
	150	120×120	133.4	195.0	166.3	0.60	14.4	0.68	0.80	1.5	0.12	89.9	90.1	91.6	
		150×150	98.2	145.5	107.3	0.39	9.3	0.67	0.92	1.5	0.07	95.9	94.8	97.1	
B	31.6	120×120	56.1	352.6	160.2	0.58	13.8	0.16	0.35	6.28	0.58	49.4	53.9	69.2	
		180×180	9.9	338.7	75.0	0.27	6.5	0.03	0.13	34.3	1.10	15.9	12.2	64.5	
	50	120×120	94.2	234.0	152.3	0.55	13.2	0.40	0.62	2.5	0.29	74.2	76.9	80.8	
		180×180	23.5	199.3	71.3	0.26	6.2	0.12	0.33	8.5	0.65	47.7	48.4	68.9	
	75	120×120	111.5	172.0	137.6	0.50	11.9	0.65	0.81	1.54	0.13	88.5	89.7	90.3	
		180×180	39.4	112.6	64.4	0.23	5.6	0.35	0.61	2.86	0.30	75.0	76.1	80.2	
	100	120×120	104.5	143.4	120.7	0.43	10.4	0.73	0.87	1.37	0.09	92.4	92.5	93.5	
		180×180	42.2	71.1	56.5	0.20	4.9	0.59	0.75	1.68	0.11	90.5	90.8	90.4	
	125	120×120	91.5	128.2	105.6	0.38	9.1	0.71	0.87	1.40	0.10	91.6	91.7	93.0	
		180×180	39.3	60.4	49.4	0.18	4.3	0.65	0.79	1.54	0.10	91.3	91.9	91.2	
	150	120×120	74.7	112.1	89.7	0.32	7.7	0.67	0.83	1.50	0.12	90.1	90.2	91.9	
		180×180	29.4	52.0	42.0	0.15	3.6	0.57	0.70	1.77	0.16	85.4	87.2	86.9	

Çizelge 4. C ve D tipi LED ışık kaynaklarının farklı asılma yüksekliği ve farklı yerleşim aralığına göre FAR değerleri ve farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine ilişkin sonuçlar**Table 4.** PAR values and results for different distribution uniformity criteria of C and D type LED light sources according to different mounting height and installation distance

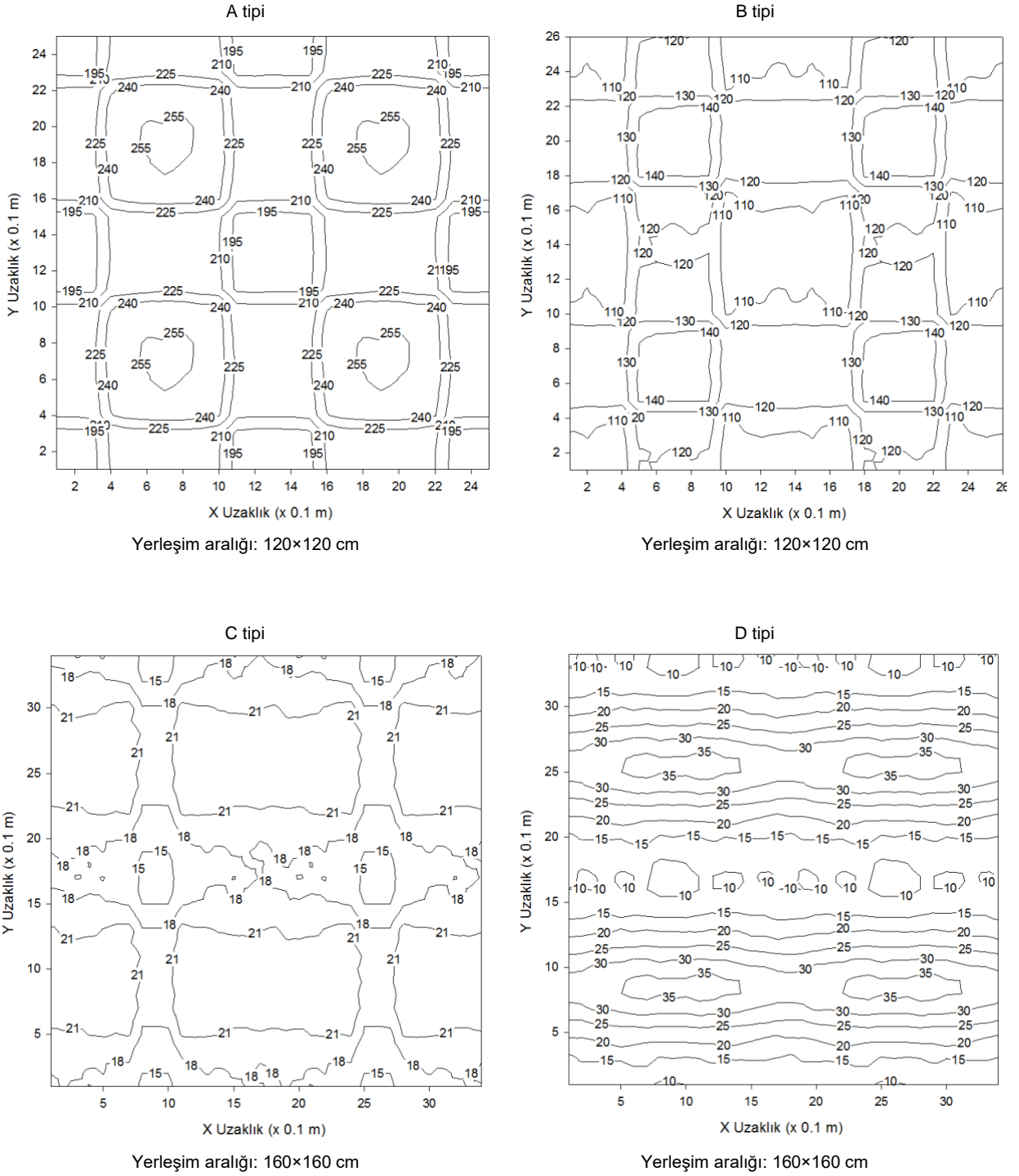
LED ışık kaynağı tipi	Işık kaynağının asılma yüksekliği (cm)	Yerleşim aralığı (cm×cm)	LED ışık kaynaklarının FAR değerleri					Farklı kriterlere göre dağılım düzgünlüğü değerleri							
			FAR_{min} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	FAR_{max} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	FAR_{ort} ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Saatlik ışık birikimi HLL_{ort} ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$)	Günlük ışık birikimi DLL_{ort} ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{gün}^{-1}$)	UC_1 >0.7	UC_2 >0.8	UC_3 <1.7	UC_4 <0.13	UC_5 (%) >%75	UC_6 (%) >%84	EDI (%) %100 yakın	
C	31.6	160×160	0.0	89.5	24.5	0.09	2.1	-*	-	-	1.11	-	-	57.0	
		240×160	0.0	89.5	18.8	0.07	1.6	-	-	-	1.32	-	-	61.4	
	50	160×160	3.2	52.3	23.4	0.08	2.0	0.06	0.14	16.39	0.63	44.8	49.7	66.9	
		240×160	0.0	51.4	17.5	0.06	1.5	0.01	0.03	-	0.80	36.1	36.3	65.1	
	75	160×160	13.2	33.6	21.7	0.08	1.9	0.39	0.61	2.55	0.27	76.1	78.6	79.3	
		240×160	5.5	31.4	15.8	0.06	1.4	0.17	0.35	5.73	0.41	65.6	67.0	75.2	
	100	160×160	14.1	23.9	19.8	0.07	1.7	0.59	0.71	1.69	0.12	89.4	90.2	87.9	
		240×160	8.0	20.5	14.0	0.05	1.2	0.39	0.57	2.57	0.23	79.7	81.3	82.4	
	125	160×160	12.1	20.0	17.1	0.06	1.5	0.60	0.71	1.65	0.10	92.3	91.9	90.3	
		240×160	7.5	16.4	11.9	0.04	1.0	0.46	0.63	2.18	0.15	87.1	87.8	87.5	
	150	160×160	9.6	17.2	14.6	0.05	1.3	0.55	0.65	1.81	0.13	88.9	89.4	88.1	
		240×160	6.3	12.7	10.1	0.04	0.9	0.49	0.62	2.04	0.13	88.6	89.4	89.3	
D	31.6	160×160	0.0	133.6	25.6	0.09	2.2	-	-	-	1.36	-	-	61.2	
		240×160	0.0	133.6	19.7	0.07	1.7	-	-	-	1.63	-	-	65.5	
	50	160×160	3.7	81.4	24.4	0.09	2.1	0.04	0.15	22.29	0.95	19.6	24.4	59.9	
		240×160	0.0	81.4	18.4	0.07	1.6	-	-	-	1.16	-	-	63.0	
	75	160×160	6.4	52.0	22.6	0.08	2.0	0.12	0.28	8.15	0.63	44.6	49.8	66.8	
		240×160	2.7	51.4	16.8	0.06	1.5	0.05	0.16	18.7	0.80	36.3	36.2	65.4	
	100	160×160	8.2	37.7	20.8	0.07	1.8	0.22	0.39	4.61	0.42	63.5	66.7	74.7	
		240×160	3.7	36.3	15.2	0.05	1.3	0.10	0.24	9.93	0.56	53.9	55.0	70.9	
	125	160×160	10.9	29.1	19.3	0.07	1.7	0.38	0.57	2.66	0.26	76.6	79.0	81.9	
		240×160	5.0	26.4	13.9	0.05	1.2	0.19	0.36	5.26	0.39	67.5	68.9	76.6	
	150	160×160	11.8	23.7	18.0	0.06	1.6	0.50	0.66	2.00	0.17	85.6	86.8	88.0	
		240×160	6.3	20.5	12.8	0.05	1.1	0.31	0.49	3.23	0.28	76.5	78.0	81.4	

*) ölçüm yüksekliğinin az ve/veya LED aydınlatıcının ışınım gücünün az olması nedeniyle, aydınlatıcı merkezine göre dikkate alınan yanıl bölgeye ışınımın çok az düşmesi veya hiç düşmemesi sonucu minimum FAR değeri (FAR_{min}) sıfır olduğundan veri hesaplanmamıştır.



Şekil 3. LED ışık kaynaklarının 50 cm asılma yüksekliğinde ve farklı yerleşim aralığında FAR dağılımları

Figure 3. PAR distributions of LED light sources for different installation distance at 50 cm mounting height



Şekil 4. LED ışık kaynaklarının 100 cm asılma yüksekliğinde ve farklı yerleşim aralığında FAR dağılımları
Figure 4. PAR distributions of LED light sources for different installation distance at 100 cm mounting height

B ve C tipi LED ışık kaynakları ile de 100, 125 ve 150 cm asılma yüksekliğinde ve D tipi LED ışık kaynağında ise 125 ve 150 cm asılma yüksekliğinde her iki yerleşim aralığı için tüm dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre uygun dağılım düzgünlüğü elde edilmiştir. B ve C tipi LED ışık kaynaklarının 75 cm asılma yüksekliğinde, dikkate alınan yerleşim aralığına bağlı olarak belirli dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre uygun dağılım düzgünlüğü değerleri elde edilmiş, bazılarında ise bu mümkün olamamıştır (Çizelge 3 ve 4). Benzer durum, D tipi LED ışık kaynağının birçok asılma yüksekliği ve yerleşim aralığı için de gerçekleşmiştir. Bu durum, yükseklik arttıkça ışık kaynağının yapısal özelliği ve ışık kaynaklarının asılma yüksekliğine bağlı olarak aynı birim alana ulaşan FAR ışınım değerlerinin birbirini daha iyi örtmesi sonucu daha yüksek bir dağılım düzgünlüğünün oluşması ile açıklanabilir. D tipi LED ışık kaynağında LED'lerin boşluklu dizilişinin, düşük dağılım düzgünlüğünün oluşmasına neden olduğu söylenebilir. Bu durum 50 cm ve 100 cm asılma yüksekliği için örtmeli FAR dağılım eğrilerini gösteren Şekil 3 ve 4'te açık bir şekilde görülmektedir. Aydınlatıcıların asılma yüksekliğinin artması durumunda, FAR değerlerinin azalmasına karşın tüm dikkate alınan alana ulaşan FAR değerlerinin birbirini örtmesi sonucu daha yüksek bir dağılım düzgünlüğünün oluştuğu görülmektedir.

İstatistiksel değerlendirmeye dayanan UC_4 , UC_5 , UC_6 ve EDI kriterleri incelendiğinde; UC_4 değerlerinin, yerleşim aralıklarına bağlı olarak artış gösterdiğini, buna karşılık asılma yüksekliği artışına bağlı olarak azaldığı görülmektedir. UC_4 değeri için verilen sınıflandırma kriterleri (I, II, III ve IV sınıfları için 0.13, 0.21, 0.25 ve 0.30) dikkate alındığında, en düşük iki asılma yüksekliği dışındaki yüksekliklerde genel olarak sınıflandırma sınırlarının içinde yer aldığı, birçok konumlandırma da I. sınıf eş dağılımın sağlandığı söylenebilir. UC_5 (en düşük %75 ve %90 tercih edilir), UC_6 (en düşük 0.84) ve EDI (100 değerine yakınlık) için de verilen kriter değerleri dikkate alınarak incelendiğinde, benzer durumlar görülmüştür. Diğer bir ifadeyle, UC_4 , UC_5 , UC_6 ve EDI değerlendirme kriterlerinin birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Genel olarak, örtüşme alanına ulaşan sadece en düşük, en yüksek ve ortalama FAR değerlerini dikkate alan UC_1 , UC_2 ve UC_3 değerlendirme kriterlerine göre, örtüşme alanındaki verilerin istatistiksel sonuçlarını dikkate alan UC_4 , UC_5 , UC_6 ve EDI değerlendirme kriterlerinin kullanılmasının daha sağlıklı olduğu söylenilebilir (Turn and Walker, 1987; Albright and Both, 1994; Deithzer et al., 1994; Both et al., 2002; Chen, 2005).

Çalışmada kullanılan A, B, C ve D tipi LED aydınlatıcılarda ölçülen güç tüketimleri sırasıyla 307, 197, 63 ve 56 W olarak gerçekleşmiştir.

SONUÇ

Çalışmada, sera aydınlatma sistemlerinde yaygın olarak tercih edilen, değişik firmalar tarafından üretilmiş dört farklı tipte (A, B, C ve D) LED ışık kaynağının tekil durumdaki FAR dağılımları belirlenmiştir. Bu ölçüm sonuçlarından yararlanılarak, LED ışık kaynaklarının farklı yerleşim aralıklarındaki örtmeli FAR dağılımları belirlenmiş ve farklı dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterine (UC_1 , UC_2 , UC_3 (sınıf I), UC_4 (sınıf I), UC_5 , UC_6 , EDI) göre ayrıntılı biçimde irdelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerden ulaşılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- ✓ Günlük ışık birikimi açısından, A ve B tipi ışık kaynaklarının söz konusu yerleşim durumunda hem tam yapay hem de tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında, C ve D tipi ışık kaynaklarının ise yalnızca tamamlayıcı fotosentez aydınlatma uygulamalarında kullanılabileceği söylenebilir.
- ✓ Tüm LED ışık kaynaklarının 100, 125 ve 150 cm asılma yüksekliğinde ve dikkate alınan yerleşim aralıkları için dağılım düzgünlüğü değerlendirme kriterlerine göre hesaplanan sonuçlarının kabul edilebilir bir dağılım düzgünlüğü ile FAR değerlerini bu bölgeye ulaştırabildiği belirlenmiştir.
- ✓ A tipi LED ışık kaynağı, tam yapay FAR enerjisi sağlayabilmektedir. Bu ışık kaynağının genel olarak 75 cm veya daha fazla asılma yüksekliklerinde uygun olacağı, daha düşük asılma yüksekliklerinde ise aydınlatıcı aralıklarının mümkün olduğunca yakın olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

- ✓ B tipi LED ışık kaynağı sera bitkileri için gerekli günlük ışık birikimi değerlerini 31.6 ve 50 cm asılma yüksekliklerinde sağlamakta olup, daha yüksek asılma yüksekliklerinde ise tamamlayıcı ışık kaynağı olarak kullanılabilir. Bu tip aydınlatıcının asılma yüksekliği azaldıkça ve yerleşim konumlarındaki açıklık arttıkça dağılım düzgünlüğü azalmakta, ancak 100 cm ve daha yüksek asılma yüksekliklerinde kriterlere uygun dağılım düzgünlüğü değerlerine ulaşılmaktadır.
- ✓ C tipi LED ışık kaynağının günlük ışık birikimi değerleri açısından 100 cm ve üzerindeki asılma yüksekliklerinde kendilerinden beklenen etkiyi gösterme durumları oldukça düşüktür. Ayrıca bu tip aydınlatıcının FAR dağılım düzgünlüğü 50 cm ve daha az asılma yüksekliklerinde oldukça düşük olup, 125 cm ve daha yüksek asılma yüksekliklerinde ise günlük ışık birikimi değerleri çok düşmektedir. Bu nedenle, bu tip ışık kaynağının 75 cm veya 100 cm asılma yüksekliklerinde olması ve aynı zamanda dağılım düzgünlüğü açısından daha sık aralıklarla konumlandırılması ya da masa veya banko tipi yetiştiricilikte kullanılması uygun olacaktır.
- ✓ D tipi LED ışık kaynağının günlük ışık birikimi değerleri, C tipi ışık kaynağının değerlerine oldukça yakın bulunmuştur. Bu ışık kaynağı da dağılım düzgünlüğü açısından 100 cm ve üzeri asılma yüksekliklerinde ve daha sık aralıklarla konumlandırılması ya da masa veya banko tipi yetiştiricilikte kullanılması uygun olacaktır.

Ülkemizde LED ışık kaynaklı aydınlatıcıların ticari satışlarının mümkün olmasına rağmen teknik dokümanlarında FAR ile ilgili ihtiyaç duyulan bilgilere ulaşılamamaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, bu alanda imalat yapan sektör temsilcilerine aktarılarak, etkinliği daha yüksek LED ışık kaynaklarının imal edilmesi ve bunların yüksek dağılım düzgünlüğü ile kullanılması sonucunda aydınlatma sistemlerinde daha verimli çalışma ve enerji maliyetinde azalma sağlanacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmaya 2016-ZRF-024 No'lu proje çerçevesinde finansal destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Albright L.D., Both, A.J., 1994. Comparisons of luminaires: efficacies and system design. N96-18151: 281-298.
- Apogee, 2017, Owner's manual, quantum sensor model SQ-500, Apogee Instruments, Logan USA.
- Both, A.J., Ciolkosz, D.E., Albright L.D., 2002. Evaluation of light uniformity underneath supplemental lighting systems. Proc. 4th IS on Artif. Light. Acta Hort. 580, Ed. M. Dorias, ISHS. 183-190.
- Çağlayan, N., Ertekin, C., 2014. An adjustable LED lighting system for plant seedling production in controlled environment systems. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 10 (2): 171-176.
- Chen, C., 2005. Fluorescent lighting distribution for plant micropropagation. Biosystems Engineering, 90 (3): 295–306.
- Ciolkosz, D.E., Both, A.J., Albright L.D. 2001. Selection and placement of greenhouse luminaires for uniformity. Applied Engineering in Agriculture, 17 (6): 106-113.
- Dayioğlu M.A., Silleli, H., 2012. Seralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı: Günlük ışık integrali yöntemi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8 (2): 233-240.
- Deithzer, G., Langhans, R., Sager, J., Spomer, L.A., Tibbitts, T.W., 1994. Guidelines for lighting of plants in controlled environments. International Lighting in Controlled Environments Workshop, 391-393.
- Faust, J. E., 2004. Light Management in Greenhouses. FIRST Research Report, I. Daily Light Integral: A useful tool for the U.S. Floriculture Industry.
- Ferentinos, K.P., Albright, L.D., 2005. Optimal design of plant lighting system by genetic algorithms. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 18: 473-484.

- Fisher, P., Donnelly, C., 2001. Evaluating supplemental light for your greenhouse. Ohio Florists' Association Bulletin, 858: 4-7.
- Fisher, P., Runkle, E., 2004. Lighting up profits: understanding greenhouse lighting. Meister Media Worldwide, Willoughby, OH.
- Hart, W.E., 1961. Overhead irrigation by sprinkling. Agricultural Engineering, 42 (7): 354-355.
- <http://www.greenhouse.cornell.edu/structures/factsheets/Greenhouse%20Lighting.pdf>, Erişim: Kasım, 2015.
- Mahdavi, A., Pal, V., 1999. Toward an Entropy-based light distribution uniformity indicator. Journal of the Illuminating Engineering Society, 28:(1) 24-29.
- Mattson, N., 2015. Greenhouse Lighting. Cornell University,
- Ohno, Y., 2006. Optical metrology for LEDs and solid state lighting. Fifth Symposium Optics in Industry, (Eds: E. Rosas, R. Cardoso, J. C. Bermudez, O. Barbosa-García), Proceedings of SPIE 6046: 604625/1-8.
- Plantekno, 2017. Plantekno LED spektral ışık dağılımı. <http://plantekno.com/products/> Erişim: Şubat, 2017.
- Rea, M.S., 2000. The IESNA Lighting Handbook: Reference and Application. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), 9th Edition, New York.
- Thimijan, R.W., Heins, R.D., 1983. Photometric, radiometric, and quantum light units of measure - a review of procedures for interconversion. Hortscience, 18: 818-822.
- Torres, A.P., Lopez, R.G., 2012. Measuring daily light integral in a greenhouse. Purdue University Extension Service, HO-238-W.
- Turn, S.Q., Walker, P.N., 1987. Design and operation of a test facility for determining photosynthetic photon flux density distribution of luminaires for greenhouses. Transactions of the ASAE, 30 (2), 492-501.
- Uzun, B., Demir, V., 2012. Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) ölçümlerinde LED ve fotodiyotların kullanımı. Journal of Agricultural Sciences, 18: 214-225.
- Ünal, H.B., V. Demir, H. Çoban, T. Günhan, H. İ. Yılmaz, İ. Öztürk, 2015. Gediz havzası Manisa yöresinde örtüaltı yetiştiriciliğinde örtü malzemesi kullanımının değerlendirilmesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 52 (3): 257-267.
- Yağcıoğlu, A. K., 2014. Tarımsal Elektrifikasyon. E.Ü.Z.F. Yayın No:488, 320 s.
- Yağcıoğlu, A. K., 2017. Sera Mekanizasyonu, E.Ü.Z.F. Yayın No:562, 377 s.
- Yağcıoğlu, A. K., Demir, V., Günhan, T., 2004. Seraya giren faydalı ışınım enerjisini hesaplamak için bir yöntem- I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (2):143-154.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):399-405
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.799432>

Mehmet BEŞKEÇİLİ¹ 

Nihan GÜNEŞ^{1*} 

Mustafa GÜMÜŞ¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

nihan.gunes@ege.edu.tr

Antalya ili Demre ilçesi biber yetiştiriciliğinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Cucumber mosaic virus* (CMV) etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi*

Determination and prevalence of Tomato spotted wilt virus (TSWV) and Cucumber mosaic virus (CMV) in pepper production areas in Demre district of Antalya

* Bu makale ilk yazarın lisans tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 24.09.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 16.02.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Antalya ili biber üreticiliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Kumluca ilçesinde serada yetiştirilen biber bitkilerinde TSWV ve CMV varlığının serolojik olarak belirlenmesi ve DAS-ELISA testi sonucunda pozitif olduğuna karar verilmesinde uygulanan kriterlerin doğruluğunun RT-PCR yöntemi ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Antalya ili Demre ilçesinde örtü altı biber üretim alanlarında sürveyler yapılarak virüs benzeri belirti gösteren bitkilerden örnekler toplanmıştır. Örnekler CMV ve TSWV etmenlerine spesifik monoklonal ve/veya poliklonal antibody'ler kullanılarak DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur. ELISA okuyucuda farklı absorbans değerlerine sahip bazı pozitif örnekler etmenlere spesifik primerler kullanılarak RT-PCR testleri uygulanmıştır.

Araştırma Bulgular: DAS-ELISA yöntemi sonucuna göre toplanan 82 örnekten 65 tanesinde (%79) en az bir virüs etmenine rastlanılmıştır. Sadece CMV olan örnek sayısı 10 adet (%12) olup sadece TSWV olan örnek sayısı 47 adet (%57) olarak tespit edilmiştir. 8 örnekte (%10) hem TSWV hem de CMV'nin karışık enfeksiyon yaptığı belirlenmiştir. DAS-ELISA sonucunda pozitif olduğu tespit edilen örneklerin ELISA okuyucuda farklı absorbans değerlerine sahip pozitif sonuç veren örneklerde etmenlerin varlığı RT-PCR yöntemi ile doğrulanmıştır.

Sonuç: Biber örneklerinde TSWV etmeninin daha fazla bulunduğu CMV etmeninin ise fazla yaygınlık göstermediği belirlenmiştir.

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to serological determination of the presence of TSWV and CMV on pepper plants grown in the greenhouses in Kumluca district where Antalya pepper production is carried out intensely and compare the accuracy of the criteria determining that positive applied in by DAS-ELISA with RT-PCR method.

Material and Methods: Samples were collected from virus-like symptoms showing plants by conducting surveys in greenhouse pepper production areas in the Demre district of Antalya province. Samples were subjected to DAS-ELISA test using monoclonal and /or polyclonal antibodies specific for CMV and TSWV. RT-PCR tests were applied to some positive samples which have different absorbance values in the ELISA reader by using specific primers.

Results: According to the results of the DAS-ELISA method, 65 of the 82 samples (79%) were found to have at least one virus. The number of samples infected only with CMV was 10 (12%) and the number of samples infected only with TSWV was 47 (57%). In 8 samples (10%) were found to have both TSWV and CMV mixed infections. The presence of the factors in the samples which have positive absorbance values in the ELISA reader were compared by RT-PCR method and the presence of the factors was confirmed.

Conclusion: It was determined that TSWV factor was found more in pepper samples and CMV factor did not show much prevalence.

Anahtar sözcükler: *Cucumber mosaic virus* (CMV), DAS-ELISA, RT-PCR, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)

Keywords: *Cucumber mosaic virus* (CMV), DAS-ELISA, RT-PCR, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)

GİRİŞ

Türkiye yıllık 2.195.872 ton biber üretimi ile dünyada en fazla biber üretimi gerçekleştiren ülkeler arasında Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Ülkemizde biberin yoğun olarak yetiştirildiği bölgelerin başında 1.047.856 ton üretimi ile Akdeniz Bölgesi gelmektedir. Çoğunlukla kapyra, dolmalık, sivri, çarliston, şili ve kaliforniya biber tiplerinin yetiştirildiği Akdeniz Bölgesi'nde biber yetiştiren illerimiz arasında 343.739 ton üretimi ile Antalya ilk sırada yer almaktadır. Antalya ilinde gerçekleştirilen biber üretiminde 116.490 ton ile ilk sırada Kumluca yer alırken 87.468 ton üretimle ikinci sırada Demre, üçüncü sırada ise 39.483 ton üretim ile Serik yer almaktadır (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010; TÜİK, 2017).

Dünyada bitkiler ve bitkisel ürünlerin ticaretinin artması viral etmenlerin ve vektörlerinin yaygınlığının artmasına neden olmuştur. Kimyasal mücadele yöntemlerinin uygulanamaması ve kontrol yöntemlerinin dayanıklı çeşit ile koruyucu önlemlere dayanması viral etmenlerle mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Değişen çevre koşulları viral hastalıkların önemi daha da artmaktadır (Hanssen et al., 2010).

Virüs hastalıkları, Solanaceae familyasına dahil bitki türlerinden biri olan biber bitkisinde kalite ve verimi etkileyen ana unsurlar arasında yer almaktadır. Virüs hastalıklarının biber bitkilerinde ciddi zararlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu viral etmenler arasında bulunan *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tospovirus* cinsine ve *Bunyaviridae* familyasına ait bir virüstür. Bu virüs 1915 yılında tespit edilmiş olup Avustralya'da domates bitkilerinde ortaya çıkmıştır (Adkins, 2000). Biber bitkilerinde önemli olan diğer bir virüs hastalık etmeni ise *Cucumber mosaic virus* olup *Cucumovirus* cinsine ve *Bromoviridae* familyasına bağlı bulunmaktadır. Bu virüs hastalık etmenine ise 1916 yılında hıyar bitkisinde rastlanılmıştır (Loebenstein and Lecoq, 2012).

TSWV, tripsler ile persistent olarak taşınırken CMV ise yaprak bitleri ile non-persistent olarak taşınmaktadır. Çok sayıda trips türlerinin TSWV hastalık etmenini taşıdığı belirlenmiştir. Bu vektörlerden en yaygın olanları ise Batı çiçek tripsi (*Frankliniella occidentalis*) ve Çiçek tripsi (*Frankliniella intonsa*)'dır. Batı çiçek tripsinin kıtalar arası tarımsal faaliyet ve ticaret nedeniyle yayılması göz önüne alındığında TSWV etmeninin önemi oldukça artmıştır. CMV'nin ise 75'den fazla vektörü bulunup bunlar arasında en önemli ve yaygın olanları Pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii*) ve Şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae*)'dir (Perry et al., 1998; Adkins 2000).

CMV ve TSWV biber bitkilerinde benzer belirtiler göstermektedir. Etmenler yapraklarda mozaik, klorotik lekeler, nekrotik lekeler ve halkalı lekeler neden olabilmektedir. Bitkilerde cücelik ve şekil bozukluğu görülebilmektedir. CMV biber meyvelerinde şekil bozukluğu ve halkalı lekeler neden olmaktadır. TSWV ise biber meyvelerinde nekrotik çizgiler ve nekrotik halkalı lekeler meydana getirmektedir. Bu iki etmenin biber meyvelerindeki lekeleri yüzünden meyveler pazar değerini kaybetmektedir. Etmenlerin biber bitkilerinde oluşturduğu belirtiler çevre koşullarına ve enfekte olduğu döneme bağlı olarak değişmektedir. Etmenler bitkiyi erken dönemde infekte ederse belirtiler daha şiddetli olmaktadır (Adkins, 2000; Zitter and Murphy, 2009; Loebenstein and Lecoq, 2012).

Yeni Zelanda'da biber üretim alanlarında %28.7 oranında CMV enfeksiyonu ve %3.9 oranında TSWV enfeksiyonu saptanmış olup etmenlerin meyve kalitesini ve kantitesini düşürdüğü belirlenmiştir (Burgmans et al., 1986). İspanya'da mozaik, iplik yapraklılık ve cücelik belirtilerine sahip biber bitkilerinde CMV varlığı tespit edilmiştir (Espín et al., 1994). Avustralya'da ELISA yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada bazı bölgelerde TSWV'nin biber bitkilerini %100 oranında enfekte ettiği saptanmıştır (Latham and Jones, 1997). TSWV'nin ABD'de biber üretim alanlarında verim kayıplarına neden olduğu (Gitaitis et al., 1998) ve ABD'nin Florida eyaletindeki biber üretim alanlarında CMV'nin neden olduğu epidemilerin %50'den fazla ürün kaybına neden olduğu belirlenmiştir (Kucharek et al., 1998). Tunus'ta CMV'nin biber bitkilerinde neden olduğu enfeksiyon oranının %30-100 arasında değiştiği ve üretimi sınırlandıran başlıca viral etmen olduğu saptanmıştır (Mnari Hattab et al., 1999). Arjantin'de biber üretim alanlarında DAS-ELISA yöntemi kullanılarak %40 oranında bulunan TSWV enfeksiyonunun üretim alanlarında biber meyvesini hasat edemeyecek kadar ciddi kayıplara neden olduğu saptanmıştır (Gracia et al., 1999). Slovenya'da (Vozelj et al., 2003) ve Litvanya'da (Zitikaitė and Samuitienė, 2009) yetiştirilen biber bitkilerinde CMV varlığı tespit edilmiş olup üretimi sınırlandıran başlıca viral etmen olduğu moleküler ve serolojik yöntemlerle belirlenmiştir. İspanya biber üretim alanlarında TSWV'ye dayanıklılık gösteren bazı

biber çeşitlerinin TSWV ile bulaşık olduğu serolojik yöntemlerle belirlenmiştir (Margaria et al., 2004). İsrail'de (Gera et al., 2008) ve İtalya'da (Faniigliulo et al., 2007) biber üretim alanlarında TSWV enfeksiyonunun oldukça yoğun olduğu serolojik (DAS-ELISA) ve moleküler yöntemler ile belirlenmiştir.

Samsun'da üretimi yapılan biber bitkilerinde %9.2 oranında TSWV enfeksiyonu ELISA testi kullanılarak belirlenmiştir (Arli-Sokmen et al., 2005). Batı Akdeniz bölgesindeki biber bitkilerinde %67.16 oranında TSWV enfeksiyonu DAS-ELISA yöntemiyle tespit edilmiştir (Yardımcı ve Çulal Kılıç, 2009). Samsun'da TSWV'ye dayanıklı biber çeşitlerinde DAS-ELISA testi ile TSWV enfeksiyonu saptanmıştır (Deligoz et al., 2014). 2013 yılında Bursa, Yalova, İstanbul, Bilecik ve Sakarya illerinden toplanan biber örneklerinde DAS-ELISA ve Real-Time PCR yöntemleri kullanılarak %69 oranında CMV enfeksiyonu saptanmıştır (Uzunoğulları ve Gümüş, 2015). Antalya ili biber bitkilerinde Kumluca, Demre ve Serik ilçelerinden 2015 yılında alınan örneklerde DAS-ELISA testi sonucunda %7.34 oranında CMV ve %35.81 oranında TSWV enfeksiyonu olduğu saptanmıştır. (Güneş and Gümüş, 2019).

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Antalya ili Demre ilçesinde örtü altı biber üretim alanlarında 2019 yılının Ağustos ayında sürveyler yapılarak araştırmada kullanılmak üzere 82 adet bitki örneğinin genç yaprakları toplanmıştır. Örnekleme yapılan biber çeşitleri ise kapyra, şili ve kaliforniya tipidir. Biber bitkilerinden toplanan örnekler soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir. Örnekler serolojik ve moleküler çalışmalarda kullanılmak üzere xxx Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Viroloji Laboratuvarında önce +4°C'de daha sonra -20°C'de saklanmıştır.

Yöntem

CMV ve TSWV ile bulaşık olduğundan şüphelenilen biber bitkisi örnekleri, CMV ve TSWV'nin varlığının ortaya konulması amacıyla Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbant Assay (DAS-ELISA) testi Clark ve Adams (1977)'in belirttiği şekilde uygulanmıştır. ELISA tabaklarındaki kuyucuklarda sarı rengin oluşup oluşmadığı gözlenmiş ayrıca tabakların ELISA okuyucusunda 405nm dalga boyundaki absorbans değerleri belirlenerek kontrole göre en az iki kat veya daha fazla değer gösteren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir.

ELISA okuyucuda farklı absorbans değerleri gösteren bazı pozitif örneklere RT-PCR testleri uygulanmıştır. Total nükleik asit (TNA) ekstraksiyonu aşamasında silika metodu kullanılmıştır (Foissac et al., 2001). TNA ekstraksiyonu yapılan örneklerin cDNA sentezi, ABM firmasından temin edilen OneScript® Plus cDNA sentez kiti kullanılarak firmanın belirttiği prosedür doğrultusunda Thermal Cycler cihazında gerçekleştirilmiştir. PCR işlemi GeneMark Bio. Firmasının firmasından temin edilen PCR Master Mix (II) kit ile gerçekleştirilmiştir. Tüpler Thermal Cycler cihazına yerleştirilerek test edilecek virüs için spesifik olan primerler (Çizelge 1) ve program uygulanarak çoğaltma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çoğaltılmış PCR ürünleri Agaroz jel elektroforez düzeneğinde koşturularak sonuçlar görüntülenmiştir.

Çizelge 1. RT-PCR'da kullanılan primer çiftleri.

Table 1. Primer sets used for RT-PCR.

Primer Adı	Primer Dizisi (5'-3')	Baz Uzunluğu (baz çifti)	Literatür
CMV Forward primer	ACTCTTAACCACCCAACCTT	280	Foggioli et al., 2005
CMV Reverse primer	AACATAGCAGAGATGGCGG	280	Foggioli et al., 2005
TSWV Forward primer	ATGTCTAAGGTTAAGCTCAC	777	Nour et al., 2013
TSWV Reverse primer	TTAAGCAAGTTCTGCGAGTT3	777	Nour et al., 2013

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Toplanan biber bitkisi örneklerinde genellikle meyvelerde şekil bozukluğu, halka lekeler ve nekrotik lekeler gözlenmiştir. Biber bitkisi yapraklarında ise mozaik, halka lekeler ve nekrotik lekeler gözlenmiştir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. CMV ile infekteli örnekte halka lekeler şeklinde meyve belirtisi.

Figure 1. Fruit symptom as ringspots on CMV infected sample.



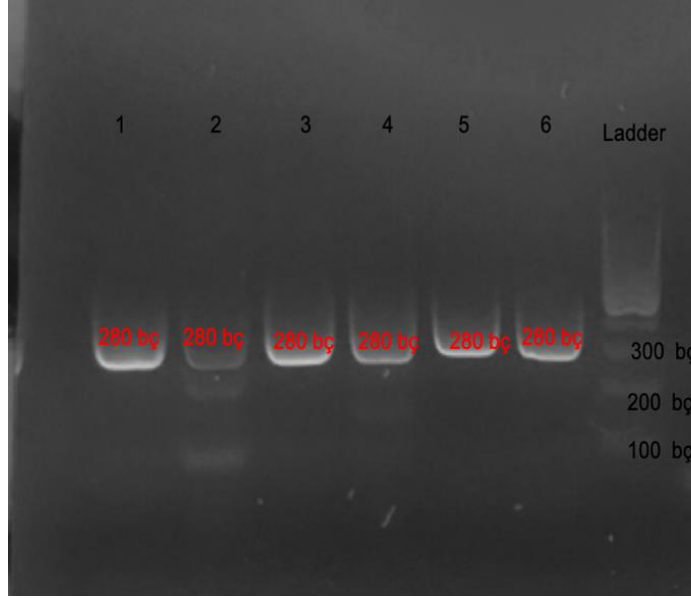
Şekil 2. TSWV ile infekteli örnekte klorotik ve halka lekeler şeklinde yaprak belirtileri.

Figure 2. Foliar symptoms as chlorotic and necrotic spots on TSWV infected sample.

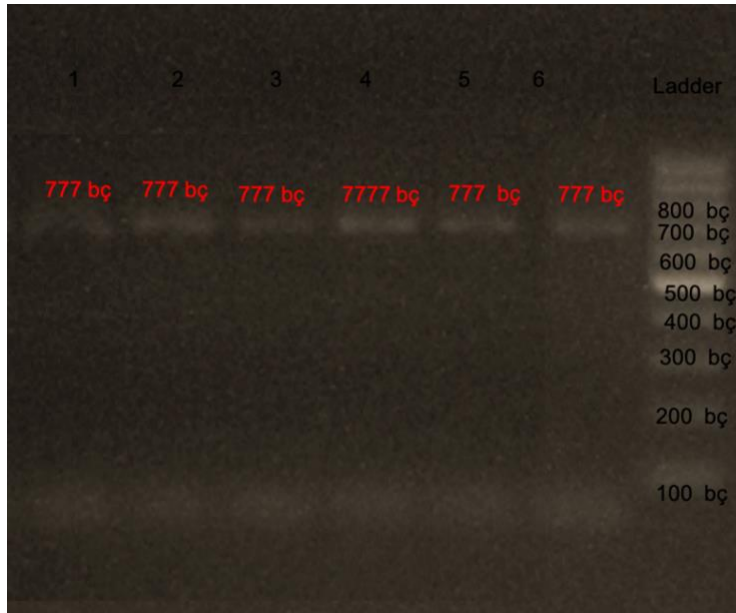
Toplanan 82 örneğin DAS-ELISA testi sonucunda toplam 65 tanesinde CMV ve/veya TSWV etmeninin varlığı belirlenmiştir. Sadece CMV bulunan örnek sayısı 10 iken sadece TSWV bulunan örnek sayısı 47 tane'dir. CMV ve TSWV karışık enfeksiyonuna sahip örnek sayısı ise 8 tane'dir.

Yapılan bu çalışma sonucunda toplanan örneklerde CMV, TSWV ve CMV+TSWV enfeksiyonu bulunma durumu sırasıyla %12, %57 ve %10 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 82 örnekte toplam virüs bulunma oranı %79'dur. Bu çalışma sonucunda Demre örtü altı biber bitkilerinden alınan örneklerde TSWV etmeni daha yaygın bulunurken CMV etmeninin fazla yaygınlık göstermediği belirlenmiştir.

DAS-ELISA yönteminde pozitif bulunan ancak farklı absorbanans değerine sahip örneklerin RT-PCR yöntemindeki duyarlılığı karşılaştırılmıştır. Bu yöntem için CMV ve TSWV için pozitif bulunan farklı absorbanans değerlerine sahip 6'şar örnek seçilmiştir. CMV etmeni için pozitif bulunan örneklerden 0.246, 0.418, 0.585, 0.969, 1.272 ve 2.417 absorbanans değerlerine sahip örnekler RT-PCR testi için kullanılmıştır. TSWV etmeni ile infekteli bulunan örneklerden 0.227, 0.457, 0.586, 0.960, 1.236 ve 2.541 absorbanans değerlerine sahip örnekler RT-PCR testi için kullanılmıştır. RT-PCR çalışma sonucunda DAS-ELISA yöntemi ile farklı absorbanans değerlerine sahip pozitif CMV ve TSWV örneklerinin hepsi için beklenen bantlar elde edilmiştir. Bu çalışma ile DAS-ELISA testinin absorbanans değerlerindeki farklılığın RT-PCR testindeki doğruluğu etkilemediği tespit edilmiştir.



Şekil 3. *Cucurbit mosaic virus* etmeninin CMV'ye özgü primerlerle RT-PCR ile çoğaltılması. PCR ürünleri(1-6), DNA ladder.
Figure 3. Detection of *Cucurbit mosaic virus* specific primer pair of CMV by RT-PCR. PCR products (1-6), DNA ladder.



Şekil 4. *Tomato spotted wilt virus* etmeninin TSWV'ye özgü primerlerle RT-PCR ile çoğaltılması. PCR ürünleri(1-6), DNA ladder.
Figure 4. Detection of *Tomato spotted wilt virus* with specific primer pair of TSWV by RT-PCR. PCR products (Lanes 1-6), DNA ladder.

Arazi çalışmaları ve test sonuçları göz önünde bulundurulduğunda infekteli biber bitkisi örneklerinin toplandığı seralarda etmenlerin vektörlerinin varlığı göze çarpmaktadır. Ayrıca Nisan ayında dikilen bitkilerde etmenlerin varlığı tespit edilirken Temmuz ayında dikilen bitkilerin bulunduğu seralarda etmenlerin varlığı oldukça az bulunmuştur. Bu durum virüslerin vektörünün bulunmadığı dönemlerde dikim yapıldığında viral etmenlerin yaygın tespit edilmediğini göstermektedir. TSWV'ye karşı dayanıklı çeşit diken üreticilerde de hastalık seviyesinin düşük kaldığı gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

06160000127 Lisans Öğrencisi katılımlı Araştırma Projesine maddi desteklerinden dolayı Ege Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Adkins, S. 2000. Tomato spotted wilt virus-positive steps towards negative success, *Molecular Plant Pathology*, 1(3):151-157 pp.
- Arli-Sokmen, M.A., Mennan, H., Sevik, M.A. and Ecevit, O. 2005. Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey, *Phytoparasitica*, 33(4):347-358pp.
- Bozokalfa, M ve Eşiyok, D. 2010. Biber (*Capsicum annum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2):123-134 s.
- Burgmans, J.L., Fry, P.R. and Sunde, R. G. 1986. Peppers: survey of virus diseases of *Capsicum annum* in Hawke's Bay and Poverty Bay, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14:459-463 pp.
- Clark, M.F. and Adams, A.N. 1977. Characteristic of microplate method of Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34:475-483 pp.
- Deligoz, I., Sokmen, M.A. and Sari, S. 2014. First report of resistance breaking strain of Tomato spotted wilt virus (*Tospovirus*; *Bunyaviridae*) on resistant sweet pepper cultivars in Turkey, *New Disease Reports*, 30:26 p.
- Espín, A., Alcázar, M.D., Egea, C. and Candela, M.E. 1994. Defensive response of two *Capsicum annum* cultivars of different sensitivity to an isolate of Cucumber mosaic virus (CMV), *Fitopatología*, 29(3):178-187 pp.
- Faggioli, F., Ferretti, L., Albanese, G., Sciarroni, R., Pasquini, G., Lumia, V. and Barba, M. 2005. Distribution of olive tree viruses in Italy as revealed by one-step RT-PCR. *Journal of Plant Pathology*, 49-55 pp.
- Fanigliulo, A., Comes, S., Pacella, R., Crescenzi, A., Momol, M. T., Olson, S. M. and Reitz, S. 2007. Integrated management of viral diseases in field-grown tomatoes in southern Italy. In II International Symposium on Tomato Diseases 808:387-392 pp.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim Tarihi: 26.Ocak 2019)
- Foissac, X., Svanella-Dumas, L., Dulucq, M.J., Candresse, T. and Gentit, P. 2001. Polyvalent detection of fruit tree tricho, capillo and foveaviruses by nested RT-PCR using degenerated and inosine containing primers (PDO RT-PCR), *Acta Horti*, 550:37-43 pp.
- Gera, A., Kritzman, A., Cohen, J., Raccach, B. and Antignus, Y. 2008. Tospoviruses infecting vegetable crops in Israel, *Eppo Bulletin*, 30(2):289-292 pp.
- Gitaitis, R.D., Dowler, C.C. and Chalfant, R.B. 1998. Epidemiology of Tomato spotted wilt virus in pepper and tomato in Southern Georgia, *Plant Disease*, 82:752-756 pp.
- Gracia, O., de Borbon, C. M., Granvel de Millan, N. and Cuesta, G. V. 1999. Occurrence of different Tospovirus in vegetable crops in Argentina, *Journal of Phytopathology*, 147:223-227 pp.
- Güneş, N. and Gümüş, M. 2019. Detection and Characterization of Tomato spotted wilt virus and Cucumber mosaic virus on Pepper Growing Areas in Antalya. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 259-271.
- Hanssen, I.M., Lapidot, M. and Thomma, B.P.H.J. 2010. Emerging viral diseases of tomato crops, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 23:539-548 pp.

- Kucharek, T.A., Purcifull, D.E., Christie, R.G. and Perkins, K.D. 1998. The association of severe epidemics of cucumber mosaic in commercial fields of pepper and tobacco in north Florida with inoculum in *Commelina benghalensis* and *C. communis*, *Plant Disease*, 82(10):1172 p.
- Latham, L.J. and Jones, R.A.C. 1997. Occurrence of Tomato spotted wilt tospovirus in native flora, weeds and horticultural crops, *Australian Journal of Agricultural Research*, 48(3):359-369 pp.
- Lobenstein, G. and Lecoq, H. 2012. *Viruses and virus diseases of the vegetables in the Mediterranean Basin*, Academic Press-Elsevier, Amsterdam, 595p.
- Margaría, P., Ciuffo, M. and Turina, M. 2004. Resistance breaking strain of TSWV Tospovirus, (Bunyaviridae) on resistant pepper cultivars in Almeria Spain, *Plant Pathology*, 53:795 p.
- Mnari Hattab, M., Ezzaier, K., Gebre Selassie, K., Marchoux, G. and Gognalon, P. 1999. Surveys of viruses affecting pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia, Abstracts of papers presented at the VIIIth International Plant Virus Epidemiology Symposium, Almeria, 143-144 pp.
- Nour, S.M., Maleki, M. and Ghotbi, T., 2013, Biological and serological detection of TSWV on three commercial cultivars *Chrysanthemum morifolium* in Markazi province of Iran, *Annals of Biological Research*, 4(4):112-119 pp.
- Perry, K.L., Zhang, L. and Palukaitis, P. 1998. Amino acid changes in the coat protein of Cucumber mosaic virus differentially affect transmission by the aphids *Myzus persicae* and *aphis gossypii*, *Virology*, 242:204-210 pp.
- TÜİK, 2017. "Bitkisel Üretim İstatistikleri" <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 26 Ocak 2019).
- Uzunoğulları, N. ve Gümüş, M. 2015. Marmara bölgesi'nde bazı kültür bitkilerinde doğal enfeksiyona neden olan hıyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*, CMV)'nün tespiti, *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1):9-15 pp.
- Vozelj, N., Petrovic, N., Novak, M.P., Tusek, M., Mavric, I. and Ravnikar, M. 2003. The most frequent viruses on selected ornamental plants and vegetables in Slovenia, *Zbornik predavanj in referatov 6.Slovenskega Posvetovanje o Varstvu Rastlin, Zrece*, 300-304 pp.
- Yardımcı, N. ve Çulal Kılıç, H. 2009. Tomato spotted wilt virus in vegetable growing areas in the West Mediterranean region of Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 8(18):4539-4541 p.
- Zitikaitė, I. and Samuitienė, M. 2009. Detection and characterization of Cucumber mosaic virus isolated from sweet peppers, *Sodininkystė ir Daržininkystė*, 28(3):281-288 pp.
- Zitter, T.A. and Murphy, J.F. 2009. Cucumber mosaic virus, *The Plant Health Instructor*, DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0518-01.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):407-419
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.834901>

Arzu YAZGI^{1*} 

Tuncay GÜNHAN¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

arzu.yazgi@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Akış düzgünlüğü, dağılım düzgünlüğü, elektronik ölçüm, veri toplama

Keywords: Flow evenness, distribution uniformity, electronic measurement, data acquisition

Ekim makinalarında tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesi için elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin geliştirilmesi

Development of electronic weighing and evaluation system for determining seed and fertilizer flow characteristics in seeders

Alınış (Received): 08.02.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 12.03.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ekim makinalarının tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere bir elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin geliştirilmesidir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, 4 sıralı tek dane ekim makinasının gübre ünitesine ilişkin akış karakteristikleri tartım denemeleriyle belirlenmiştir. Denemelerde kompoze gübre (15:15:15) kullanılmış olup farklı ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹) ve kapak açıklığına bağlı norm değerlerinde (tam açık, ¾ açık, yarı açık) çalışılmıştır. Makinanın akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri belirlenmiş olup denemelere ilişkin tüm ölçüm ve değerlendirmeler geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Elektronik tartım ve değerlendirme sistemi kullanılarak ölçümlerin, hassas bir şekilde, yüksek doğrulukta, kısa zamanda ve minimum insan işgücüsüyle gerçekleştirilebileceği saptanmıştır. Geliştirilen sistemle karşılaştırıldığında geleneksel yöntemle yapılan denemelerin zaman gereksiniminin yaklaşık 3.5 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Elde edilen sonuçlar, elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin her tipteki normal sınav ekim makinası, kombine tek dane ekim makinası ve gübreli araçpapa makinasına ilişkin tartım denemelerinde ve bu denemelere ilişkin sonuçların değerlendirilmesinde kolaylıkla kullanılabilceğini göstermektedir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to develop an electronic weighing and evaluation system for testing and analyzing the seed and fertilizer flow characteristics of the seeders.

Material and Methods: In this study, the flow characteristics of a fertilizer unit of a 4-row precision seeder were determined by measurement of weights of fertilizer. In experiments, composite fertilizer (15:15:15) was used at different forward speeds (1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹) and fertilizer flow rates varied by orifice size (fully open, ¾ open, half open). The flow evenness and the fertilizer distribution of furrow openers were also determined employing electronic measurement system for the experiments.

Results: Based on the findings of this work, it has been determined that the measurements discussed within the scope of the study can be performed precisely and effectively not only in a short time but also using minimum human labor by employing electronic weight and evaluation system. It was determined that the time requirement of the experiments conducted with the traditional method was approximately 3.5 times higher as compared to the developed system.

Conclusion: The results showed that the electronic weighing and evaluation system can be easily used for measurement of weights of all kind of seed drills, combined precision seeders and fertilizer side dressers, and the evaluation of their experimental results.

GİRİŞ

Bitkisel üretim zincirinde ekim işlemi, verim ve maliyeti doğrudan etkileyen en önemli girdilerdendir. Her geçen gün gelişen tohum ve imalat teknolojileri sayesinde tohum ile ekim makinası uyumu ve dolayısıyla ekim kalitesi artmakta, büyüyen iş genişlikleri ve artan makina hızları ile daha kısa zamanda daha kaliteli ekim yapılabilmektedir.

Ekimden önce tohum akış ve tohum dağılım düzgünlüğü açısından makina performansının laboratuvar şartlarında belirlenmesi sayesinde makinanın ekim kalitesi hakkında ipuçlarının elde edilmesi mümkün olup herhangi bir problemle karşılaşılması durumunda bu problemin tarlaya çıkmadan önce giderilmesi sağlanabilmektedir.

Ekim makinası üreticileri tarafından, ekim/gübre normu, sıra üzeri tohum aralığı, transmisyon şeması gibi kullanıma yönelik çeşitli bilgiler makina üzerinde ya da kullanım kitapçığında verilmiş olsa da bu değerler kullanıcıya ancak fikir verecek niteliktedir.

Makinanın gerçek performans değerlerinin laboratuvar ortamında ya da işletmede belirlenmesi, zaman ve işgücü gereksinimi nedeniyle zahmetli işlerden biri olup, kullanıcılar tarafından çok fazla tercih edilmemektedir. Zahmetli olduğu için atlanan bu aşamanın önemi, üretim zincirinin son halkası olan hasatta, verim ve kalite kaybı olarak ortaya çıkmaktadır.

İster tahılların ekiminde kullanılan normal sıravari ekim makinaları isterse de çapa bitkilerinin ekiminde kullanılan tek dane ekim makinalarından beklenen en önemli özellik; her gömücü ayaktan eşit miktarda tohumun toprağa bırakılması (akış düzgünlüğü) ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün istenen değerlerde olmasıdır.

Tohum ya da gübrenin toprağa hacimsel olarak bırakıldığı normal sıravari ekim makinalarında gömücü ayaklardan akan gerçek tohum ve gübre miktarının, diğer bir ifadeyle akış karakteristiklerinin belirlenmesinde tartım denemelerinden yararlanılmaktadır (TSE Standardı, 2014).

Tartım denemeleri, işgücü ve zaman gerektiren oldukça zahmetli bir iştir. Denemelerde her bir gömücü ayaktan akan tohumun eş zamanlı olarak ayrı ayrı toplanması ve teker teker tartılarak ölçümlerin kaydedilmesi gerekmektedir. Her denemenin en az üç tekerrürlü olduğu, farklı ilerleme hızı ve norm değerleri kullanılarak gerçekleştirildiği düşünüldüğünde işgücü ve zaman gereksinimi de artış göstermektedir. Makinadaki gömücü ayak sayısı arttığı oranda da bu gereksinimler katlanarak artmaktadır.

Normal sıravari ekim makinalarının tohum akış düzgünlüğü ve çeşitli parametrelerin akış düzgünlüğüne etkisini içeren pek çok çalışmaya rastlanırken, akış düzgünlüğü ölçüm sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Altuntaş ve ark. (2007), mekanik prensibe göre çalışan kombine tahıl ekim makinasıyla buğday ve fiğ tohumlarının farklı ekim normu (buğday için 10.5, 21.4, 40.2 ve 55.5 kg/da, fiğ için 14.8, 27.8, 41.4 ve 57.0 kg da⁻¹) ve ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹) tohum dağılımlarını incelemiş ve denemeler sonucunda, buğday ve fiğ için ekim normu ve ilerleme hızının artışıyla sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca buğday ve fiğ ekiminde, en iyi sıra üzeri tohum dağılımı düşük norm ve ilerleme hızlarında elde edilmiştir.

Önal ve Ertuğrul (2011), üstten akışlı düz oluklu ekici makarada, kapsız soğan, havuç, kanola ve kaplı kanola tohumlarının, tohum debisi, tohum akış düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Çalışmada 9 farklı aktif makara uzunluğunda (2-16 mm arasında) ve 3.822, 5.733 ve 7.644 min⁻¹ makara hızında çalışılmış olup tohum akış debisinin, aktif makara uzunluğuna ve makara dönüş sayısına bağlı olarak değiştiğini saptanmış ve bu değişim matematiksel formda ifade edilmiştir. Ayrıca düz oluklu ekici makara ile kapsız soğan, havuç, kaplı ve kapsız kanola tohumlarının iyi kalitede ekilebildiğini belirtmişlerdir.

Yazgı ve ark. (2013) çalışmalarında doğrudan kombine ekim makinasının hem tohum hem de gübre ünitesini buğday ve 15:15:15 kompoze gübre ile ayrı ayrı deneyerek, makinanın tohum ve gübre ünitelerinin akış karakteristikleri yönünden hem gübrelemede hem de tohum ekiminde kullanılabilirliğini

saptamışlardır. Çalışma farklı ilerleme hızlarında (1.0, 1.5 ve 2 ms⁻¹) ve farklı kapak açıklıklarında (skala değeri 20, 60 ve 100) yürütülmüştür.

Kumar ve Durairaj (2000) pnömatik tahıl ekim makinası ile yürüttükleri çalışmalarında susam, mısır ve sorgum tohumlarının tohum dağılım düzgünlüğünü farklı başlık geometrileri (paralel disk, kapalı huni ve aerodinamik akış) kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada başlık geometrisinin yanında ürüne özgü olarak 4-8 m s⁻¹ arasında değişen farklı hava hızlarında ve 57-273 g min⁻¹ arasında değişen farklı besleme oranlarında çalışılmıştır. Dağıtma başlığı geometrisinin dağılım düzgünlüğü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve aerodinamik akış tipteki dağıtma başlığının en iyi dağılımı sağladığını belirlemişlerdir.

Uygan ve Güler (2004), pnömatik tahıl ekim makinalarında kullanılan farklı tip dağıtma başlıklarında (T, huni, Y tipi), hava hızının (26, 31, 36 m/s) ve ekim normunun, akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için arpa, buğday ve çavdar ile çalışmış, en uygun başlık tipinin T tipi, hava hızının ise 26 m/s olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılara göre ekim normunun artışıyla akış düzgünlüğü artmakta, hava hızının artmasıyla da düzgünlük bozulma eğilimi göstermektedir.

Bayhan ve ark. (2009), farklı kuyruk mili devir sayısına (250, 300, 350, 400 ve 540 min⁻¹) bağlı olarak buğday ile çalışmada ekim normu ve ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğü değişimini incelemişler, en uygun devrin 300 d/d olduğunu saptamışlardır.

Yazgı ve ark. (2012), 125 mm sıra aralığına sahip, 40 ayaklı pnömatik tahıl ekim makinasıyla buğday ekiminde tohum akış debisi, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü olarak makina performansını incelemişlerdir. Denemeler 1.0, 1.5 ve 2.0 ms⁻¹ ilerleme hızlarında, 100, 200 ve 300 kg ha⁻¹ ekim normlarına karşılık gelen oluklu makara aktif uzunluklarında (35, 65 ve 95 skala değerlerinde) ve 540 d/d sabit kuyruk mili devrinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, makinanın tohum akış düzgünlüğünün orta kalitede (CV=%1.9-2.7), ayaklar arası tohum dağılım düzgünlüğünün iyi/çok iyi kalitede (CV=%2.9-4.6) ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün orta kalitede (λ =%60-%63.33) olduğu saptanmıştır.

Karimi ve ark. (2017) buğday tohumu kullanarak yürüttükleri çalışmalarında normal sıravari ekim makinalarında tohum akış miktarının belirlenebilmesi için temassız algılama tekniklerinin karşılaştırmışlardır. Işığa bağımlı dirençler (LDR), kızılötesi (IR) ve lazer diyotları (LD) algılama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada her bir yöntem için özel ölçüm üniteleri geliştirilmiştir. Sistemin çalışma prensibi, tohumların sensörden geçerken, gölgelerinin alıcı elemanların üzerine düşmesi sırasında meydana gelen voltaj değişiminin ölçülmesidir. Çalışma sonucunda diğer yöntemlere oranla kızılötesi (IR) algılama ünitesinin tohum akış miktarının hesaplanmasında daha uygun olduğu saptanmıştır (r=0.87).

“Akıllı tarım” kavramı çerçevesinde makinalar son dönemde tohum/gübre depolarının doluluğu, tohum/gübre borularında tıkanıklık kontrolleri, borulardan geçen tohum/gübre miktarının ölçülmesine yönelik olarak sensörler ile opsiyonel olarak donatılmaktadır.

Bu sensörlerden depo doluluğu ve boru tıkanmalarına ilişkin verilerin daha net alınabilmesine karşılık tohum/gübre miktarına ilişkin veriler iletim borusu içerisindeki sensörden gelen tohum/gübre geçişine ilişkin sinyallere bağlı olarak geliştirilen bir yazılım aracılığıyla tahminlenmektedir. Dolayısıyla bu veriler tam sonucu göstermeyip, tahminlemeye dayalı bir yaklaşım olarak kabul edilebilecek yapıdadır. Ancak özellikle ekim ya da gübreleme sırasında yaklaşık değerler olsa bile bu tür verilerin izlenebilir olması bilinçli yapılan bir üretimde büyük avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada normal sıravari ekim makinalarında tohum ve gübre akışına ilişkin karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan tartım denemelerinin işgücü gereksinimini azaltmak amacıyla elektronik tartım ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada 70 cm sıra aralığına sahip, 4 sıralı tek dane ekim makinası kullanılmıştır. Denemeler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Deneme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tek dane ekim makinasının gübre ünitesine ilişkin akış

karakteristikleri tartım denemeleri ile belirlenmiştir. Denemelerde kompoze gübre (15:15:15) kullanılmış olup 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ ilerleme hızlarında ve kapak açıklığına bağlı farklı norm değerlerinde (tam açık, ¾ açık, yarı açık) çalışılmıştır. Her bir gömücü ayaktan 30 s süreyle akan gübre miktarları 3 tekrürlü olarak ölçülmüştür.

Geleneksel yöntemle gerçekleştirilen tartım denemelerinde ekim makinası askıya alınmakta, her bir gömücü ayağın altına toplama kapları yerleştirilmektedir. Ekici ünite belirli sürede ya da devirde çalıştırılarak materyalin (tohum/gübre) kaplarda toplanması sağlanmaktadır. Deneme sonrasında kaplarda biriken materyal miktarı her gömücü ayak için teker teker hassas terazi ile ölçülerek kaydedilmektedir. Ölçümü tamamlanan kaplar boşaltılarak bir sonraki deneme için temizlenmektedir. Ölçümün tamamlanmasının ardından boş kaplar bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayakların altına yerleştirilmekte ve bu işlem her bir çalışma şartı için ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir. Aynı çalışma şartında (örneğin 1 m/s ilerleme hızında, 10 kg/da ekim normunda) en az 3 tekrür ile denemeler yürütülmektedir. Şekil 1’ de tartım denemelerinin yapılışına ilişkin genel bir görüntü verilmiştir.



Şekil 1. Tartım denemelerinden bir görüntü

Figure 1. A view from the weighing experiments

Ekim makinalarının tohum/gübre akış karakteristikleri akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü açısından değerlendirilmektedir. Kaliteli bir ekimde her gömücü ayaktan eşit miktarda tohum/gübre akması beklenmektedir.

Akış düzgünlüğü, aynı gömücü ayaktan farklı tekrürlerde, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü ise aynı tekrürde farklı ayaklardan geçen tohum/gübre miktarındaki değişimin varyasyon katsayısı (VK) olarak ifade edilmektedir. Denemelerin ardından tüm çalışma şartları için akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü için Önal (2011) tarafından bildirilen kriterlere göre %VK değerleri hesaplanarak Çizelge 1’e göre yorumlanmaktadır.

Denemelere ilişkin tüm ölçüm ve değerlendirmeler, normal sınavari ekim makinalarının tartım denemelerinde kullanılmak üzere geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sistemi (EMSTES-Electronic Measurement System for Testing and Evaluation of Seed Drills) ile gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen sistem, tartım verilerinin toplanması ve toplanan verilerin işlenerek değerlendirilmesi olmak üzere iki aşamadan meydana gelmiştir.

Çizelge 1. Tohum/gübre için akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü (VK, %)

Table 1. Flow evenness and distribution uniformity of the furrow openers for Seed/Fertilizer (CV, %)

Akış düzgünlüğü VK (%)	Ayaklar arası dağılım düzgünlüğü VK (%)	Değerlendirme
<1	<4	Çok iyi
1-2	4 – 6.3	İyi
2-3	6.3 – 8.9	Orta
3-4	8.9 - 12.5	Yeterli
>4	>12.5	Yetersiz

Kaynak (Önal, 2011)

Tartım verilerinin toplanması

Veri toplama sistemi, RS232 çıkışlı, 30 kg kapasiteli, 2 g hassasiyetli endüstriyel elektronik hassas terazi, USB/seri port dönüştürücü ve Avantech ADAMView veri aktarım ve işleme yazılımından meydana gelmektedir (Şekil 2).

Sistem, hassas teraziden belirli bir süreyle alınan tartım sonuçlarının, dönüştürücü ve yazılım aracılığıyla bilgisayara otomatik olarak kaydedilmesi prensibiyle çalışmaktadır. Bu amaçla Avantech ADAMView yazılımı ile sistemin çalışma stratejisi (Şekil 3) ve ekran ara yüzünü (Şekil 4) oluşturan bir program hazırlanmıştır.

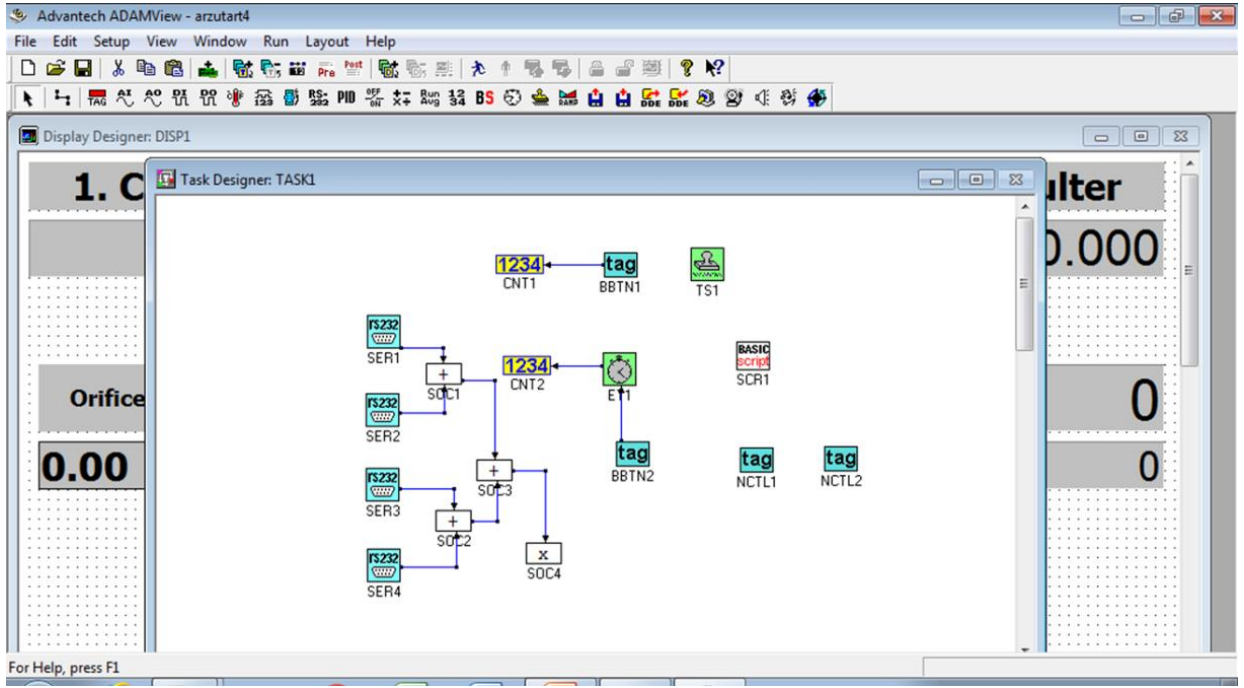
Program çalıştırıldığında ekran arayüzü olarak açılan pencereden komut butonları kullanılarak kapak açıklığında (orifice size) ve ilerleme hızı (speed) değeri girilerek ölçümün başlatılması, durdurulması ve kaydedilmesi kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Sistemin istenilen süre boyunca istenilen sayıda veri alması da sağlanabilmektedir. Örneğin bu çalışmada 30 s süreyle 3 tekerrürlü veri alınabilmesi için denemenin 5., 35., 65. ve 95. saniyelerindeki değerler kümülatif olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir.



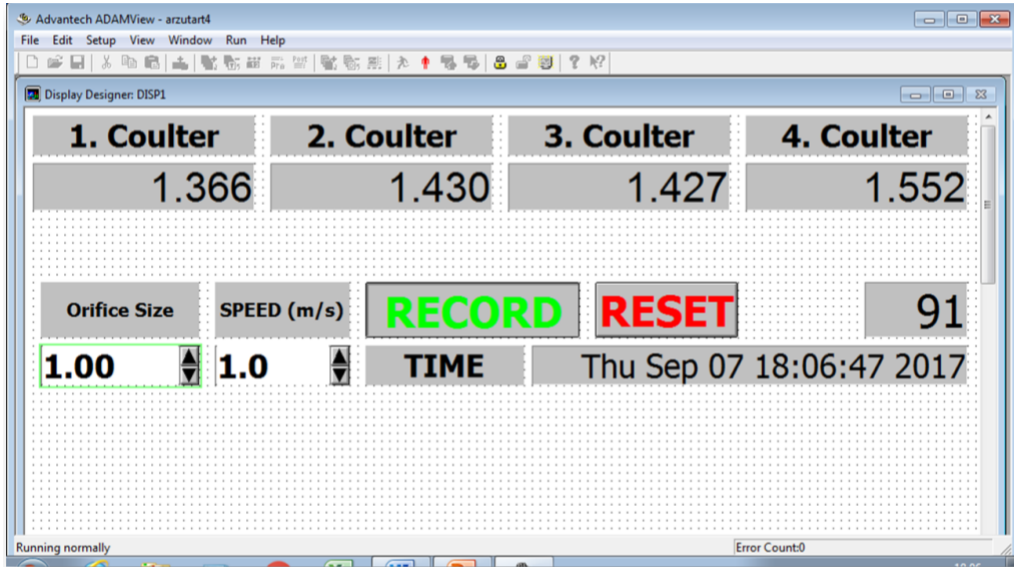
Şekil 2. Elektronik tartım ve değerlendirme sistemi

Figure 2. Electronic weighing and evaluation system



Şekil 3. EMSTES çalışma stratejisi

Figure 3. The running strategy of EMSTES



Şekil 4. Program ekranı

Figure 4. Display screen of the program

Toplanan verilerinin işlenmesi ve değerlendirilmesi

Sistemden elde edilen ölçümler MS-Excel dosyası olarak kaydedilmekte (Şekil 5) ve bu ölçümlere ilişkin veriler VK (%) hesaplanması ve ekim performansı değerlendirmesi için MS-Excel'de hazırlanan şablona (Şekil 6) kolaylıkla aktarılabilmektedir.

Hesaplama ve değerlendirme şablonu ile 3 tekerrürlü bir çalışmada, belirli sürede ayaklardan akan materyale (tohum/gübre) ilişkin akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri, toplam akan tohum/gübre miktarı, farklı ilerleme hızlarına bağlı olarak normda meydana gelen değişim hesaplanabilmektedir. Ayrıca bu şablon ile VK değerlerine bağlı olarak makina performansı “Çok iyi, iyi, orta, yeterli ve yetersiz” şeklinde otomatik olarak değerlendirilmektedir.

Hassas terazi ile tohum/gübre miktarı “kg” ya da “g” cinsinden ölçülebileceğinden, bu duruma bağlı olarak şablonda gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir. Şekil 6’da 20 ayaklı bir makinanın, 1.0, 1.5 ve 2.0 m/s ilerleme hızları için düzenlenen örnek şablon verilmiştir. Ayaklardan akan gübre miktarlarına ilişkin veri girişi yapıldığında akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğüne ilişkin tüm hesaplama ve değerlendirmeler otomatik olarak yapılmaktadır. Makina özelliklerine bağlı olarak şablonun makinaya özgü düzenlenebilmesi de mümkündür. Örneğin bu çalışmada şablon, 4 gömücü ayağa sahip, 70 cm sıra aralığına sahip bir makina için düzenlenmiştir.

Deneme Tarihi	Veri alma zamanı	İlerleme Hızı	Kapak Açıklığı	1. Ayak	2. Ayak	3. Ayak	4. Ayak
#2017-09-07 17:46:29#	5	1	1	0,122	0,134	0,151	0,157
#2017-09-07 17:46:59#	35	1	1	0,336	0,377	0,398	0,409
#2017-09-07 17:47:29#	65	1	1	0,528	0,59	0,611	0,637
#2017-09-07 17:47:59#	95	1	1	0,74	0,815	0,853	0,882
#2017-09-07 17:48:11#	5	1,5	1	0,818	0,9	0,942	0,974
#2017-09-07 17:48:41#	35	1,5	1	1,036	1,133	1,172	1,217
#2017-09-07 17:49:11#	65	1,5	1	1,242	1,353	1,409	1,458
#2017-09-07 17:49:41#	95	1,5	1	1,442	1,574	1,643	1,696
#2017-09-07 17:50:12#	5	2	1	1,646	1,82	1,893	1,955
#2017-09-07 17:50:42#	35	2	1	1,856	2,045	2,119	2,191
#2017-09-07 17:51:12#	65	2	1	2,06	2,296	2,366	2,455
#2017-09-07 17:51:42#	95	2	1	2,278	2,526	2,596	2,686

Şekil 5. MS-Excel ölçüm çıktısı örneği

Figure 5. An example of measurement results in MS-Excel

GübreŞablon.xls [Uyumluluk Modu] - Excel

ARZU YAZGI

W42

GÜBRE #####																					
İlerleme Hızı				1 m/s						1.5 m/s						2 m/s					
Ayak No	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme	1. Tekerrür	2. Tekerrür	3. Tekerrür	Ortalama	Akış düzensizliği VK	Değerlendirme			
1. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
2. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
3. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
4. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
5. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
6. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
7. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
8. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
9. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
10. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
11. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
12. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
13. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
14. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
15. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
16. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
17. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
18. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
19. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
20. Ayak	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
Ayaklararası VK (%) Değerlendirme	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!		
TOPLAM				#SAYI/0!					#SAYI/0!							#SAYI/0!			#SAYI/0!		
Alan				#SAYI/0!	g				#SAYI/0!	g						#SAYI/0!	m ²		#SAYI/0!		
NORM				#SAYI/0!	kg/da				#SAYI/0!	kg/da						#SAYI/0!	kg/da		#SAYI/0!		
Hıza Bağlı Norm Değişimi:										#SAYI/0!	(%VK)										

.... kg da

Hedefi belirleyip ENTER tuşuna basın veya Yapıştır'ı seçin

%100

Şekil 6. Otomatik veri hesaplama ve değerlendirme şablonu görünümü
 Figure 6. A view of the template for automatic data calculation and evaluation

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4 sıralı tek dane ekim makinası gübre ünitesinde 15:15:15 gübresiyle, 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ ilerleme hızlarında, kapak açıklığına bağlı farklı norm değerlerinde (tam açık; ¾ açık ve yarı açık) çalışmadan elde edilen gübre akış karakteristiklerine ilişkin tartım denemesi sonuçları Çizelge 2’de, ilerleme hızına bağlı olarak normda meydana gelen değişim miktarı ise Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 2. Kompoze (15:15:15) gübreyle çalışmada elde edilen gübre normu, akış ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğü değerleri

Table 2. The values of flow evenness and distribution uniformity of the furrow openers using composite fertilizer (15:15:15)

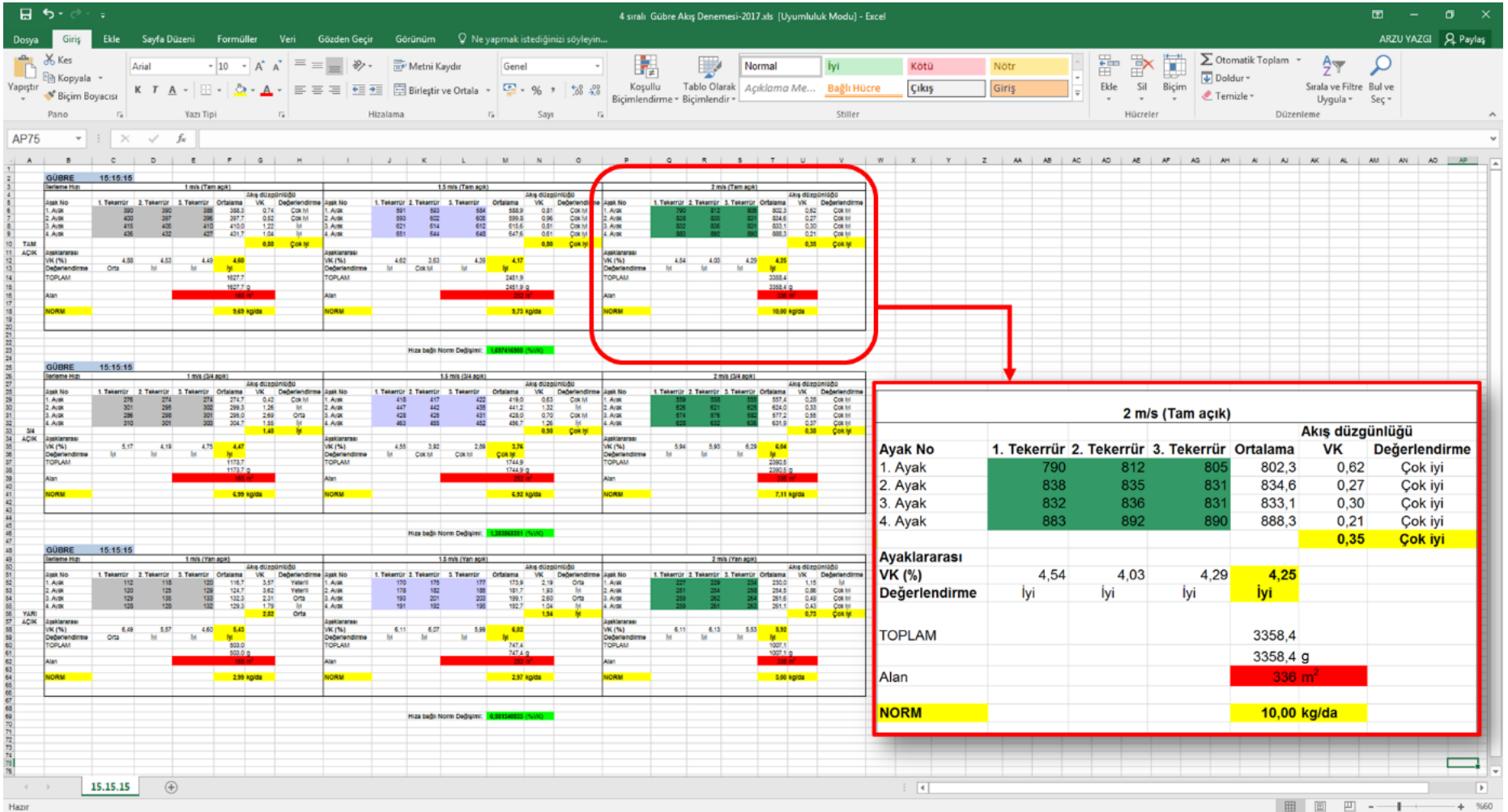
Kapak Açıklığı	İlerleme Hızı (m/s)	Gübre Normu (kg/da)	Akış düzgünlüğü VK (%)	Ayaklar arası dağılım düzgünlüğü VK (%)
Tam açık	1.0	9.69	0.88 (Çok iyi)	4.6 (İyi)
	1.5	9.73	0.80 (Çok iyi)	4.17 (İyi)
	2.0	10.00	0.35 (Çok iyi)	4.25 (İyi)
¾ açık	1.0	6.99	1.48 (İyi)	4.47 (İyi)
	1.5	6.92	0.98 (Çok iyi)	3.76 (Çok iyi)
	2.0	7.11	0.38 (Çok iyi)	6.04 (İyi)
Yarı açık	1.0	2.99	2.82 (Orta)	5.43 (İyi)
	1.5	2.97	1.94 (İyi)	6.02 (iyi)
	2.0	3.00	0.73 (Çok iyi)	5.92 (İyi)

Çizelge 3. İlerleme hızına bağlı norm değişimi

Table 3. Forward speed based fertilizer rate variation

Kapak Açıklığı	Norm Değişimi (%VK)
Tam açık	1.697
¾ açık	1.384
Yarı açık	0.581

Deneme sonuçlarını içeren Çizelge 2 ve 3’teki bu değerler, 4 sıralı ve 70 cm sıra aralığına sahip tek dane ekim makinasının gübre ünitesine özgü düzenlenen, hesaplama ve değerlendirme şablonu (Şekil 7) kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar bu çizelgelerde özet olarak verilmiştir. Şekil 7’de 3x3 dizilimi şeklinde görülen veriler sütun bazında ilerleme hızına göre, sıra bazında ise kapak açıklığına göre sıralanmıştır. Sütun bazında, gri renkteki veriler 1m/s, eflatun renkteki veriler 1.5 m/s ve yeşil renkteki veriler ise 2 m/s ilerleme hızlarına ilişkin verilerdir. Satır bazında ise ilk sıradaki veriler tam kapak açıklığı, ikinci sıradakiler ¾, son sıradakiler ise yarı açık konumunda elde edilen verilerdir. Örneğin; 1. Sıra ve 3. sütunda yer alan veriler ve hesaplamalar 2 m/s ilerleme hızında, tam kapak açıklığında çalışılarak elde edilmiş olup Şekil 7 üzerinde büyütülerek belirtilmiştir.



Şekil 7. Denemede kullanılan hesaplama ve değerlendirme şablonu
 Figure 7. The template used in the experiments for data calculation and evaluation

Makinaya ilişkin akış karakteristiklerinin geleneksel tartım yöntemiyle saptanmasında, denemelerin yapılmasından verilerin analizine kadar yapılan tüm işlemler için işgücü ve zaman gereksinimi oldukça fazladır. EMSTES kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde ise bu gereksinimlerin minimum seviyede olduğu saptanmıştır. Örneğin geleneksel yöntemde 4 sıralı bir ekim makinasının denemesi için en az 2 kişiye ihtiyaç varken EMSTES kullanımında 1 kişi yeterlidir. Geleneksel yöntemde, ekici düzen çalıştırıldığı anda kapların ekici düzenin altına yerleştirilmesi ve belirli bir süre sonunda çekilmesi gerektiğinden ekici düzenin çalıştırılması ve materyal toplama kaplarının yerleşimi için ayrı ayrı kişilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü ekici düzen çalıştırıldığı anda kaplar da ekici düzenin altına yerleştirilmeli ve 30 s sonunda da çekilmelidir. Aynı şartlardaki tüm tekerrürler için de aynı işlem tekrarlanmalıdır. EMSTES ile istenilen zamanda ve süreyle veri alınabildiğinden tek kişi önce kapları ekici ünitenin altına yerleştirip daha sonra ekici üniteyi ve ardından da veri alma sistemini çalıştırabilmektedir. Geleneksel yöntemde her tekerrür için ayrı kap kullanılması ve ekici düzene hareket verilmesi gerekirken EMSTES ile aynı kapta kümülatif ölçüm yapılması mümkün olup her tekerrürde ekici ünitenin tekrar tekrar çalıştırılıp durdurulması gerekmemektedir.

Geleneksel yöntemde denemelerin ardından kaplarda toplanan materyaller teker teker hassas terazide tartılarak ölçüm değerleri kaydedilmekte ve kaydedilen veriler daha sonra analize tabi tutulmaktadır. EMSTES ile hassas terazinin üzerine yerleştirilen toplama kaplarına akan materyalin ağırlığı anlık olarak ölçülmekte ve elektronik ortamda direkt olarak kaydedilmektedir.

Çalışmada ayrıca EMSTES ile geleneksel tartım yönteminin zaman gereksinimlerini karşılaştırmak için 1 m/s ilerleme hızında tam kapak açıklığında her iki yöntemle de 3 tekerrürlü bir deneme yapılmıştır. EMSTES ile yapılan denemede 4 sıralı ekim makinasının, sadece bir çalışma şartı için (1 m/s ilerleme hızı ve tam kapak açıklığında) zaman gereksinimi 3 tekerrür için ortalama 210 saniye (3.5 dakika) olarak bulunmuştur. Bu sürenin 30 s'si sistemi çalıştırma, 90 s (3 tekerrür x 30 s)'si materyalin kaplara akışı için geçen süre, 30 s'si verilerin kaydedilmesi ve sistemin durdurulması için geçen süre, 60 s'si ise materyal dolu kapların boşaltılması ve bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayağın altına yerleştirilmesi için geçen süredir.

Geleneksel yöntemle yapılan denemede ise 4 sıralı ekim makinasının, bir çalışma şartı için (1 m/s ilerleme hızı ve tam kapak açıklığında) zaman gereksinimi sadece 1 tekerrür için ortalama 240 saniye (4 dakika) olarak bulunmuştur. Bu sürenin 30 s'si sistemi çalıştırma, 30 s (1 tekerrür x 30 s)'si materyalin kaplara akışı için geçen süre, 120 s (4 ayak x 30 s)'si kapların teker teker toplanması, tartılması ve verilerin kaydedilmesi, 60 s'si ise materyal dolu kapların boşaltılması ve bir sonraki deneme için tekrar gömücü ayağın altına yerleştirilmesi için geçen süredir. 3 tekerrür için ise gereken süre ise toplam 720 s (12 dakika)'dir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi 4 sıralı bir makina için aynı çalışma şartlarında EMSTES ile 3 tekerrür 210 s'de gerçekleştirilirken, geleneksel yöntemde 720 s zaman harcanmaktadır. Her iki yöntem arasında sadece deneme açısından yaklaşık 3.5 kat fazla zaman harcadığı ortaya çıkmaktadır.

4 sıralı makina ile 3 tekerrür için belirlenen bu sonuçlar ışığında benzer hesaplamalar 20 sıralı bir makina için yapıldığında, denemenin, EMSTES ile 1050 s (17.5 dakika), geleneksel yöntemde ise ancak 3600 s (60 dakika)'de tamamlanabileceği hesaplanmıştır.

Makina denemelerinin farklı ilerleme hızı, farklı norm değerleri ve farklı materyaller (tohum/gübre) kullanılarak yapıldığı düşünüldüğünde, denemeler için zaman ihtiyacının da katlanarak artacağı açıktır. Örneğin; 20 sıralı bir makina için 3 farklı ilerleme hızında, 3 farklı norm değerinde, 3 farklı gübre kullanılarak 3 tekerrürlü gerçekleştirilen bir çalışmada toplam 81 deneme (3 hız x 3 norm x 3 gübre x 3 tekerrür) yapılması gerekmektedir. Bunun anlamı, hiç durmaksızın çalışmak şartıyla bu denemelerin geleneksel yöntemle 1 günden uzun sürede (1620 dakika = 27 saat) ancak tamamlanabileceğidir. EMSTES kullanılması durumunda ise deneme için harcanacak toplam süre yaklaşık 8 saat (472.5 dakika)'tir.

Denemeler sırasında özellikle kapların makinanın altına yerleştirilmesi, dolan kapların alınması ve taşınması zaman kaybının yanında ergonomik açıdan sıkıntılara da yol açmaktadır. Geleneksel yöntemde her tekerrürde kapların toplanıp boşaltılması gerekliliği düşünüldüğünde 3 tekerrür için ölçümlerin kümülatif tartım ile bir seferde yapılabildiği EMSTES'in ergonomik açıdan da avantajı önem arz etmektedir.

İster geleneksel yöntemle isterse de EMSTES kullanılarak elde edilsin, denemelerin tamamlanmasının ardından akış düzgünlüğü ve ayaklar arası dağılım düzgünlüğüne ilişkin ham veriler VK değerleri açısından her çalışma şartı için ayrı ayrı hesaplanmak zorundadır. Bu aşamadaki en büyük sorun denemelerden gelen verilerdeki tutarsızlıktır ve bu tutarsızlığa neden olan hata kaynağının belirlenmesidir. Deneysel bir hatanın saptanması durumunda verinin elde edildiği denemenin tekrarlanması gerekmektedir. MS Excel'de hazırlanan hesaplama ve değerlendirme şablonu kullanılarak denemenin hemen ardından alınan verilerin analizi yapılabilmekte ve deneysel hatanın daha deneme aşamasında saptanması ve böylece denemenin derhal tekrarlanması mümkün olabilmektedir.

Hesaplama ve değerlendirme şablonuna anlık olarak veri aktarımı ile makinanın performans değerlendirmesi de hem akış düzgünlüğü hem de ayaklar arası dağılım düzgünlüğü açısından "Çok iyi-yetersiz" arasında hızlıca derecelendirilebilmektedir. Ayrıca farklı ilerleme hızlarına bağlı olarak normun değişimi de izlenebilmektedir.

Ekim makinalarının tartım denemelerine ilişkin ölçümlerinin gerçekleştirilmesinin ve değerlendirmesinin geleneksel yöntemle alternatif olarak geliştirilen EMSTES kullanılarak hassas bir şekilde, yüksek doğrulukta, kısa zamanda ve minimum insan işgücüsüyle gerçekleştirilebileceği saptanmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada normal sınavari ekim makinalarında tohum ve gübre akışına ilişkin karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan tartım denemelerinin işgücü gereksinimini azaltmak amacıyla elektronik tartım ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

Dört sıralı tek dane ekim makinasının gübre atma düzeni kullanılarak yürütülen çalışmanın sonuçları, geliştirilen elektronik tartım ve değerlendirme sisteminin her tipteki normal sınavari ekim makinası, kombine tek dane ekim makinası ve gübreli araçpapa makinasına ilişkin tartım denemelerinde ve bu denemelere ilişkin sonuçların değerlendirmesinde kolaylıkla kullanılabilmesini göstermektedir.

Elde edilen veriler göz önünde tutulduğunda, geliştirilen sistemin, tartım denemelerinin gerçekleştirilmesinde ve deneme sonuçlarının hassas bir şekilde ve yüksek doğrulukta değerlendirilmesinde önemli derecede kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma, ileride yapılması planlanan tam otomatik ölçüm düzeni için temel çalışma niteliğindedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmaya 2015-ZRF-024 No'lu proje çerçevesinde finansal destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Altuntaş, E., H. Polatçı & E. Bayram, 2007. Kombine ekim makinasında farklı ekim normları ve ilerleme hızlarının buğday ve fiğ tohumlarının sıra üzeri ve sıralar arası tohum dağılım düzgünlüğüne etkileri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 57-65.
- Bayhan, Y., B. Kayışoğlu, P. Ülger, B. Akdemir, 2009. Tahıl ekiminde kullanılan pnömatik etkili ekim makinasının ekim performansının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 6 (2): 131-136.

- Karimi, H., H. Navid, B. Besharati, H. Behfar & I. Eskandari, 2017. A practical approach to comparative design of non-contact sensing techniques for seed flow rate detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142: 165-172.
- Kumar, V.J.F. & C.D. Durairaj, 2000. Influence of head geometry on the distributive performance of air-assisted seed drills. *J.Agric. Engng Res.* 75 (1), Article No: Jaer. 1999.0490, 81-95, Silsoe.
- Önal, İ., 2011. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, İzmir.
- Önal, İ. & Ö. Ertuğrul, 2011. Üstten akışlı oluklu ekici makaranın soğan, havuç ve kanola tohumları için tohum akışı ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (2011): 10-23.
- TSE Standardı, 2014. Türk Standardları Enstitüsü. "TS 6425 - Sıraya Ekim Makinaları Deney Metodları".
- Uygan, F. & İ.E. Güler, 2004. Pnömatik tahıl ekim makinalarında farklı tip dağıtma başlıkları, hava hızı ve ekim normunun akış düzgünlüğüne etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (1): 59-67.
- Yazgı, A., E. Aykas & Z. Altınöz, 2013. Yerli yapım kombine doğrudan ekim makinasında tohum ve gübre akış karakteristiklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9 (3): 247-256.
- Yazgı, A., Z. Dumanoğlu, N. Kuldemir, İ.D. Aygün & A. Masoumi, 2012. Pnömatik tahıl ekim makinası ile buğday ekiminde makina performansının belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8 (1): 35-40.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):421-430
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.7288602>

İrfan ERDEMCI^{1*} 

Hüsnü AKTAŞ² 

Mehmet KARAMAN³ 

¹GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, Diyarbakır/Türkiye

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi Kızıltepe MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin/Türkiye

^{1,3}Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta: irfan_erdemci72@hotmail.com

Anahtar sözcükler: Çevre, fakültatif buğday, kalite, verim

Keywords: Environment, facultative wheat, quality, yield

Bazı fakültatif buğday genotiplerinin farklı çevrelere tepkileri

Response of some facultative wheat genotypes to different environments

Alınış (Received): 28.04.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 16.03.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı fakültatif gelişme tabiatına sahip ekmeklik buğday genotiplerinin farklı çevrelerde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem: Bu araştırma, 2014-2015 yetiştirme sezonunda yağışa dayalı şartlarda 25 ekmeklik buğday genotipi (20 ileri hat ve 5 standart çeşit) ile Diyarbakır ve Muş lokasyonlarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada çeşit ve hatların tane verimi ile bazı kalite (bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, zeleniy sedimantasyon ve yaş gluten) özellikleri incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Birleştirilmiş varyans analizinde, genotip, çevre ve bunların etkileşimi (genotip × çevre) etkileri, incelenen özelliklerden bin tane ve hektolitreye ağırlığı hariç diğer tüm özellikler için oldukça anlamlıydı. Ancak genotip-çevre etkileşiminin etkisi incelenen tüm parametreler açısından genotip ve çevreye göre daha küçük boyuttaydı. Diyarbakır lokasyonu incelenen kalite parametreleri için öne çıkarken, Muş lokasyonu tane verimi yönünde öne çıkmıştır.

Sonuç: Çalışmada, G17 genotipi her iki test ortamında da en yüksek tane verimine sahipti ve verim açısından en kararlıydı. G11 ve G21 genotipleri kalite parametreleri açısından ön plana çıkmıştır. Bu genotiplerinin gelecekteki ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the yield and quality characteristics of bread wheat genotypes with facultative development nature in different environments.

Material and Method: In this study, 25 facultative bread wheat genotypes were evaluated under rain fed conditions in Diyarbakır and Muş, in 2014-2015 growing season. Experiments were conducted in randomized complete-block design with three replications. In the study, grain yield and some quality (thousand kernel and hectoliter weight, protein content, zeleniy sedimentation and wet gluten) properties were investigated.

Results: In the combined variance analysis, genotype, environment and genotype × environment interaction were found to be highly significant for all other features except for one thousand and hectolitre weight. However, the effect of genotype-environment interaction was less significant than the genotype and environment for the parameters studied. While Diyarbakır location stands out for the quality parameters examined, Muş location stands out only in the direction of grain yield.

Conclusion: G17 genotype had the highest grain yield in both environments and showed a stable condition for yield. G11 and G21 genotypes were found superior for quality parameters. It has been determined that these genotypes can be used as a parent in future breeding studies.

GİRİŞ

Dünyanın en önemli tahıl ürünlerinden biri olan ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitli çevresel koşullarda yetiştirilmektedir. Büyüme mevsimi boyunca sıcaklık, yağış ve dağılımı, ekim zamanı, toprak tipi ve azot gübrelemesi gibi buğday verimini ve kalitesini etkileyen çeşitli çevresel faktörler vardır (Anderson et al., 1998; Smith and Gooding, 1999). Bazı genotipler bu değişen çevresel faktörlere karşı kararlı bir performans sergilerken, bazıları çevreye göre önemli ölçüde farklılık gösterir (Peterson et al., 1998; Ames et al., 1999). Türkiye coğrafi konumu ve topoğrafik yapısı nedeniyle çok değişik iklim kuşaklarına sahiptir. Bu iklim kuşaklarında çok sayıda agro-ekolojik bölgeler ve bu bölgelere göre tarım sistemleri oluşmuştur (Mızrak, 1983). Bu nedenle yetiştirilen çeşitlerin tane verim ve kalite karakterlerinde değişimler meydana gelmektedir. Buğdayın gen merkezi olan Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi buğday yetiştiriciliği bakımında 2 agro-ekolojik bölgeden oluşmaktadır. Birinci alt bölge ile ikinci alt bölgenin bir kısmı yazlık dilim buğday yetiştirme sınırları içerisinde yer alırken, bölgenin kuzey kesimleri ile komşu geçit illeri (Malatya, Elazığ, Bitlis, Bingöl ve Hakkari)'nde içinde bulunduğu ve bölgedeki buğday ekim alanlarının yaklaşık %20-25'ini oluşturan alan kışa dayanıklı alternatif buğday yetiştirme sınırları içerisinde yer almaktadır. Kış ayları bu alanlarda daha sert geçmekle birlikte bu alt bölge, Doğu Anadolu ile Güneydoğu Anadolu bölgeleri arasında bir geçit kuşağıdır. Yaz ayları bu alt bölgede kurak olmakla birlikte diğer alt bölgelere nazaran daha az sıcak ve vejetasyon süresinde nispeten daha uzun olur. Bu nedenle bu alanlarda mutlak kışlık buğday çeşitleri yetiştirildiğinde erken gelen yüksek sıcaklıklardan, yazlık çeşitler yetiştirildiğinde ise yaşanan soğuklardan zarar görmektedir. Buda verim ve kalite düşüklüklerine sebep olmaktadır. Bu amaçla önemli bir buğday ekiliş alanına sahip olan ova bölgeleriyle dağlık yüksek rakımlı bölgeler arasında kalan geçit alanlarında daha çok orta erkenci, kışa dayanıklı ve yüksek verimli alternatif buğday çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sebeple bu çalışma Diyarbakır'ın kuzey kesimleri ile komşu geçit illerine uygun fakültatif gelişme tabiatına sahip genotiplerin belirlenmesi amacıyla Diyarbakır ve Muş lokasyonunda yürütülmüştür. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak genotiplerin verim ve bazı kalite özellikleri bakımında değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Tarla denemeleri, 2014-2015 buğday yetiştirme sezonunda Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi ile Muş Alparslan Devlet Üretim Çiftliğinde yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Denemede 20 ileri fakültatif (alternatif) tabiatlı ekmeklik buğday hattı ve 5 tescilli çeşit kullanılmıştır (Çizelge 1).

Denemeler Tesadüf Blokları Deneme deseninde üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Ekim sıklığı metrekarede 450 tohum olacak şekilde ayarlanmış ve ekimler parsel ekim mibzeri ile 6 m uzunluğundaki parsellere 20 cm sıra arası mesafede ve 6 sıra olarak yapılmıştır. Dekara 12 kg saf azot (N) ve 8 kg saf fosfor (P₂O₅) hesabıyla gübre kullanılmıştır. Fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle birlikte, kalan azotun yarısı ise sapa kalkma döneminde verilmiştir. Hasat, parsel başlarından 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak atıldıktan sonra geri kalan 6 m² lik alanda HG 140 parsel biçerdöveri ile yapılmıştır.

Çalışmada, tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, zeleny sedimantasyon ve yaş gluten özellikleri incelenmiştir. Tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre değeri Pask et al. (2012)'in belirttiği yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Protein analizi AACCC 39-10 metoduna göre (Anonim 1990) metoduna göre, Zeleny Sedimantasyon analizi ise ICC-No. 115 (Anonim 1982) metoduna göre ve yaş gluten oranı ICC standart 155/1 metoduna (Anonim 1994) göre Near Infrared model 6500 cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, JMP 10 programı kullanılarak Düzgüneş ve ark. (1987) ile Yurtsever (1984)'in bildirdikleri Tesadüf Blokları Deneme Desenine uygun olarak yapılmıştır. Araştırmada, ortalamalar arası farklar Asgari Önemli Fark (A.Ö.F.) testine göre karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan buğday genotiplerinin pedigri ve orjinleri.

Table 1. Pedigree and origin of wheat genotypes used in the study.

Kod	Pedigri/Çeşit	ORJİN
G1	SHARK-1/3/AGRI/BJY//VEE/4/SHARK/F4105W2.1	IWWIP
G2	Polovchanka/PEHLIVAN	IWWIP
G3	NS46.11/3/SDY/TI.RESE1//KTA1/4/55.1744/MEX67.1//NO57/3/ATTILA	IWWIP
G4	SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/BURBOT-4/5/BOEMA	IWWIP
G5	KRASUNIA	UKRAYNA
G6	SHARK/F4105W2.1/6/2.49/SUNCO/5/ATTILA/3/HUI/CARC//CHEN/CHTO/4/ATTILA	IWWIP
G7	SHARK-1/3/AGRI/BJY//VEE/4/SHARK/F4105W2.1	IWWIP
G8	HBA142A/HBZ621A//ABILENE/3/CAMPION/4/F6038W12.1	IWWIP
G9	BR1284//BH114686/ALD/3/CAZO/4/KS940786-6-7	IWWIP
G10	PEHLIVAN	TÜRKİYE
G11	ADMIS//MILAN/DUCULA	IWWIP
G12	PRESL/4/VPM/MOS 83-11-4-8//PEW/3/AFG2/BUC,F1//KVZ	IWWIP
G13	PEHL//RPB 8-68/CHRC/3/506/88-113	IWWIP
G14	CAR422/ANA/YACO/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ/4/BUCUR/5/BUCUR	IWWIP
G15	CEMRE	TÜRKİYE
G16	SHI#4414/CROWS//GK SAGVARI/CA8055	IWWIP
G17	ID800994.W//VEE//PYN/BAU/3/PYN/BAU	IWWIP
G18	ID800994.W//VEE//BAU/KAUZ/3/PYN/BAU	IWWIP
G19	AUS GS50AT34/SUNCO//CUNNINGHAM	IWWIP
G20	SAGİTARİO	İTALYA
G21	Trak/5/Col//093-44/Au/3/Bez//Bez/Tvr/4/Sdv1/6/Vorona/Parus//Hatusha	IWWIP
G22	ID#840335//Pın39/Pew/3/Dmmt	IWWIP
G23	KLEIBER/2*FL80//DONSK.POLUK./3/KS82W409/STEPHENS/4/HATUSHAT	IWWIP
G24	MV14-2000//GUN91/MNCH	IWWIP
G25	SYRENA	UKRAYNA

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Beş standart çeşit ile yirmi hattan oluşan fakültatif buğday genotiplerinin iki lokasyondaki tane verimi ve incelenen kalite (bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, yaş gluten, ve zeleney sedimantasyon) özelliklerine ait elde edilen veriler lokasyon ortalamaları üzerinde birleşik analize tabii tutulmuştur. Yapılan ANOVA analiz sonuçlarına göre; lokasyon etkisi sadece tane verimi, protein oranı, sedimantasyon ve yaş gluten miktarı üzerine etkili olurken, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyon etkileri incelenen tüm özellikler üzerine ($P < 0.01$ veya $P < 0.05$ düzeyinde) önemli olmuştur (Çizelge 2).

Çalışmada incelenen tüm özelliklerdeki en büyük kareler ortalamasının çevre (lokasyon) kaynaklı olduğu ve dolayısıyla oluşan varyasyonun daha çok çevreden kaynaklandığı görülmüştür. Altınbaş ve ark., (2004)'de bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının verim, sedimantasyon ve yaş gluten içeriğine ilişkin performansları üzerinde lokasyon farklılığından kaynaklanan çevresel faktörlerin oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca farklı araştırmacıların farklı yıl ve lokasyonlarda yürüttükleri çalışmalarda benzer sonuçlar elde ettikleri ve incelenen özelliklerdeki en büyük varyasyonun çevre faktörlü olduğunu bildirmişlerdir (Anıl 2000; Başer ve ark., 2001; Aktaş ve ark., 2017).

Çizelge 2. Farklı lokasyonlarda denenen fakültatif buğday genotiplerinde incelenen özelliklere ilişkin varyans analiz sonuçları.**Table 2.** *Resulus from the Variance analysis related to the properties examined in facultative wheat genotypes tested at different locations.*

Varyasyon Kaynakları	Sd	TV		BTA		HL	
		HKO	F	HKO	F	HKO	F
Lokasyon	1	18003.7	8.7*	429.5	10.7	10.9	0.5
Teker.[Lok] &Random	4	2063.9		40.2		22.8	
Genotip	24	8704.8	7.8 **	27.0	14.2 **	8.5	6.6**
LokxGenotip	24	4738.7	4.3 **	12.4	6.57**	7.4	5.7 **
CV (%)		11.2		4.8		1.4	
		PRT		Z SDS		YG	
		HKO	F	HKO	F	HKO	F
Lokasyon	1	444.6	102.1 **	15074.9	105.3**	5163.9	101.6**
Teker.[Lok] &Random	4	4.4		143.5		50.8	
Genotip	24	3.1	2.9**	103.6	2.7**	35.7	2.8**
LokxGenotip	24	2.3	2.1*	76.3	1.9*	26.6	2.1*
CV (%)		6.8		5.7		6.9	

TV: Tane verimi; BTA: Bin tane ağırlığı; HL: Hektolitre ağırlığı; PRT: Protein oranı; GLT: Gluten oranı; Z SDS: Zeleni sedimantasyon değeri; Sd: Serbestlik derecesi.

* 0.05 düzeyinde, ** 0.01 düzeyinde önemli

Tane Verimi

Verim açısından lokasyon ve genotipler arasında geniş ve önemli farklılıklar vardı. Tüm genotip ve lokasyonlarda ortalama verim 220.7 ile 399.7 kg/da arasında değişmekte olup, ortalama verim 296.9 kg/da olmuştur. Muş lokasyonunun ortalama verimi (307.9 kg/da) Diyarbakır lokasyonunun ortalama veriminden (286.0 kg/da) daha yüksek olmuştur. İki lokasyonun ortalamasında en yüksek verim G17 genotipi verirken, G15 genotipi en düşük verime sahip olmuştur. Lokasyonlar bazında genotiplerin verimleri incelendiğinde; Diyarbakır lokasyonunda verimlerin 212.4-357.0 kg/da, Muş lokasyonunda 224.9-442.5 kg/da arasında değişmiştir. Tane verimi açısından genotipler Muş lokasyonunda daha geniş bir varyasyon sergilemişlerdir. G17 genotipi iki lokasyonda en yüksek tane verimi verirken, Diyarbakır lokasyonunda en düşük verim G15 genotipi, Muş lokasyonunda ise G20 genotipi vermiştir. Diyarbakır lokasyonunda G17 genotipi ile aynı grupta yer alan G7, G8, G9, G11, G19 ve G24 genotipleri öne çıkarken, Muş lokasyonunda G17 ile aynı grupta yer alan G13 ve G14 genotipleri öne çıkmıştır. Verim bakımında G17 genotip çevrede en az etkilenirken, G9, G13, G16 ve G19 en fazla etkilenen genotipler olmuştur (Çizelge 3). Çalışmada tane verimi hem genetik hem de çevre faktörlerinden etkilenmiştir. Ancak tane verimi üzerinde çevrenin etkisi daha büyük olmuştur. Benzer şekilde Falconer ve Mackay (1996) de çevresel farklılıkların bazı genotipler üzerinde daha fazla etkide bulunduğu ve ayrıca tane verimindeki farklılığın genotip x çevre interaksyonunun bir sonucu olarak ortaya çıktığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Özberk ve ark, 2004; Kılıç ve ark. 2005; Mut ve ark., 2007; Akçura ve Kaya, 2008).

Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı yönünde lokasyonlar arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemsiz olmuştur. Diyarbakır lokasyonunda ortalama 26.8 g, Muş lokasyonunda ise ortalama 30.9 g olarak saptanmıştır. Muş lokasyonunki ortalama bin tane ağırlığı Diyarbakır lokasyonunda yüksek olmuştur. İki lokasyonun birleşik analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan genotiplerin ortalama bin tane ağırlıkları 24.6 ile 35.1 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bin tane ağırlığı G13 genotipinde saptanırken, en düşük G3 genotipinde saptanmıştır. Genotiplerin lokasyonlar bazında ortalama bin tane ağırlığı incelendiğinde; Diyarbakır lokasyonunda bin tane ağırlıklarının 21.8 ile 31.2 g arasında, Muş lokasyonunda ise 25.5-40.0 g arasında değişmiştir (Çizelge 3). Diyarbakır lokasyonunda G10 genotipi en yüksek bin tane ağırlığına sahip olurken, Muş lokasyonunda G13 genotipi sahip olmuştur. Tane veriminde olduğu gibi bin tane ağırlığı yönünde de genotipler Muş lokasyonunda Diyarbakır lokasyonuna göre daha geniş bir varyasyona sahip olmuşlardır. G2, G13, G17 ve G18 genotipleri her iki lokasyonda da ortalamaların

üzerinde ve daha stabil bir durum sergileyen genotipler olmuştur. Bin tane ağırlığında görülen farklılığa genotiplerin genetik yapısının yanı sıra çevre koşullarında etkili olduğu saptanmıştır. Bulgularımıza benzer şekilde birçok araştırmacı buğdayda bin tane ağırlığının genetik yapı ve ekolojik faktörlerden önemli derecede etkilendiği ve özellikle başaklanma sonrası çevre koşullarını daha iyi değerlendiren genotiplerin bin tane ağırlığının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Korkut ve Ünay, 1987; Mut ve ark. 2007).

Çizelge 3. Farklı lokasyonlarda test edilen buğday genotiplerinin tane verimi ve bin tane ağırlığı ortalamaları

Table 3. Mean grain yield and thousand grain weight of wheat genotypes tested at different locations

Genotipler	Tane Verimi (kg/da)			Bin Tane Ağırlığı (g)		
	Diyarbakır	Muş	Ortalama	Diyarbakır	Muş	Ortalama
G1	273.8 d-g	266.7 h-k	270.3 h-k	22.7 jk	27.1 d-g	24.9 lm
G2	245.9 gh	302.1 e-j	274.0 g-k	31.1 a	35.6 ab	33.3 ab
G3	253.6 f-h	292.1 f-j	272.8 g-k	23.6 ı-k	25.6 fg	24.6 m
G4	269.6 d-g	348.1 d-f	308.8 d-g	25.7 e-ı	31.6 b-d	28.6 e-ı
G5	296.6 b-f	302.1 e-j	299.4 d-ı	25.5 f-ı	30.3 c-f	27.9 g-j
G6	271.0 d-g	263.3 h-k	267.2 h-k	28.5 b-d	28.7 c-g	28.6 f-ı
G7	326.8 a-c	303.0 e-j	314.9 c-f	25.2 g-j	26.5 e-g	25.8 k-m
G8	308.0 a-e	310.5 e-h	309.2 d-g	30.5 ab	28.7 c-g	29.6 e-g
G9	346.6 ab	328.5 d-g	337.5 b-d	25.6 e-ı	25.5 g	25.5 k-m
G10	287.5 c-g	244.9 jk	266.2 ı-k	31.2 a	29.5 c-g	30.3 d-f
G11	313.6 a-e	294.6 f-j	304.1 d-ı	28.1 b-e	29.5 c-g	28.8 e-h
G12	269.8 d-g	247.5 ı-k	258.6 j-l	26.0 d-ı	26.8 d-g	26.4 j-m
G13	279.7 c-g	416.0 ab	347.8 bc	30.2 ab	40.0 a	35.1 a
G14	292.3 c-g	415.4 a-c	353.9 b	25.7 e-ı	32.6 bc	29.1 e-h
G15	212.4 h	229.0 k	220.7 l	28.0 b-f	31.2 b-e	29.6 e-g
G16	267.6 e-g	374.3 b-d	320.9 b-e	21.8 k	32.6 bc	27.2 h-k
G17	357.0 a	442.5 a	399.7 a	28.5 b-d	32.7 bc	30.6 c-e
G18	275.2 d-g	356.6 c-e	315.9 b-f	29.2 a-c	35.5 ab	32.3 bc
G19	319.1 a-d	283.7 g-k	301.4 d-ı	25.5 f-ı	30.3 c-f	27.9 g-j
G20	251.2 f-h	224.9 k	238.1 kl	25.3 g-ı	28.2 c-g	26.8 ı-l
G21	277.6 c-g	301.0 e-j	289.3 e-j	24.6 h-j	35.6 ab	30.1 d-f
G22	256.1 f-h	304.7 e-ı	280.4 f-j	27.2 c-g	31.5 b-d	29.3 e-g
G23	292.8 c-g	268.0 h-k	280.4 f-j	27.0 c-h	32.8 bc	29.9 d-f
G24	326.2 a-c	248.6 ı-k	287.4 e-j	25.0 g-j	28.2 c-g	26.6 j-l
G25	280.0 c-g	329.9 d-g	305 d-h	27.3 c-g	36 ab	31.6 b-d
Ortalama	286.0 B	307.9 A	296.9	26.8	30.9	28.8

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli değildir.

Hektolitre Ağırlığı

Tanenin dolgunluğu, yoğunluğu, şekli, büyüklüğü ve homojenliğini etkileyen hektolitre ağırlığı yönünde lokasyon ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak Diyarbakır, Muş ve her iki lokasyonun birleşik analizinde hektolitre ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hektolitre ağırlığı Diyarbakır lokasyonunda (78.6 kg) Muş lokasyonuna (78.0 kg) oranla daha yüksek gerçekleşmiştir. Genotiplerin Diyarbakır ve Muş lokasyonlarındaki hektolitre ağırlıkları sırasıyla 73.4-81.9 kg/hl ve 74.9-80.6 kg/hl arasında değişmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı Diyarbakır lokasyonunda G8 genotipinde elde edilirken, Muş lokasyonunda G18 genotipinde elde edilmiştir. İki lokasyonun birleşik analizinde ise genotiplerin hektolitre ağırlıkları 76.1-81.0 kg arasında değişmiştir (Çizelge 4). İki lokasyonun birleşik analizinde en yüksek hektolitre ağırlığı G18 genotipinde elde edilmiştir. G18 genotipi Diyarbakır lokasyonunda en yüksek değere sahip olan G8 genotipi ile aynı grupta yer almıştır. Bu genotiple birlikte G2, G6, G11, G17 ve G19 genotipleri hektolitre ağırlığı yönünde çevre faktöründe fazla etkilenmeyen ve daha kararlı genotipler olmuştur. G10, G20 ve G16 genotipleri ortalamaların altında ve çevreden en fazla etkilenen kararsız genotipler olarak

belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda hektolitre ağırlığının; çevre, genotip, uygulanan kültürel uygulamalar, hastalık ve zararlılar gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir (Campbell ve ark., 1995; Mut ve ark., 2005; Aydın ve ark., 2005; Kahraman ve ark., 2017).

Çizelge 4. Farklı lokasyonlarda test edilen buğday genotiplerin ortalama hektolitre ağırlığı ve protein oranı.

Table 4. Average hectolitre weight and protein ratio of wheat genotypes tested at different locations.

Genotipler	Hektolitre (Hl)			Protein (%)		
	Diyarbakır	Muş	Ortalama	Diyarbakır	Muş	Ortalama
G1	77.4 g-k	78.8 a-e	78.1 e-ı	16.6 c-e	12.7 d-f	14.6 de
G2	81.0 a-d	79.0 a-e	80.0 a-c	16.8 c-e	13.4 b-d	15.1 b-e
G3	79.8 a-f	76.7 b-f	78.3 d-h	16.4 c-e	13.0 c-f	14.7 de
G4	78.1 f-j	79.0 a-e	78.6 c-g	15.6 de	11.7 ef	13.7 e
G5	76.6 jk	77.6 a-f	77.1 g-k	17.4 c-e	12.4 d-f	14.9 c-e
G6	81.3 a-c	78.2 a-f	79.8 a-d	17.8 b-e	12.7 d-f	15.2 b-d
G7	79.8 a-f	76.8 b-f	78.3 d-h	15.6 e	13.8 b-d	14.6 de
G8	81.9 a	77.4 a-f	79.7 a-f	17.2 c-e	12.4 d-f	14.8 c-e
G9	78.5 e-j	74.9 f	76.7 h-k	16.3 de	13.5 b-d	14.9 c-e
G10	80.4 a-e	75.7 d-f	78.1 f-j	17.0 c-e	11.5 f	14.2 de
G11	81.8 a	79.3 a-d	80.6 ab	17.0 c-e	15.8 a	16.4 ab
G12	78.7 e-j	75.5 ef	77.1 g-k	17.6 b-e	14.9 ab	16.2 a-c
G13	79.2 c-h	79.3 a-d	79.3 b-f	16.0 de	12.7 d-f	14.3 de
G14	79.1 d-ı	79.7 a-c	79.4 a-f	16.3 c-e	12.5 d-f	14.4 de
G15	78.4 e-j	75.1 f	76.8 h-k	18.0 b-e	14.4 a-c	16.2 a-c
G16	73.4 l	78.9 a-e	76.1 k	18.1 b-d	12.7 d-f	15.4 b-d
G17	79.9 a-f	79.6 a-c	79.7 a-d	17.9 b-e	13.2 c-e	15.5 b-d
G18	81.5 ab	80.6 a	81.0 a	18.1 b-e	13.0 c-f	15.5 b-d
G19	79.6 b-g	79.8 ab	79.7 a-e	17.0 c-e	12.8 c-f	14.9 c-e
G20	77.0 ı-k	75.5 ef	76.2 k	20.2 ab	13.9 b-d	17.0 a
G21	75.5 kl	79.6 a-c	77.6 g-k	21.1 a	13.7 b-d	17.4 a
G22	76.9 ı-k	76.1 c-f	76.5 jk	17.4 c-e	12.9 c-f	15.1 b-e
G23	75.5 kl	77.6 a-f	76.6 ı-k	17.2 c-e	13.9 b-d	15.6 b-d
G24	77.3 h-k	77.7 a-f	77.5 g-k	16.6 c-e	13.2 c-e	14.9 c-e
G25	75.6 kl	79.1 a-e	77.3 g-k	19.0 a-c	11.8 ef	15.4 b-d
Ortalama	78.6	78.0		17.4 A	13.2 B	

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli değildir.

Protein oranı (%)

Protein içeriği son zamanlarda değirmenciler için önemli bir ödeme ölçütüdür ve genellikle un veya irmik gibi makarna ve unlu mamullerin öncülleri için kalite kriteri olarak kullanılmaktadır (Laidig et al., 2018; Rapp et al., 2018). Protein oranı bakımında lokasyon ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Diyarbakır lokasyonunun ortalama protein oranı (%17.4) Muş lokasyonundan (%13.2) daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan incelenen genotiplerin protein içeriği; lokasyonların birleşik analizinde %13.7 (G4)–17.4 (G11) arasında değişmiştir. Genotiplerin lokasyon bazında ortalama protein içeriği incelendiğinde; Diyarbakır lokasyonunda protein oranının %15.6–21.1 ve Muş lokasyonunda %11.5–15.8 arasında değişmiştir. Ünal (2002), buğdayda protein oranının tür, çeşit, çevre koşulları ve yetiştirme tekniğine bağlı olarak %6–22 arasında değiştiğini bildirmektedir. Bulgularımızda belirtilen değerler arasında değişmiştir. G21 genotipi Diyarbakır'da en yüksek protein oranına sahip olurken, Muş lokasyonunda G11 genotipi olmuştur (Çizelge 4). Protein içeriği bakımında genotipler Diyarbakır lokasyonunda daha geniş bir varyasyon göstermişlerdir. Genotip ortalamaları üzerinde protein oranına sahip olan G15, G17, G18 ve G23 genotipleri çevreden daha az etkilenen ve iki lokasyonun en yüksek

protein içeriğine sahip olan G21 ve G11 genotiplerinden daha stabil olmuşlardır. G7, G11, G21 ve G2 genotipleri ise çevre faktöründen en faz etkilenen ve en kararsız genotipler olmuştur. Benzer şekilde, diğer birçok çalışma buğdayda protein içeriğinin genetik kontrolden çok yağış, sıcaklık, toprağın fertilitesi ve gübre yönetim rejimleri gibi çevresel etkilerle ilişkilendirilmiştir. (Crosbie ve Fisher 1987; Simmonds 1989; Rharrabti et al., 2001; Mut ve ark., 2010; Surma et al., 2012). Muş lo

Zeleny Sedimentasyon Değeri

Buğdayın gluten miktarı ve kalitesini belirten sedimentasyon değeri yönünde lokasyon ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak da önemli bulunmuş ve Diyarbakır lokasyonundaki ortalama sedimentasyon değeri (52.2 ml) Muş lokasyonundan (28.9 ml) daha yüksek olmuştur. Ayrıca lokasyonların ayrı ve birleşik analizlerinde genotiplere ait ortalama z sds değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İki lokasyonun birleşik analizinde genotiplerin z sds değerleri 32.5–54.0 ml değerleri arasında değişirken, Diyarbakır lokasyonunun 42.7-67.6 ml ve Muş lokasyonunun 18.3-44.2 ml değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Çizelge çizelge5. Farklı lokasyonlarda test edilen buğday genotiplerinin ortalama zeleny sedimentasyon ve yaş gluten değerleri

Table 5. Average zeleny sedimentation and wet gluten values of wheat genotypes tested at different locations

Genotipler	Z. sedimentasyon			Yaş Gluten		
	Diyarbakır	Muş	Ortalama	Diyarbakır	Muş	Ortalama
G1	49.5 b-f	26.8 c-ı	38.2 d-h	41.9 c-e	28.8 d-f	35.4 de
G2	49.9 b-f	29.9 b-h	39.9 c-h	42.9 c-e	31.2 b-d	37.0 b-e
G3	47.6 b-f	27.6 c-ı	37.6 e-h	41.4 c-e	29.7 c-f	35.5 de
G4	43.6 f	21.4 g-ı	32.5 h	38.6 de	25.5 ef	32.1 e
G5	52.2 b-f	23.4 f-ı	37.8 e-h	44.6 c-e	27.6 d-f	36.1 c-e
G6	54.9 b-e	25.0 d-ı	40.0 c-h	46.0 b-e	28.7 d-f	37.3 b-d
G7	42.7 f	33.7 b-d	38.2 d-h	37.7 e	32.6 b-d	35.1 de
G8	52.0 b-f	23.9 e-ı	37.9 e-h	44.1 c-e	27.9 d-f	36.0 c-e
G9	47.3 c-f	30.7 b-g	39.0 c-h	40.9 c-e	31.4 b-d	36.1 c-e
G10	52.2 b-f	18.3 ı	35.2 gh	43.4 c-e	24.7 f	34.0 de
G11	49.7 b-f	44.2 a	47.4 a-c	43.5 c-e	39.5 a	41.5 ab
G12	54.6 b-e	38.1 ab	46.4 a-e	45.4 b-e	36.1 ab	40.7 a-c
G13	45.7 ef	26.9 c-ı	36.3 f-h	40.0 de	28.7 d-f	34.4 de
G14	47.2 d-f	24.7 d-ı	36.0 f-h	41.0 c-e	27.9 d-f	34.5 de
G15	58.0 a-c	35.7 a-c	46.8 a-d	46.9 b-e	34.4 a-c	40.7 a-c
G16	57.4 a-d	26.8 c-ı	42.1 c-g	47.1 b-d	28.8 d-f	38.0 b-d
G17	58.1 ab	31.1 b-f	44.6 b-f	46.4 b-e	30.3 c-	38.4 b-d
G18	57.7 a-d	28.5 c-h	43.1 b-g	47.1 b-e	29.8 c-f	38.4 b-d
G19	52.2 b-f	28.7 b-h	40.5 c-h	43.5 c-e	29.1 c-f	36.3 c-e
G20	56.5 b-d	33 b-e	51.5 ab	54.4 ab	32.8 b-d	43.6 a
G21	67.6 a	33 b-e	54.0 a	57.5 a	32.2 b-d	44.8 a
G22	53.3 b-f	27.1 c-ı	40.2 c-h	44.7 c-e	29.2 c-f	36.9 b-e
G23	52.7 b-f	33.9 b-d	43.3 b-g	44.1 c-e	32.8 b-d	38.4 b-d
G24	48.3 b-f	28.9 b-h	38.6 d-h	42.0 c-e	30.4 c-e	36.2 c-e
G25	53.0 b-f	20.4 hı	41.4 c-g	50.3 a-c	25.6 ef	38.0 b-d
Ort.	52.2 A	28.9 B		44.6 A	30.3 B	

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli değildir.

İki lokasyonun birleşik analizinde ve Diyarbakır lokasyonunda en yüksek değer G21 genotipinde saptanırken, Muş lokasyonunda G11 genotipinde saptanmıştır. Genotiplerin ortalamaları üzerinde sedimentasyon değerine sahip olan G15, G17, G20 ve G23 genotipi çevreden daha az etkilenmiş ve bu genotipler lokasyonlarda en yüksek değere sahip olan G21 ve G11 genotipinden daha stabil olmuşlardır. Çalışmada elde edilen sedimentasyon sonuçları, Aktaş ve ark. (2017), Kahraman ve ark. (2017), Olgun ve ark. (2019) çalışmalarlarıyla benzerlik göstermiştir.

Yaş gluten

Buğdayın ekmeklik kalitesinin önemli göstergelerinden olan yaş gluten, buğday bileşiminde bulunan gliadin ve glutenin proteinlerinin su alarak şişmek suretiyle meydana getirdikleri elastik bir maddedir. Yaş gluten miktarı yönünde istatistiki olarak önemli bulunan Diyarbakır lokasyonundaki ortalama değer (44.6) Muş lokasyonundan (30.3) daha yüksek olmuştur. Lokasyon bazında ve iki lokasyonun birleşik analizlerinde genotip ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İki lokasyonun birleşik analizinde genotiplerin ortalama yaş gluten değerleri 32.1-44.8 arasında değişirken, Diyarbakır ve Muş lokasyonunda sırasıyla 37.7-57.5 ve 24.7-39.5 değerler arasında değişmiştir (Çizelge 5). Tayyar (2005), %30.5-42.5, Bayoumi ve El- Demardash (2008), %33.7- 42.5, Kahraman ve ark.(2008), %30.25- 42.98, Abugalieva ve Pena (2009), %30.0-38.4 arasında belirleyerek çalışmada elde ettiğimiz oranlara paralel sonuçlar elde etmişlerdir.

Çalışmamızda sedimentasyon değeri ile bir paralellik gösteren yaş gluten değeri yönünde iki lokasyonun birleşik analizinde ve Diyarbakır lokasyonunda G21 genotipi, Muş lokasyonunda ise G11 genotipi en yüksek değere sahip olmuşlardır. Genotip ortalamaları üzerinde yaş gluten miktarına sahip G15, G17 ve G20 genotipleri çevreden fazla etkilenmeyen ve istikrarlı genotipler olmuşlardır. Buna karşın genotip ortalamaları altında yaş gluten değerine sahip olan G7 ve Muş lokasyonunda en yüksek değere sahip olan G11 genotipleri en kararsız genotipler olmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda da yaş gluten miktarının çevre ve çeşitten etkilendiği bazı araştırmacılar tarafında bildirilmiştir (Kınacı ve ark., 2006; Altınbaş ve ark., 2004; Williams ve ark., 2008; Olgun ve ark., 2019).

SONUÇ

Çalışmada elde edilen bulgular; denenen çeşit ve hatların verim ve incelenen kalite (bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, yaş gluten, ve zeleny sedimentasyon) özellikleri üzerine lokasyon farklılığından kaynaklı çevresel faktörlerin oldukça etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada kullanılan genotipler her iki yerde de aynı olduğundan, çeşitlerin incelenen özellikler bakımında farklılıkları esas olarak genotip x çevre etkileşiminden kaynaklanmıştır. Çalışmada ayrıca tane verimi ve incelenen kalite özellikler üzerine çevre etkisinin genotip etkisinden daha önemli olduğu saptanmıştır. Genotip x çevre etkileşimi, incelenen kalite parametreleri açısından genotip ve çevre ile karşılaştırıldığında daha küçük boyuttaydı. Tane dolum ve olgunlaşma döneminde daha yüksek sıcaklıklara sahip olan Diyarbakır lokasyonu kalite parametreleri bakımında öne çıkarken, Muş lokasyonu tane verimi yönünde öne çıkmıştır. Tane verimi yönünde, G17 genotipi en yüksek ortalama performans gösteren ve iki test ortamında da son derece kararlı olmuştur. Bu yüzden bu genotip Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesi geçit kuşağı alanlarına uygun tescile aday olarak tespit edilmiştir. Ayrıca ileride yapılacak olan kaliteye yönelik ıslah çalışmalarında G11 ve G21 genotipleri uygun ebeveynler olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçura, M. and Y. Kaya, 2008. Nonparametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.)", *Genetics and Molecular Biology*, 31(4): 906-913, 2008.
- Aktaş, H. İ. Erdemci, M. Karaman, E. Kendal ve S. Tekdal, 2017. Bazı kışlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri bakımından GGE biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Tr. Doğa ve Fen Derg.* Vol. 6 No. 1; 43-51.
- Altınbaş, M., M. Tosun, S. Yüce, C. Konak, E. Köse, R.A. Can, 2004. Effects of Genotype and Location on the Grain Yield and Some Quality Traits in Bread Wheats (*T. aestivum* L.). *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2004, 41 (1): 65-74
- Ames, N.P., J.M. Clarke, B.A. Marchylo, J.E. Dexter and S.M. Woods, 1999. Effect of environment and genotype on durum wheat gluten strength and pasta viscoelasticity. *Cereal Chem.* 76: 582-586.
- Anderson, W.K., B.J. Shackey and D. Sawkins, 1998. Grain yield and quality: does there have to be a trade-off? *Euphytica* 100: 183-188.

- Anıl, H. 2000. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. O.M.Ü. Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi. Samsun, 76.
- Anonim. 1982. ICC-Standart No:115/1. International Association for Cereal Chemistry
- Anonim. 1990 AACC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, USA.
- Anonim. 1994. ICC-Standart No:155/1., 1994, International Association for Cereal Chemistry.
- Aydın, N., H.O. Bayramoğlu, Z. Mut, H. Özcan, 2005. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının Karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. AÜZF Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3): 257–262.
- Başer, N., İ. Öztürk, R. Avcı ve T. Kahraman, 2001. Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen buğday çeşitlerinin verim, kalite ve diğer bazı özellikleri ile buğday tarımının önemli sorunları. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Tekirdağ, 1, 63-68.
- Campbell, L.D., R. J. Boila, S.C. Stothers, 1995. Variation in the chemical composition and test weight of barley and wheat grain grown at selected locations throughout Manitoba. Can. J. Anim. Sci. 75 (2): 239-246.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu, F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve deneme metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- Kahraman, T., İ. Öztürk, R. Avcı ve H. Aktaş, 2017. Genotip x çevre interaksyonunun ekmeklik buğdayda (*T. aestivum* L.) Bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2017, 26 (Özel Sayı): 15–22.
- Kılıç, H., İ. Erdemci, T. Karahan, H. Aktaş, H. Karahan, E. Kendal, 2005. Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim stabiliteyi üzerine araştırmalar. GAP IV Tarım Kongresi, 809-814, 21-23 Eylül Şanlıurfa, 2005.
- Kınacı, G., R. Avcıoğlu, Z. Budak ve E. Kınacı, 2006. Geliştirilmiş buğday hatlarında bazı kalite değerlerinde genetik varyabilite, Hububat 2006 Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep, 90-94 s.
- Laidig, F., H.P. Piepho, A. Hüsken, J. Begemann, D. Rentelc, T. Drobek, U. Meyer, 2018. Predicting loaf volume for winter wheat by linear regression models based on protein concentration and sedimentation value using samples from VCU trials and mills. J Cereal Sci. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.07.015>. Erişim: Nisan, 2020.
- Mızrak G. 1983. Türkiye İklim Bölgeleri ve Haritası. Orta Anadolu Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Yayın No:52, Ankara.
- Nehe, A., B. Akin, T. Sanal, A. Kaplan, R. Ünsal, N. Dinçer, L. Demir, H. Geren, İ. Sevim, Ş Orhan, A. Yaktubay Ezici, C. Guzman, A. Morgounov, 2019. Genotype x environment interaction and genetic gain for grain yield and grain quality traits in Turkish spring wheat released between 1964 and 2010. PLoS ONE 14(7): e0219432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219432>.
- Olgun, M., Z. Başçıftçi, G. Arpacıoğlu, D. Katar ve D. Aydın, 2019. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Uygulamalı Biyoloji ve Çevre Bilimleri Dergisi, Cilt:1, Sayı:2 (5 -11).
- Özberk, İ., F. Özberk, Y. Coşkun, E. Demir ve C. Doğru, 2004. Makarnalık buğday çeşit tescil denemelerinde genotip x çevre interaksyonlarının rank (sıra) analizi metoduyla incelenmesi. HR. Ü.Z.F. Dergisi, 8 (1): 71-75.
- Pask, A.J.D., J. Pietragalla, D.M. Mullan and M.P. Reynolds, 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico City, Mexico: CIMMY.
- Peterson, C.J., R.A. Graybosch, D.R. Shelton and P.S. Baenziger, 1998. Baking quality of winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains. Euphytica 100: 157-162.
- Rapp, M., V. Lein, F. Lacoudre, J. Lafferty, E. Müller, G. Vida, V. Bozhanova, A. Ibraliu, P. Thorwarth, H.P. Piepho, W.L. Leiser, T. Würschum and C.F.H. Longin, 2018. Simultaneous improvement of grain yield and protein content in durum wheat by different phenotypic indices and genomic selection. Theor Appl Genet 131:1315–1329. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3080-z>
- Rharrabti, Y., D. Villegas, L.F. Garcia del Moral, N. Aparicio, S. Elhani and C. Royo, 2001. Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Plant Breeding 120: 381-388.

- Smith, G.P. and M.J. Gooding, 1999. Models of grain wheat quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agric. For. Meteorol.* 94: 159-170.
- Surma, M., T. Adamski, Z. Banaszak, Z. Kaczmarek, H. Kuczyńska, M. Majcher, B. Ługowska, W. Obuchowski, B. Salmanowicz and K. Krystkowiak, 2012). Effect of genotype, environment and their interaction on quality parameters of wheat breeding lines of diverse grain hardness, *plant production science*, 15:3, 192-203, doi: 10.1626/pps.15.192
- Williams R.M., L. O'Brien, H.A. Eagles, V.A. Solah, V. Jayasena, 2008. The influences of genotype, environment, and genotype x environment interaction on wheat quality. *Aust J Agric Res.* 2008;59(2):95.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel istatistik metotları. Toprak ve gübre araştırma enstitüsü yayınları, genel yayın No: 50, Ankara.


Araştırma Makalesi
(Research Article)


Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):431-443
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.745545>

Salih SEZER^{1*} 

Çağrı KANDEMİR² 

Gülşah AKGÜL³ 

Ebru KARAKAYA BİLEN³ 

Cemal ÜN⁴ 

Turgay TAŞKIN² 

¹Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek
Yüksekokulu, Eşme-Uşak/Türkiye

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü, İzmir/Türkiye

³Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji
Bölümü, Muş/Türkiye

⁴Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi,
Siirt/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
salih.sezer@usak.edu.tr

Anahtar sözcükler: Koyun-keçi işletmeleri,
pire görülme sıklığı, pire mücadele yöntemleri,
Uşak İli

Keywords: Sheep-goat farms, frequency of
fleas, flea struggle methods, Uşak province

Uşak İli küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pire zararlarını belirlemeye yönelik bir ön çalışma

A preliminary study to identify flea damages at small ruminant
farms in Uşak province

Alnış (Received): 30.05.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 30.03.2021

ÖZ

Amaç: Uşak ili merkez, Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı ve Banaz ilçelerine bağlı köylerde bulunan küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pirenin mevcut durumu ve bununla yapılan mücadele yöntemleri hakkında bir durum tespiti yapmaktır.

Materyal ve Metot: Araştırma materyalini, Uşak ili merkez ile 5 ayrı ilçede (Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı ve Banaz) İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından gayeli örnekleme yöntemiyle seçilen 170 küçükbaş işletmesi oluşturmuştur.

Araştırma Bulguları: Çalışmada, temel üretim dalına göre durum incelendiğinde tüm ilçelerde süt verimi ön planda iken (%40-70) besi/kasaplık hayvan yapan işletmelerin oranı %20 ve bunun altında gerçekleşmiştir. İşletmelerinin %66-86'sı yemini satın alma yoluyla temin ederken, yemini kendi yetiştiricilerin oranı oldukça düşüktür (%2-30). Çalışmada, Karahallı ilçesi dışında sürülerde pire görülme oranı düşüktür (%10-29). Pirenin sürülerde görülme oranı en yüksek Sivaslı (%70) en düşük Ulubey (%41) ilçesindedir. İşletmelerde pirenin en çok görüldüğü hayvan yaş grubu yavrular olup bu oran %10-66 arasında değişmektedir. İşletmelerinde pirenin vücutta görece olarak en az görüldüğü bölge kulak (%6.2-20) olup bunu meme ve çevresi (%2-30) olmuştur. Pirenin genel olarak en yoğun görüldüğü bölge sırttır (%20-50).

Sonuç: Uşak ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinde bulunan hayvanların düzenli aralıklarla pire yönünden muayene ve tedavilerinin yapılması gerekir. Koyun ve keçi yetiştiricilerine verilecek eğitim çalışmalarlarıyla da konunun önemi iyi anlatılmalıdır.

ABSTRACT

Objective: To determine the current status of flea and methods of struggling with it in small ruminant farms in the villages of Uşak namely Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı and Banaz districts.

Material and Methods: The research material consisted of 170 small ruminant farms selected from the provincial Agriculture and Forestry Directorate records in the province center of Uşak and 5 different districts (Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı and Banaz).

Results: In the study, when the situation is analyzed according to the basic production branch, while milk yield is at the forefront in all districts (40-70%), the ratio of farms that make fattening animals is 20%. While 66-86% of the enterprises purchase the feed from commercial enterprises, the procurement rate is very low (2-30%) while purchasing the feed in its own land. It was also found that the incidence of fleas in herds is low, except for Karahallı district (10-29%). The highest incidence of fleas in herds is in Sivaslı (70%) and the lowest in Ulubey (41%). The animal age group in which fleas are seen most frequently in farms is offspring and this rate varies between 10-66%. Ear (6.2-20%) is the region where the flea is seen in the body relatively in the least, and its breast and circumference (2-30%). The region where the flea is most common is the ridge (20-50%).

Conclusion: It is necessary to examine and treat the animals in the small ruminant of Uşak province periodically in terms of fleas. The importance of the subject should be explained well with the training studies to be given to sheep and goat breeders.

GİRİŞ

Pireler çok çeşitli hastalıkları insan ve diğer hayvanlara bulaştıran ektoparazit böceklerdir (Wall and Shearer, 2001). Kuşlar ve memelilerden kan emerek beslenen pireler, yaklaşık 1.5-4 mm uzunluğunda, kanatsız küçük eklembacaklılardır (Krämer and Mencke, 2001). Taksonomik olarak Siphonaptera takımına aittirler (Eckert ve ark. 2000). Bu isim hortum şeklindeki ağızlarından ve kanatsız oluşlarından dolayı verilmiştir (Yunanca siphon=boru, aptera=kanatsız). Yaklaşık 60 milyon yıllık bir geçmişi olan ve tarih öncesi memelilerde bile bulunan pireler dünya çapında yaygındır (Rahbari et al. 2008). Kuzey ve Güney Kutbu gibi sıra dışı bölgelerde yaşayan kuşlarda bile görülmüşlerdir (Krasnov, 2008). Bugüne kadar yaklaşık 2700 pire türü ve alttürü tanımlanmıştır (Keskin et al. 2018; Hastriter and Bossard, 2018). Bilinen pire türlerinin % 94'ü memelilerde (Vashchenok, 1988; Beaucournu et al. 2005), geriye kalan % 6'sı da kuşlarda görülür (Durdan and Traub, 2009a). Türkiye'den bugüne kadar 83 pire türü bildirilmiş ve 36 cins altında sınıflandırılmıştır. En yaygın familyalar Ctenophthalmidae ve Ceratophyllidae (Rust and Dryden, 1997).

Pirenin çok sayıda türü olup bunun önemli bir kısmı memeli hayvanlarda bulunurken kuş ve diğer hayvan türlerinde çok az rastlanılır (Dobler and Pfeffer, 2011). Dış parazitlerin neden olduğu hastalıklar, hem insan hem de hayvanlar için önemli bir tehlikedir. Bu bağlamda parazitler, yaptıkları ısırma davranışı ile gerek ağrı vermeleri gerekse çok miktarda kan emmeleri açısından dikkat çekmektedir (Buckland and Sadler, 1989; Wall, 2007). Pirelerin bir diğer önemi ise 2500 tür, 220 genus ve 15 familya ile dünyanın birçok kıta ve ülkesinde görülebilmeleridir (Durdan and Hinkes, 2009b). Önemli bir dış parazit olan pire, gerek insan gerekse çiftlik hayvanlarına önemli zarar vermektedir. Pireler, zaman zaman konakçılarına geçici olarak kullanıp başka bir konakçıya geçerek yaşam döngülerini burada tamamlarlar (Yacob, 2008a,b,c). Evcil memeli hayvanların tümü için önemli bir sorun olarak kabul edilmekle birlikte pirelerin koyunlardaki (Dipeolu, 1975; Kusulika et al. 1996), etkileri konusunda farklı bildirişler de vardır (Fagbemi, 1982; Walker et al. 2003).

Türkiye ekonomisinde koyun-keçi yetiştiriciliğinin önemli bir yeri olmakla birlikte (Ertuğrul ve ark. 2010; Taşkın ve ark. 2017; Akgül ve ark. 2019; Kandemir ve ark. 2019) salgın hayvan hastalıkları ile iç-dış parazitlerin neden olduğu ekonomik kayıplar da söz konusudur (Burgu ve ark. 1985; Aydeniz ve Köse, 1997; Keskin ve ark. 2018). Araştırmanın materyalini oluşturan pireler, ısırma ve ısırma ile ilgili olarak çiftlik hayvanlarında şiddetli bir kaşıntı, tüy dökülmesi, ileri aşamalarda akanthosis, hiperpigmentasyon ve hiperkeratinizasyon meydana geldiği, insanlarda ise genellikle pulicosis'in şekillendiği bildirilmektedir (Soulsby, 1982; Steinbrink, 1989; Ugochukwu et al. 1985; Unat ve ark., 1995; Yeruham et al. 1997; Yacob, 2013)

Çalışmanın yapıldığı Uşak ili, Ege Bölgesinin İç Batı Anadolu bölümünde, Ege Bölgesi ile İç Anadolu bölgesinin birbirlerinden ayrıldığı İç Batı Anadolu eşiğinin batı kenarında yer almaktadır. Uşak'ın kuzeyinde Kütahya, doğusunda Afyonkarahisar, güneyinde Denizli ve batısında Manisa illeri bulunmaktadır. 5.341 km² lik alana sahip olan Uşak, yüzölçümü itibariyle iller sıralamasında 64. sırada yer almakta ve ülke yüzölçümünün % 0.7'lik kısmını oluşturmaktadır. Uşak ili, komşuları olan Kütahya ve Afyonkarahisar illeri ile birlikte İç Anadolu ile Ege Bölgesi arasındaki geçiş bölümünü oluşturmaktadır (<https://usak.tarimorman.gov.tr/>). Kuzeyinde Şaphane, Kuzeydoğusunda Murat Dağı bulunan Uşak ili, Güneydoğu tarafında Bulkaz Dağı ile çevrilidir. Uşak ilinin 2017 yılında toplam yüzölçümünün % 40'ı (2.2 milyon dekar) tarım alanı olarak kullanılmıştır. Tarım alanlarının % 97.3'ünde tahıllar ve diğer bitkisel ürünler ekilirken, %4.27'sinde meyveler, içecek ve baharat bitkileri yetiştirilmiştir. Uşak'ta bitkisel üretimde öne çıkan ürünler arpa, buğday, yem bitkileri, karpuz, domates ve üzüm olmuştur (Mecik et al. 2013). Uşak ilinde Merkez ve Banaz ilçelerinde jeotermal enerji kaynakları bulunmaktadır. Gerek büyükbaş gerek küçükbaş hayvan varlığı, ilde süt ve süt ürünleri sektörlerinin gelişmesi için uygun ortam sağlamıştır.

Bu çalışmanın amacı; Uşak ili merkez, Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı ve Banaz ilçelerine bağlı köylerde bulunan küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pirenin mevcut durumu ve bununla yapılan mücadele yöntemleri hakkında bir durum tespiti yapmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyalini, Uşak ili merkez, Eşme, Ulubey, Karahallı, Sivaslı ve Banaz ilçelerine bağlı köylerde bulunan küçükbaş hayvancılık işletmelerinden elde edilen veriler oluşturmuştur. Bu amaçla küçükbaş hayvan varlığı bakımından ilçeyi temsil eden köyler, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü kayıtları ile bölgede görev yapan veteriner hekimlerin görüşü alınarak belirlenmiştir. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinden 2018 yılında yapılan anketlerle veriler toplanmıştır.

Çalışma Alanı

2017 yılında Uşak ili 402 248 baş toplam küçükbaş hayvan varlığı ile en yüksek toplam küçükbaş hayvan sayısında Türkiye’de 40., Ege Bölgesinde 6. sırada; 340 330 baş koyun ile en yüksek koyun sayısında Türkiye’de 38., Ege Bölgesinde 5. sırada; 61 918 baş keçi ile en yüksek keçi sayısında Türkiye’de 49., Ege Bölgesinde 8. sırada yer almaktadır (Kara ve ark. 2010).

Uşak ilçeleri arasında toplam küçükbaş hayvan sayısı en yüksek olan ilçe 141 877 baş ile Eşme olurken, toplam küçükbaş hayvan sayısı en düşük olan ilçe 10 665 baş ile Karahallı ilçesidir. Koyun sayısı en yüksek olan ilçe 134 087 baş ile Eşme olurken, koyun sayısı en düşük olan ilçe 8 816 baş ile Karahallı ilçesidir. Uşak ilçeleri arasında en yüksek keçi sayısına sahip ilçe ise 20 729 baş ile Merkez iken en düşük keçi sayısına sahip ilçe 1 849 baş ile Karahallı olarak gerçekleşmiştir (<https://usak.tarimorman.gov.tr/>).

İlçede Hayvansal Üretim

2017 yılı itibariyle Uşak ili 129 264 baş sığır ile en yüksek sığır sayısında Türkiye’de 52., Ege Bölgesinde 8. sırada; 6 baş manda ile en yüksek manda sayısında Türkiye’de 73., Ege Bölgesinde 7. sırada yer almaktadır. Uşak ilçeleri arasında sığır sayısı en yüksek olan ilçe 42 567 baş ile Merkez ilçe olurken, sığır sayısı en düşük olan ilçe 1 630 baş ile Karahallı ilçesidir. Manda sayısına bakıldığında Uşak ilinde Banaz ve Ulubey ilçelerinde 3’er baş manda mevcut olup diğer ilçelerde manda varlığı bulunmamaktadır (<https://usak.tarimorman.gov.tr/>). Uşak ili küçükbaş hayvan varlığının ilçelere göre dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Uşak ili küçükbaş hayvan varlığının ilçelere göre dağılımı

Table 1. Distribution of small ruminant in Uşak province by districts

İlçe	Toplam Küçükbaş Hayvan Sayısı (baş)	Koyun Sayısı (baş)	Koyun varlığının toplam kbaş içindeki payı(%)	Keçi Sayısı (baş)	Keçi varlığının toplam kbaş içindeki payı(%)
Banaz	54.115	45.346	83.80	8.769	16,20
Eşme	141.877	134.087	94.51	7.790	5,49
Karahallı	10.665	8.816	82.66	1.849	17,34
Merkez	108.414	87.685	80.88	20.729	19,12
Sivaslı	49.806	36.883	74.05	12.923	25,95
Ulubey	37.371	27.513	73.62	9.858	26,38

Kaynak: https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/usak.pdf

https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/usak.pdf

Yöntem

İşletmelerin Belirlenmesi

Araştırma alanında, Uşak Tarım ve Orman İl Müdürlüğü’nden verilen bilgi ve dokümanlara göre, önemli bir geçim kaynağı olarak hayvancılığın yapıldığı köylerin tamamı ve ilçe merkezindeki mahallelerden sadece hayvancılık faaliyetlerini yaygın olarak sürdüren işletmeler seçilmiştir. İşletmelerin seçiminde, Uşak Tarım ve Orman İl Müdürlüğüne kayıtlı (ÇKS) ile gönüllülük esasına göre bu çalışmada yer alacak küçükbaş hayvancılık işletme sayısının toplamın en az %10’unun olmasına dikkat edilmiştir. Koyun ve keçi işletmelerinden 25 baş ve üzeri olan işletmeler çalışmaya dahil edilmiştir.

Anket Çalışması

Çalışmada Uşak İli ile ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğü yetiştirici kayıtlarına dayanarak belirlenen işletmelerde; hayvan varlığı ve sürü yönetimine ait bilgiler ile pire sorunu ile mücadelesine ait sorulardan oluşan bir anket çalışması yüz-yüze yetiştiricilerle görüşülerek yapılmıştır. Ankette toplam 45 soru yer almaktadır.

Ankette Sorulan Sorular ve İncelenen Özellikler

Uşak ili merkez ve ilçelerine ait küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pire kaynaklı hayvan ölümlerine ve bu amaçla kullanılan ilaç giderlerine ait bir kayıta rastlanılmadığı için çalışmada düşünülen "Hayvan ölümlerine bağlı ekonomik kayıplar" başlığı altında özellikler belirlenememiştir. Ayrıca çalışmada pire zararlarına yönelik klinik bir çalışma da söz konusu değildir. Araştırmada incelenen özellikler iki alt başlıkta toplanmıştır. Bunlar sırasıyla;

a. *Sürü yönetimine ait bilgiler*: İşletme sahiplerinin demografik özellikleri, temel üretim şekli ile yetiştirilen hayvan türü, arazi varlığı ve tipi, yem temini ve ürünlerin pazarlama şekli gibi bazı bulgular saptanmıştır.

b. Pire sorunu ve mücadelesine ait bilgiler: İşletmelerde pire sorununun olup-olmadığı, pirenin en çok hangi aylarda görüldüğü, insan zarar verip vermemesi, en çok görüldüğü hayvan grubu ile vücutta zarar verdiği bölgeler, pire görülen hayvanlarda görülen bazı belirtiler ile pire mücadele yöntemlerinin neler olduğu gibi sorulara yer verilmiştir.

Örnekleme ve istatistiksel analiz

İşletmelerde bulunan küçükbaş hayvan sayısı dikkate alınarak basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle anket yapılarak örnek işletme sayısı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (Güneş ve Arıkan, 1988).

$$n = \frac{N + \sigma^2 + t^2}{(N-1) + d^2 + \sigma^2 + t^2}$$

Eşitlikte; n, örnek hacmini; N, popülasyon hacmini; σ^2 , popülasyona ait varyansını; $dd = (0.1 * \mu\mu)$ formülü ile hesaplanan popülasyon ortalamasından müsadde edilen hata miktarını; t, araştırmada kullanılan % 90 güven sınırında t tablo değerini ($t = 1.645$) ifade etmektedir. Çalışmada, ilçeler esas alınarak küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pire infestasyonu, verdiği zarar ile mücadele yöntemlerinin neler olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla SPSS 19 paket programı yardımıyla frekans dağılımları ile Khi-kare analizi yapılmıştır (SPSS, 1999).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada incelenen özellikler; hayvancılık işletmelerine ait genel bilgiler ile işletmelerde pire sorunu ve mücadelesi olmak üzere iki alt başlıkta ele alınmıştır.

İşletme Sahiplerine Ait Demografik Özellikler

Araştırmada işletme sahiplerinin önemli bir kısmı 41-60 yaş grubunda (% 50-73) arasında yer almıştır. Bu oran en yüksek Banaz ilçesinde ise Ulubey, Sivaslı ve Karahallı ilçelerinde ise %50dir. Sivaslı ilçesinde 61 yaşından daha büyük işletme sahibi söz konusu değilken, diğer ilçelerde bu oran % 3.9 ile % 13.4 arasında değişim göstermektedir. Genç yaşa (20-41) sahip işletme sahipleri en çok Sivaslı ilçesinde (% 50) en az ise (% 20) Karahallı ilçesinde rastlanılmıştır. Araştırmada işletme sahiplerinin önemli bir

kısmı (%85.71-100) erkektir. Kadın işletme sahibi en yüksek ilçe Karahallı (% 14.29) dir. İşletme sahiplerinin eğitim düzeyleri incelendiğinde, Banaz ve Ulubey ilçelerinde düşük oranda okuma-yazma bilmeyen bazı işletme sahiplerine rastlanırken, fakülte mezunu işletme sahiplerinin oranı oldukça düşüktür (% 2). İlköğretim mezunu olanların oranı % 41-7 ile % 68.67 gibi yüksek değerler arasında değişmektedir. Araştırmada incelenen özellikler üzerinde yaş ve cinsiyetin etkisi önemli ($P<0.01$) bulunurken eğitim düzeyinin etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. İşletme sahiplerine ait bazı demografik bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletme sahiplerinin bazı demografik özelliklerine ait frekanslar(%)

Table 2. Frequencies of some demographic characteristics of farm owners (%)

İlçeler	Demografik Yapı										
	n	Yaş			Cinsiyet			Eğitim Düzeyi			
		20-70	41-60	61>	Erkek	Kadın	OYB*	İlköğr	Lise	Lisans/ Önlisans	Fakülte
Eşme	48	27.5 (12)+	68.6 (32)	3.9 (4)	89.58 (43)	10.42 (5)	-	60.0 (29)	30.0 (13)	10.0 (16)	-
Uşak- Merkez	39	29.6 (11)	59.8 (23)	10.6 (4)	94.59 (35)	5.41 (4)	-	41.7 (16)	50.0 (19)	6.3 (3)	2.0 (1)
Banaz	28	13.3 (3)	73.3 (21)	13.4 (4)	100.0 (28)	-	5.9 (2)	68.6 (19)	21.6 (6)	3.9 (1)	-
Ulubey	23	41.7 (9)	50.0 (12)	8.3 (2)	90.47 (19)	9.53 (4)	6.7 (1)	66.7 (15)	26.7 (6)	-	-
Sivaslı	18	50.0 (9)	50.0 (9)	-	93.75 (16)	6.25 (2)	-	50.0 (9)	30.0 (5)	20.0 (4)	-
Karahallı	15	20.0 (3)	50.0 (9)	30.0 (4)	85.71 (12)	14.29 (3)	-	58.0 (9)	33.0 (5)	9.0 (1)	-
Khi-kare	170		0.005			0.041				0.526	

*OYB:Okuma Yazma Bilmeyenler

+:Gözlem sayısı

Temel Üretim Dalı ve Yetiştirilen Hayvan Türü

Araştırmada, işletmelerin temel üretim dalı ile yetiştirilen hayvan türüne ait frekanslar(%) Çizelge 3'de verilmiştir. Temel üretim dalına göre durum incelendiğinde tüm ilçelerde süt verimi ön planda iken (% 40-70) besi/kasaplık hayvan yapan işletmelerin oranı % 20 ve bunun altında gerçekleşmiştir. Damızlık hayvan yetiştiren tek ilçe Eşme (% 7.8) dir. Kombine (et + süt + yapağı) verimli üretim yapan işletmelerin oranı ise en az Sivaslı (% 10) en çok ise Banaz (% 40) ilçesindedir. İlçeler arasında temel üretim dalı bakımından belirlenen fark, istatistik olarak önemlidir ($P<0.01$) (Çizelge 3). Yetiştirilen hayvan türü bakımından Ulubey, Karahallı ve Sivaslı ilçelerinde keçi işletmelerine rastlanılmazken koyun (% 10-52) ve sığır (% 48-90) türleri yetiştirilmektedir. Yetiştirilen hayvan türleri bakımından ilçeler arasındaki önemli değildir (Çizelge 3).

Arazi Varlığı ve Arazi Tipi

Araştırmada, işletmelerin arazi varlığı ile arazi tiplerine ait frekanslar (%) Çizelge 4'de verilmiştir. Hayvancılık işletmelerinde arazisi olmayan oranı % 6.7 ile 41.7 arasında değişmektedir. Eşme ve Karahallı ilçelerinde kiralık araziye sahip olan işletme bulunmamıştır. Kendi arazisi olan işletmelerin oranı ise en yüksek Banaz (% 80) en düşük ise Sivaslı (% 10) ilçesindedir. Arazi tipi açısından durum incelendiğinde ilçelerin kuru araziye sahip olanların oranı % 17-26 arasında değişirken sulu araziye sahip olanların oranı % 73-82 arasında değişmektedir. Gerek arazi varlığı gerekse arazi tipi bakımından ilçeler arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

Çizelge 3. İşletmelerin temel üretim dalı ile yetiştirilen hayvan türüne ait frekanslar(%)**Table 3.** Frequencies of the animal species raised by the basic production units of the farms (%)

İlçeler	n	Temel üretim dalı			
		Süt	Besi	Damızlık	Kombine
Eşme	48	56.9 (28)	15.7 (7)	7.8 (4)	19.6 (9)
Uşak Merkez	39	48.9 (19)	12.9 (5)	-	31.2 (15)
Banaz	28	40.0 (11)	20.0 (6)	-	40.0 (11)
Ulubey	23	58.3 (13)	11.7 (3)	-	30.0 (7)
Sivaslı	18	70.0 (13)	20.0 (4)	-	10.0 (1)
Karahallı	15	50.0 (8)	20.0 (3)	-	30.0 (4)
Khi-kare				0.111	

İlçeler	n	Yetiştirilen hayvan türü		
		Keçi	Koyun	Sığır
Eşme	48	3.9 (2)	31.4 (15)	64.7 (31)
Uşak Merkez	39	1.8 (1)	35.9 (14)	62.3 (24)
Banaz	28	6.7 (2)	40.0 (11)	53.3 (15)
Ulubey	23	-	52.0 (12)	48.0 (11)
Sivaslı	18	-	20.0 (4)	80.0 (14)
Karahallı	15	-	10.0 (2)	90.0 (13)
Khi-kare			0.216	

Çizelge 4. İlçelerde arazi varlığı ve arazi tipine ait frekanslar (%)**Table 4.** Land existence and frequency of land type in districts (%)

İlçeler	n	Arazi Varlığı			Arazi tipi	
		Yok	Kendi	Kıralık	Kuru	Sulak
Eşme	48	31.4 (15)	68.6 (34)	-	17.6 (8)	82.4 (40)
Uşak Merkez	39	19.5 (7)	70.5 (24)	20.0 (8)	26.9 (10)	73.1 (29)
Banaz	28	6.7 (2)	80.0 (22)	13.3 (4)	26.6 (7)	73.3 (21)
Ulubey	23	41.7 (9)	50.0 (11)	8.3 (3)	20.0 (5)	80.0 (18)
Sivaslı	18	19.4 (3)	79.6 (14)	10.0 (1)	21.5 (4)	78.5 (14)
Karahallı	15	10.0 (2)	90.0 (13)	-	30.0 (5)	70.0 (10)
Khi-kare			0.288		0.273	

İşletmelerin Yem Temini ve Pazarlama Olanakları

Araştırmada, işletmelerin yem temini ve pazarlama şekillerine ait frekans değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Hayvancılık işletmelerinin % 66-86 oranında kendi +satın alma şeklinde bir yol izlerken, kendi yenlerini temin eden işletmelerin oranı daha düşüktür (% 2-30). Banaz ve Karahallı ilçelerinde yemin tamamını dışarıdan satın alınmamaktadır. Dışarıdan yem satın alan işletmelerin oranı % 16-32 arasında değişmektedir. İşletmelerin ürünlerini pazarlamada Ulubey, Karahallı ve Sivaslı ilçelerinde kendisi pazarlarken, diğer ilçelerde (Eşme ve Banaz) daha çok (% 60-66) kooperatif ya da Birlik aracılığıyla

ürünler pazarlanmaktadır. Çalışmada yem ihtiyacını karşılama ve ürün pazarlama şekli bakımından ilçeler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 5. İlçelere göre yem temini ve pazarlama olanaklarına ait frekanslar(%)

Table 5. Frequencies of feed supply and marketing opportunities by districts (%)

İlçeler	n	Yem ihtiyacını karşılama şekli			Ürün pazarlama şekli		
		Kendi	Kendi+ Satın alma	Tamamını Satın alma	Kendisi	Kooperatif/Birlik	Mandıra
Eşme	48	2.0 (1)	68.6 (33)	29.4 (14)	31.4 (16)	60.8 (29)	7.8 (3)
Merkez	39	1.0 (1)	66.2 (26)	32.8 (12)	22.9 (9)	66.4 (26)	10.7 (4)
Banaz	28	13.3 (4)	86.7 (24)	-	33.3 (9)	66.7 (19)	-
Ulubey	23	16.7 (4)	66.7 (15)	16.6 (4)	83.3 (19)	8.3 (2)	8.4 (2)
Sivaslı	18	10.0 (1)	70.0 (13)	20.0 (4)	50.0 (9)	40.0 (7)	10.0 (2)
Karahallı	15	30.0 (4)	70.0 (11)	-	77.8 (12)	22.2 (3)	-
Khi-kare			0.033			0.017	

Pire Sorununun Varlığı ve Görüldüğü Ay

Araştırmada, işletmelerin sürüde pire sorununun varlığı ve pirenin görüldüğü aylara ait frekans dağılımı Çizelge 6'da verilmiştir. Çalışmada, Karahallı ilçesi dışında sürülerde pire görülme oranı düşüktür (% 10-29). Pirenin sürülerde görülme oranı en yüksek Sivaslı (% 70) en düşük Ulubey (% 41) ilçesindedir. Bazen pire görülen işletmelerin oranı ise %13-41 arasında değişmektedir. Pire görülme bakımından ilçeler arasındaki fark önemli değildir. Hayvancılık işletmelerinde pire görülme oranı Nisan-Mayıs aylarında % 6.4-40; Haziran-Temmuz aylarında % 30-66, Ağustos-Eylül aylarında ise % 10-49 dur. Tüm yaz işletmelerde pire görülme oranı % 5.9-40 arasında değişmiştir. Ulubey ve Karahallı ilçelerinde ise tüm yaz pire görülmemiştir. Pirenin yıl içinde görüldüğü aylar bakımından ilçeler arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 6. İşletmelerde pire sorunu ve pirenin görüldüğü mevsime ait frekanslar (%)

Table 6. Seasonal frequencies in flea problems and flea season in farms (%)

İlçeler	n	Sürüde pire sorunu var mı (%)			Pirenin yıl içinde en çok görüldüğü ay (%)			
		Evet	Hayır	Bazen	Nisan-Mayıs	Haziran-Temmuz	Ağustos-Eylül	Tüm yaz
Eşme	48	29.4 (14)	56.9 (27)	13.7 (7)	9.8 (5)	35.3 (17)	49.0 (24)	5.9 (2)
Uşak-merkez	39	22.7 (9)	48.5 (19)	28.8 (12)	6.4 (2)	34.9 (14)	41.6 (16)	17.1 (7)
Banaz	28	20.0 (6)	46.7 (13)	33.3 (9)	13.3 (4)	26.7 (8)	20.0 (6)	20.0 (6)
Ulubey	23	16.6 (3)	41.7 (10)	41.7 (10)	16.6 (4)	66.7 (15)	16.7 (4)	-
Sivaslı	18	10.0 (2)	70.0 (12)	20.0 (4)	-	30.0 (5)	30.0 (5)	40.0 (8)
Karahallı	15	70.0 (10)	30.0 (5)	-	40.0 (6)	50.0 (7)	10.0 (2)	-
Khi-kare			0.228			0.027		

Pirenin Verdiği Zarar, Görüldüğü Hayvan Grubu ile Vücutta Görüldüğü Bölge

Çalışmada; Eşme, Banaz ve Karahallı ilçelerinde pirenin insana zarar veriyor mu sorusuna Evet yanıtına bir bildiriş olmazken, Hayır yanıtı verenlerin oranı % 60-90 arasında değişmektedir. Pire zararı bazen gerçekleşmektedir diyenlerin oranı ise % 9.1 - 40 dır. Bu özellik bakımından ilçeler arasında belirlenen fark önemlidir ($P<0.01$). İşletmelerde pirenin en çok görüldüğü hayvan yaş grubu yavru olup bu oran % 10-66 arasında değişmektedir. Gebe hayvanlar ile çepiç/toklularda görülme oranı daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Yavruardan sonra pireler en çok ergin hayvanlarda (% 10-22) görülmektedir. İlçelerden Banaz'da gebe ve çepiç/toklu grubu hayvanlarda pire gözlenmezken, Ulubey ilçesinde birden fazla yaş grubu hayvanlarda pire gözlenmemiştir. Pirenin hayvanlarda görülen yaş grubu bakımından ilçeler arasında belirlenen fark önemlidir ($P<0.01$). Hayvancılık işletmelerinde pirenin vücutta görel olarak en az görüldüğü bölge kulak (% 6.2-20) olup bunu meme ve çevresi (% 2-30) olmuştur. Pirenin genel olarak en yoğun görüldüğü bölge sırttır (% 20-50). Ayaklar, sırttan sonra ikinci sırayı almaktadır. Vücudun birden fazla bölgesinde pire görülme oranı ise % 10-20 arasında değişmektedir. Banaz ve Ulubey ilçelerinde pirenin meme çevreleri ile birden fazla görülme oranlarında benzerlik vardır. Pirenin hayvan vücudunda görüldüğü bölge bakımından ilçeler arasında belirlenen fark önemlidir ($P<0.01$).

Çizelge 7. Pirenin insana verdiği zarar, görüldüğü hayvan grubu ile bulunduğu vücut bölgesine ait frekansları (%)

Table 7. Frequency of the body region of the host where the flea is seen with the damage done to human (%)

İlçeler	n	Pirenin zarar verdiği insan var mı (%)			Pirenin en çok görüldüğü hayvan grubu (%)						Hayvan vücudunda pirenin en çok görüldüğü bölge (%)					
		Evet	Hayır	Bazen	Yavru	Sağmal	Gebe	Çepiç/Toklu	Ergin	Birden fazla	Koltuk Altı	Ayaklar	Sırt	Meme ve çevresi	Kulak	Birden fazla
Eşme	48	-	60.8 (29)	39.2 (19)	56.9 (27)	5.9 (3)	2.0 (1)	-	21.6 (12)	7.6 (5)	7.8 (4)	9.8 (6)	39.2 (19)	2.0 (1)	20.8 (10)	16.4 (8)
Uşak-merkez	39	3.8 (1)	66.4 (26)	29.8 (12)	53.3 (20)	7.5 (3)	1.9 (1)	4.7 (2)	22.9 (9)	9.7 (4)	10.9 (4)	21.3 (8)	45.6 (18)	3.1 (1)	6.2 (2)	12.9 (6)
Banaz	28	-	60.0 (17)	40.0 (11)	66.1 (19)	13.3 (3)	-	-	13.3 (3)	13.3 (3)	60.0 (17)	-	40.0 (11)	-	-	-
Ulubey	23	8.3 (2)	82.6 (19)	9.1 (2)	41.7 (10)	8.4 (2)	25.0 (7)	8.3 (2)	8.3 (2)	-	16.7 (4)	25.0 (6)	50.0 (11)	-	8.3 (2)	-
Sivaslı	18	10.0 (2)	90.0 (16)	-	10.0 (2)	30.0 (6)	10.0 (2)	10.0 (2)	20.0 (4)	10.0 (2)	10.0 (2)	30.0 (5)	20.0 (4)	30.0 (5)	-	10.0 (2)
Karahallı	15	-	70.0 (11)	30.0 (4)	30.0 (5)	25.0 (4)	20.0 (3)	10.0 (1)	10.0 (1)	10.0 (1)	25.0 (5)	10.0 (1)	35.0 (6)	10.0 (1)	-	20.0 (2)
Khi-kare			0.031				0.003						0.001			

Araştırmada pire görülen hayvanlarda görülen en tipik belirtiler Çizelge 8'de verilmiştir. Kaşıntı, tüm ilçelerdeki hayvancılık işletmelerinde görülen belirti olurken (% 15-26), kansızlık (% 5.8-19) her ilçede görülen bir belirti olmamıştır. Diğer bir önemli bulgu ise birden fazla belirti görülme oranı da yüksek olup % 6.4 ile % 30 arasında değişmiştir. Çalışmada en yüksek pire görülme belirtisi Banaz ilçesinde % 40 zayıflıktır. Pire görülen ya da bulaşan hayvanlarda görülen en tipik belirtiler bakımından ilçeler arasında belirlenen fark önemlidir ($P<0.01$).

Çalışmada hayvancılık işletmelerinde pireyle mücadelede uygulanan yöntemlere ait frekans tablosu Çizelge 9'da verilmiştir. Tahta ya da ahşap akşamların boyanması en az (% 3.7-10) uygulanan bir yöntem olmuştur. Bunu toz+sıvı ilaç birlikte uygulayan işletmeler (% 2.0-13.3) izlemiştir. Sıvı, toz ve gaz/mazot uygulaması, tüm ilçelerde kullanılan yöntemler olmuştur. Ulubey ilçesinde sıvı ilaç uygulaması % 58'lere kadar ulaşırken, Sivaslı ilçesinde gaz/mazot uygulaması % 50 dir. Toz ilaç uygulaması, genel olarak % 13 ile % 33 arasında değişirken Ulubey ilçesinde, dört mücadele yönteminin, Sivaslı ilçesinde de iki yöntemin uygulanmaması dikkat çekmektedir. Ancak hayvancılık işletmelerinde pireyle mücadele yöntemlerinde ilçeler arasında saptanan fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0.01$).

Çizelge 8. İlçelere göre pire görülen hayvanlardaki en tipik belirtilere ait frekanslar(%)**Table 8.** Frequencies of the most typical symptoms in animals with fleas by districts (%)

Pire görülen/bulaşan hayvanlardaki görülen en tipik belirtiler (%)							
İlçeler	n	Kaşıntı	Kıl dökülmesi	Yara	Kansızlık	Zayıflık	Birden fazla
Eşme	48	19.6 (9)	19.6 (9)	3.9 (5)	-	37.3 (18)	13.6 (7)
Uşak-merkez	39	21.8 (8)	14.7 (6)	16.1 (7)	5.8 (3)	13.6 (5)	28.0 (10)
Banaz	28	26.7 (7)	13.3 (5)	8.0 (2)	-	40.0 (11)	12.0 (3)
Ulubey	23	25.0 (6)	8.3 (2)	27.0 (6)	8.3 (2)	25.0 (6)	6.4 (1)
Sivaslı	18	15.6 (3)	10.0 (2)	20.0 (4)	10.0 (2)	10.0 (2)	30.0 (5)
Karahallı	15	20.0 (3)	7.0 (1)	27.0 (4)	19.0 (3)	5.0 (1)	22.0 (3)
Khi-kare				0.007			

Çizelge 9. İlçelere göre işletmelerde pireyle mücadele yöntemlerine ait frekanslar (%)**Table 9.** Frequencies of flea-struggle methods in farms by districts (%)

İşletmede pireyle mücadelede uygulanan yöntemler (%)								
İlçeler	n	Sıvı	Toz	Gaz/mazot	Tahta/ağşap yapıların boyanması	Gübrenin uzaklaştırılması	Hem toz hem de sıvı ilaç kullanma	Birden fazla yöntem
Eşme	48	41.0 (20)	21.6 (10)	9.8 (5)	-	9.8 (5)	2.0 (1)	15.8 (7)
Uşak-merkez	39	42.7 (17)	21.9 (8)	8.1 (3)	3.7 (1)	10.5 (4)	7.5 (3)	7.0 (3)
Banaz	28	40.0 (11)	13.3 (3)	18.9 (6)	-	1.2 (3)	13.3 (3)	13.3 (3)
Ulubey	23	58.3 (13)	33.3 (8)	8.4 (2)	-	-	-	-
Sivaslı	18	10.0 (1)	18.0 (3)	50.0 (9)	-	-	10.0 (1)	20.0 (4)
Karahallı	15	20.0 (3)	20.0 (3)	10.0 (1)	10.0 (1)	10.0 (1)	-	30.0 (6)
Khi-kare						0.001		

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu bir ön çalışma olup klinik bulgulara yer verilememiştir. Araştırmada hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu ve pireyle olan mücadele şekilleri irdelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, koyunculuk işletmelerinde pire görülme oranı altı ilçe ortalaması % 31.66 iken bu değer keçicilik işletmeleri için % 2 dir. İşletmelere ait pire sorununu belirlemeye ait özellikler incelendiğinde elde edilen bulgular, Kandemir ve ark. (2015) İzmir yöresindeki küçükbaş yetiştiricilerindeki değerlere, Koyuncu ve ark (2006) Çanakkale yöresindeki bulgulara, Taşkın ve ark. (2017) İzmir, Balıkesir ve Çanakkale illerinde keçi yetiştiricilere ait değerler ile Koyuncu ve ark (2006)'da Çanakkale yöresinde yapmış oldukları çalışma sonuçlarıyla benzerdir. Benzer şekilde Madeira et al. (2000) Sao Paulo-Brezilya'da yaptıkları çalışmanın yanı sıra Dipeolu (1975) ile Abdullahi et al. (2000) Kuzey Nijerya'da yapılan çalışmada elde ettikleri bulgularından yüksek olması, bakım-besleme koşulları ile sürü yönetimi uygulamalarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi ekstansif üretim sistemine sahip hayvancılık işletmelerinde sürü büyüklüğü artıp barınma ve mera koşulları kötüleştiğçe dış parazitlerin görülme oranı da görece olarak artmaktadır (Kusiluka and Kambarage, 1996; Zeryehun and Atomsa, 2012).

Araştırmada, küçükbaş hayvancılık işletmelerinde pirenin görülme sıklığı, özellikle genç/yavru hayvanlarda (% 42.3) erginlerden (% 28.8) daha fazladır. Ancak ticari işletmelerde ergin hayvanlarda pire görülme oranı görece aile tipi işletmelere göre daha fazladır (% 38.9). Genç hayvanlarda pirenin aile tipi

işletmelerde daha fazla görülme nedeni; tımar ya da kendini temizleme davranışının erginlere göre daha az olmasından kaynaklanır (Pegram et al. 2004; Yakhchali and Hosseine, 2006). Diğer taraftan Lehman et al. (1993) genç hayvanların erginlere göre daha fazla parazit sorunu gözlediklerini bunun da nedeninin yalama/tımar davranışının az olmasının yanı sıra toplam vücut yüzey alanının canlı ağırlıklarına oranının görece olarak yüksek olmasının önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Anılan sert iklim koşullarının yetersiz merayla birleşmesi durumunda daha sık rastlandığı ifade edilmiştir (Hoskins et al. 1991; Yeruham et al. 1997; Tesfaye et al. 2012). Üstelik ergin ya da yaşlı hayvanlarda deri kalınlığının gençlere göre daha fazla olması, dış parazitlere olan duyarlılığı görece olarak azaltmaktadır.

Çalışmada, hayvanların fizyolojik dönemlerinin etkisi önemli olmamıştır. Bu bulgu, Ogbe (1998) ile uyumlu Fagbemi (1982) bildirişiyle uyumsuzdur. Ancak çalışmadaki bulguların aksine Makelesh (2010) atfen Etiyopya'nın Tigray bölgesinde yapılan bir çalışmada keçilerin koyunlardan daha yüksek dış parazit yüküne sahip olduğunu, Sertse and Wessone (2007), de keçilerde koyunlardan daha yüksek dış parazit olduğunu saptanmıştır. Gebe ya da laktasyonda olan koyun ve keçilerde, pire görece olarak fazla görülmektedir. Bunun en önemli nedeni; barınak koşulları ve kötü gübre yönetiminin yanı sıra fizyolojik olarak bağımsızlık sisteminin duyarlı hale gelmesidir (Fagbemi, 1982). Dişi hayvanların yanı sıra dış parazit taşıyan erkek hayvanlar, çiftleşme mevsiminde sürüdeki diğer dişilere parazitlerin geçişinde önemli bir rol oynamaktadır (Davis et al. 2006). Mevsimsel farklılıkların yanı sıra sıcaklık ve nem gibi iklimsel etmenler de pirenin gelişmesinde bazı işletmeler için önemli rol oynamaktadır (Mazlum, 1971; Tavasoli and Rahbari, 1995).

Pire sorunu, genellikle entansif ve sürü yönetiminin iyi olmadığı işletmelerde görece olarak daha fazla gözlemlendiği ifade edilmektedir. Özellikle pire varlığı ya da verdiği zarar, organik maddenin yoğun olduğu kötü barınma ve gübre yönetiminin yanı sıra yüksek sıcaklık ve nemli ortamlara sahip hayvancılık işletmelerinde önemli bir sorun olmaya devam etmektedir (Dipelu and Ayoade, 1983; Rahbari et al. 2008). Gübrenin günlük temizlenmeyip biriktirildiği ve yaklaşık 3 cm kalınlığına ulaştığı işletmelerde pire yumurta ve larvalarına daha fazla rastlanılmaktadır (Aksın ve ark. 2004; Shiferaw, 2018). Bu nedenle küçükbaş hayvancılık işletmelerinde gübre yönetimine ayrı bir önem verilmelidir.

Hayvancılık işletmelerinde göz ardı edilen ya da fazla önemsenmeyen bir konu da pire gibi dış parazitlerin insanlara verdikleri zarardır. Çalışmada pirelerin insanlara verdiği zarar % 3-10 arasında değişmekle birlikte fazla bir zarar gözlenmezken Tanzanya, Etiyopya ve Nijerya gibi ülkelerde % 25'lere kadar çıkabilmektedir (Sertse and Wessone, 2007; ESGIP, 2009; Makalesh, 2010). Bu durum pireden kaynaklanan ısırma karşı gösterilen yanıtın düşük olduğu bunun da düşük molekül ağırlığına sahip antikoagulantın salgıyla birlikte olmasıdır. Orta düzeyde deri kaşıntıları ya da kabarması pire infestasyonunun ilk belirtileri olarak da kabul edilmektedir (Palmer et al. 1998).

Ülkemizde pire kontrolü ve eradikasyonunda kimyasal ya da kimyasal olmayan çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Önemli olan yöntemin hayvana ve çevreye zarar vermemesi ya da çevre dostu olmasına dikkat edilmelidir. Bir diğer önemli konu ise kemirgen kontrolünün küçükbaş hayvancılık işletmelerinde kedi kullanmak yerine daha bilimsel ve doğru yöntemlerle yapılması sağlanmalıdır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bir ön çalışmanın yapıldığı Uşak ili ve ilçelerinde pire gibi diğer dış parazitlere yönelik çalışmalar, parazitlerin neden olduğu ekonomik kayıpların yanı sıra en uygun kontrol yönteminin ne olması gerektiğini belirlemeye yönelik olmalıdır. Ayrıca, daha fazla sayıda küçükbaş hayvancılık işletmesi incelenerek sonuçlar klinik bulgularla birlikte yorumlanmalıdır. Pirelerin özel konakçıları dışında insan ve değişik türdeki hayvanlardan kan emmeleri, bazı parazitlerin taşınmasında önemli rol oynaması, ülkemizde de bir sağlık sorunu olarak farklı bölgelerde karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle işletmelerde bulunan hayvanların düzenli aralıklarla pire yönünden muayene ve tedavilerinin yapılması gerekir. Koyun ve keçi yetiştiricilerine verilecek eğitim çalışmalarlarıyla da konunun önemi iyi anlatılmalıdır. Bu şekilde hayvan ölümleri ya da olası ekonomik kayıplar en aza indirilebilir. Yapılacak yeni araştırmalarla, başta pire ve kene gibi dış parazit türleri ile bunların konakçıların doğru belirlenmesi, buna göre yapılacak etkin mücadele yöntemleri ile bazı salgın hastalıkların kontrolüne de önemli katkılar sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abdullahi, U.S., Egbo, M.I., Musau, B.S. 2000. A survey of ectoparasites and ectoparasitic condition of small ruminants in Bauchi metropolis and its environs. Proceedings of the 25th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, Michael Okpara University, Umudike, March 19 – 23, 280 – 281.
- Akgül, G., Bilen, E.K., Ün, C., Kandemir, Ç., Taşkın, T. 2019. Küçükbaş Hayvanlarda Pire Sorunu ve Mücadele Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma: Siirt İli Şirvan İlçesi Örneği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2019, 56 (2):195-204. DOI: 10.20289/zfdergi.47762
- Aksın, N., Erdoğmuş, Z., Aksın, N.E. 2004. İki Koyun Çiftliğinde Yaşayan İnsan ve Hayvanlarda Bulunan Pire Türleri ve Bunların Kontrolleri. Türkiye Parazitoloji Dergisi 28 (3): 146-149.
- Aydeniz, M., Köse, M. 1997. Konya Yöresi Köpeklerinde Ekto-Parazitlerin Yayılışı. T Parazit Derg, 21(3): 321-325.
- Buckland, P.C., Sadler, J. 1989. A biogeography of the human flea, *Pulex irritans* L. (Siphonaptera: Pulicidae), Journal of Biogeography 16: 115–20.
- Davis, S., Makundi, R.H., Machang'u, R.S., Leirs, H. 2006. Demographic and spatio-temporal variation in human plague at a persistent focus in Tanzania. Acta Trop. 100(1-2):133–41.
- Dipeolu, O.O. 1975. Survey of blood parasite in domestic animals in northern Nigeria. Historical review (1923 – 1966). Trop Anim Hlth Prod 2: 49 – 52, 1975. 7.
- Dobler, G., Pfeffer, M. 2011. Fleas as parasites of the family canidae. Parasit Vectors. 4: 139. 2.
- Durden, L.A. Traub, R. 2009a. Fleas (Siphonaptera). In: Mullen, G.R. & Durden L.A. (Eds.), Medical and Veterinary Entomology. Academic Press, London, pp. 103–125.
- Durden, L.A., Hinkle, N.C. 2009b. Fleas (Siphonaptera). In: Mullen GR, Durden LA. Medical and veterinary entomology. 2nd ed. San Diego, USA: Academic Press; 115-136.
- Eckert J., Rommel M, Kutzer E 2000. Erreger von Parasitosen: Systematik, Taxonomie und allgemeine Merkmale. In: Rommel M, Eckert J, Kutzer E, Korting W, Schnieder T (eds) Veterinarmedizinische Parasitologie, 5th edn. Parey Verlag, Berlin, pp 2-39.
- Ertuğrul, M., Savaş, T., Dellal, G., Taşkın, T., Koyuncu, M., Cengiz, F., Dağ, B., Koncagül, S., Pehlivan, E. 2010. Türkiye Küçükbaş Hayvancılığının İyileştirilmesi. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler, 11-15 Ocak s: 667-685, Ankara.
- Ethiopian Sheep and Goats Productivity Improvement Program (ESGPIP), 2009. "Common defects of sheep and goats skin in Ethiopia and their causes," Technical Bulletin no. 19.
- Fagbemi, B.O. 1982. Effect of *Ctenocephalides felis* and *Strongylus* infestation on the performance of West African Dwarf goats and sheep. Vet Qlty 4: 92 – 95.
- Güneş, T. Arıkan, R. 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği, Ankara Üniv.Ziraat Fak. Yay. No: 1049, Ankara.
- Hastriter, M.W. & Bossard, R.L. 2018. R.E. Lewis flea (Siphonaptera) world species List. (spreadsheet). Available from: <http://esanetworks.org/group/fleanews/page/flea-species-of-the-world-spreadsheet-updated-3-february-2018> (accessed 14 March 2018)
- Hoskins, I.D., Cupp E.W. 1991. Ticks and veterinary importance part I. The ixodidae family, identification, behavior and associated disease, Compend. Contin. ESUC, 1991. 2, 16-37.
- Kandemir, Ç. Alkan, İ., Yılmaz, H.İ., Ünal, H.B., Taşkın, T., Koşum, N., Alçiçek, A. 2015. İzmir Yöresinde Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Coğrafik Konumlarına Göre Genel Durumu ve Geliştirilme Olanakları. Hayvansal Üretim 56(1): 1-17.
- Kandemir, Ç., Taşkın, T., Koşum, N., Ün, C. 2019. Keçi ve Koyun Yetiştiriciliğinde Pirenin Önemi ve Mücadele Şekilleri. J. Anim. Prod., 2019, 60 (1): 75-88.
- Kara, H., Şahin, M.D., Ay, Ş. 2010. İklim Değişikliğinin Uşak'ta Tarım Ürünlerine Etkisi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 39-46.
- Keskin, A., Hastriter M.W., Beaucournu, J.C. 2018. Fleas (Siphonaptera) of Turkey: species composition, geographical distribution and host associations. Zootaxa. 4420 (2):211-228.
- Koyuncu, E., Pala, A., Savaş, T., Konyalı, A., Ataşoğlu, C., Daş, G., Ersoy, İ.E., Uğur, F., Yurtman, İ.Y., Yurt, H.H. 2006. Çanakkale Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği Üyesi Keçicilik İşletmelerinde Teknik Sorunların Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma. Hayvansal Üretim 47(1): 21-27.


- Krämer, F. & Mencke, N. 2001. *Flea Biology and Control: The Biology of the Cat Flea — Control and Prevention with Imidacloprid in Small Animals*. New York: Springer-Verlag.
- Krasnov B.R., 2008. *Functional and Evolutionary Ecology of Fleas, a Model for Ecological Parasitology*. Cambridge University Press, New York. 593 pp.
- Kusiluka, L., Kambarage, D. 1996. *Diseases of Small Ruminants: "Common of Sheep and Goats in Sub-Saharan Africa" A Handbook*. Scotland.
- Lehman, J. 1993. Ectoparasite: Direct impact on host fitness. *Vet. Parasitol.* 9 (1): 8-12.
- Madeira, N.G., Amarante, A.F.T., Padovani, C.R., 2000. Diversity of ectoparasites in sheep flocks in Sao Paulo, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 32:225-232.
- Makelesh TB. 2010. Survey on ectoparasite of small ruminant in different agro-ecological zones of Tigray region. DVM Thesis, Hawassa University, Faculty of Veterinary Medicine, Hawassa, Ethiopia.
- Mazlum, Z. 1971. Ticks of domestic animals in Iran: geographical distribution, host relation, and seasonal activity. *J. Fac. Vet. Med. Tehran* 27, 1-5 (in Persian).
- Mecik, O., Genç, E., Karabacak, M. 2013. Uşak Ekonomisi ve Yerel Dinamiklerin Rolü. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2013 Kış (6/1) sf: 48-62, Uşak.
- Ogbe, P.O. 1998. Factors affecting the presence and spread of ectoparasitism in sheep and goats in Agbowo area of Ibadan. *J Anim Prod* 5: 23 – 29. 9.
- Palmer, S.R., E.J.L. Soulsby, D.I.H. Simpson, 1998. *Zoonoses*, Oxford Medical Publication. pp: 873- 879. ISBN-13: 978-0192623805.
- Pegram RG, Tatchel RJ, Castro JJ, Chizyuka MGB, Greek MJ, McCosker PG, Mora NMC, Nigrura G 2004. Tick control: New concepts. Available at: <http://wwwold.caribvet.net/upload/TickControlNewConceptsWAR2001.pdf>.
- Rahbari, S. 1995. Studies on some ecological aspects of tick fauna of West Azerbaijan, Iran. *J. Appl. Anim. Res.* 7, 189-194.
- Rahbari, S., Nabian, S., Nourolah, F., Arabkhazaeli, F., Ebrahimzadeh, E. 2008. Flea Infestation in Farm Animals and Its Health Implication. *Iranian J Parasitol: Vol. 3, No. 2*, pp. 43-47.
- Rust, M., Dryden, M 1997. The biology, ecology, and management of the cat flea. *Annual Review of Entomology Vol. 42*:451-473.
- Sertse T, Wessone, A. 2007. A study on ectoparasite of sheep and goat in Eastern part of Amhara regions, North East Ethiopia. *Small Rumin. Res.* 69:62-67.
- Shiferaw, S. 2018. An Overview of Ectoparasites on Domestic Animals in Ethiopia. *J Veter Sci Med* January 2018 Volume 6 Issue 1.
- Soulsby, E.J.L. 1982. *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals*. 7th Ed. The English Language Book Society and Bailliere Tindal, London. p.378-384.
- SPSS, 1999. Version 10.0. SPSS Inc., Wacker Drive, Chicago, IL, USA.
- Steinbrink, H. 1989. Flea Infestation Establishment in the East German District of Rastock. *Angew Parasitol*, 30(1): 47-50.
- Taşkın, T.; Koşum, N.; Engindeniz, S.; Savran, A.F.; Aktürk, D.; Kesenkaş, H.; Uzman, A.; Gökmen, M. 2017. İzmir, Çanakkale ve Balıkesir İlleri Keçi İşletmelerinde Sürü Yönetim Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 54 (3):341-349.
- Tavasoli, M., S. Rahbari 1998. Seroepidemiological survey of *Babesia ovis* in sheep of different geographical regions of Iran. *J. Fac. Vet. Med. Tehran* 53, 55-59 (in Persian).
- Tesfaye, D., Assefa, M., Demissie, T., Taye, M. 2012. "Ectoparasites of small ruminants presented at Bahir Dar Veterinary Clinic, Northwest Ethiopia," *African Journal of Agricultural Research*, vol. 7, no. 33, pp. 4669–4674.
- Ugochukwu EI, Apeh AO, 1985. Prevalence of Ectoparasites of Small Ruminants in Nsukka, Nigeria. *Int J Zoonoses*, 12(4): 313-317.
- Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M, 1995. Pireler ve Parazitlikleri. *Unat'ın Tıp Parazitolojisi*. Doğan Matbaası, İstanbul, p. 157-164.
- Vashchenok, V. S. 1988. *Fleas: Vectors of Pathogens Causing Diseases in Humans and Animals*. Leningrad, USSR: Nauka (in Russian).

- Walker, A. R., A. Bouattour, J. L. Camicas, A. Estrand-Perna, I. J. Horak, A. A. Latif, R. G. Pegram, P. M. Preston 2003. Ticks of Domestic Animals in Africa: A guide to identify cation of species. 1st ed., Bioscience Reports Publication, Scotland, Edinburgh, UK, pp. 1-44, 149-209.
- Wall, R. 2007. Ectoparasites: Future challenges in a changing world. *Veterinary Parasitology*, 148: 62–74.
- Wall, R., D. Shearer 2001. *Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control*. 2nd ed., Blackwell Science. pp. 1-2, 27-31, 66, 76, 80-81, 149-150, 166-167, 172-177, 179-181.
- Yacob H. T. 2013. Ectoparasitism: threat to Ethiopian small ruminant population and tanning industry: a review. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 2014;6(1):25–33. doi: 10.5897/jvmah2013.0253.
- Yacob HT, Netsanet B, Dinka A 2008c. Prevalence of major skin disease in cattle, sheep, goat at Adama veterinary clinic, Oromia regional state, Ethiopia. *Revue. De. Med. Vet.* 159:455-461.
- Yacob HT, Yalow AT, Dinka A 2008a. Ectoparasite prevalence in sheep and goat in and around Wolaita soddo, Southern Ethiopia. *Revue. De. Med. Vet.* 159:450-454
- Yacob, H., Atakly, H. and Kumsa, B. 2008b. Major ectoparasites of cattle in and around Mekelle, northern Ethiopia. *Entomological Research*, 38: 126- 130.
- Yakhchali, M., Hosseine, A. 2006. Prevalence and ectoparasites fauna of sheep and goats fl ocks in Urmia suburb, Iran. *Veterinarski Arhiv* 76 (5), 431- 442.
- Yeruham I, Rosen S, Perl S, 1997. An Apparent Flea-Allergy Dermatitis in Kids and Lambs. *Zentralbl Veterinarmed*, 44(7):391-397.
- Zeryehun T, Atomsa M. 2012. Koyun ve keçilerin ektoparazit enfestasyonu. *Eurasian J Vet Sci*, 28(4): 185-189.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):445-455
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.880556>

Onur TERZİ¹ 

Metin ARTUKOĞLU^{2*} 

¹Türk Ekonomi Bankası, İstanbul/Türkiye

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

metin.artukoğlu@ege.edu.tr

Üreticilerin gelir ve finans durumları, alternatif finans önerileri üzerine bir araştırma

A research on farmers' income and financial status, and alternative finance proposals

* Bu makale ilk yazarın doktora tez projesinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 15.02.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 30.03.2021

ÖZ

Amaç: Bu araştırmanın temel amacı, tarımsal finansman kaynaklarına ilişkin mevcut problemleri alan çalışmasından da yararlanarak belirlemek ve çözüm önerileri getirmektir.

Materyal ve Yöntem: Araştırmanın ana materyalini araştırma alanındaki üreticilerle yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Anket verileri dışında bitkisel üretim alanında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kayıtlı tutulan Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verileri kullanılmıştır. Ulusal Süt Kayıt Sistemi verilerinden anket yapılan üreticilerin kayıtları tespit edilerek veri seti içerisine alınmıştır. Sonuçlar tanımlayıcı istatistikler ve likert ölçeği ile değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Genel olarak üreticilerin gelirlerine göre borçlanma oranları yüksek olup düşük gelirlili üretici gruplarında bu oran daha yüksek bulunmuştur. Üreticilerin çalıştığı banka sayıları artış göstermiştir. Yoğun kredi kullanımına karşılık önemli sayılabilecek nitelikte tarımsal gelir ya da ölçek artışı gözlemlenmemiştir.

Sonuç: Üreticiye sunulacak finansal ürünlerin tasarımında arazi büyüklüğü, gelir seviyesi ve üreticinin tarımsal üretim desenine uygun bir yol izlenmelidir. Buna ek olarak kredinin amacına uygun kullanıma özen gösterilmelidir.

Anahtar sözcükler: Alternatif finansman, bankacılık, tarımsal finansman, tarımsal gelir

Keywords: Alternative finance, banking, agricultural finance, farm income

ABSTRACT

Objective: The main purposes of this research are to identify existing problems related to agricultural financing resources by also making use of the field study and to offer solutions.

Material and Methods: The main material of the research is the survey study conducted with the farmers in the research area. Apart from the survey data, the Farmer Registration System (ÇKS) data recorded by the Ministry of Agriculture and Forestry in the field of crop production was used, as well. The records of the farmers surveyed by obtaining from the data of the National Milk Registration System were included in the data set. Results were evaluated with descriptive statistics and Likert scale.

Results: While debt ratio of farmers according to their incomes were found high in general, moreover this ratio was higher in low-income farmer groups. The number of banks to which farmers borrowed increased. Despite the intensive use of credit, there was no significant increase in agricultural income or scale, as well.

Conclusion: More affordable solutions should be taken into consideration as to land size, income level and production pattern of the farmers in the design of financial loan to be offered to the farmer. Furthermore, it should be pay more attention and be checked for proper usage of loan.

GİRİŞ

Tarım sektörünün gelişmesi bu sektörün baş aktörü olan üreticilerin gelir-gider dengelerinin istenen seviyede oluşmasına bağlıdır. Bu dengenin, üreticilerin kar edebildikleri ve tasarruflarını yatırıma dönüştürebildikleri noktada oluşması çok önemlidir. Onuncu kalkınma planından onbirinci kalkınma planına geçişte sektörün birçok sorununun aynen devam ettiği ifade edilmiş ve bu sorunlar içerisinde kredi maliyetlerinin yüksek olması ve küçük işletmelerin finans kaynaklarına erişim sorunlarına vurgu yapılmıştır (T.C Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Tarım kredileri pazarının 2009-2019 yılları arasında gelişimi incelendiğinde, cari fiyatlarla 2009 yılında 15 Milyar TL olan pazar 10 yıl içerisinde 7.1 kat büyüme ile 2019 yılında 106 Milyar TL seviyesine yükselmiştir (BDDK, 2019).

Bu araştırmanın temel amacı, tarımsal finansman kaynaklarına ilişkin mevcut problemleri alan çalışmasından da yararlanarak belirlemek ve çözüm önerileri getirmektir. Bu çerçevede, araştırma alanında faaliyet gösteren tarımsal işletmelerin kullandıkları finansal kaynakların tespit edilmesi, kaynakların hangi şekilde kullanıldığının belirlenmesi, tarımsal işletmelerin finansal kaynak kullanımına ilişkin sorunlarının saptanması, araştırma verilerine dayanarak tarım işletmelerinin rekabet avantajı sağlaması için gerekli alternatif finansal kaynakların tasarlanması ve önerilmesi amaçlanmıştır.

Tarım sektörünün finansmanı ve üreticilerin konuya yaklaşımına ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Özçelik vd, 2005;Gunes ve Movassaghi,2017; Ünlüer ve Güneş,2013). Araştırma konusu ile ilişkili çalışmalar incelendiğinde daha çok kırsal kalkınma ve kırsal finansman ağırlıklı çalışmaların olduğu görülmektedir (Quiros, 2006; Candan, 2009; Hartarska et al. 2015; Swamy ve Dharani, 2016; Savitha ve Kumar, 2016; Bilal ve Baig, 2019). Kırsal kalkınma ve finansal kaynakların planlanmasını birlikte ele alan çalışmalar yok denecek kadar azdır (Ayanoğlu, 2008; Bukenya, 2001; Mariyano, 2019). Bu araştırmanın Türkiye açısından bu konuda önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın ana materyalini araştırma alanındaki üreticilerle yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Anket verileri dışında bitkisel üretim alanında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kayıtlı tutulan Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verileri kullanılmıştır. Ulusal Süt Kayıt Sistemi verilerinden anket yapılan üreticilerin kayıtları tespit edilerek veri seti içerisine alınmıştır. Bunlar dışında Tarım ve Orman Bakanlığı Manisa ve Tekirdağ İl Müdürlüğü kayıtları ve TÜİK tarafından her yıl yayınlanan tarımsal istatistikler kullanılmıştır

Yöntem

Araştırma alanının seçilmesinde izlenen yöntem

Araştırma alanı olarak Manisa ilinden Saruhanlı ve Gölarmara ilçeleri ile Tekirdağ ilinden Malkara ve Hayrabolu ilçeleri seçilmiştir. Bu ilçelerin seçiminde kuru-sulu tarımsal üretim tiplerinin bir arada olması, meyvecilik, zeytincilik ve bağcılık alanlarında faaliyet gösteriyor olmaları ile büyükbaş süt hayvancılığı alanında üretim yapılması rol oynamıştır. Buradaki temel amaç araştırma bulgularının analizini yaparken tek tip tarımsal üretim çeşitlerinden ziyade farklı ürünlerin oluşturduğu hibrit bir tarımsal brüt gelir üzerinden ilerlenmesini sağlamaktır. Araştırmanın sunacağı çözümlerin daha geniş kitleleri kapsaması hedeflendiği için böyle bir çerçevenin uygun olacağı varsayılmıştır. Araştırma alanındaki bölgedeki 4 ilçenin tüm köylerinin ÇKS verileri üzerinden tarımsal brüt gelir tutarları hesaplanmış ve belli gelir tabakalarına ayrılarak düşük, orta ve yüksek gelirli köyler olarak işaretleme yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma Bölgesindeki Köylerin Gelir Aralıklarına Göre Dağılımı

Table 1. Distribution of Villages in the Research Area by Income Ranges

	0- 2.500.000	2.500.000- 5.000.000	5.000.000- 10.000.000	10.000.000+	Genel Toplam
Gölmarmara	6	4	3	2	15
Hayrabolu	4	24	13	5	46
Malkara	28	24	16	3	71
Saruhanlı	5	8	15	13	41
Genel Toplam	43	60	47	23	173

Dünya Bankası tarafından yapılan gelir seviyesi sıralamasında Türkiye üst orta gelir grubu ülkeler içerisinde yer almakta olup bu ülke grubunda kişi başına gelir 3.976 ila 12.275 dolar arasında belirlenmiştir. TÜİK tarafından 2018 yılında kişi başına ortalama gelir 9.638 \$ (45.463 TL) olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin gelir seviyeleri ile ilgili sınıflandırma yapılırken bu iki veriden yararlanılmış olup, 2018 yılı net asgari ücret rakamı baz olarak kullanılmıştır (TÜİK, 2019). Böylece düşük gelir seviyesi için 24 asgari ücret, orta gelir seviyesi için 48 asgari ücret ve yüksek gelir seviyesi için 72 asgari ücrete denk gelen dilimler öngörülmüştür. Böylece düşük gelir için 0-50.000 TL, orta gelir için 50.000-100.000 TL ve yüksek gelir için de 100.000 TL ve üzeri üreticiler dikkate alınmıştır.

Üreticilerin araştırma alanındaki dağılımı ise nispi temsillikliği ile belirlenmiştir. Bu durumda yüksek, orta ve düşük gelirli köyler içerisinde ikişer adet köy seçilip her ilçeden 6'şar köy olacak şekilde toplam 24 köy belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Anketlerin Gelir Seviyesine ve Köylere Dağılımları

Table 2. Distribution of the Surveys by Income Level and Villages

İlçe	Köy Gelir Seviyesi	Köy	Anket Adedi	Toplam Anket
Gölmarmara	Düşük	Ayanlar	5	38
	Düşük	Taşkuyucak	6	
	Orta	Kayaaltı	5	
	Orta	Ozanca	5	
	Yüksek	Beyler	5	
Hayrabolu	Yüksek	Tiğimli	12	81
	Düşük	Çerkezmüsellim	14	
	Düşük	Şalgamlı	16	
	Orta	Büyükkarakarlı	3	
	Orta	Çeneköy	16	
Malkara	Yüksek	Canhıdır	16	80
	Yüksek	Tatarlı	16	
	Düşük	Balabancık	20	
	Düşük	Gözsüz	25	
	Orta	Alaybey	14	
Saruhanlı	Orta	Doğanköy	7	133
	Yüksek	Vakıfıdemir	10	
	Yüksek	Yenice	4	
	Düşük	Hatipler	22	
	Düşük	Tirkeş	21	
Saruhanlı	Orta	Dilek	22	133
	Orta	Gökçe	20	
	Yüksek	Hacirahmanlı	22	
	Yüksek	Nuriye	26	
Toplam				332

Anket sayılarının ilçelere dağılımında nispi temsil ilkesi ile hareket edilmiştir. İlçe bazında anket sayısına karar verilirken ilgili ilçenin populasyon içerisinde üretici sayısı açısından aldığı pay göz önüne alınmıştır. İlçe başına belirlenen anketlerin köylere eşit olarak dağıtılması hedeflenmiş ancak her köyde eşit adet anket yapmak mümkün olmamıştır.

Üreticilerin seçiminde izlenen yöntem

Anket çalışması yapılacak örneklem büyüklüğü için araştırma alanında yer alan 4 ilçenin ÇKS kayıtlı üretici sayısı 2017 yılı verilerine göre 18.866'dır. Örneklem büyüklüğü 4 ilçe için ortak olarak hesaplanmış, sonrasında nispi temsil yöntemi ile ilçelere dağıtılmıştır.

Örneklem büyüklüğü hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Newbold,1995):

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot \sigma^2 + p(1-p)}$$

n: Örnek hacmi

N: Ana kitle

p: Ana kitle içerisinde beklenen özellikleri taşıyan işletme sayısının oranı (en yüksek örnek hacmine ulaşmak için için % 50 olarak kabul edilecektir.)

σ^2 : Populasyon varyansı

Örnek hacmi %95 Güven aralığı ve %5.5 hata payı ile hesaplanmıştır. Bu durumda örnek hacmi 313 olarak bulunmuş ancak olanaklar elverdiği ölçüde anket sayısı 332 üreticiye ulaştırılmış ve 332 anket değerlendirmeye alınmıştır. Anket verilerinin zenginleştirilmesi amacıyla ÇKS verilerinden faydalanılmıştır. Özellikle anket yapılan üreticilerin ÇKS kayıtlarına ulaşılarak anonim şekilde verilerin temin edilmesi sağlanmış ve bu veriler üzerinden Tarımsal Brüt Gelir, Tarımsal Net Gelir ve Toplam Net Gelir hesaplamaları yapılmıştır.

Verilerin analizinde izlenen yöntem

Anket alanının birbirinden farklı 4 ilçeden oluşması ve her ilçede farklı gelir seviyelerinden üreticilerin bulunması nedeni ile, verilerin farklı açılardan değerlendirilmesi ve yorumlanması mümkün olmaktadır. Bu durum aynı zamanda çok çeşitli kıyaslamalar yapılmasına imkân sağladığı için daha isabetli tespit ve öneriler hazırlanması kolaylaşmaktadır. Bu itibarla araştırma bulguları aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılarak tablo haline getirilmiştir:

Köy Gelir Grubu: Düşük, Orta ve Yüksek olarak üçe ayrılmaktadır. Bu gruplar anket öncesinde araştırma alanına giren köylerin gelirlerinin hesaplanması ile bulunmuştur. Ancak bunlar anket yapılan üreticilerin gelir seviyesini değil o üreticinin yaşadığı köyün gelir seviyesini temsil etmektedir. Örneklem seçilimi bu tabakalara göre yapıldığı için tablolarda öncelikli olarak bu gelir grupları bazında bulgular paylaşılmaktadır.

Arazi Büyüklüğü: Anket yapılan üreticilerin işledikleri araziler (kiralıklar dahil) üzerinden (0-50) – (50-100) – (100-250) – (250-500) – (500 ve üzeri) şeklinde sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur. Arazi büyüklüğüne ilişkin kırım ile gelir seviyeleri birlikte karşılaştırılmış ve bu sayede arazi varlığının veriler üzerindeki etkisi analiz edilmiştir.

Gelir Segmentasyonu: Üreticilerin toplam gelirleri üzerinden 50.000 ve 100.000 TL'lik dilimlere ayrılmak suretiyle belirlenmiştir. Bu dilimler belirlenirken bankaların kullanmış olduğu gerçek gelir dilimleri dikkate alınmış ve gelir segmenti daha çok finansman kullanımına ilişkin verilerin daha iyi yorumlanması için kullanılmıştır.

Bitkisel brüt gelir ve net gelir hesaplamaları yapılırken, 3 bankanın (TEB, 2019; T.C. Ziraat Bankası, 2019; Denizbank A.Ş. , 2019) tarım cetveli adı verilen ve bitkisel ürünlere ait birim gelir, gider ve verimlerinin olduğu tablolardan faydalanılmıştır. Bu tablolar içerisinde yer alan dekar başına gelir, gider gibi verilere ilişkin açıklamalar aşağıda belirtilmektedir:

Dekar başına gelir: Gayri safi üretim değeri olarak hesaplanmaktadır. Çiftçilerin bir üretim dönemindeki aldıkları ürünün tamamının (kaynakta tüketim, tohumluk ayrılan vb. dahil) değer karşılığıdır. Buna yan ürün gelirleri de dahildir.

Dekar Başına Gider: Tüm bitkisel üretim masraflarını kapsamaktadır. Bunun içerisinde tek yıllık ve çok yıllık bitkilerin değişken işletme masrafları ve aktif sermaye faizi, arazi kirası ve amortisman giderleri yer almaktadır. Ancak arazi kirası sadece kiralık parseller için hesaplamaya dahil edilmiştir. Kiralık arazi bedelleri için o yöredeki ortalama kira bedeli göz önüne alınmıştır.

Bitkisel net gelir hesaplanırken dekar başına gelir ve dekar başına gider rakamlarının farkı alınmıştır. Ancak araştırma kapsamındaki analizlerde önemli bir yer olan gelire dair bulgularda tarım dışı geliri ayrı göstermek amacıyla tarım dışı gelirler hariç tutulmuştur.

Hayvancılık gelirleri yukarıda anlatıldığı üzere bitkisel brüt gelir hesaplamasındaki yaklaşımın aynısı kullanılarak hesaplanmıştır. Hayvancılık üretim değeri hesaplanırken üreticilerin son 3 yılda prime esas olarak ürettikleri süt miktarlarından hareket edilmiş ve buzağı ile gübre satışından elde edilen gelirler Gayri safi üretim değeri içerisinde eklenmiştir.

Toplam net gelir hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılmıştır:

Toplam Net Gelir : [Gayri safi hasıla (bitkisel + hayvansal+ tarım dışı gelir)] – [(İşletme masrafları + Öz sermaye faizi + arazi kirası)]

Likert ölçeği, katılımcılardan belirli bir nesne hakkındaki bir dizi zihinsel inanç veya davranışsal inanç ifadesine ne ölçüde katıldıklarını veya katılmadıklarını belirtmelerini ister. Normalde, ölçek formatı, mutabakat ve anlaşmazlık ölçek tanımlayıcıları arasında dengelenir. Orijinal geliştiricisi Rensis Likert'in adını taşıyan bu ölçek, beş ölçek tanımlayıcıdan oluşur: "kesinlikle katılıyorum", "katılıyorum", "ne katılıyorum ne de katılmıyorum", "katılmıyorum", "kesinlikle katılmıyorum". Bu araştırma kapsamında 10'lu likert ölçeği kullanılmış ve çiftçilerden 1-10 arası puanlama yapmaları istenmiştir. Sonrasında bu puanlar ikili olarak gruplanarak değerlendirilmiştir (Hair et al. 2002).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Demografik bilgiler

Anket yapılan üreticilerin ağırlıklı olarak ilkökul mezunu oldukları (% 81) (genellikle 8 yıllık eğitim aldıkları için 8 yıl üzerinden değerlendirilmiştir) göze çarpmaktadır. Bunu % 14.8 ile lise, % 3.6 ile Lisans mezuniyeti izlemektedir. Okur-yazar olmayan üretici oranı % 0.6'dır. Üreticilerin yaş gruplarına göre dağılımı incelendiğinde en fazla üretici 51-60 yaş grubundadır (%37). Üreticilerin % 38.6'sı 30-50 yaş grubunda, % 24.4'ü 61 ve üstü yaşta. Üreticilerin tamamı bir sosyal güvenlik sistemine dahil durumdadır. Üreticiler içerisinde %79 ile en fazla Bağ-Kur'a kayıtlı üreticiler olduğu ikinci sırada ise % 18 ile SGK'ya (eski ismi ile SSK) kayıtlı oldukları görülmektedir. En az kayıtlı olunan sosyal güvenlik kurumu ise eski adı ile Emekli Sandığı'dır.

İşletmelere İlişkin Bilgiler

Anket yapılan üreticilerin bulunduğu köylerin gelir seviyesine göre sahip oldukları arazi büyüklüğü, ürün çeşidi, gelir ve gider rakamları incelendiğinde, düşük gelir grubundaki üreticilerin ortalama arazi büyüklüğünün 108.4 dekar olduğu, orta gelir grubundaki üreticilerin 123.7 dekar ve yüksek gelir grubundaki üreticilerin 195.5 dekar olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Gelir gruplarına göre işletmelerin arazi büyüklüğü, bitkisel gelir ve gider rakamları

Table 3. Land size, crop income and expense figures of farmers according to income groups

Köy Gelir Seviyesi	Üretici Adedi	Ortalama Arazi Büyüklüğü (dekar)	Ortalama Ürün Çeşidi	Ortalama Bitkisel Brüt Gelir (TL)	Ortalama Bitkisel Üretim Gider (TL)	Ortalama Bitkisel Net Gelir
Düşük	129	108,4	2,80	76.198	33.826	42.372
Orta	92	123,7	2,74	115.907	51.533	64.373
Yüksek	111	195,5	3,21	178.607	79.830	98.777
Toplam	332	141,8	2,92	121.441	54.114	67.327

Düşük gelir grubundaki üreticilerin dekar başına bitkisel brüt gelir rakamı 703 TL/Da iken, bu rakam orta gelir grubunda 937 TL/Da ve yüksek gelir grubunda 913 TL/Da'dır. Bu durumda düşük gelir grubundaki üreticilerin dekar başına düşük brüt gelir getiren ürünleri yetiştirdiği sonucu elde edilebilir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Gelir gruplarına göre dekar başına bitkisel gelir ve gider rakamları**Table 4.** Crop income and expenditure figures per decare by income groups

Köy Gelir Seviyesi	Üretici Adedi	Dekar Başına Bitkisel Brüt Gelir (TL)	Dekar Başına Bitkisel Üretim Gider (TL)	Dekar Başına Bitkisel Net Gelir
Düşük	129	703	312	391
Orta	92	937	416	520
Yüksek	111	913	408	505
Toplam	332	857	382	475

*Bitkisel brüt gelir ve gider rakamlarının arazi büyüklüğüne oranı olarak hesaplanmıştır.

Ancak toplam gelirler içerisinde tarım dışı gelirin payının da incelenmesi gerekmektedir. Veriler bu açıdan incelendiğinde tarım dışı gelir payı en yüksek olan düşük gelir grubudur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Gelir gruplarına göre tarım dışı gelirlerin toplam gelirler içerisindeki payı**Table 5.** Share of non-agricultural income in total income by income groups

Köy Gelir Seviyesi	Üretici Adedi	Ortalama Toplam Tarım Dışı Gelir (TL)	Ortalama Toplam Gelir (TL)	Tarım Dışı Gelirin Payı
Düşük	59	15.777	145.058	10,9%
Orta	52	16.270	154.378	10,5%
Yüksek	71	15.271	373.658	4,1%
Toplam	182	15.720	236.900	6,6%

Üretimde verimlilik açısından önemli bir ekipman olan damla sulama varlığı incelendiğinde anket yapılan üreticilerin sadece %9.9'unda damla sulama olduğu tespit edilmiştir. Düşük gelirli grup için bu oran %3.1 iken, orta gelir grubunda bu oran %6.5 ve yüksek gelir grubunda % 20.7'dir.

Üreticilerin gelir yapısı ve finans durumu

Üreticilerin finansman kullanımına yönelik bulguların anlaşılması için öncelikle üreticilerin gelir yapısının daha detaylı şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Ankete katılan 332 çiftçinin 181 tanesinin borç bilgisi kesin şekilde temin edilebilmiştir. Üreticilerin tüm gelirleri üzerinden yani bitkisel üretim gelirleri, hayvancılık geliri ve tarım dışı diğer gelirlerinin toplanması ile toplam brüt gelir elde edilmektedir. Böylece tarımsal üretim dışındaki gelirleri üzerinden bazı verilerin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Çünkü finansman kullanımının sadece tarımsal üretimi finanse etmek için değil aynı zamanda bireysel ihtiyaçların karşılanması amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Her gelir grubunda yani her köyde, o köyün genel gelir düzeyinden bağımsız olarak çok yüksek gelirli ya da çok düşük gelirli üreticiler bulunmaktadır. Ancak köy gelir seviyesi toplam brüt gelirin segmentlerinin köy gelir seviyesi ile büyük ölçüde uyumlu olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Köy gelir seviyesi ve üreticilerin toplam brüt gelir segmentlerinin kıyaslanması**Table 6.** Comparison of village income level and total gross income segments of producers

Brüt Gelir Segment	Köy Gelir Seviyesi			Toplam
	Düşük	Orta	Yüksek	
0-50.000	27	14	10	51
50.000-100.000	31	20	28	79
100.000-250.000	47	45	34	126
250.000-500.000	24	10	27	61
500.000+		3	12	15
Toplam	129	92	111	332

Üreticilerin brüt gelirleri ve banka borçları incelendiğinde özellikle 100.000 TL altında gelire sahip üreticilerde borçlanma oranının çok yüksek olduğu görülmektedir. 0-50.000 TL arasında geliri olan üreticilerin toplam borçlarının yıllık bitkisel brüt gelirlerine olan oranı %147.5'tir. Yani bu segmentte yer alan çiftçiler her 100 TL'lik tarımsal brüt gelire karşılık 147 TL'lik borca sahiptir. 50.000-100.000 TL arasında brüt gelire sahip üreticilerde ise bu oran %101.7 iken 100.000-250.000 TL arasındaki üreticilerde aynı oran %116.4 olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin bir yıllık gelirlerinin çok üzerinde borçlanma seviyesine sahip oldukları söylenebilir (Çizelge 7). Birçok çalışmada da üreticilerin finansman yetersizliği görüşü yer almaktadır (Engindeniz ve Çukur,2003; Uzman,2017; Yercan ve Kınıklı, 2018; Kaya ve ark., 2019; Değer ve ark., 2020).

Çizelge 7. 2018 yılı itibariyle üreticilerin toplam ve tarımsal brüt gelirleri ile toplam borçlarının kıyaslanması

Table 7. Comparison of producers' total and agricultural gross income and their total debt as of 2018

Toplam Brüt Gelir	Üretici Sayısı*	Ortalama Bitkisel Brüt Gelir (TL)	Ortalama Toplam Brüt Gelir (TL)	Ortalama Banka Borcu (TL)	Borç/Bitkisel Brüt Gelir Oranı (%)	Borç/Toplam Brüt Gelir Oranı (%)
0-50.000	19	26.313	33.481	38.809	147.5	115.9
50.000-100.000	32	54.879	78.011	55.818	101.7	71.6
100.000- 250.000	81	101.151	167.376	117.761	116.4	70.4
250.000-500.000	43	216.010	328.508	116.950	54.1	35.6
500.000+	6	610.088	1.016.074	252.960	41.5	24.9
Toplam	181*	129.272	203.935	102.811	79.5	50.4

Üreticilerin kısa vadeli borçları bir yıldan kısa vadede ödenmesi gerekli borçlardır. 50.000 TL'den daha az geliri olan üreticilerin kısa vadeli borçlarının bitkisel brüt gelirlerine olan oranı %44.9 iken toplam brüt gelirlerine oranı %35.2'dir. Yani bu gelir seviyesindeki bir üretici 100 TL'lik brüt gelir elde ettiği zaman bunun 35.2 TL'sini borç olarak ödemekle yükümlüdür denilebilir. 50.000-100.000 TL arasında brüt geliri olan üreticiler için bu oran % 24.8'dir. Yani bu segmentteki bir üretici 100 TL'lik brüt gelire karşılık 24.8 TL borç ödemekle yükümlüdür. 2013-2018 yıllarında arasındaki ticari kredi faiz oranlarının %15.6 olduğu (TCMB, 2020) düşünüldüğünde 50.000 TL'ye kadar geliri olan üreticilerin 100 TL'lik brüt gelirlerine karşılık ödemeleri gereken anapara ve faiz borcu 40.5 TL'ye çıkmaktadır. 50.000-100.000 TL arasında geliri olanlar üreticiler için ise bu rakam 28.5 TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. 2018 yılı itibariyle üreticilerin kısa vadeli borçlarının brüt gelirlerine olan oranı

Table 8. The ratio of producers' short-term debt to their gross income as of 2018

Toplam Brüt Gelir	Üretici Sayısı*	Ortalama Bitkisel Brüt Gelir (TL)	Ortalama Toplam Brüt Gelir (TL)	Ortalama Kısa Vadeli Borç (TL)	Kısa Vadeli Borç/Bitkisel Brüt Gelir Oranı(%)	Kısa Vadeli Borç/Toplam Brüt Gelir Oranı(%)
0-50.000	19	26.313	33.481	11.802	44.9	35.2
50.000-100.000	32	54.879	78.011	19.345	35.3	24.8
100.000-250.000	81	101.151	167.376	31.132	30.8	18.6
250.000-500.000	43	216.010	328.508	31.756	14.7	9.7
500.000+	6	610.088	1.016.074	113.637	18.6	11.2
Toplam	181	129.272	203.935	29.686	23.0	14.6

Bir başka veri ise toplam borç içerisinde kısa vadeli borçların değişim durumudur. 2014-2018 dönemi için 181 üreticinin kısa vadeli borçlarının toplam borçları içerisinde oranı %37'lerden %27.3 seviyesine düşmüştür. Üreticinin toplam borçlanması artış göstermesine rağmen kısa vadeli borçların oransal olarak düşmesinin en temel nedeni üreticilerin kısa vadeli borçlarını uzun vadeye yaymış olmasıdır. Bankalarda re-finance adı altında yapılandırılan kredilerin önemli bir kısmı kısa vadeli borcunu ödemekte zorlanan üreticilere yönelik taksitli kredilerdir. Ancak burada tahsis edilen krediler anapara ve faiz toplamı üzerinden tahsis edilmektedir. Bu durumda üreticinin finansman maliyeti çok yükselmektedir. Kısa vadeli borçların oransal değişimini tüm gelir segmentlerinde görmek mümkündür (Çizelge 9).

Çizelge 9. Gelir segmentlerine göre üreticilerin toplam borçları içerisinde kısa vadeli borç oranının değışimi

Table 9. Change in the short-term debt ratio within the total debt of producers according to income segments

Brüt Gelir Segmenti	2014	2015	2016	2017	2018
0-50.000	48.3	44.9	47.1	35.4	29.7
50.000-100.000	29.5	27.5	45.7	34.3	30.5
100.000-250.000	33.7	40.6	34.3	30.0	25.3
250.000-500.000	42.8	42.0	36.7	31.3	23.7
500.000+	0.0	60.9	37.5	35.9	55.3

Geriye dönük borç bilgisi temin edilebilen üreticilerin borç ve gelir değışimleri incelendiğinde ise borç artışının gelir artışına göre çok yüksek olduğu görülmektedir. Üreticilerin 2014 yılında çalıştıkları ortalama banka sayısı 3.9 iken bu rakam 2018 yılında 5.2'ye yükselmiştir. Buna bağlı olarak 2014-2018 yılları arasında üreticinin tarımsal brüt geliri sadece %21 oranında artış göstermiş buna karşın toplam borçları 4 kat artmıştır (Çizelge 10).

Çizelge 10. 2104-2018 Yılları Üreticilerin tarımsal brüt gelir ve toplam borçları (TL)

Table 10. Gross agricultural income and total debts of producers between 2014-2018 (TL)

	2014	2015	2016	2017	2018
Tarımsal Brüt Gelir	106.164	109.930	111.396	121.694	129.407
Toplam Borç	27.660	71.069	93.651	118.445	134.024

*Geriye dönük tarımsal brüt gelir hesaplaması çiftçilerin eski ÇKS kayıtları kullanılarak yapılmıştır

Borçlanma artışının nedenleri çok sayıda olabilir ve kesin nedenlerin ortaya konulması için farklı araştırmalar yapılması gerekebilir. Bu noktada anket yapılan üreticilerin tarımsal üretim kapasitesi, arazi büyüklüğü, mülkiyet oranı ve ürün çeşidi gibi parametrelerinin nasıl değıştiğini ortaya koymak suretiyle borçlanma ya da finansman kullanımının tarımsal üretime olan katkısı anlaşılmalı çalışılmaktadır.

Üreticilerin işlediği ortalama arazi miktarının değışimi incelendiği zaman tüm kitle içerisinde arazi miktarının artış gösterdiği ancak 0-50.000 TL arası gelir sahibi üreticilerde arazi miktarının düşüş gösterdiği görülmektedir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Üreticilerce işlenen tarımsal arazinin değışimi

Table 11. Change of agricultural land cultivated by farmers

Brüt Gelir Segmenti	Üretici Sayısı*	2014	2015	2016	2017	2018	Arazi Değışimi (%)
0-50.000	14	37	30	30	28	27	-26.0%
50.000-100.000	16	72	84	83	89	92	27.6%
100.000-250.000	49	130	134	133	135	145	11.9%
250.000-500.000	19	210	203	234	268	284	35.3%
500.000+	3	382	341	339	393	409	6.9%
Toplam	101	130	131	136	146	154	18.4%

*: Geriye dönük ÇKS verisi temin edilen üreticiler.

Toplam işlenen arazilerdeki değışime ek olarak arazi mülkiyet durumunun incelenmesi ile arazi artışının satın alma yolu ile olup olmadığı anlaşılabilir. Veriler incelendiğinde 500.000 ve üzeri gelire sahip üreticilerin olduğu grup hariç tüm gelir segmentlerinde sahipli arazi oranı azalış göstermiştir. Diğer bir deyişle üreticiler daha çok kiralık arazi işleme yoluna gitmiştir. Bu durumda alınan borçların arazi alımına yönelik kullanılmadığını söylemek yanlış olmaz (Çizelge 12).

Çizelge 12. Üreticilerin kendi arazilerine sahip olma oranlarının değişimi (%)

Table 12. Change in the rate of farmers owning their own lands

Brüt Gelir Segmenti	Üretici Sayısı*	2014	2015	2016	2017	2018	Mülkiyet Oranı Değişimi
0-50.000	14	58.60	64.74	61.76	61.03	55.73	-2.87
50.000-100.000	16	67.31	67.05	73.53	71.67	60.02	-7.28
100.000-250.000	49	61.53	61.45	63.90	63.39	60.25	-1.28
250.000-500.000	19	61.62	64.27	59.76	55.01	55.41	-6.21
500.000+	3	49.87	45.13	50.18	56.79	54.89	5.03
Toplam	101	61.68	62.76	63.87	62.54	58.56	-3.13

*: Geriye dönük ÇKS verisi temin edilen üreticiler.

Üreticilerin finansman konusundaki tercihleri

Anket yapılan üreticilerin finansman konusundaki ihtiyaçlarının ve bu ihtiyaçlarla bağlantılı olarak tercihleri incelenmiş ve farklı sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak en fazla finansman ihtiyacı duyulan başlık tarımsal girdilerdir (%96.4). Bunu sırasıyla canlı hayvan alımı (% 3.9), traktör alımı (% 3.6) ve arazi alımı (% 1.5) izlemektedir.

Üreticilerin kredi kullanımı esnasında en fazla önem verdiği hususların anlaşılması yine finansman araçlarının tasarımı için önemlidir. Yapılan anketlerde kredi kullanımı esnasında en fazla önem verilen unsur faiz oranıdır. İkinci en önemli unsur ise dosya masrafları ve komisyonlar olurken, nispeten daha az önemli unsur istenilen teminatlardır. Bu noktada kredi kullanan üreticiler için önemsiz gördükleri bir unsur olmadığı ve sanılanın aksine faiz ve komisyon oranlarına çok daha hassas oldukları kesin gibidir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Üreticilerin kredi kullanımındaki 3 unsura yönelik önemlilik tercihleri

Table 13. Preferences of farmers for 3 factors in loan usage

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Dosya Masrafı/Komisyon	1	2	6	2	3	8	63	108	47	78	8.18
%	0.3	0.6	1.8	0.6	0.9	2.4	19	32.5	14.2	23.5	
Faiz Oranı	0	0	1	2	3	3	3	25	129	155	9.27
%	0	0	0.3	0.6	0.9	0.9	0.9	7.5	38.9	46.7	
İstenen Teminat	2		3		5	23	88	80	29	87	8.07
%	0.6		0.9		1.5	6.9	26.5	24.1	8.7	26.2	

*:1 Hiç önemli değil , 10: Çok Önemli

SONUÇ ve ÖNERİLER

Finansal kuruluşlar açısından geleneksel finansman kaynakları, işletme sermayesi (faaliyete dönük finansman) ya da yatırım sermayesi (proje finansmanı) olarak nitelendirilmektedir. Bu ayırım özellikle finansal ürün ve servislerin tasarlanması için sıklıkla kullanılır. Bu iki grup altında farklı amaçlara yönelik alt finansal ürünler sunulmaktadır. Örneğin kredili mevduat hesabı ya da tek ödemeli spot krediler işletme sermayesi ya da girdi finansmanı ürünleri olarak nitelendirilmekte, buna karşın traktör alım kredisi veya arazi alım kredisi, yatırım finansmanı olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın bulguları ve yapılan tespitlerden hareketle finansman kaynaklarının tasarımı ve kullandırılmasına ilişkin öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1) Finansman ürünü/kaynağının kullanım amacı tam olarak belirlenmelidir. Bu amaçla değer zinciri finansmanı sistemi teknolojik altyapı ile desteklenerek üretim zincirine ihtiyaç ve amaç dahilinde finansman aktarılmalıdır. Böylece gereksiz finansman maliyetlerinden korunma sağlanabilir.

2) Finansal okuryazarlık seviyesinin geliştirilmesi için finansal kurumlarla çiftçi örgütleri ortak hareket ederek kredi kullanımı, öz kaynak ve sermayenin önemi gibi çiftçinin ticari bakış açısını güçlendirecek bilgi servisleri geliştirilmelidir.

3) Üreticilerin tarımsal faaliyetlerinin dışında bireysel ihtiyaçları olduğu ve genelde 2 ya da 3 çocuklu ailelerden oluştukları dikkate alınmalıdır. Anket yapılan üreticilerin %70'i 2 ya da 3 çocuk sahibidir. Bu nedenle kredi limiti hesaplamalarında asgari geçim tutarları hesaba dahil edilmelidir.

4) Düşük gelir grubu ile yüksek gelir grubu üreticilerle aynı finansal ürünler ya da aynı kredi değerlendirme süreci uygulanmamalıdır. Her iki üretici grubunun tarımsal dinamikleri hem fiziksel hem de ticari olarak farklıdır. Örneğin alan araştırmasında düşük gelirli kesimde yer alan üreticilerin dekar başına gelirlerinin orta ve yüksek gelirli üreticilere göre düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle sadece arazi büyüklüğü ya da sadece gelir seviyesine değil, tasarım sürecinde tarımsal ürün tiplerine bakılması faydalı olacaktır. Nadas ya da münavebe gibi uygulamaların üreticilerin yıllık bazda gelirlerini etkileyeceği dikkate alınmalıdır.

5) Kira ile arazi işleyen üreticilerin gelir desenleri ve geriye dönük arazi kiralama alışkanlıkları anlaşılmalıdır. Kira ile arazi işleyen üretici kiralık dükkân tutmuş bir esnaf ya da fabrika kiralamış bir sermaye sahibinden farklı görülmemelidir. Bu tip üreticilerde makine parkurunun üretime elverişli olup olmadığı irdelenmelidir. Kiralık arazi işleyen ya da toplam arazi büyüklüğü 50 dekar altında olan çiftçiler için uzun vadeli arazi alım kredisi ürünü tasarlanmalıdır. Bu kredi için arazi üzerine yapılacak yatırımlar önceden projeye bağlanmalı ve 2 yıl geri ödemesiz 10 yıl vadeli olacak şekilde tasarlanmalıdır.

6) Modernizasyona yönelik tasarlanacak finansman ürünlerinin yapılacak modernizasyonun etkisini öngöreceği şekilde tasarlanması önemlidir. Üreticinin yaptığı yatırımın karşılığını alması ve bu karşılık ile kullandığı kaynağı geri ödeyeceği ilkesi ile hareket edilmelidir.

7) Üreticilerin borçlarının yapılandırılması ve başka kurumlara transfer edilmesi yine bir finansman ürünü ile yapılmaktadır. Bu tip ürünlerin tasarımında yapılandırma ilkeleri belirlenmeli ve bu ilkeler ile borç transferi yapılmalıdır. Üreticinin mevcut borcunun anapara tutarının en az üçte birini ödemiş olması ve benzeri koşullar finansman ürünü tasarımına eklenmelidir. Bulgular içerisinde görüldüğü üzere düşük gelirli üreticiler yüksek borçlanma durumuna sahiptir. Bu tip üreticilerin borçlarını başka kurumlara transfer ederken çok daha yüksek finansman maliyetleri ile karşılaşmasına engel olunmalıdır.

8) Sözleşmeli tarımın yapıldığı üretim alanlarında tarımsal girdi satan bayi, çiftçi, tüccar ve fabrika arasında finansal teknoloji araçları kurularak üretim zinciri dijitalleştirilmelidir. Bir başka deyişle mal ve para akışları görünür/izlenebilir hale getirilmelidir. Bu sayede zincirin miktar ve değer cinsinden işlem hacmi, tarafların birbirleri olan ticari güven ilişkisi geriye dönük olarak daha rahat anlaşılabilir. Bu durumda finansal kaynak sağlayıcıların risk algısı daha makul seviyede olabilecektir. Böylece daha düşük risk primi ile finansal kaynak sağlanması ve daha yüksek limitlerle zincirin desteklenmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR


- Ayanoğlu, İ. 2008. Kırsal Kalkınma ve Türkiye İçin Bir Kırsal Kalkınma Modeli. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi A.B.D., Yüksek Lisans Tezi.
- BDDK, 2019. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurum, Sektörel Kredi Dağılım Raporu.
- Bilal, A. and Baig, M. 2019. Transformation of agriculture risk management: The new horizon of regulatory compliance in farm credits. *Agricultural Finance Review*, Vol. 79 Issue: 1, pp 136-155.
- Bukenya, O. J., 2001. An Analysis of Quality of Life, Income Distribution And Rural Development in West Virginia, West Virginia University, Dept. Of Agricultural and Resource Economics, Unpublished PhD. Thesis.
- Candan, E. 2009. Türkiye'de Kalkınmanın Finansmanında Tarımın Rolü. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Ens., İktisat A.B.D., Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Değer, H. C., Özder, U., Kınıklı, F., Yercan M. 2020. Muğla İlinde Üreticilerin Domates Pazarlaması Üzerine Kooperatifleşme Eğilimlerinin Belirlenmesi, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26(2): 121-129.


- Denizbank A.Ş. , 2019. Yayınlanmamış Ürün Bütçeleri.
- Engindeniz,S. ve Çukur,F.,2003. İzmir İli Kemalpaşa İlçesinde Şeftali Üretiminin Teknik ve Ekonomik Analizi Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniv.Ziraat Fak. Derg., 40 (2):65-72
- Güneş,E. ve Movassaghi,H.,2017, Cooperative analysis of agricultural credit system and organization in selected countries, International Journal of Applied Agricultural Sciences, Vol.3, Issue:5, pp.123-135.
- Hair, F.J., Bush, R.P. and Ortinau D.J., 2002. Marketing Research. McGraw Hill, ISBN 0-07-246757-6.
- Hartarska, V., Nadolnyak, D. and Shen, X., 2015. Agricultural credit and economic growth in rural areas. Agricultural Finance Review, Vol. 75 Issue: 3, pp 302-312.
- Kaya, N., Çoker, S., Kınıklı, F., Yercan, M. 2019. Çiftçilerin Kooperatifçiliğe Bakış Açılırları Üzerine Bir Araştırma: Ağrı ve Eskişehir İlleri Örneği, Tarım Ekonomisi Dergisi, 25(2): 219-230.
- Mariyono, J., 2019. Micro-credit as catalyst for improving rural livelihoods through agribusiness sector in Indonesia. Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies, Vol. 11 Issue: 1, pp 98-121.
- Newbold, P. 1995. Statistics for Business and Economics, Prentice Hall Inc., USA. Pages 1016.
- Özçelik, A., Güneş, E., Artukoğlu,M.M., 2005. Türkiye de tarımsal kredi sözleşmeli tarım ve üretici örgütleri üzerinden kredi uygulamaları, Ziraat Mühendisliği VI Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara,ss. 961-985.
- Quiros, R. 2006. Agricultural Value Chain Finance. FAO Agricultural Value Chain Finance Seminar, ISBN 978-9977-21-073-5.
- Savitha, B. and Naveen Kumar K. 2016. Non-performance of financial contracts in agricultural lending: A case study from Karnataka, India. Agricultural Finance Review, Vol. 76 Issue: 3, pp 362-377.
- Swamy, V. and Dharani, M., 2016. Analyzing the agricultural value chain financing:approaches and tools in India. Agricultural Finance Review, Vol. 76 Issue: 2, pp 211-232.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı. 2018. Tarım ve Gıdada Rekabetçi Üretim 2019-2023, 11. Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Manisa Tarım İl Müdürlüğü. 2019. Tarım Ürünleri Maliyet Cetvelleri, <https://manisa.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2019%20maliyetleri.pdf>, Erişim tarihi: 8 Eylül 2020.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü Tarım Raporu. 2020. https://tekirdag.tarimorman.gov.tr/Belgeler/TarimRaporlari/GTHB59_2018.pdf, Erişim tarihi:31 Ağustos 2020.
- T.C. Ziraat Bankası, 2019. Yayınlanmamış Ürün Bütçeleri.
- TCMB, 2020. Faiz Oranları İstatistikleri, <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/portlet/K24NEG9DQ1s%3D/tr>, Erişim tarihi: 30 Temmuz 2020.
- TEB, 2019. Türk Ekonomi Bankası Yayınlanmamış Tarım Ürünleri Cetveli.
- TÜİK, 2019. Hanehalkı Tüketim Harcamaları Bülteni, Çeşitli Yıllara Ait Raporları.
- Ulusal Süt Konseyi, 2019. Ulusal Süt Kayıtları (Erişim tarihi: 01.09.2019).
- Uzmay, A.,2017. Hayvancılık Sektöründe Uygulanan Politikaların Süt Sığırcılığı İşletmelerine Etkisi Üzerine Üretici Görüşlerinin Saptanması: İzmir İli Örneği, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 54 (2):167-175
- Ünlüer, M., Güneş, E. 2103. Tarımsal kredilerin geri ödenmesinde etkili faktörlerin analizi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:30, Sayı: 2, ss. 86-93.
- Yercan, M., Kınıklı, F. 2018. Tarımsal Kooperatiflerde Ortakların Yönetime Katılımını Etkileyen Faktörlerin Analizi Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Sütçülük Kooperatifleri Örneği, Tarım Ekonomisi Dergisi, 24(2): 159-173.

Derleme
(Review)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):457-467
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.882893>

Oğuzhan SOLTEKİN^{1*} 

Ahmet ALTINDIŞLI² 

Burçak IŞÇI² 

¹Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü,
Yetiştirme Tekniği Bölümü, Manisa/Türkiye

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe
Bitkileri Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
oguz.soltekin@tarimorman.gov.tr

Anahtar sözcükler: Bağcılık bölgeleri, iklim etkisi, küresel ısınma, *Vitis vinifera*

Keywords: Viticultural zones, climatic influence, global warming, *Vitis vinifera*

İklim değişikliğinin Türkiye’de bağcılık üzerine etkileri

Effects of climate change on viticulture in Turkey

Alınış (Received): 18.02.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 02.04.2021

ÖZ

Sanayi devriminden itibaren hızla artan sera gazları, küresel ısınmaya yol açarak yeryüzünün enerji dengesini değiştirmiştir. Bu nedenle dünyada iklim değişikliği göstermiş ve bu durum küresel bir sorun haline gelmiştir. Geçmişten günümüze kadar geçen sürede dünyanın çeşitli bölgelerinde farklı şekillerde etkisini gösteren küresel iklim değişikliği diğer tarım dallarını olduğu gibi bağcılık faaliyetlerini de etkilemektedir. Bu derlemede, iklim değişikliğinin Dünya’daki ve Türkiye’deki genel etkilerinin yanı sıra özellikle bağcılık üzerindeki olası tehditlerini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir. Dünya genelinde önemli bir potansiyele sahip olan bağcılık sektörü son yıllarda iklimsel değişimlerin etkisi altındadır. Özellikle ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası’nda iklim değişikliğine ait etkilerin daha yoğun olması beklenmektedir. Başta sıcaklık artışı olmak üzere yağış miktarındaki azalmalar, yağış dağılımının değişmesi, aşırı hava ve iklim olaylarının sıklık ve şiddetindeki artışların bağcılığı çeşitli yönleriyle etkilemesi öngörülmektedir. Bağ alanları, asma fenolojisi, fizyolojisi, morfolojisi, vejetatif ve generatif gelişmesi, üzüm verimi ve kalite dengesi, üzüm tane kompozisyonu, biyoçeşitlilik, gıda güvenliği vb birçok parametrenin değişik oranlarda etkilenmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmaların artırılması gerekmektedir. Ayrıca bağcılık açısından yerel iklim değişikliği projeksiyonlarına göre etkili önlemler uygulanmalı ve mevcut bağcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.

ABSTRACT

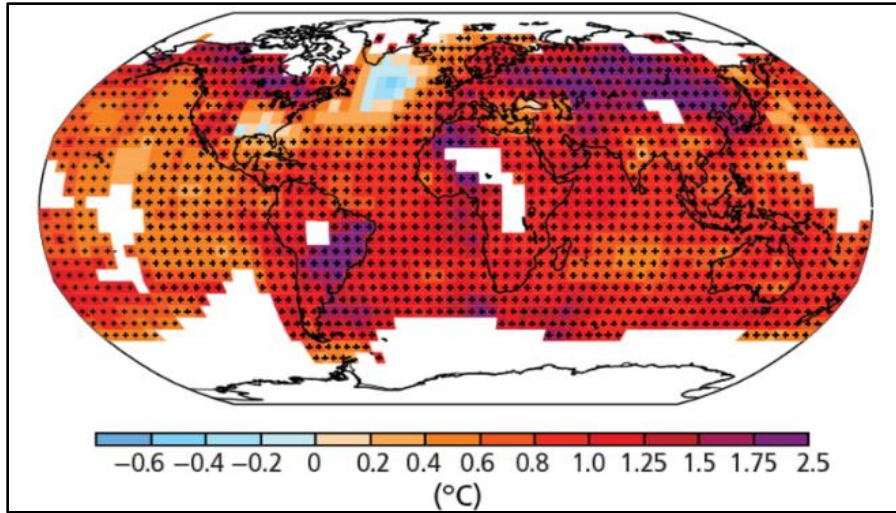
Greenhouse gases increased rapidly since the industrial revolution, have changed the energy balance of the earth by causing global warming. Thus, the earth’s climate has changed and this situation has become a global problem. The global climate change affects viticultural activities besides the other agricultural operations and production. In this review, as well as the overall impact of climate change in the world and in Turkey, especially the studies of the potential threats on viticulture are evaluated. It is expected that the impacts of climate change will be more intense, especially in the Mediterranean basin, where our country is located. Increases in temperature, decreases in precipitation, changes in distribution of precipitation, and increases in frequency and intensity of extreme weather and climate events are expected to affect viticulture in various ways. Accordingly, it is inevitable that many parameters such as viticultural zones, vine phenology, physiology, morphology, vegetative and generative development, yield and grape quality balance, berry composition, biodiversity, food safety, etc. will be affected in different ways. For this reason, climate change mitigation studies should be increased. Additionally, effective measures should be implemented in terms of viticulture according to local climate change projections and the sustainability of existing viticultural activities should be ensured.

GİRİŞ

Türkiye, dünya ülkeleri içerisinde bağ alanları bakımından 405439 ha ile 5. sırada, yaş üzüm üretimi bakımından ise 4100000 ton ile 6. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2019). Gerek ülkemizde gerekse Dünya'da önemli bir yere sahip olan bağcılık, bağdan sofraya kadar geçen süreçte çeşitli sorunlarla karşı karşıyadır. Özellikle son zamanlarda etkisini giderek hissetmeye başladığımız küresel iklim değişikliği üzüm üretimini ve kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Sanayi devrimi ile birlikte atmosferde birikmeye başlayan karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazlarının (Metan (CH₄), Nitröz oksit (N₂O), Ozon (O₃)) yeryüzünden yansıyan uzun dalgalı ışınları tutması nedeniyle ortalama yüzey sıcaklıkları belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu olay doğal sera etkisi olarak ifade edilmektedir (Van Leeuwen and Darriet, 2016). Böylece yeryüzünde ve atmosferin alt katmanlarındaki sıcaklık artarak küresel ısınmaya neden olmaktadır (Türkeş, 2012). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 5. Değerlendirme Raporu'na göre 1950'li yıllardan bu yana gerçekleşen iklimsel değişikliklerin son bin yıllık periyoda kadar hiç görülmediği belirtilmiştir. Ayrıca 1983-2012 döneminin, Kuzey Yarım Küre'de son 800 yılın en sıcak 30 yılı olduğu tespit edilmiştir (IPCC, 2014). Son araştırmalar, küresel yüzey sıcaklıklarındaki değişiklikler baz alınarak tespit edilen küresel ısınmanın 1.064°C'ye ulaştığını göstermektedir. 1901-2012 döneminde ortalama yüzey sıcaklığına ait değişim Şekil 1'de verilmiştir. IPCC tarafından 2018 yılında hazırlanan küresel ısınma özel raporuna göre, küresel sıcaklık artışının 2°C yerine 1.5°C artması bile hem insan hem de doğal hayat için iklimle ilgili riskleri oldukça azaltmaktadır (IPCC, 2018).

Söz konusu iklimsel değişimler, sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki azalmalar ile beraber hassas ve sulamaya dayalı olan Akdeniz tarımını önemli ölçüde etkileyecektir (IPCC, 2013). Tarım her ne kadar insanlar tarafından kontrol edilebilir olsa da henüz birçok bölgede değişen koşullara tam olarak uyum sağlanamamıştır (Altınsoy et al., 2013). Buna bağlı olarak iklimsel değişikliklerin gıda varlığını ve fiyatlarını etkileyeceği, gelir düzeyi düşük toplumların yeterli gıdaya ulaşımını kısıtlayacağı hatta gıda güvenliği probleminin meydana geleceği öngörülmektedir (Türkeş, 2020).



Şekil 1. 1901-2012 ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen değişim (IPCC, 2014).

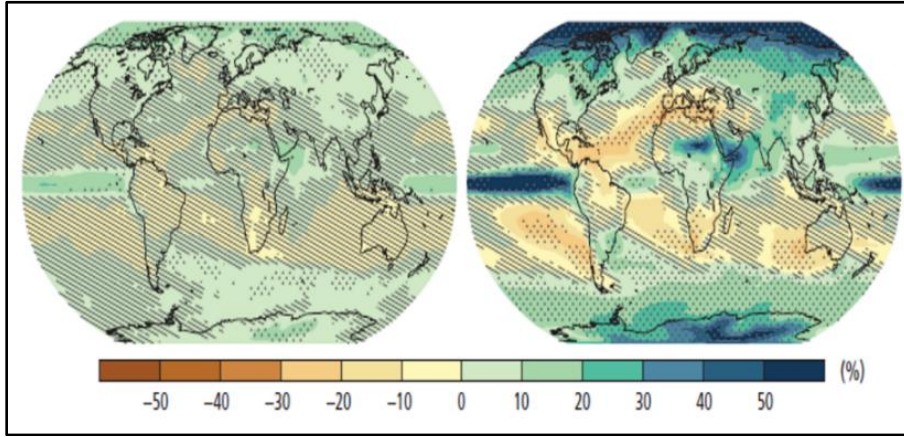
Figure 1. Changes in mean surface temperature for the period 1901-2012 (IPCC, 2014).

Tarımın önemli bir kolu olan bağcılığın iklimsel değişimlerden farklı şekillerde ve seviyelerde etkilenmesi beklenmektedir (Fraga et al., 2013; Schultz, 2016; Van Leeuwen and Darriet, 2016). Sofralık üzüm, kuru üzüm, şarap, üzüm suyu, koruk suyu, pekmez, pestil gibi alternatif değerlendirme şekillerine sahip üzüm ve üzüm ürünlerinin üretiminde iklim değişikliğinin olası etkilerine karşı sürdürülebilirliği ve gıda güvenliğini sağlamak son derece önemlidir.

Bu derlemede, küresel iklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası genel etkileri yanında özellikle de tarımın önemli bir kolu olan bağcılık (asmanın fizyolojisi, morfolojisi, verimi, üzüm kalitesi, fenolojisi, kültürel işlemleri vd.) faaliyetleri üzerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda yakın gelecekte bağcılığı etkilemesi beklenen durumlar ortaya konularak olası çözüm önerileri değerlendirilmiştir.

Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye

Son zamanlarda iklimsel değişimlerin yerküre üzerinde oluşturduğu etkiler incelendiğinde Türkiye’nin risk grubu ülkeler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Bu kapsamda iklim değişikliğine bağlı olarak bazı doğal afetlerin (seller, fırtınalar, sıcak hava dalgaları, ekstrem hava olayları, orman yangınları gibi) artması beklenmektedir (Davarcıoğlu ve Lelik, 2018). Ayrıca söz konusu küresel sıcaklık artışına ait etkilerin yaygın olarak görüleceği bölgelerin başında Türkiye’nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası gelmektedir. Dolayısıyla yakın gelecekte Akdeniz Havzası’nda oluşması beklenen sıcaklık artışı ile beraber yağışlardaki azalmanın zaten yetersiz olan su kaynaklarını daha da azaltacağı ve birçok ülkede ciddi sorunlara yol açacağı belirtilmektedir. Yıllık toplam yağış miktarında, 1986-2005 ortalamasına göre 2081-2100 döneminde gerçekleşmesi beklenen değişimler Şekil 2’de sunulmuştur (IPCC, 2014). Türkiye’de kış mevsimi yağış değişimleri incelendiğinde, yakın geçmişe ait en şiddetli kuraklığın 2007-2008 döneminde ve 1996 ile 2001 yıllarında gerçekleştiği belirtilmiştir (Türkeş ve Erlat, 2018).



Şekil 2. 2081-2100 dönemi için toplam yıllık yağış miktarında beklenen değişimler (IPCC, 2014).

Figure 2. Expected changes in total annual precipitation for the period 2081-2100 (IPCC, 2014).

Türkiye’de uzun dönem mevsimlik ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin incelenmesi sonucunda ilkbahar ortalama hava sıcaklıklarının Türkiye’nin büyük bir kesiminde artış gösterdiği ve Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gerçekleşen ısınmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Türkeş, 2019). Elde edilen bu sonuçlar bölgesel iklim değişikliğinin giderek arttığını göstermektedir. Türkiye yağışlarındaki uzun dönem değişiklikler değerlendirildiğinde ise kış döneminde Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gerçekleşen kuraklaşmanın istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır (Türkeş, 2020). RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Akdeniz Bölgesi’nde yıllık toplam yağış miktarının azalacağı belirtilmiştir (Ozturk et al., 2015). Bununla birlikte sıcak mevsimlerde eriyen karla beslenen nehirlerdeki su seviyesinin sıcaklık artışına bağlı olarak azalacağı ve böylece tarım sektörünün de olumsuz yönde etkileneceği ifade edilmiştir (Sen et al., 2012).

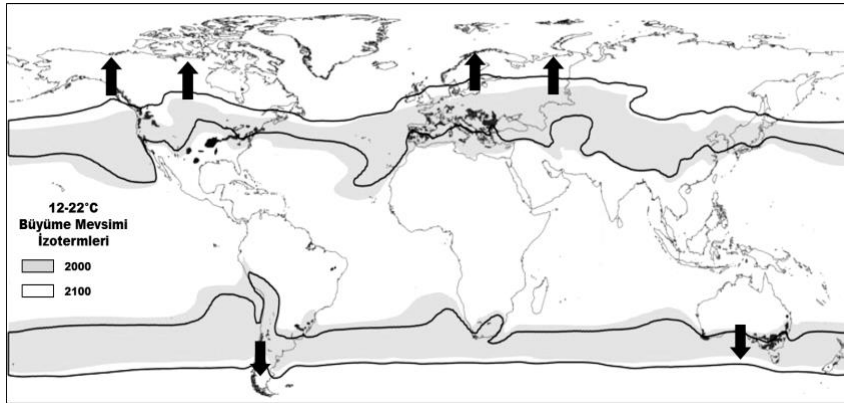
Türkiye farklı coğrafi özellikleri nedeniyle çeşitli iklim bölgelerine sahip olup yıllık yağış ortalaması yaklaşık 643 mm civarındadır. Ayrıca ülkemizdeki toplam kullanılan su miktarı 44 milyar m³ civarında olup bunun yaklaşık 32 milyar m³’ü (%73) tarımsal sulamalarda kullanılmaktadır (DSİ, 2019). Yarı kurak iklim özellikleri görülen ülkemizde su kaynakları üzerinde oluşan baskıların artması nedeniyle gelecek nesiller için bu kaynakların iyi korunması ve etkin bir şekilde yönetimi son derece önemlidir (Kadioğlu ve ark., 2017).

İklim Değişikliğinin Bağcılık Üzerine Etkileri Ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi

İklim ve havanın bağcılık üzerindeki etkilerini değerlendirmek için genellikle agro-klimatik göstergeler (indisler) kullanılmaktadır. Bitki-atmosfer ilişkisini inceleyerek bitkinin fizyolojik faaliyetlerini yakından takip etmek amacıyla geliştirilen bu göstergeler, genel olarak bir bölgenin bağcılık için uygunluğunu veya özel olarak belirli bir çeşidi değerlendirmek için tercih edilmektedir (Santos et al., 2020). Yaygın olarak kullanılan agro-klimatik göstergeler (indisler) şunlardır; Winkler Göstergesi (Etkili Sıcaklık Toplamı), Branas Hidrotermik Göstergesi, Branas Heliotermik Göstergesi, Huglin Heliotermik Göstergesi, Gece Serinlik Göstergesi (Cool Night Index), Kuraklık Göstergesi (Fraga et al., 2013; Jones, 2018; Candar ve ark., 2019). Bu kapsamda söz konusu göstergeleri ve bazı modelleri kullanarak iklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir.

a. İklim değişikliğinin bağ alanları üzerine etkileri

Geleneksel olarak bağcılık alanları Kuzey Yarım Küre'de 30°-50° (Vejetasyon dönemi: Nisan-Ekim), Güney Yarım Küre'de 30°-40° (Vejetasyon dönemi: Ekim-Nisan) enlem dereceleri arasında yer almaktadır. Bu enlemler kış sıcaklıklarının birleşmesi nedeniyle gerçek coğrafi dağılımı tam olarak yansıtmayan 10°-20°C izotermine karşılık gelmektedir. Fakat son zamanlarda bağ alanlarının en iyi yayılımı ortalama büyüme mevsimi sıcaklığının 12°-13°C (alt eşik) ve 22°-24°C (üst eşik) izoterm sınırları ile ifade edilmektedir. Burada 12°C alt sınırı Londra'nın hemen güneyinde yer alırken (1961-1990 ortalaması) 24°C üst sınırı bazı tropikal bölgeleri kapsamaktadır (Schultz and Jones, 2010; Jones and Alves, 2012). Pek çok bağ bölgesi için son 50-60 yılda bir ısınma eğilimi gözlenmiş olup bu durumun son 20 yılda daha da kuvvetli olduğu belirtilmiştir. Dünya genelinde 27 bağ bölgesinde yürütülen analizlere göre ortalama kış ve yaz sıcaklıklarının sırasıyla 1.3°C ve 1.48°C arttığı tespit edilmiştir (Jones et al., 2005). Modelleme çalışmalarında sıcaklık ve yağış rejiminde gözlenen farklılıkların biyoklimatik bağ bölgelerini etkileyebileceği ve bazı değişikliklere yol açabileceği öngörülmektedir (Fraga et al., 2013; Fraga et al, 2016; Santos et al., 2020). Gelecekte sıcaklık artışının daha da artacağı dikkate alındığında bağ alanlarının enlemsel kayma göstereceği ve bağcılık coğrafyasının büyük oranda değişeceği tahmin edilmektedir (Şekil 3). Kuzey Yarım Küre'de kutup bölgelerine doğru bağcılığa uygun alanların artabileceği ancak Güney Yarım Küre'de yeterli arazi varlığının olmaması nedeniyle bağ alanlarının azalabileceği beklenmektedir (Schultz and Jones, 2010; Jones et al., 2012).



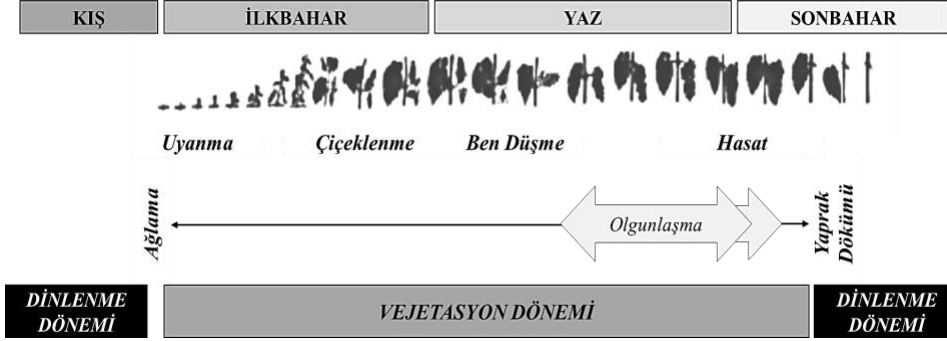
Şekil 3. İklim değişikliğinin izoterm ve bağ alanları üzerindeki etkileri (2000-2100) (Jones et al., 2012).

Figure 3. Effects of climate change on isotherms and viticultural zones (2000-2100) (Jones et al., 2012).

Ayrıca iklimsel değişikliklerin incelendiği gelecek senaryolarına göre, özellikle Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkelerde yaşanması beklenen kuraklığın bağcılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyeceği belirtilmiştir (Tóth and Végvári, 2016). Yaz kuraklığının özellikle bu ülkelerde yüksek kaliteli üretimi kısıtlaması, verim kayıplarına neden olması ve buna bağlı olarak yoğun bir sulama ihtiyacının ortaya çıkması beklenmektedir (Fraga et al., 2018). Ülkemizin de içinde bulunduğu bu coğrafyada olası tehditlerin dikkate alınması ve sürdürülebilir bağcılık için çalışmaların artırılarak devam etmesi gerekmektedir.

b. İklim değişikliğinin asma fenolojisi üzerine etkileri

Asma gelişimi hava ve iklimden büyük ölçüde etkilenen bazı fenolojik dönemlere ayrılmakta olup yüksek kaliteli üzüm ve şarap üretimi için bu dönemlerin izlenmesi oldukça önemlidir (Parker et al., 2011). Her çeşidin sahip olduğu bazı morfolojik ve fizyolojik farklılıklar, fenolojik dönemlerde değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum, vejetasyon dönemi içerisinde bağlarda uygulanması gereken tüm faaliyetlerin (sulama, ilaçlama, gübreleme, yaz budamaları vb.) dönemsel olarak planlamasını gerektiren ek bir zorluktur. Bu sebeple farklı çeşitlerin fenolojik dönemleri hakkındaki bilgiler ve bu aşamaların erken ya da geç olmasının önceden tespit edilmesi giderek önem kazanmaktadır (Moriondo et al., 2013). Üç temel asma fenolojik dönemi bulunmaktadır. Bunlar uyanma, çiçeklenme ve ben düşme dönemleridir (Şekil 4).



Şekil 4. Asmanın yaşam döngüsü ve fenolojik gelişme dönemleri (Santos et al., 2020).

Figure 4. Life cycle and phenological development periods of grapevine (Santos et al., 2020).

Bu üç aşama vejetasyon dönemi boyunca çeşitlerin gelişimindeki temel farklılıkları ortaya koymakta olup ürün kalitesini, tane kompozisyonunu ve verimi doğrudan etkilemektedir (Fraga et al., 2014). Her çeşit için fenolojik dönemlerin süresini ve buna bağlı olarak vejetasyon döneminin uzunluğunu belirleyen ana faktörün hava sıcaklığı olduğu belirtilmiştir (Parker et al., 2011; Fraga et al., 2014; Santos et al., 2020). 1980-2005 dönemine ait uyanma, çiçeklenme, ben düşme ve hasat zamanlarını kapsayan modelleme çalışmaları neticesinde Avrupa'nın güney ve kıyı kesimlerinde fenolojik gelişme dönemlerinin daha erken meydana geldiği ancak Avrupa'nın orta ve kuzey bölgelerinde daha geç dönemde gerçekleştiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada STICS (Simulateur multidisciplinaire pour les Cultures Standard) ile yapılan modellemelere göre 2041-2070 periyodu için fenolojik dönemlerde ciddi farklılıklar elde edilmiştir. Uyanma dönemi açısından kuzey ve doğu İberya, Fransa, İtalya ve Türkiye'nin batı kesimlerinde 10-30 gün arasında değişen bir erkencilik gözlenirken çiçeklenme ve ben düşme dönemleri dikkate alındığında aynı bölgeler için 5-15 gün arasında değişen bir erkencilik tahmin edilmektedir. Hasat zamanına ilişkin değişimler incelendiğinde ise oldukça büyük bir farklılaşma gözlenmiştir. Aynı bölgeler için hasat zamanında 10-40 gün arasında değişiklik gösteren bir erkencilik beklenmektedir (Fraga et al., 2016). Öte yandan Ferrise et al (2016), Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkelerde 1995 yılına kıyasla 2035 yılında olgunlaşmanın 15-23 gün kadar daha erken olacağını bildirmişlerdir. Yakın gelecekte, Akdeniz Havzası'nın yer aldığı güney Avrupa'da uyanma ile hasat arasındaki vejetasyon periyodunun kısıllacağı ancak orta ve kuzey Avrupa'da bu dönemin daha da uzayacağı beklenmektedir (Webb et al., 2011; Cuccia et al., 2014; Fraga et al., 2016).

c. İklim değişikliğinin asma fizyolojisi ve vejetatif gelişimi üzerine etkileri

Atmosferik koşullar asmanın gelişimini ve fizyolojisini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İklimin asma gelişimi üzerindeki etkisi sadece ortalama değerlerdeki değişikliklere değil aynı zamanda ekstrem sonuçların ortaya çıkma sıklığına da bağlıdır. Bu nedenle başta lokal çeşitler olmak üzere herhangi bir bölgede ticari öneme sahip diğer çeşitlerin de iklimsel etmenlere karşı oluşturduğu fizyolojik reaksiyonların incelenmesi, performans ve davranışlarının araştırılması günümüzde iklim değişikliğine karşı alınacak tedbirler açısından son derece önemlidir (Candar ve ark., 2020). Örneğin bir bölgedeki yağış miktarının ciddi oranlarda azalması veya sulama suyu miktarının oldukça düşük olması stoma

iletkenliğini sınırlamakta ve dolayısıyla fotosentetik faaliyetleri azaltmaktadır (Soltekin et al., 2020). Bununla birlikte, asmaların şiddetli su stresine maruz kalmasıyla birlikte mevsimsel ve günlük net CO₂ asimilasyonu, stoma iletkenliği, hücreler arası boşluklardaki CO₂ konsantrasyonu ve gerçek su kullanım randımanı gibi kriterlerin etkilendiği ve fotosentetik üretkenliğin azaldığı bilinmektedir (Gambetta, 2016; Bahar et al., 2017).

Asmaların optimum düzeyde fotosentez yapabilmeleri için gereksinim duyulan sıcaklık aralığı 20°-35°C'dir. Bu sıcaklıkların üzerinde mevcut su durumu gibi diğer faktörlerin de etkisine bağlı olarak fotosentetik aktivite azalmaktadır. Özellikle sıcak bölgelerde (Akdeniz Havzası) 40°-45°C' nin üzerindeki sıcaklıklar asma bitkisinin gelişimi açısından geri dönüşü olmayan kayıplara yol açabilmektedir (Jones and Alves, 2012; Hochberg et al., 2015; Costa et al, 2019). İklim değişikliği ile birlikte beklenen sıcaklık artışı ve su kaynaklarındaki azalış asmaların vejetatif gelişmesini de kısıtlayacaktır (Korkutal et al., 2011; Buesa et al., 2017; Korkutal et al., 2019). Buna karşın nispi nemin fizyolojik aktivite açısından sıcaklığa göre daha etkili olduğu ve oransal nemin terlemeyi oldukça azalttığı bilinmektedir. Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda, iklim değişikliğinin oluşturacağı kuraklık ile asmalarda vejetatif gelişmenin azalması fakat CO₂ miktarındaki yükseliş ile fotosentezin ve buna bağlı olarak vejetatif gelişmenin artması beklenmektedir (Fraga et al., 2016). Bunun yanında yüksek CO₂ konsantrasyonu ile bitkilerin terleme oranlarında bir azalma sağlanabileceği ve böylece artan evaporasyonu dengeleyebileceği belirtilmiştir (Kizildeniz et al., 2015). Ancak bu durum bitkilerin göstereceği tepkilerle kısıtlıdır. Ayrıca insan etkisi sonucu hızla artan CO₂ konsantrasyonu, doğal sera etkisine sebebiyet vererek küresel ısınmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel değişimin meydana getirdiği olumsuz etkilerin daha fazla olacağı unutulmamalıdır.

d. İklim değişikliğinin verim, kalite ve tane kompozisyonu üzerine etkileri

Günümüzde ortalama ve ekstrem sıcaklıklar, solar radyasyon, yağış miktarları ve dağılımı, oransal nem, rüzgar hızı gibi birçok iklimsel faktörler asmanın verimini, kalitesini ve tane kompozisyonunu etkilemektedir. Bunlardan özellikle sıcaklık ve su stresi verim ve kaliteyi etkileyen en önemli iki faktör olarak kabul edilmektedir (Schultz and Stoll, 2010).

Asmada çiçek taslaklarının farklılaşması bir önceki yılın çiçeklenme döneminde başlar. Bu dönemdeki optimal sıcaklıklar ve güneşli koşullar çiçek taslaklarının oluşumunu, serin ve bulutlu hava ise sürgün oluşumunu teşvik etmektedir. Dolayısıyla bir önceki yıla ait çevresel koşullar bir sonraki sezonun verimini doğrudan etkilemektedir (Keller, 2015). İklim değişikliği ile ilgili gelecek senaryoları, ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda yaz kuraklığının giderek artacağını ve buna bağlı olarak verim kayıplarının meydana geleceğini göstermektedir (Fraga et al., 2016; Fraga et al., 2018). Bu bölgede olası su stresi nedeniyle tane ve salkımların yeterince gelişmemesi ve ciddi verim kaybı yaşanması beklenmektedir (Gambetta, 2016). Olgunlaşma sırasında şekerler, toplam fenolikler ve diğer aroma bileşiklerinin sentezi ve birikimi büyük ölçüde yüksek solar radyasyon ile artmaktadır. Düşük solar radyasyonuna sahip bölgelerde güneşe maruz kalan yaprak alanını arttırmak için uygun terbiye şeklinin seçimi ve kültürel işlemler son derece önemlidir. Buna karşın daha çok solar radyasyona sahip bölgelerde ise fotosentez miktarının artması beklense de suya karşı talebin artacağı veya güneş yanıklığına neden olacağı unutulmamalıdır (Santos et al., 2020). Ayrıca aşırı vejetatif gelişme nedeniyle oluşan gölgeleme bazen olgunlaşmayı olumsuz yönde etkileyebilir (Schultz and Stoll, 2010).

Ashenfelder and Storchmann (2016), iklim değişikliği nedeniyle soğuk bölgelerde beklenen ısınmanın üzüm ve şarap kalitesini olumlu etkileyeceği ancak sıcak bölgelerde daha da sıcak olması nedeniyle kalitenin düşebileceğini bildirmişlerdir. Schultz (2016), genel olarak kırmızı çeşitlerin, beyaz çeşitlere göre sıcak koşulları daha iyi tolere ettiğini belirtmiştir. Özellikle kırmızı şaraplık ve sofralık çeşitlerde kısıtlı sulama ile kalite artışı sağlanmaktadır (Van Leuween and Darriet, 2016; Soltekin et al, 2020). Vejetasyon dönemi boyunca gözlenen yüksek sıcaklığın üzüm tanesindeki toplam asitliği azalttığı (Schultz and Jones, 2010), şeker veya alkol içeriğini arttırdığı (Jones et al., 2012), teknolojik ve fenolojik olgunluğu ayırdığı (Webb et al., 2011) tespit edilmiştir. Buna karşın büyüme mevsimi boyunca gözlenen

kuraklığın seviyesi üzüm kalite ve kompozisyonu bakımından son derece önemlidir. Özellikle asmanın fenolojik dönemlerine göre su ihtiyacını doğru belirlemek gerekmektedir (Soltekin et al, 2019).

e. İklim değişikliğinin hastalık ve zararlılar üzerine etkileri

İklim değişikliğinin asma fenolojisi ve bağ bölgeleri üzerinde oluşturacağı tehditlerin aynı zamanda bazı zararlıların ve faydalı böceklerin yaşam döngülerini de etkilemesi beklenmektedir. Ancak bitki, zararlı ve hastalık etmeni biyolojilerinin birlikte değişim göstereceği unutulmamalıdır. Bu nedenle iklim kaynaklı değişimlerin bitki, zararlı ve hastalık etmeni üzerindeki etkileri farklılık gösterebilmektedir (Moschos et al., 2004). Yüksek sıcaklıklar bazı zararlıların gelişmesine yardımcı olabilirken bitkinin vejetasyon süresini kısaltabilir ve böylece zararlanma seviyesi azalabilir. Örneğin yüksek sıcaklıklar ile bazı böcek türlerinin yıl içerisindeki nesil sayıları artabilir. Bu durum zararlı böceklerin popülasyonunda hızlı bir artışa neden olsa da ürünün hasadı sonrasında herhangi bir zararlanma olmayacaktır. Dolayısıyla iklim değişikliği hem bitkinin büyüme hızını hem de hastalık etmeninin gelişim hızını etkilemektedir (Garrett et al., 2016). Hastalık etmeni veya zararlı popülasyonunun iklimsel değişikliklere tepki verdiği açıktır. Ancak farklı faktörler tarafından etkilenebileceği unutulmamalıdır (Grunke, 2011).

Türkiye'nin içinde bulunduğu bölge dikkate alındığında sıcaklık artışı ile birlikte buna benzer problemlerin risk oluşturacağı öngörülmektedir. Örneğin İtalya'nın güney bölgelerinde (daha sıcak kesimler) salkım güvesinin kuzey bölgelerine göre yaklaşık bir ay daha erken ortaya çıktığı tespit edilmiştir. İklimdeki ısınma ile birlikte bunun şiddetlenebileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca sıcaklık artışı ile birlikte bağ alanlarında salkım güvesine ve külleme hastalığına duyarlılığın artacağı belirtilmiştir (Caffarra et al., 2012). Ayrıca iklim değişikliği ile beraber biyoçeşitliliğin de etkileneceği ve buna bağlı olarak faydalı böcek popülasyonunun giderek azalacağı tahmin edilmektedir. Küresel ısınma ile doğal beslenme ortamları değişecek olan böcekler içerisinde adaptasyon yeteneği kuvvetli olanların hayatta kalacağı ve diğerlerinin yok olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkileri dikkate alınarak alternatif stratejilerin geliştirilmesi kaçınılmaz olmuştur.

İklim Değişikliğinin Bağcılık Üzerindeki Etkilerini Azaltıcı Çözüm Önerileri

İklim değişikliğinin bağcılık üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar değerlendirilirken ülkemizi de kapsayan Akdeniz Havzası'ndaki olası değişimler dikkate alınmıştır. Bu bölgede özellikle sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki değişiklikler şeklinde karşımıza çıkan etkilere karşı bazı pratik çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

a. Sıcaklık artışına karşı çözüm önerileri

Sıcaklık artışı ile birlikte asmanın fenolojik dönemlerinde erkencilik beklenmektedir. Bu nedenle daha sıcak koşullarda üzümlerin daha da erken olgunlaşması kaçınılmazdır (Parker et al., 2011; Molitor and Junk, 2019). Ancak üretim sezonunun en sıcak döneminde şaraplık üzüm çeşitlerinin tam olgunluğa ulaşması (Kuzey Yarım Küre'de Temmuz-Ağustos, Güney Yarım Küre'de Ocak-Şubat) tane kompozisyonunu olumsuz yönde (yüksek şeker, düşük asitlik, yetersiz fenolik olgunluk vb.) etkileyecektir (Sadras and Moran, 2012). Bu durum şarap üretiminde ciddi kalite problemlerine yol açacağından yüksek sıcaklıklara adaptasyon sağlamak için olgunluğu geciktirmek gerekebilir. Özellikle sıcak bölgelerde şeker birikiminin artmasına rağmen fenolik olgunluk gecikebilmektedir. Bu nedenle şeker birikimi açısından geç olgunlaşan ya da daha erken dönemde fenolik olgunluğa ulaşabilen çeşitlere ihtiyaç duyulmaktadır. Arzu edilen şarap kalitesine ulaşmak için olgunluğu geciktirmeye yönelik uygulamalar yapılabileceği gibi yeni çeşit ve anaç geliştirmeye yönelik çalışmaların artırılması sağlanmalıdır (Van Leeuwen et al., 2019).

Öte yandan fenolojiji geciktirmek için telli terbiye sistemleri de modifiye edilebilir. Daha yüksek gövde oluşturarak salkım bölgesindeki sıcaklıkların düşmesi ve özellikle kuru-çakıllı topraklarda maksimum sıcaklıkların azalması sağlanabilir. Bununla birlikte geç budama (Kuzey Yarım Küre'de Mart başı) uyanmayı ve buna bağlı olarak diğer fenolojik dönemleri geciktirebilir. Ayrıca düşük "yaprak alanı:meyve ağırlığı" oranı ben düşmeyi geciktirebilmektedir. Ancak bu durum tane kompozisyonunu olumsuz etkileyebilir (Parker et al., 2014). İklim değişikliği nedeniyle beklenen sıcaklık artışının bağ bölgelerini de etkilemesi ve bugün için marjinal olabilecek yüksek enlemlerde bulunan bölgelerin bağcılık

için daha uygun hale gelecek olması birçok çalışmada belirtilmiştir (Fraga et al., 2013; Fraga et al., 2016; Van Leuween and Darriet, 2016; Santos et al., 2020). Sıcaklığın her 100 m'de 0.65°C azalması dikkate alındığında yakın gelecekte bağcılık faaliyetlerinin daha yüksek enlemlerde devam etmesi gerekecektir.

b. Yağış değişimine karşı çözüm önerileri

Türkiye genelinde toplam yağış miktarlarının azalacağı ve yağış dağılımının değişiklik göstereceği önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Ozturk et al., 2015; Türkeş, 2020). Bu kapsamda olası kuraklık veya su stresi koşullarına adapte olabilen yeni çeşitlerin hatta asma anaçlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Mevcut olarak kullanılan 140 Ruggeri, 110 Richter, 1103 Paulsen gibi anaçların kuraklığa dayanıklı olduğu bilinmektedir. Fakat daha yüksek kuraklık şartlarına dayanıklı yeni anaçların geliştirilmesine yönelik çalışmalar artırılmalıdır (Gambetta, 2016). Bitki materyali (çeşit ve anaç) seçimi ile bağ alanlarını kuraklık stresine adapte etmenin en büyük avantajı, çevre dostu olması ve üretim maliyetlerini azaltmasıdır (Van Leuween and Darriet, 2016).

Öte yandan bağcılıkta kullanılan telli terbiye sistemlerinin de asmaların su tüketimini etkilediği bilinmektedir. Akdeniz ülkelerinde yüzyıllardır yürütülen bağcılık faaliyetleri kapsamında kuraklığa dayanımı ile bilinen "Goble" terbiye şekli geliştirilmiştir. Bu sistem yılda maksimum 350 mm yağış alan, gölgeleme ve mantari hastalıkların sorun oluşturmadığı bölgelerde uygulanmaktadır. Bu sistem ile daha az yaprak alanı (daha az terleme) ve düşük verim (daha az fotosentez ihtiyacı) olduğundan asma su kullanımı kısıtlanmaktadır. Bu sistemin üretim maliyeti de düşük olduğundan verim azlığı ekonomik sürdürülebilirliği çok etkilememektedir (Deloire, 2012). Fakat yine de dekar başına yaprak alanını azaltan yeni terbiye sistemlerinin geliştirilmesi kuraklık stresine karşı son derece önemlidir. Burada verim-kalite dengesine dikkat ederek "yaprak alanı:meyve ağırlık" oranı azaltılmamalıdır (Santesteban et al., 2017).

Bunun yanında sık dikim ile su kullanımı artmaktadır. Dolayısıyla suyun kısıtlı bir faktör olduğu bölgelerde dikim mesafelerine dikkat etmek gerekmektedir. Ayrıca su tutma kapasitesi yüksek olan topraklar, kış yağmurlarını depolayarak asmayı su stresine karşı korumaktadır. Böylece iklimsel kuraklığın etkisi azaltılabilir (Van Leeuwen et al., 2019). Son zamanlarda sıcaklık artışı ve yağış miktarındaki azalma ile asmanın suya ihtiyacı artarken su kaynaklarımızın da giderek azalması söz konusudur. Bu nedenle sulama yapılan bağlarda asma su potansiyeli dikkatle izlenmeli ve basınçlı sulama sistemleri ile kısıtlı sulama uygulamaları yapılmalıdır. Bununla ilgili son yıllarda su ayak izi gibi kavramlara daha çok önem verilmekte olup suyun yakın gelecekte daha da değerli olacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle su kullanım etkinliğini artırıcı ancak su kullanımını kısıtlayıcı modern tekniklerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Soltekin et al, 2020).

SONUÇ

Asma bitkisi, çeşitli stres faktörlerine karşı fizyolojik olarak hayatta kalma stratejilerine sahip olsa da farklı dönemlerde etkili olan iklimsel olaylar vejetatif ve generatif gelişimi kontrol etmektedir. Ülkemizin içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda iklimsel değişikliklerin daha belirgin olması beklenmektedir. İklim modelleri ile yapılan çalışmalara göre bu değişiklikler özellikle sıcaklık artışı ve yağış miktarlarındaki azalış şeklinde karşımıza çıkacaktır. Bu kapsamda bağ alanları, asma fenolojisi, fizyolojisi, morfolojisi, vejetatif ve generatif gelişmesi, verimi ve üzüm kalite dengesi, üzüm tane kompozisyonu vb birçok parametrenin değişik oranlarda etkilenmesi kaçınılmazdır. Öte yandan don, dolu, sel, taşkın, fırtına gibi ekstrem hava olaylarının daha sık yaşanacağı tahmin edilmektedir. Yakın gelecekte Türkiye'nin özellikle batı ve güney kesimlerinde kurak koşulların artması, kış dönemindeki yağışların azalması ve yıl içerisinde yağış dağılımının değişiklik göstermesi beklenmektedir. Ayrıca küresel ısınma ile birlikte sıcaklık değerlerindeki artışın sadece üretim ve kaliteyi değil aynı zamanda biyoçeşitlilik ve gıda güvenliği konularını da etkileyeceği değerlendirilmektedir. Günümüzde iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı çözüm önerileri halen yetersizdir. Bu kapsamda bağcılık açısından yerel iklim değişikliği projeksiyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece gerekli önlemler alınarak mevcut bağcılık faaliyetlerine ve sektörün sürdürülebilirliğine katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Altinsoy, H., C. Kurt & M.L. Kurnaz, 2013. Analysis of the effect of climate change on the yield of crops in Turkey using a statistical approach. In *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, 379-384. Springer, Berlin. DOI: 10.1007/978-3-642-29172-2_53
- Ashenfelter, O. & K. Storchmann, 2016. Climate change and wine: A review of the economic implications. *Journal of Wine Economics*, 11(1): 105-138. DOI:10.1017/jwe.2016.5
- Bahar, E., A. Carbonneau & I. Korkutal, 2017. Vine and berry responses to severe water stress in different stages in cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, Special Issue of 2nd International Balkan Agriculture Congres*, 62-70.
- Buesa, I., D. Pérez, J. Castel, D.S. Intrigliolo & J.R. Castel, 2017. Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 23(2): 251-259. DOI: 10.1111/ajgw.12280
- Caffarra, A., M. Rinaldi, E. Eccel, V. Rossi & I. Pertot, 2012. Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148: 89-101. DOI: 10.1016/j.agee.2011.11.017
- Candar, S., T. Alço, A.S. Yaşasın, İ. Korkutal & E. Bahar, 2019. Türkiye Trakyası bağcılık iklim göstergelerindeki uzun süreli değişimlerin değerlendirilmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 7(2): 259-268.
- Candar, S., T. Alço, M. Ekiz, İ. Korkutal & E. Bahar, 2020. Milli koleksiyon şaraplık üzüm çeşitlerinde budama şekli ve abiyotik etmenlerin fizyolojik aktiviteler üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 57(2): 173-184. DOI: 10.20289/zfdergi.602806
- Costa, R., H. Fraga, A. Fonseca, I. García de Cortázar-Atauri, M.C. Val, C. Carlos, S. Reis & J.A. Santos, 2019. Grapevine phenology of cv. Touriga Franca and Touriga Nacional in the Douro wine region: Modelling and climate change projections. *Agronomy*, 9(4): 210. DOI: 10.3390/agronomy9040210
- Cuccia, C., B. Bois, Y. Richard, A.K. Parker, I.G. de Cortázar-Atauri, C. Van Leeuwen & T. Castel, 2014. Phenological model performance to warmer conditions: Application to Pinot Noir in Burgundy. *OENO One*, 48(3), 169-178. DOI: 10.20870/oeno-one.2014.48.3.1572
- Davarcioğlu, B. & A. Lelik, 2018. Küresel iklim değişikliği ve uyum çalışmaları: Türkiye açısından değerlendirilmesi. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7(2): 376-392.
- Deloire, A., 2012. A few thoughts on grapevine training systems. *Wineland Mag*, 274, 82-86.
- DSİ, 2019. Devlet Su İşleri, “Toprak ve Su Kaynakları”. Web sayfası: <https://bolge06.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1013> (Erişim tarihi: Nisan 2021).
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (Erişim tarihi: Nisan 2021).
- Ferrise, R., G. Trombi, M. Moriondo & M. Bindi, 2016. Climate change and grapevines: A simulation study for the Mediterranean basin. *Journal of Wine Economics*, 11(1): 88–104. DOI: 10.1017/jwe.2014.30
- Fraga, H., A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira & J.A. Santos, 2013. Future scenarios for viticultural zoning in Europe: Ensemble projections and uncertainties. *International Journal of Biometeorology*, 57(6): 909-925. DOI 10.1007/s00484-012-0617-8
- Fraga, H., I. de Cortázar Aauri & J.A. Santos, 2018. Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. *Agricultural Water Management*, 196: 66-74. DOI: 10.1016/j.agwat.2017.10.023
- Fraga, H., I. García de Cortázar Aauri, A.C. Malheiro & J.A. Santos, 2016. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global Change Biology*, 22(11): 3774-3788. DOI: 10.1111/gcb.13382
- Fraga, H., M. Amraoui, A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira, J. Eiras-Dias, J. Silvestre & J.A. Santos, 2014. Examining the relationship between the Enhanced Vegetation Index and grapevine phenology. *European Journal of Remote Sensing*, 47(1): 753-771. DOI: 10.5721/EuJRS20144743
- Gambetta, G.A., 2016. Water stress and grape physiology in the context of global climate change. *Journal of Wine Economics*, 11(1): 168-180. DOI:10.1017/jwe.2015.16
- Garrett, K.A., M. Nita, E.D. De Wolf, L. Gomez-Montano & A.H. Sparks, 2016. “Plant pathogens as indicators of climate change, 425-437”. In: *Climate Change (2nd Edition)*. DOI: 10.1016/B978-0-444-63524-2.00021-X

- Grulke, N.E., 2011. The nexus of host and pathogen phenology: understanding the disease triangle with climate change. *The New Phytologist*, 189(1): 8-11.
- Hochberg, U., A. Batushansky, A. Degu, S. Rachmilevitch & A. Fait, 2015. Metabolic and physiological responses of Shiraz and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) to near optimal temperatures of 25 and 35°C. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10): 24276-24294. DOI: 10.3390/ijms161024276
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (Eds. Stocker et al.), Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1535pp.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (Eds. R.K. Pachauri & L.A. Meyer), IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC, 2018. *Special Report: Global Warming of 1.5 °C.* 2018. (Web sayfası: <https://www.ipcc.ch/sr15>) (Erişim tarihi: Mart 2021).
- Jones, G.V. & F. Alves, 2012. Impact of climate change on wine production: A global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. *International Journal of Global Warming*, 4(3-4): 383-406. DOI: 10.1504/IJGW.2012.049448
- Jones, G.V., M.A. White, O.R. Cooper & K. Storchmann, 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73(3): 319-343. DOI: 10.1007/s10584-005-4704-2
- Jones, G.V., R. Reid & A. Vilks, 2012. "Climate, grapes and wine: Structure and suitability in a variable and changing climate, 109-133". In: *The Geography of Wine: Regions, Terrior and Techniques*, (Eds): Springer, Dordrecht.
- Jones, N.K., 2018. An investigation of trends in viticultural climatic indices in Southern Quebec, a cool climate wine region. *Journal of Wine Research*, 29(2): 120-129. DOI: 10.1080/09571264.2018.1472074
- Kadioğlu, M., Y. Ünal, A. İlhan & C. Yürük, 2017. Türkiye'de iklim değişikliği ve tarımda sürdürülebilirlik, Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu. (Web sayfası: <https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf>) (Erişim tarihi: Nisan 2021).
- Keller, M., 2015. *The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology*, 2nd Ed., Elsevier Academic Press, London, UK, 377p.
- Kizildeniz, T., I. Mekni, H. Santesteban, I. Pascual, F. Morales & J.J. Irigoyen, 2015. Effects of climate change including elevated CO₂ concentration, temperature and water deficit on growth, water status, and yield quality of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Agricultural Water Management*, 159: 155-164. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.06.015
- Korkutal, I., E. Bahar & A. Carbonneau, 2011. Growth and yield responses of cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) to early water stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(29): 6281-6288. DOI: 10.5897/AJAR11.1893
- Korkutal, I., E. Bahar & A. Carbonneau, 2019. Effects of early water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) growing in cv. Syrah. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1): 463-472. DOI:10.15666/aeer/1701_463472
- Molitor, D. & J. Junk, 2019. Climate change is implicating a two-fold impact on air temperature increase in the ripening period under the conditions of the Luxembourgish grapegrowing region. *OENO one*, 53(3): 409-422. DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.3.2329
- Moriondo, M., G.V. Jones, B. Bois, C. Dibari, R. Ferrise, G. Trombi & M. Bindi, 2013. Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Climatic change*, 119(3): 825-839. DOI 10.1007/s10584-013-0739-y
- Moschos, T., C. Souliotis, T. Broumas & V. Kapothanassi, 2004. Control of the European grapevine moth *Lobesia botrana* in Greece by the mating disruption technique: A three-year survey. *Phytoparasitica*, 32: 83-89.
- Ozturk, T., Z.P. Ceber, M. Turkes, M.L. Kurnaz, 2015. Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14): 4276-4292. DOI: 10.1002/joc.4285
- Parker, A., R. Hofmann, C. Van Leeuwen, A. McLachlan & M. Trought, 2014. Leaf area to fruit mass ratio determines the time of veraison in Sauvignon Blanc and Pinot Noir grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20(3): 422-431. DOI: 10.1111/ajgw.12092
- Parker, A.K., I.G. de Cortázar-Atauri, C. Van Leeuwen & I. Chuine, 2011. General phenological model to characterise the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(2): 206-216. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2011.00140.x

- Sadras, V.O. & M.A. Moran, 2012. Elevated temperature decouples anthocyanins and sugars in berries of Shiraz and Cabernet Franc. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18(2): 115-122. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2012.00180.x
- Santesteban, L.G., C. Miranda, J. Urrestarazu, M. Loidi & J.B. Royo, 2017. Severe trimming and enhanced competition of laterals as a tool to delay ripening in Tempranillo vineyards under semiarid conditions. *Oeno One*, 51(2): 191-203. DOI: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1583
- Santos, J.A., H. Fraga, A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira, L.T. Dinis, C. Correia, M. Moriondo, L. Leolini, C. Dibari, S. Costafreda-Aumedes, T. Kartschall, C. Menz, D. Molitor, J. Junk, M. Beyer & H.R. Schultz, 2020. A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. *Applied Sciences*, 10(9): 3092. DOI: 10.3390/app10093092
- Schultz, H.R. & G.V. Jones, 2010. Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research*, 21(2-3): 137-145. DOI: 10.1080/09571264.2010.530098
- Schultz, H.R. & M. Stoll, 2010. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16: 4-24. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2009.0074.x
- Schultz, H.R., 2016. Global climate change, sustainability, and some challenges for grape and wine production. *Journal of Wine Economics*, 11(1): 181-200. DOI:10.1017/jwe.2015.31
- Sen, B., S. Topcu, M. Turkes, B. Sen & J.F. Warner, 2012. Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research*, 52: 175–191. DOI: 10.3354/cr01074
- Soltekin, O., A. Güler, A. Candemir, A. Altındışli & A. Unal, 2019. Response of (*Vitis vinifera* L.) cv. Fantasy Seedless to water deficit treatments: Phenolic compounds and physiological activities. *BIO Web of Conferences*, 15: 01001. DOI:10.1051/bioconf/20191501001.
- Soltekin, O., T. Teker & A. Altındışli, 2020. Deficit irrigation strategies in *Vitis vinifera* L. ‘Crimson Seedless’ table grape: Physiological responses, growth, yield and fruit quality. XXX International Horticultural Congress, International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing 1276: 197-204. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1276.28
- Tóth, J.P. & Z. Végvári, 2016. The future of winegrape growing regions in Europe. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(1): 64-72. DOI: 10.1111/ajgw.12168
- Türkeş, M. & E. Erlat, 2018. Aşırı hava ve iklim olaylarında dünya ve Türkiye’de gözlenen değişiklik ve eğilimlerin bilimsel bir değerlendirmesi. In: İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi ve Yeşil Büyüme. (Ed. Meltem Ucal), pp5-38. ISBN 978-605-680-604-7, İstanbul, Türkiye
- Türkeş, M., 2012. Türkiye’de gözlenen ve öngörölen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi, Çevre Bilimleri Dergisi*. 4(2): 1-32
- Türkeş, M., 2019. İklim değişikliğinin fiziksel bilim temeli-1. İklim sistemi ve iklim değişikliği nedir? İklim değişikliğinin başlıca nedenleri nelerdir? *Toplum ve Hekim Dergisi*, 34(6): 457-475.
- Türkeş, M.T., 2020. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1): 125-149.
- Van Leeuwen, C. & P. Darriet, 2016. The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1): 150-167. DOI:10.1017/jwe.2015.21
- Van Leeuwen, C., A. Destrac-Irvine, M. Dubernet, E. Duchêne, M. Gowdy, E. Marguerit, P. Pieri, A. Parker, L. de Rességuier & N. Ollat, 2019. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9(9): 514. DOI:10.3390/agronomy9090514
- Webb, L.B., P.H. Whetton & E.W.R. Barlow, 2011. Observed trends in winegrape maturity in Australia. *Global Change Biology*, 17(8): 2707-2719. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02434.x