

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



Volume: 32
Number: 2
Year: August 2019
E-ISSN: 2528-9675

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Eski adı: AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Old Name: Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hakemli bilimsel ve süreli yayın organıdır.
The peer reviewed scientific journal of Akdeniz University Faculty of Agriculture

Yılda üç kez yayımlanır: Nisan, Ağustos ve Aralık
Three issues are published per year in April, August and December

Derginin kısaltması: Mediterr Agric Sci
Abbreviation of the journal: Mediterr Agric Sci

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi adına Sahibi
Owned on behalf of Akdeniz University, Faculty of Agriculture

Prof. Dr. Davut KARAYEL
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

Yönetim Adresi/Administration Address

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07058 Antalya, Türkiye
Tel: +90 242 310 2411
Faks: +90 242 227 4564
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr
Web adresi (Web site): www.dergipark.gov.tr/mediterranean

Yayımcı/Publisher

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi
07058 Antalya, Türkiye
Tel.: +90 242 310 2412
Faks: +90 242 310 2479

Abone Koşulları/Subscription

Derginin tüm içeriğine ücretsiz olarak erişilebilir.
Open access journal.

Ücretsiz internet erişimi/Online access free of charge
www.dergipark.gov.tr/mediterranean

Kapak tasarımı/Cover design
Doç. Dr. Süleyman ÖZDERİN

AMAÇ VE KAPSAM

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırmaları Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlayarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımını amaçlamaktadır. Bu nedenle dergi ilişkili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergide öncelikli olarak bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri basılmakta ve sınırlı sayıda çağrılı derlemeye yer verilmektedir.

AIM AND SCOPE

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES aims to share knowledge at both national and international levels by publishing the results of research in agriculture and life sciences in both Turkish and English. Consequently this journal is a multidisciplinary platform for related scientific areas. The journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of invited reviews in the areas of agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

TARANMA VE DİZİNLENME

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, **CABI** veri tabanları (**CAB Direct**), **TÜBİTAK-ULAKBİM** (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı), **CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) ve **DRJI** (Directory of Research Journals Indexing) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

ABSTRACTS AND INDEXING

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is indexed and abstracted in **CABI** data bases (**CAB Direct**), **TUBITAK-ULAKBIM** (National Data Bases-Data Base of Life Sciences), **CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) and **DRJI** (Directory of Research Journals Indexing).

TELİF HAKLARI

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES dergisinde basılan makalelerin telif hakları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine aittir.

© COPYRIGHTS

The copyrights of published articles in the MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES belong to the Akdeniz University Faculty of Agriculture.



e-ISSN 2528-9675

www.dergipark.gov.tr/mediterranean

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Dergi 2016 yılına kadar AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) adıyla ve ISSN 1301-2215 numarası ile basılmıştır.

Cilt/Vol.: 32

Sayı/Number: 2

Yıl/Year: Ağustos/August 2019

Editörler Kurulu/Editorial Board

Baş Editör/Editor-in-Chief

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

E-Posta (e-mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

Editörler/Editors

Doç. Dr. Harun KAMAN

E-Posta (e-mail): hkaman@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet TOPAKCI

E-Posta (e-mail): mtopakci@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Ersin POLAT

E-Posta (e-mail): polat@akdeniz.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Aydın AKBUDAK

E-Posta (e-mail): akbudak@akdeniz.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Nisa MENCET YELBOĞA

E-Posta (e-mail): nmencet@akdeniz.edu.tr

Doç. Dr. Aşkın GALIÇ

E-Posta (e-mail): galic@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Taner AKAR

E-Posta (e-mail): tanerakar@akdeniz.edu.tr

Doç. Dr. İrfan TURHAN

E-Posta (e-mail): iturhan@akdeniz.edu.tr

Doç. Dr. İlker UZ

E-Posta (e-mail): ilkeruz@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. Meryem ATİK

E-Posta (e-mail): meryematik@akdeniz.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI

E-Posta (e-mail): fdagli@akdeniz.edu.tr

Prof. Dr. A. Michele Stanca

E-Posta (e-mail): michele@stanca.it

İdari editör/Managing Editor

Dr. Buket YETGİN UZ

E-Posta (e-mail): buketyetginuz@akdeniz.edu.tr

Danışma Kurulu/Advisory Board

Assoc. Prof. Dr. Gerard C. ADAMS

Michigan State University, United States

Prof. Dr. Ali Ramazan ALAN

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Vedat CEYHAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Anne FRARY

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Prof. Dr. Jörg HINRICHS

Hohenheim University, Germany

Prof. Dr. Nilgöl KARADENİZ

Ankara Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mathias KONDOLF

University of California Berkeley, United States

Assoc. Prof. Dr. Mosbah M. KUSHAD

University of Illinois, United States

Assist. Prof. Dr. Efstratios LOIZOU

TEI of Western Macedonia, Greece

Dr. Marcello MASTRORILLI

CRA-Research Unit, Italy

Prof. Dr. Andrew OGRAM

University of Florida, United States

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nihat ÖZEN

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, KKTC

Prof. Dr. Hakan ÖZER

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Dr. Sylvie SARRADELL

Ecole Nationale de Formation Agronomique, France

Prof. Dr. David L. THOMAS

University of Wisconsin-Madison, United States

Dr. Hari D. UPADHYAYA

International Crops Research Institute, India

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi, Türkiye



İçindekiler/Contents

Bahçe Bitkileri/Horticulture

In vitro and in vivo assessment of the sensitivity of some tangerine mutants to *Alternaria alternata* pv. *citri*

In vitro ve *in vivo* koşullarında bazı mandarin mutantlarının *Alternaria alternata* pv. *citri* etmenine duyarlılıklarının değerlendirilmesi

E. TURGUTOĞLU, I. BAKTIR..... 117-120

Farklı yeşil budama uygulamalarının Merlot (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde sıra önolojik özellikleri üzerine etkileri

The effects of different green pruning practices on oenological properties of Merlot (*Vitis vinifera* L.) grape juice

S. CANDAR, E. BAHAR, İ. KORKUTAL, T. ALÇO, G. UYSAL SEÇKİN..... 121-127

A protocol on *in vitro* rooting of 'Bayrampaşa' artichoke (*Cynara scolymus* L.)

'Bayrampaşa' enginarının (*Cynara scolymus* L.) *in vitro* köklenmesi üzerine bir protokol

T. OZSAN, A. N. ONUS..... 129-134

Bitki Koruma/Plant Protection

Samsun ili fasulye üretim alanlarında kök çürüklüğü ve solgunluğa neden olan *Fusarium* türlerinin ve patojenitelerinin belirlenmesi

Determination of *Fusarium* species causing root rot and wilt and their pathogenicities in bean growing areas of Samsun province

Ö. KOÇAK, İ. ERPER..... 135-140

Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Bişkek popülasyonunun mitokondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI)'e göre genetik özellikleri üzerine bir araştırma

A study on genetic trait of Bishkek population of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) according to mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI)

H. GÖÇMEN, A. ABDYGAPAROV, U. YÜKSELBABA, T. ESENALİ ULUU..... 141-144

Effects of some cereal root exudates on germination of broomrapes (*Orobancha* spp. and *Phelipanche* spp.)

Bazı tahıl kök salgılarının canavar otlarının (*Orobancha* spp. and *Phelipanche* spp.) çimlenmesi üzerine etkileri

Y. E. KİTİŞ, J. H. GRENZ, J. SAUERBORN..... 145-150

Gıda Bilimi ve Teknolojisi/ Food Science and Technology

Afyonkarahisar ilinde farklı sütlerden üretilip, değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan Tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Chemical and microbiological properties of Tulum cheeses produced from different milks and marketed in different packaging materials in Afyonkarahisar

O. TOMAR, G. AKARCA..... 151-157

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics**Tarımsal ürünlerin pazarlanmasında hal kayıt sisteminin çiftçiler tarafından kullanılma durumu: İzmir ili örneği**

The status of using wholesale market registration system by farmers in the marketing of agricultural products: The case of İzmir province

F. KINIKLI, H. ADANACIOĞLU, C. YILMAZ, G. ÖZER..... 159-165**Diyarbakır ilinde mısır üreticilerinin bilgi kaynakları ve pazarlama sorunlarının incelenmesi**

An investigation of information sources and marketing problems of maize producers in Diyarbakır province

S. YAŞA, İ. KUTLAR..... 167-173**Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering****Bir sera işletmesi için şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız rüzgâr, fotovoltaik ve jeneratör sistemlerinin teknik ve ekonomik değerlendirmesi**

Technical and economical evaluation of grid connected and stand-alone wind, photovoltaic and generator systems for a greenhouse company

N. ÇAĞLAYAN..... 175-184**Çankırı ili tarım işletmelerinin tarımsal yapı, üretim ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi**

Determination of the agriculture structure, production and mechanization properties for Çankırı province

M. ÇANAKCI, H. KABA..... 185-192**Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology****Cytotoxic and genotoxic assessment of 2-chloropyridine using *Allium cepa* ana-telophase and comet test**2-Kloropiridin'in *Allium cepa* ana-telofaz ve komet testi kullanılarak sitotoksik ve genotoksik değerlendirilmesi**G. PİRDAL, R. LİMAN.....** 193-199**Insights into herbicide resistance: Bioinformatics analyses of *AHAS* (acetohydroxyacid synthase) genes in tomato and potato**

Herbisit dayanıklılığını anlamak: Domates ve patatesteki AHAS (asetohidroksiasit sentetaz) genlerinin biyoinformatik analizleri

F. KURT..... 201-210**Trakya bölgesi canavar otlarının (*Orobanche cumana* Wallr.) ayçiçeğinin gelişimi üzerine bazı etkilerinin belirlenmesi**Determination of some effects of broomrapes (*Orobanche cumana* Wallr.) in Thrace region on the development of sunflower**F. ÜDER, S. DEMİRBAŞ.....** 211-217**Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation****The response of sugar beet to different irrigation levels and foliar application of micronutrients under drip irrigation system**

Şeker pancarı bitkisinin damla sulama sistemi ile uygulanan farklı sulama seviyelerine ve mikrobesein elementlerine karşı tepkisi

S. ÖZBAY, M. YILDIRIM..... 219-227**Farklı sulama seviyelerinin rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) bitkisinde verim ve verim unsurları ile su kullanımına etkisi**Effect of different irrigation levels on yield, yield components and water use in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)**F. COBAN, H. ÖZER, Ü. ŞAHİN, S. ÖRS, G. YILDIZ.....** 229-235

Adana ilinde maksimum ve minimum sıcaklıkların gidiş analizi Trend analysis of the maximum and minimum temperature in Adana M. ÖZFİDANER, D. ŞAPOLYO, F. TOPALOĞLU.....	237-241
<u>Tarla Bitkileri/Field Crops</u>	
Muğla yöresindeki <i>Salvia fruticosa</i> Mill. populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerinin ve uçucu yağ oranlarının belirlenmesi Determination of some agricultural characteristics and essential oil amounts of <i>Salvia fruticosa</i> Mill. populations in Muğla province S. ELMAS, O. ARABACI, A. ZEYBEK.....	243-249
<u>Zootekni/Animal Science</u>	
Ağrı ilinde kaz yetiştiriciliğinin incelenmesi Investigation of goose breeding in Ağrı province S. ALKAN, E. EREN.....	251-256
Muş ili süt sığırcılığı işletmelerinde ırk tercihi ve etkileyen faktörler Breed preference and affecting factors on dairy cattle farms in Muş province G. BAKIR, M. KİBAR.....	257-262



In vitro and *in vivo* assessment of the sensitivity of some tangerine mutants to *Alternaria alternata* pv. *citri*

In vitro ve *in vivo* koşullarında bazı mandarin mutantlarının *Alternaria alternata* pv. *citri* etmenine duyarlılıklarının değerlendirilmesi

Ertuğrul TURGUTOĞLU¹, İbrahim BAKTİR²

¹Agricultural Research Institute of Western Mediterranean, Antalya, Turkey

²Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Cyprus International University, Nicosia, Cyprus

Corresponding author (Sorumlu yazar): E. Turgutoğlu, e-mail (e-posta): ertugrulturgutoglu@gmail.com

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): ibrahim.baktir@gmail.com

ARTICLE INFO

Received 10 August 2018
Received in revised form 07 May 2019
Accepted 10 May 2019

Keywords:

Citrus
Mutation
Alternaria brown spot disease
Fortune
Mandarin

ABSTRACT

Alternaria brown spot disease caused by the *Alternaria alternata* pv. *citri* factor affects the leaves, branches and fruits of many types of tangerines and their hybrids. This disease has caused serious declines in the plantation areas of Minneola tangelo which is widely produced in the Mediterranean Region while at the same time it has hindered the expansion of the area of cultivation of late maturing tangerines like Fortune. The isolate used in this study was obtained from a commercial orchard of 'Minneola tangelo' in the province of Adana, Turkey. The sequence analysis of the application of this isolates shows that a match up of 99% was achieved with isolate AHS-467.6 on the scale of the IFS primer. The aim of the study was to identify tolerant genotypes from the mutants bred from the 'Fortune' tangerine which is known to be sensitive to the brown spot disease of citrus. The sensitivity of individual mutants was tested by using leaves under *in vitro* conditions. The disease was inoculated to tolerant mutant varieties under *in vivo* conditions and the results registered. The results of the study showed that 9 mutant varieties among the 110 individuals under study were found to be tolerant against the disease.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Ağustos 2018
Düzeltilme tarihi 07 Mayıs 2019
Kabul tarihi 10 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Turunçgil
Mutasyon
Alternaria kahverengi leke hastalığı
Fortune
Mandarin

ÖZ

Alternaria alternata pv. *citri* etmeninin neden olduğu Alternaria kahverengi leke hastalığı birçok mandarin ve melezlerinin yaprak, dal ve meyvelerini etkiler. Söz konusu hastalık Akdeniz bölgesinde yetiştiriciliği yapılan Minneola tanjelonun dikim alanlarında ciddi azalmalara neden olmuş ve ayrıca yetiştiricilik açısından geçici bir çeşit olan Fortune gibi mandarin çeşitlerinin gelişimini engellemiştir. Çalışmada kullanılan izolat Adana ilinde bulunan ticari 'Minneola tanjelo' bahçelerinden elde edilmiştir. Bu izolat sekans analizi sonucunda ITS1 primerine göre %99 oranında AHS-467-6 izolatu ile eşleşme sağlamıştır. Mutasyon ıslahı ile turunçgillerde kahverengi leke hastalığına hassas olduğu bilinen 'Fortune' mandarini mutantları arasında tolerant genotiplerin elde edilmesi hedeflenmiştir. *In vitro* koşullarda koparılmış yapraklar kullanılarak mutant bireylerin hastalığa karşı hassasiyetleri belirlenmiştir. Ayrıca, tolerant olarak bulunan mutantların fidanlarına *in vivo* koşullarda hastalık inokulasyonu yapılarak sonuçlar kontrol edilmiştir. Çalışma sonucunda 111 mutant birey arasından 9 adet mutant birey hastalığa karşı tolerant olarak bulunmuştur.

1. Introduction

Work on mutation breeding has generally been conducted to produce more colorful, tastier fruits or to preserve inherited material that may be lost through evolution. Mutations obtained by changing the structure of the genes artificially through the

use of certain physical or chemical mutagens in citrus breeding is considered a successful method for the breeding of new varieties.

Though mutations in citrus, particularly mutations using the budwood are widely used in obtaining new varieties, the mechanisms of mutation itself are not yet fully clarified (Liu et al. 2009). Furthermore, in mutations it is still not possible to distinguish minor genetic variations from original varieties (Deng et al. 1995; Breto et al. 2001; Liu et al. 2009).

The tangerine pathotype of the factor *Alternaria alternata* is a fungal pathogen which produces brown spots on the leaves and fruit of the tangerine and its hybrids. *Alternaria* black spot disease was first discovered in Australia on the 'Emperor' variety of tangerines in 1903 (Pegg 1966). Subsequently the disease was spotted in South Africa (Schutte et al. 1992), Israel (Solel 1991), Cuba (Herrera 1992), Colombia (Castro Carcedo et al. 1994), Turkey (Canhoş et al. 1997), Argentina (Peres et al. 2003) and Peru (Marin et al. 2006). *Alternaria* brown spot disease is an important disease as it affects the leaves, branches and unripe fruit of the tangerine and its hybrids. (Pegg 1996; Canhoş et al. 1999). It has been reported that *Alternaria* brown spot disease affects the tangerine and its hybrids when the right conditions for the infection are materialized (Kiely 1964; Pegg 1966; Whiteside 1976; Gardner et al. 1986). Among tangerine varieties and their hybrids particularly 'Dancy' and to a lesser extent 'Fortune' are the most susceptible to the disease (Nemsa et al. 2012). Peever et al. (2000) report that 'Minneola', 'Orlando', 'Sunburst' and 'Nova' hybrids are also very sensitive to this pathogen. At the present time *Alternaria* brown spot disease is considered the most serious fungal disease affecting the tangerine and its hybrids. In our own country, Turkey, *Alternaria* brown spot disease is considered a serious problem for late maturing varieties like Minneola tangelo and Fortune.

The aim of this study is to determine the sensitivity of Fortune variants to *Alternaria* brown spot disease to develop new tangerine varieties.

2. Materials and Method

Acute gamma rays of 50 and 60 gray doses were administered on "Fortune" budwood and the radiated budwoods grafted onto common sour oranges (M_1V_1) in 2012. Following the grafting the plants were vegetatively brought to M_1V_2 and M_1V_3 stages. 111 mutant individuals (M_1V_3) and three commercial varieties (Fortune, Clementine and Okitsu Wase) were used in the study in 2015.

Alternaria brown spot disease isolates have been obtained from commercial 'Minneola tangelo' orchards in the Province of Adana, Turkey. In the sequence analysis of this isolate a matchup of 99% on the scale of ITS1 has been registered with the AHS-467-6 isolate.

Young leaves of 30-40 mm width were inoculated with a spore suspension containing 10^6 spores per ml (Kohmoto et al. 1991; Canhoş et al. 1999; Dalkilic et al. 2005). The inoculation was administered in the form of spraying 2 drops (40 µl) of the spore suspension on the lower surface of each leaf. 4 leaves from each individual mutant were used. The control leaves were inoculated with distilled sterile water. The inoculated leaves were left for incubation at 27°C in a dark and humid environment. The leaves were examined 48 hours after the inoculation. To measure the intensity of the disease necrotic lesions on the leaves were marked with a positive (+) sign and those with no necrotic lesions were marked with a negative (-) sign. The procedure was conducted on a total of 114 genotypes

using the randomized plot design method. The *in vivo* study was repeated for a second time to control and verify the results.

Following the *in vitro* analysis the individuals identified as being tolerant to the disease were grafted to develop into shoots. These shoots were tested for resistance to *Alternaria* brown spot disease. The mother stock genotypes on which the grafting was done were pruned in order to encourage the growth of new shoots and leaves to facilitate the assessment of the sensitivity of the plants to the disease. Following the pruning, when new leaves reached lengths of 1 to 3 cm. each leaf was inoculated with 2 ml spore suspension containing 5×10^5 spores per ml of the suspension (Azevedo et al. 2010). Following the inoculation, the plants were transferred into polyethylene bags in order to preserve the humidity and prevent the drying of the leaves. Symptoms of the disease are usually appearing 24 hours after the inoculation (Dalkilic et al. 2005). For this reason, symptoms of the appearance of the disease were examined at this time.

3. Results and Discussion

The *in vivo* examination of 114 genotypes including 111 mutant individuals and 3 commercial varieties (Fortune, Clementine and Okitsu Wase) showed that 102 of the mutant individuals (91.89%) were found to be quite sensitive. Of the commercial varieties the Clementine and Okitsu Wase were found to be tolerant to the brown spot disease while Fortune proved to be quite sensitive (Table 1).

The pathogen produces host-selective ACT toxin, and several genes (named ACTT) responsible for ACT-toxin biosynthesis have been identified. A special toxin (ACT) which measures the extent of hosting by the *Alternaria alternata* pv. *citri* factor and at the same time determined the sensitivity of certain tangerine varieties and their hybrids has been produced. There are different studies on the sensitivity or resistance of citrus varieties to the ACT toxin with varying findings. Kohmoto et al. (1991) reported 28 citrus varieties sensitive to the citrus pathotype including tangelo, tangerine and tangors. Solel and Kimchi (1997) found 'Minneola tangelo', 'Dancy', 'Ellendale', 'Murcott', 'Nova', 'Satsuma', 'Orlando Tangelo' and 'Page' to be sensitive. Similarly, other studies showed 'Daisy', 'Temple x Dancy' and 'Satsuma x Murcott' to be sensitive (Stuart et al. 2009). While Solel and Kimchi (1997) reported Satsuma to be sensitive to the pathogen, the present study finds Okitsu Wase, which is a tangerine belonging to the Satsuma group to be tolerant to the pathogen.

The results of the *in vitro* and *in vivo* analyses in the present study confirm each other. Similar to the findings of Souza et al. (2009), our study finds the severity of the disease to be higher in *in vitro* experiments as compared to the *in vivo* experiments.

4. Conclusion

Our study has determined the sensitivity of some Fortune tangerine mutant individuals and some commercial varieties to the *Alternaria* brown spot disease. 99.91% of mutant individuals have been found to be sensitive to this disease. Our study has developed 9 individual mutants resistant to the *Alternaria* brown spot disease; 7 of these having received a dose of 50 (1-5-1; 5-3-2; 2B; 1A; 2A; 4-3-6; 7-4-1) and 2 individuals having received a dose of 60 gray (6B and 6D).

Table 1. *In vitro* study of the sensitivity of citrus genotypes to the *Alternaria* brown spot disease.

Mutation dose (gray)	Genotype	Lesion diameter (mm)*	Presence of lesions	Mutation dose (gray)	Genotype	Lesion diameter (mm)*	Presence of lesions
50	7-5-5	1.00 yz	+	50	2-3-4	4.50 nw	+
50	7-2-4	1.00 yz	+	50	1-3-4	6.50 fp	+
50	7-5-4	1.00 yz	+	50	4-2-2	4.00 px	+
50	6-5-1	5.50 js	+	50	2-2-4	5.25 kt	+
50	1-5-3	7.75 bk	+	50	3-3-5	3.25 sy	+
50	1-2-1	2.25 vz	+	50	4-5-2	2.50 uz	+
50	1C	2.75 ty	+	50	4-3-1	5.00 lu	+
50	7-5-6	3.25 sy	+	50	5-3-6	4.00 px	+
50	1-4-1	1.00 yz	+	50	3C	3.25 sy	+
50	1-4-2	1.50 xz	+	50	1	5.00 lu	+
50	7-1-1	3.75 qx	+	50	5-3-4	5.50 js	+
50	2-5-1	4.75 mv	+	50	4-5-1	3.50 ry	+
50	1-2-2	6.50 fp	+	50	4-2-1	7.50 cl	+
50	7-5-2	4.00 px	+	50	4-3-3	8.00 bj	+
50	1-2-3	3.25 sy	+	50	4-5-3	9.75 ac	+
50	2-3-2	3.75 qx	+	50	3-3-4	4.75 mv	+
50	7-2-1	5.00 lu	+	50	3-3-3	5.00 lu	+
50	5-4-2	7.50 cl	+	50	5-2-1	7.00 dn	+
50	4-4-2	5.50 js	+	50	4-4-1	5.50 js	+
50	1-5-2	3.75 qx	+	50	3-3-1	6.00 hr	+
50	7-5-3	5.00 lu	+	50	1-3-2	8.25 bi	+
50	4	9.00 bf	+	50	5-2-3	5.25 kt	+
50	3	1.00 yz	+	50	5-3-1	5.50 js	+
50	2	3.75 qx	+	50	6-2-3	3.25 sy	+
50	6-4-3	10.25 ab	+	50	5-1-4	3.50 ry	+
50	1B	5.25 kt	+	50	4-3-4	4.00 px	+
50	5-4-3	5.00 lu	+	50	6-2-1	4.25 ow	+
50	5	6.25 gq	+	50	6-2-4	5.00 lu	+
50	5-4-1	5.50 js	+	50	6-4-1	6.00 hr	+
50	3A	1.00 yz	+	50	5-3-3	11.75 a	+
50	2D	5.50 js	+	50	6-2-5	5.00 lu	+
60	6C	2.00 wz	+	50	4-4-3	5.75 is	+
50	2C	4.50 nw	+	50	5-3-5	10.25 ab	+
60	6A	2.75 ty	+	50	5-1-3	4.00 px	+
50	2-2-2	7.75 bk	+	50	6-2-6	5.25 kt	+
50	7A	2.75 ty	+	50	6-2-2	6.25 gq	+
50	3B	2.50 uz	+	50	5-1-2	6.25 gq	+
50	4-4-5	8.00 bj	+	50	1-3-1	9.25 ae	+
50	4-3-2	3.50 ry	+	50	3-4-1	5.75 is	+
50	5-1-1	6.00 hr	+	50	5-2-2	9.50 ad	+
50	4-3-7	2.00 wz	+	50	3-3-2	7.25 cm	+
50	6-4-2	4.75 mv	+	50	3-4-2	8.25 bi	+
50	4-3-5	7.50 cl	+	50	4-5-4	8.50 bh	+
50	2-2-3	6.00 hr	+	50	1-3-5	7.50 cl	+
50	4-4-4	7.25 cm	+	50	2-2-1	8.75 bg	+
50	7-2-3	6.25 gq	+	50	7-5-1	10.25 ab	+
50	7-4-2	9.50 ad	+	50	7-3-1	8.75 bg	+
50	2-3-1	8.50 bh	+	50	7-1-3	5.25 kt	+
50	7-2-2	9.00 bf	+	50	1-3-3	4.50 nw	+
50	7-1-2	1.00 yz	+	50	2-3-3	6.75 eo	+
50	2-5-2	7.25 cm	+	50	4-2-3	5.25 kt	+
50	1-5-1	0.00 z	-	60	6B	0.00 z	-
50	5-3-2	0.00 z	-	60	6D	0.00 z	-
50	2B	0.00 z	-	50	2A	0.00 z	-
50	1A	0.00 z	-	50	4-3-6	0.00 z	-
	Clementine	0.00 z	-	50	7-4-1	0.00 z	-
	Okitsu Wase	0.00 z	-		Fortune	4.75 mv	+

*The values with different letters are significantly different at $p < 0.05$.

Acknowledgements

The authors wish to thank the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University for the financial support of the study. The authors also thankful to Prof. Dr. Ahmet AKER at Cyprus International University in Nicosia for his careful review of the paper.

References

Azevedo FA, Polydoro DA, Bastianel M, Kupper KC, Stuart RM, Costa FP, Pio RM (2010) Response of different tangerine varieties and hybrids to *in vitro* and *in vivo* inoculation of *Alternaria alternata*. Revista Brasileira de Fruticultura 32: 1–8 (with abstract in English).

- Breto MP, Ruiz C, Pina JA, Asins MJ (2001) The diversification of *Citrus clementina* Hort. ex Tan. a vegetatively propagated crop species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21: 285–293.
- Canhoş Y, Erkkılıç A, Timmer LW (1997) First report of *Alternaria* brown spot of *Minneola* tangelo in Turkey. *Plant Disease* 81: 1214.
- Canhoş Y, Peever TL, Timmer LW (1999) Temperature, leaf wetness, and isolate effects on infection of *Minneola* tangelo leaves by *Alternaria* sp. *Plant Disease* 83: 429–433.
- Castro Caicedo BL, Leguizamón JE, López JA (1994) La mancha foliar de los cítricos en la zona cafetera. *Avances Tecnológicos Cenicafé* 198: 1–8.
- Dalkılıç Z, Timmer LW, Gmitter FG, Jr. (2005) Linkage of an *Alternaria* disease resistance gene in mandarin hybrids with RAPD fragments. *Journal of American Society Horticultural Science* 130 (2): 191–195.
- Deng ZN, Gentile A, Nicolosi E, Domina F, Vardi A, Tribulato E (1995) Identification of *in vivo* and *in vitro* lemon mutants by RAPD markers. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 70: 117–126.
- Gardner JM, Kono Y, Chandler JL (1986). Biossaying and host-selectivity of *Alternaria citri* toxins affecting rouge lemon and mandarins. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 29: 293–304.
- Herrera L (1992) La mancha parda de los cítricos en Cuba. *Levante Agrícola* 31: 49–50.
- Kiely TB (1964) Brown spot of Emperor mandarin. *Agriculture Gazetta N.S.W.* 75: 854–856.
- Kohmoto K, Akimitsu K, Otani H (1991) Correlation of resistance and susceptibility of citrus to *Alternaria alternata* with sensitivity to host-specific toxins. *Phytopathology* 81: 719–722.
- Liu Q, Zhou AD, Chai LJ, Zhou WJ, Yu KQ, Ding J, Xu J, Deng XX (2009) Transcriptome analysis of a spontaneous mutant in sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] during fruit development. *Journal of Experimental Botany* 60: 801–813.
- Marin JE, Fernandez HS, Peres NA, Andrew M, Peever TL, Timmer LW (2006) First report of *Alternaria* Brown spot of citrus caused by *Alternaria alternata* in Peru. *Phytopathology* 90: 686.
- Nemsa I, Hernandez MA, Lacasa A, Porras I, Garcia-Lidon A, Cifuentes D, Bouzid S, Ortuno A, Del Rio JA (2012) Pathogenicity of *Alternaria alternata* on fruits and leaves of ‘Fortune’ mandarin (*Citrus clementina* x *Citrus tangerina*). *Canadian Journal of Plant Pathology* 34(2): 195–202.
- Peever TL, Olsen L, Ibáñez A, Timmer LW (2000) Genetic differentiation and host specificity among populations of *Alternaria* spp. causing brown spot of grapefruit and tangerine × grapefruit hybrids in Florida. *Phytopathology* 90: 407–414.
- Pegg KG (1966) Studies of a strain of *Alternaria citri* Pierce, the causal organism of brown spot of Emperor mandarin. *Queensland Journal of Agricultural Animal Science* 23: 14–18.
- Peres NAR, Agostini JP, Timmer LW (2003) Outbreaks of *Alternaria* brown spot of citrus in Brazil and Argentina. *Plant Disease* 87: 750.
- Schutte GC, Lesar KH, Pelser P du T, Swart SH (1992) The use of tebuconazole for the control of *Alternaria alternata* on ‘Minneola’ tangelos and its potential to control post-harvest decay when applied as a pre-harvest spray. *Proceedings of the International Society of Citriculture* 7: 1070–1074.
- Solel Z (1991) *Alternaria* brown spot on *Minneola* tangelos in Israel. *Plant Pathology* 40: 145–147.
- Solel Z, Kimchi M (1997) Susceptibility and resistance of citrus genotypes to *Alternaria alternata* pv. *citri*. *Journal of Phytopathology* 145: 389–391.
- Souza MC, Stuchi ES, Goes A (2009) Evaluation of tangerine hybrid resistance to *Alternaria alternata*. *Scientia Horticulturae* 123: 01–04.
- Stuart RM, Bastianel M, Azevedo FA, Machado MA (2009) *Alternaria* brown spot. *Laranja* 30: 29–44 (with abstract in English).
- Whiteside JO (1976) A newly recorded *Alternaria*-induced brown spot disease on Dancy tangerines in Florida. *Plant Disease Reporter* 60: 326–329.



Farklı yeşil budama uygulamalarının Merlot (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde sıra önolojik özellikleri üzerine etkileri

The effects of different green pruning practices on oenological properties of Merlot (*Vitis vinifera* L.) grape juice

Serkan CANDAR¹, Elman BAHAR², İlknur KORKUTAL², Tezcan ALÇO¹, Gamze UYSAL SEÇKİN³

¹Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Yetiştirme Tekniği Bölümü, Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

³Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojileri Bölümü, Tekirdağ

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): S. Candar, e-posta (*e-mail*): serkan.candar@tarimorman.gov.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): ebahar@nku.edu.tr, ikorkutal@nku.edu.tr, tezcan.alco@tarimorman.gov.tr, gamze.uysalseckin@tarimorman.gov.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 25 Ocak 2019
Düzeltilme tarihi 14 Temmuz 2019
Kabul tarihi 16 Temmuz 2019

Anahtar Kelimeler:

Taç yönetimi
Yaz budaması
Mikroklima
cv. Merlot

ÖZ

Bu çalışmada, 2013-2015 yılları arasında Merlot/5BB aşu kombinasyonu asmalara 3 farklı koltuk sürgünü uzunluğu (Yok, 3-4 yaprak, 6-7 yaprak) ve 3 farklı ana sürgün uzunluğu (1 m, 1.25 m, 1.5 m) uygulamalarının sıra önolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Farklı yeşil budama uygulamalarıyla oluşturulan taç mikroklimalarının etkileri yıllar bazında özellikle koltuk sürgünü uygulamalarında öne çıkmaktadır. 2013 ve 2015 yıllarında olduğu gibi vejetasyon döneminde yağışın az, oransal nem nispeten düşük ve sıcaklıkların yüksek olduğu yetiştirme dönemlerinde 3-4 yapraklı koltuk sürgünü uygulaması sıra önolojik özellikleri bakımından öne çıkmıştır. 2014 yılında vejetasyon döneminde meydana gelen aşırı yağışlar ve yüksek oransal nem tamamı alınmış koltuk sürgünü uygulamasında fizyolojik aktivite ve kaliteyi yükseltmiştir. Ana sürgün uzunluğu uygulamalarının kalite kriterleri açısından önemli bir etkisi görülmemiştir. Sonuçlar, özellikle şaraplık çeşitlerin yetiştiriciliği açısından kaliteye dönük yeşil budama uygulamalarının yapılma zamanı ve tekniğinde en önemli faktörün yılın iklim durumu olduğunu, farklı iklimsel özellikler gösteren yıllarda farklı uygulamalar yapılmasının yerinde olacağını göstermiştir.

ARTICLE INFO

Received 25 January 2019
Received in revised form 14 July 2019
Accepted 16 July 2019

Keywords:

Canopy management
Summer pruning
Microclimate
cv. Merlot.

ABSTRACT

In this study, the effects of 3 lateral shoot length (None, 3-4 leaves, 6-7 leaves) and 3 main shoot length (1 m, 1.25 m, 1.5 m) treatments examined on Merlot/5BB combination vines for the oenological properties of must in between 2013-2015 years. The effects of canopy microclimates created by different green pruning practices are especially seen in lateral shoot applications. During in the hot years with low precipitation and relative humidity vegetation periods as in 2013 and 2015, 3-4 leaves lateral shoots had positive impacts in terms of must oenological properties. Excessive precipitation and high relative humidity during the vegetation period in 2014 raised the physiological activity and quality in the application of leafless (none) lateral shoot treatments. The main shoot length applications have no significant effect on quality or physiological activity. The results obtained has pointed out that the climate condition of the year that is the most important factor in the time and severity of green pruning practices in terms of the cultivation of wine varieties and it will be appropriate to apply different applications in years with different climatic characteristics.

1. Giriş

Üzümlerin bileşiminde bulunan maddelerin en önemlileri şekerler, organik asitler, fenolik bileşikler (antosyaninler, tanenler vb.), aroma maddeleri, pektik maddeler, azotlu maddeler, enzimler, mineral maddeler ve vitaminlerdir (Canbaşı 1992; Blouin ve Guimberteau 2000; Ribéreau-Gayon ve ark.

2000; Keller 2010). Dolayısıyla üzüm ve şarapta kalite; bu metabolitlerin dağılımına, tane özelliklerine, ekolojik koşulların etkisine, olgunluk zamanına, hastalıkların etkisine, kullanılan anaca ve taç yönetimi gibi uygulamalara bağlıdır (Ribéreau-Gayon ve ark. 2000; Karanis ve Çelik 2002). Yetiştiriciliği

yapılan bir üzüm çeşidinin şaraplık değeri, elde edilen üzüm ve sıra bileşenleri üzerinde yapılan duyuşal ve kimyasal analizlerle belirlenebilmektedir (Canbaş 1992; Aktan ve Kalkan 2000).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), organik asitler, pH gibi birincil metabolitlere ek olarak tanenler, flavonoller, antosiyaninler, aroma öncülleri ve uçucu bileşikler gibi ikincil metabolitler şarap kalitesi ve tipini şekillendirmede önemli rol oynamaktadır. Özellikle antosiyaninlerin rengin belirlenmesinde görev alır. Kırmızı üzümlerde daha etkili olan fenol bileşiklerin yanında üzüm ve şarabın karakterini ve kalitesini belirleyen aroma maddeleri de kritik unsurlardandır. Üzüm ve şaraplardaki miktarları nanogram ile miligram arasında değışen aroma ve fenolik bileşiklerin fonksiyonları çok düşük konsantrasyonlarda bile duyuşal olarak algılanmaları ve kalite üzerinde belirleyici kriterler olmalarıdır (Canbaş 1992; Selli ve ark. 2001).

Üzümde, endüstriyel olgunluk, aromatik olgunluk ve fenolik olgunlukların yani önolojik olgunluğun yavaş, dengeli ve aynı zamanda gerçekteşmesi, şarabın tipi ve kalitesini doğrudan belirleyen özelliklerdendir. Önolojik olgunluğu etkileyen faktörlerden biri olan taç yönetimi; farklı terbiye sistemlerini ve terbiye şekillerini, kış budaması ve yeşil budamalar gibi uygulamaları belirlenen yetiştiricilik amaçları doğrultusunda kullanmak suretiyle gerçekteşirilmektedir. Asmanın gelişme kuvvetini, ürün kalite ve verimini, taç mikroklima özelliklerini ve buna bağılı olarak şarap kalitesini maksimumda tutmak amacıyla asma tacında yapılan bir takım düzenlenmeler anlamına gelmektedir (Kök 2014).

Çalışmanın amacı belirli bir ekolojide uygulanan farklı yaprak alanı azaltma uygulamalarının şıradaki bazı önolojik özellikler üzerine etkilerini incelemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma 2013-2015 yılları vejetasyon dönemlerinde (3 yıl) Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü bağlarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak 5BB anacı üzerine aşılı 2002 yılında 2,5x1,5 m sıra arası ve sıra üzeri mesafede dikilmiş ve çift kollu Guyot terbiye şekli verilmiş Merlot çeşidi omcalar kullanılmıştır. Deneme bağının denizden yüksekliğı 37 m'dir.

2.2. Yöntem

Deneme 3 farklı ana sürgün uzunluğı ve 3 farklı koltuk sürgünü uzunluğunu içeren uygulamalardan oluşmuştur. Ana parseller; 1 m, 1.25 m ve 1.5 m olacak şekilde ana sürgünlere (yazlık sürgün) yapılan uygulamalar, alt parseller ise; tamamı bırakılmış koltuk sürgünü (6-7 yaprak), yarısı alınmış koltuk sürgünü (3-4 yaprak) ve tamamı alınmış koltuk sürgünü (Yok) uygulamalarından oluşmuştur. Araştırma bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrürlü ve her tekrürlüde 6 omcadan veri alınarak yürütülmüştür.

Ana ve koltuk sürgünlerine yapılan işlemlerin etkilerini saptamak amacıyla fenolojik gelişme safhaları kaydedilmiştir. Veri alınan omcaların aynı yaş, gelişme dönemi ve yaklaşık şarjda olmalarına özen göstermiştir. Araştırma süresince bağda toprak işleme, yabancı ot kontrolü, bitki koruma ve bitki besleme işlemleri deneme alanında her parsel için standart olarak uygulanmıştır.

Her 3 yılda da kış budamalarında eşit sayıda (16 adet) göz bırakılmış, bırakılan eşit göz sayısına rağmen salkım ve sürgün sayılarında farklılık görülmüş ise sürgünler ortalama 30-40 cm

uzunluğına ulaştığında (EL 15-17) (Eichhorn ve Lorenz 1977), salkım ve sürgün sayıları eşitlenerek tekdüzeliğı bozan omcalar deneme dışı bırakılmıştır. Ana sürgünlerin 170-180 cm civarına ulaştığı dönemde (EL 31-33), uzunlukları 1 m, 1.25 m ve 1.5 m'den sınırlandırılmış ve hasat dönemine kadar aynı uzunlukta tutulmuştur. Koltuk sürgünlerine yapılan uygulamalar ben düşme döneminde (EL 35) gerçekteşirilmiştir ve hasat dönemine kadar aynı uzunluk korunmuştur.

2.3. İstatistiki analiz

Denemeden alınan veriler JMP 7.0.1 versiyonlu istatistik programında varyans analizi yapıldıktan sonra ortalamalar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılıp, 3 yılın sonunda yıl birleştirmeleri ve istatistiki değlendirmeleri yapılmıştır.

2.4. Araştırmada incelenen kriterler

Araştırmada sıra önolojik özelliklerini ortaya koymak amacıyla; omca başına verim terazi ile tartılarak, toplam antosiyanin miktarı (mg kg⁻¹) UV-Mini 1240 Shimadzu spektrofotometre ile Cemeroglu (2007)'na göre, toplam fenolik madde (mg kg⁻¹) spektrofotometrik yöntem ile Waterhouse (2002)'a göre, toplam tanen miktarı (g kg⁻¹) spektrofotometrik yöntem kullanılarak AOAC (1998)'e göre belirlenmiştir. Tartarik asit (g l⁻¹) ve Malik asit (g l⁻¹) analizleri için R-Biopharm markalı, Enzytec™ Color Tartaric Acid ve Enzytec™ L-Malic Acid analiz kitleri kullanılmıştır. Potasyum miktarı (mg l⁻¹) Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi NABİLTEM laboratuvarında ICP/OES cihazında (Spectro, Spectroblue FMX36 ICP-OES) analiz edilmiştir. Amonyum azotu (mg l⁻¹) spektrofotometrik yöntem ile Kacar ve İnal (2010)'a göre ve asimile azot (mg l⁻¹) ise formal titrasyon metoduyla Gump ve ark. (2000)'na göre yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tekirdağ ili iklim verileri

Tekirdağ ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması (1939-2017) ortalaması 14°C'dir. Ortalama sıcaklık 2013 yılında 16.24°C, 2014 yılında 16.08°C ve 2015 yılında 16°C olarak kaydedilmiştir. 2013 yılı toplam yağışı 443.80 mm ile uzun yıllar ortalaması olan 589.10 mm'nin gerisinde kalmıştır. 2014 yılı yağışlar açısından sıra dışı bir yıl olarak değlendirilebilir. Yıllık toplam yağış 770.50 mm ile uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerindedir. Vejetasyon periyodundaki 475.20 mm'lik yağış da uzun yıllar ortalaması 139.00 mm'den oldukça yüksek olup dikkat çekicidir. 2015 yılında ise yıllık toplam yağış 507.90 mm olarak tespit edilmiştir. Vejetasyon periyodundaki 187.40 mm'lik yağış uzun yıllar ortalaması civarındadır (MGM 2014; 2015; 2016a; 2016b).

Çalışmanın yürütüldüğü 3 yıl içinde 2014 yılı yağış miktarı bakımından diğeri iki yıldan ayrılmaktadır. 2014 yılının güneşlenme ve rüzgar hızı da hem yıl geneli hem de vejetasyon süresinde diğeri iki yıldan daha düşük olarak kaydedilmiştir. Ortalama oransal nem ise 2014 yılında daha yüksek 2013 ve 2015 yıllarında daha düşüktür olarak belirlenmiştir.

3.2. Verim ve önolojik kalite kriterleri

3.2.1. Verim (kg omca⁻¹)

Denemenin yürütüldüğü her 3 yılda da omca başına verim, kalitede görülebilecek değışkenliğin verimden kaynaklanmasını önlemek amacıyla sınırlandırılmış ve eşitlenmiştir. Bu şekilde

her yılın kendi içindeki uygulamalar arasında ve yıllar ortalamasında verim değerleri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ancak 2014 yılında yaşanan olağandışı yağışlar nedeniyle meydana gelen şiddetli *Plasmopara viticola* (bağ mildiyözü) salgını ve 2015 yılında salkım seyreltmesinin daha az yapılması nedeniyle yıllar arasında verim bakımından istatistiki farklılıklar görülmektedir. 2015 yılı 8.96 kg omca⁻¹ ile en yüksek ortalama verimin alındığı yıl olurken 2014 yılında verim 0.64 kg omca⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Aynı yıllar içindeki uygulamalar ve üç yılın birleştirilmesiyle ortaya çıkan ortalamalardaki verim farklılıkları kalite kriterlerini istatistiki olarak etkileyecek önemde bulunmamıştır.

3.2.2. Toplam antosiyanin miktarı (mg kg⁻¹)

2014 yılı 639.88 mg kg⁻¹ ile en yüksek toplam antosiyanin miktarının görüldüğü yıl olmuştur. 2013 yılında toplam antosiyanin miktarı 627.89 mg kg⁻¹ seviyesine ulaşırken en düşük toplam antosiyanin miktarı 574.13 mg kg⁻¹ ile 2015 yılında görülmüştür. Yıl ana etkisi istatistiki açıdan P<0.05 düzeyinde önemli bulunurken koltuk sürgünü ve ana sürgün uygulamalarının ana etkileri ve bunların etkileşimleri ise önemli bulunmamıştır (Şekil 1A ve Çizelge 2).

Çizelge 1. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarının verim üzerine etkileri (kg omca⁻¹).

Table 1. Effects of main shoot and lateral shoot treatments on yield (kg vine⁻¹).

Ana sürgün uygulaması	Koltuk sürgünü uygulaması	Yıllar			ASAE	KSAE
		2013	2014	2015		
1 m	Yok	5.75	0.77	8.17	5.20	5.25 (Yok)
	3-4 yaprak	6.59	0.60	8.66		
	6-7 yaprak	6.38	0.64	9.26		
1.25 m	Yok	6.53	0.68	8.56	5.31	5.31 (3-4 yp)
	3-4 yaprak	5.97	0.70	9.30		
	6-7 yaprak	6.27	0.56	9.22		
1.5 m	Yok	7.35	0.54	8.90	5.43	5.39 (6-7 yp)
	3-4 yaprak	6.42	0.63	8.88		
	6-7 yaprak	5.85	0.64	9.65		
Yıllar ortalaması		6.35 b	0.64 c	8.96 a	Ö.D.	Ö.D
LSD %5		0.391				

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle P≤ 0.05'e göre belirlenmiştir. Ö.D.: Önemli değil, KSAE: Koltuk Sürgünü Ana Etkisi, ASAE: Ana Sürgün Ana Etkisi.

The differences between the means in each column were determined by LSD test according to P≤ 0.05. Ö.D.: means not significant, KSAE: Lateral Shoot Main Effect, ASAE: Main Shoot Main Effect.

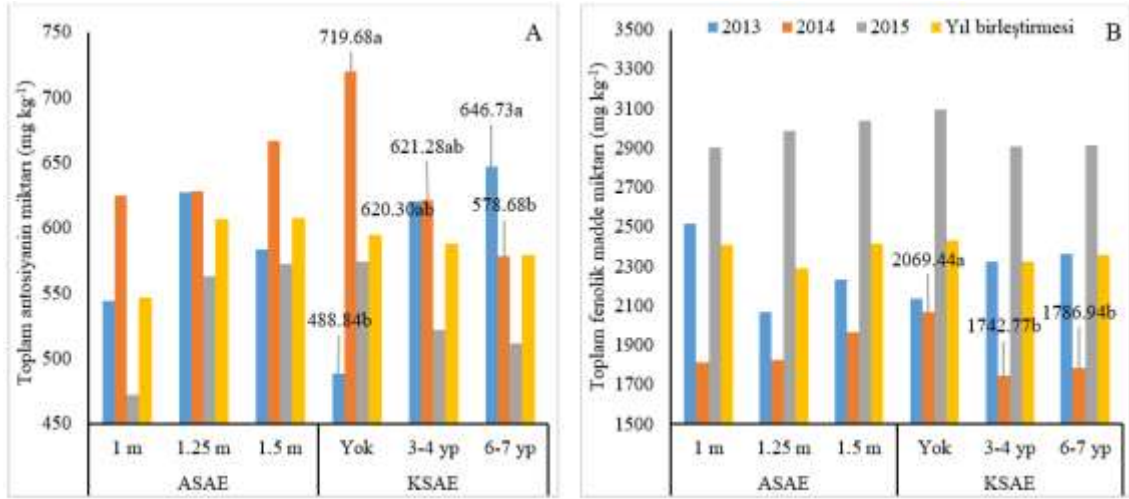
Çizelge 2. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamaları yıl ana etkilerinin önolojik özellikler üzerine etkileri.

Table 2. The year main effects of main shoot and lateral shoot treatments on oenological properties.

Kriter	Yıl ana etkisi		
	2013	2014	2015
Verim (kg omca ⁻¹)	6.35 b	0.64 c	8.96 a
LSD %5	0.391		
Toplam antosiyanin miktarı (mg kg ⁻¹)	585.29 b	639.88 a	535.97 b
LSD %5	3.035		
Toplam fenolik madde(mg kg ⁻¹)	2277.31 b	1866.38 c	2974.58 a
LSD %5	270.53		
Toplam tanen miktarı (g kg ⁻¹)	2.94 b	2.59 b	4.32 a
LSD %5	0.436		
Tartarik asit (g l ⁻¹)	2.47 c	6.28 a	4.28 b
LSD %5	0.453		
Malik asit (g l ⁻¹)	1.17 b	1.74 a	1.05 b
LSD %5	0.158		
Potasyum (mg l ⁻¹)	*	2437.82 a	1028.67 b
LSD %5	632.31		
Amonyum azotu (mg l ⁻¹)	26.39 b	24.62 b	29.20 a
LSD %5	2.276		
Asimile azot (mg l ⁻¹)	117.18 c	210.84 a	184.07 b
LSD %5	18.149		

*2013 yılında potasyum analizi yapılamamıştır. Her satırda ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle P≤ 0.05'e göre belirlenmiştir.

*Potassium analysis could not be performed in 2013. The differences between the means in each line were determined by LSD test according to P≤ 0.05.



Şekil 1. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarının toplam antosiyanin miktarı (A) (2013 yılı KSAE LSD_{0.05}: 131.350; 2014 yılı KSAE LSD_{0.05}: 101.184) ve toplam fenolik madde miktarı (B) (2014 yılı KSAE LSD_{0.05}: 230.276) üzerine etkileri (KSAE: Koltuk Sürgünü Ana Etkisi, ASAE: Ana Sürgün Ana Etkisi).

Figure 1. Effects of main shoot and lateral shoot treatments on total anthocyanins (A) (Year 2013 LSME LSD_{0.05}: 131.350; year 2014 LSME LSD_{0.05}: 101.184) and total phenolics (B) (Year 2014 LSME LSD_{0.05}: 230.276) (KSAE: LSME: Lateral Shoot Main Effect, ASAE: MSME: Main Shoot Main Effect).

Su stresinin tane iriliğinin etkisine bağlı olmaksızın kabuktaki tanen ve antosiyanin konsantrasyonlarını artırdığı ve sonuçta su stresinin bu maddelerin biyosentez düzeyleri üzerine doğrudan ve olumlu etkisinin olabileceği saptanmıştır (Roby ve ark. 2004). Çalışmamızda artan ana sürgün uzunluklarıyla, istatistiki olarak olmasa da, artan stres eğiliminin yıllar ortalamalarında daha yüksek antosiyanin seviyelerine neden olduğu görülmektedir (Şekil 1A). Yaşasın ve ark. (2018)'na göre de istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte 1,5 m ana sürgün uzunluğunda toplam antosiyanin miktarı 1 m ana sürgün uzunluğuna göre daha fazladır.

En yüksek antosiyanin miktarlarına yağışın en fazla olduğu 2014 yılında ulaşılmıştır. Ancak 2014 verimin diğer yıllardan bir hayli düşük olması yağıştan daha önemli bir faktör olarak ortaya çıkmıştır.

İstatistiki anlamda önemsiz olmakla birlikte, koltuk sürgünü uzunluğu uygulamalarında en yüksek toplam antosiyanin miktarı rakamsal olarak Yok uygulamasında, en düşük toplam antosiyanin miktarı ise 6-7 yaprak uygulamasında görülmüştür. Bu durum 2014 yılında Yok uygulamasında tespit edilen 719.68 mg kg⁻¹lık yüksek antosiyanin miktarının yıllar ortalamasına yansımından ve olağandışı iklim şartlarından kaynaklanmaktadır (Şekil 1A).

Toplam antosiyanin miktarı konusunda taç yönetimi uygulamalarının doğrudan etkilerini gözlemek, antosiyanin sentezi, birikimi ve bozulmasını etkileyen mekanizmaların çok sayıda faktörle ilişki olmasından dolayı oldukça zordur. Bununla birlikte öngörülen iklim özelliklerine göre seçilen belirli uygulamalarla antosiyanin miktarını etkilemek olasıdır.

3.2.3. Toplam fenolik madde miktarı (mg kg⁻¹)

2015 yılı 2974.58 mg kg⁻¹ değeri ile en yüksek toplam fenolik madde miktarının görüldüğü yıl olmuştur. 2013 yılında toplam fenolik madde miktarı 2277.31 mg kg⁻¹ seviyesine ulaşırken en düşük toplam fenolik madde miktarı 1866.38 mg kg⁻¹ ile 2014 yılında görülmüştür. Yıllar ortalamaları

istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Koltuk sürgünü ve ana sürgün uygulamalarının ana etkileri ve bunların etkileşimleri 3 yıl ortalamasında istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak bu uygulamaların meydana getirdiği farklı mikroklimalar 2014 yılında Yok uygulamasında toplam fenolik maddenin istatistiki olarak önemli seviyede yükselmesini sağlamıştır. 2014 yılının iklim şartları altında tüm koltuk yapraklarının alınmasıyla artan ışıklandırmanın bu artışa neden olduğu düşünülmüştür (Şekil 1B ve Çizelge 2).

Roby ve ark. (2004) ile Chacón ve ark. (2009) tarafından artan su stresinin toplam fenolik madde içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Çalışmamızda ise artan ana sürgün uzunluğu ile birlikte görülen stres eğiliminin toplam fenolik maddeyi ne yıllar ölçeğinde; ne de yıllar ortalamasına göre yapılan değerlendirmede anlamlı şekilde etkilemediği görülmektedir. Bununla birlikte denemenin yürütüldüğü yıllarda, hem yıllık yağış miktarı hem de deneme alanının su tutma kapasitesi yüksek toprak yapısında olması nedeniyle, önemli sayılabilecek seviyelerde su stresi görülmemiştir.

3.2.4. Toplam tanen miktarı (g kg⁻¹)

2015 yılı 4.32 g kg⁻¹ ile en yüksek toplam tanen miktarlarının görüldüğü yıl olmuştur. 2013 yılında toplam tanen miktarı 2.94 g kg⁻¹ seviyesine ulaşırken en düşük toplam tanen miktarı 2.59 g kg⁻¹ ile 2014 yılında görülmüştür. Yıl ana etkisi istatistiki bakımdan P<0.05 düzeyinde önemli bulunurken koltuk sürgünü ve ana sürgün uygulamalarının ana etkileri için 3 yıl ortalamasında aynı durum geçerli olmamıştır (Şekil 2A ve Çizelge 2).

Çalışmamızda 2013 yılı dışında koltuk sürgünü ve ana sürgün uzunluğu uygulamalarıyla toplam tanen miktarı arasında belirgin bir ilişki görülmemiştir. 2013 yılında 6-7 yaprak uygulaması ana etkisi 3.47 g kg⁻¹ tanen miktarı ile en yüksek istatistiki sınıfı oluşturmuş; bu durum yıllar ortalamasında aynı uygulamanın rakamsal olarak en yüksek değere ulaşmasını sağlamıştır.

3.2.5. Potasyum miktarı (mg l^{-1})

Potasyum miktarı 2014 yılında $2437.82 \text{ mg l}^{-1}$ ile en yüksek değerin görüldüğü yıl olmuştur. 2015 yılında potasyum miktarı $1028.67 \text{ mg l}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Yıllar ortalamaları istatistiki bakımdan LSD %5 düzeyinde önemli bulunurken koltuk sürgünü ve ana sürgün uygulamalarının ana etkileri ve bunların etkileşimleri ise önemsizdir.

Koltuk sürgünü uygulamalarında 3-4 yaprak ve Yok uygulamaları $1190.05 \text{ mg l}^{-1}$ ve $1146.26 \text{ mg l}^{-1}$ potasyum meydana getirirken 6-7 yaprak uygulaması $1130.18 \text{ mg l}^{-1}$ potasyum miktarına ulaşabilmiştir. Ana sürgün uzunluğu uygulamalarında ise 1 m ve 1.5 m uygulamaları $1193.68 \text{ mg l}^{-1}$ ve $1140.22 \text{ mg l}^{-1}$ değerlerine ulaşırken, 1.25 m uygulaması $1132.59 \text{ mg l}^{-1}$ ile daha düşük potasyum meydana getirebilmiştir (Şekil 2B).

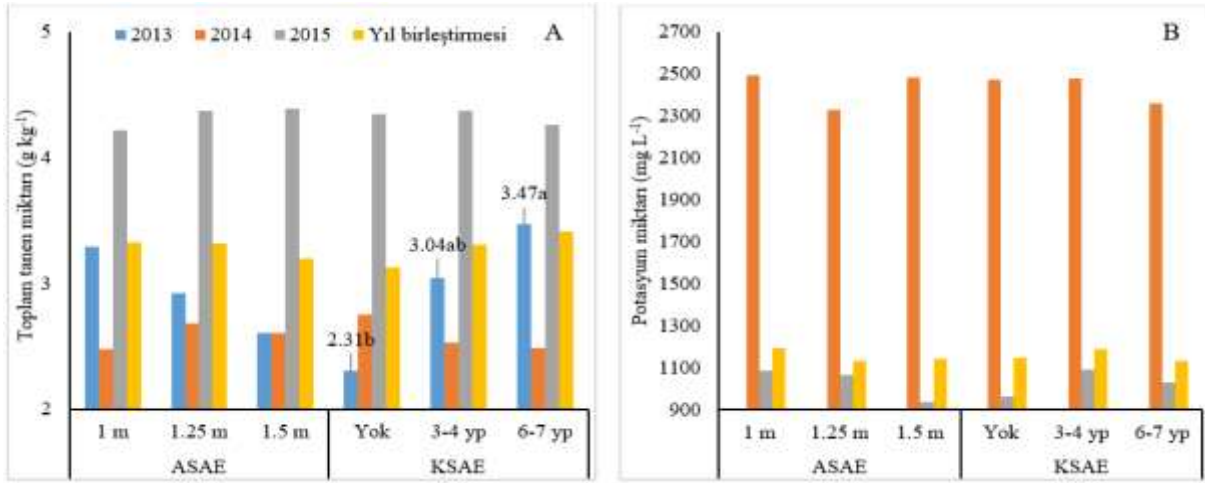
Çalışmada potasyum seviyeleri farklı ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarından istatistiki anlamda önemli

seviyelerde etkilenmemekle birlikte normal şartların üzerinde yağışın gerçekleştiği 2014 yılında tanelerde daha yüksek potasyum birikiminin gerçekleştiği görülmüştür. Bununla birlikte potasyum seviyeleri her iki yılda da beklenen değerler arasında bulunmuştur.

3.2.6. Tartarik asit miktarı (g l^{-1})

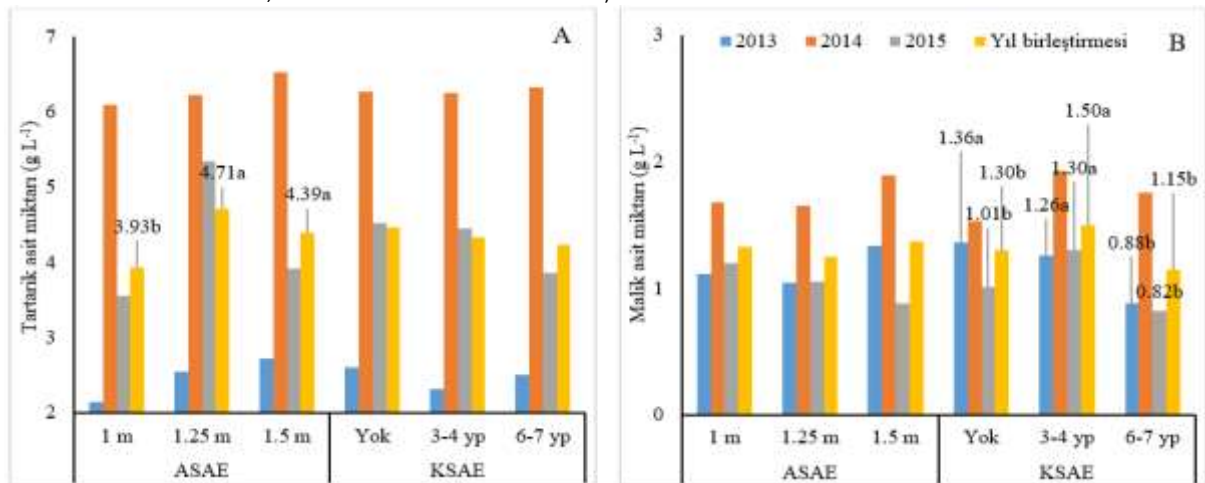
2014 yılında 6.28 g l^{-1} ile en yüksek tartarik asit miktarlarının görüldüğü yıl olmuştur. 2015 yılında toplam tartarik asit miktarı 4.28 g l^{-1} seviyesine ulaşırken en düşük tartarik asit miktarı 2.47 g l^{-1} ile 2013 yılında görülmüştür (Çizelge 2).

Yıllar birlikte değerlendirildiğinde ana sürgün uzunluğu uygulamalarının etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunurken koltuk sürgünü uygulamalarının ana etkileri ise önemli bulunmamıştır (Şekil 3A).



Şekil 2. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarının toplam tanen miktarı (A) (2013 yılı KSAE LSD_{0.05}: 0.802) ve potasyum miktarı (B) üzerine etkileri (KSAE: Koltuk Sürgünü Ana Etkisi, ASAE: Ana Sürgün Ana Etkisi).

Figure 2. Effects of main shoot and lateral shoot treatments on total tannins (A) (Year 2013 LSME LSD_{0.05}: 0.802) and on potassium (B) (KSAE: LSME: Lateral Shoot Main Effect, ASAE: MSME: Main Shoot Main Effect).



Şekil 3. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarının tartarik asit miktarı (A) (Yıl birleştirmesi ASAE LSD_{0.05}: 0.381) ve malik asit miktarı (B) (2013 yılı KSAE LSD_{0.05}: 0.238; 2015 yılı KSAE LSD_{0.05}: 0.238) üzerine etkileri (KSAE: Koltuk Sürgünü Ana Etkisi, ASAE: Ana Sürgün Ana Etkisi).

Figure 3. Effects of main shoot and lateral shoot treatments on tartaric acid (A) (Mean of years MSME LSD_{0.05}: 0.381) and malic acid (B) (Year 2013 LSME LSD_{0.05}: 0.238; year 2015 LSME LSD_{0.05}: 0.238; Mean of years MSME LSD_{0.05}: 0.158) (KSAE: LSME: Lateral Shoot Main Effect, ASAE: MSME: Main Shoot Main Effect).

3.2.7. Malik asit miktarı ($g\ l^{-1}$)

Malik asit yıl ana etkileri; 2014 yılında $1.74\ g\ l^{-1}$ ile en yüksek, 2013 yılında $1.17\ g\ l^{-1}$ ve 2015 yılında ise $1.05\ g\ l^{-1}$ ile en düşük olarak belirlenmiştir. Yıllar ortalamaları ve koltuk sürgünü ana etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunurken ana sürgün uygulamalarının ana etkileri önemli bulunmamıştır. Koltuk sürgünü uygulamalarında 3-4 yaprak uygulaması $1.50\ g\ l^{-1}$ malik asit meydana getirirken, Yok ve 6-7 yaprak uygulamaları $1.15\ g\ l^{-1}$ ve $1.30\ g\ l^{-1}$ malik asit miktarına ulaşmış ve bu sonuçların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 3B ve Çizelge 2).

3.2.8. Asimile azot miktarı ($mg\ l^{-1}$)

Yıl ana etkileri incelendiğinde 2014 yılı $210.84\ mg\ l^{-1}$ ile en yüksek asimile azot miktarlarının görüldüğü yıl olmuştur. 2015 yılında asimile azot miktarı $184.07\ mg\ l^{-1}$ seviyesine ulaşırken en düşük asimile azot miktarı $117.18\ mg\ l^{-1}$ ile 2013 yılında görülmüştür (Çizelge 2). Yıllar ortalamaları istatistiki bakımdan $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken koltuk sürgünü ve ana sürgün uygulamalarının ana etkileri ve bunların etkileşimleri önemli bulunmamıştır (Şekil 4A).

Koltuk sürgünü uygulamalarında Yok ve 6-7 yaprak uygulamaları $171.37\ mg\ l^{-1}$ ve $171.75\ mg\ l^{-1}$ asimile azot meydana getirirken 3-4 yaprak uygulaması $168.97\ mg\ l^{-1}$ asimile azota ulaşabilmiştir. Ana sürgün uzunluğu uygulamalarında ise 1 m ve 1.5 m uygulamaları $176.03\ mg\ l^{-1}$ ve $172.53\ mg\ l^{-1}$ değerlerine ulaşırken, 1.25 m uygulaması $163.52\ mg\ l^{-1}$ ile daha düşük asimile azot meydana getirebilmiştir.

Çalışmada asimile azot miktarının 2014 yılındaki olağandışı yağışlar nedeniyle artış gösterdiği 2013 ve 2015 yıllarında yıllık toplam yağışla birlikte hareket ettiği görülmektedir.

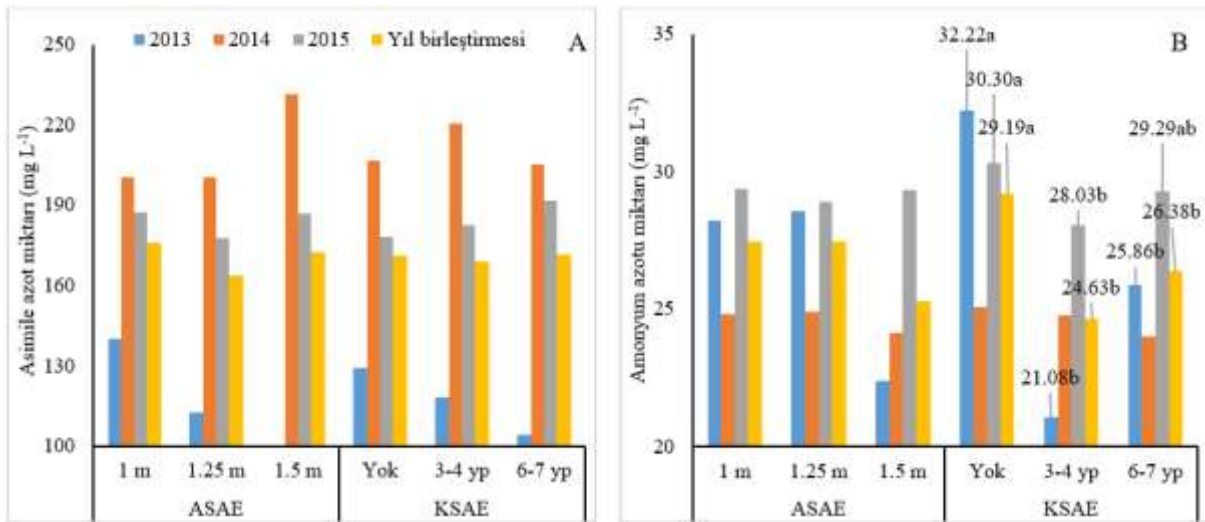
3.2.9. Amonyum azotu miktarı ($mg\ l^{-1}$)

Amonyum azotu miktarı yıl ana etkileri; 2015 yılında $29.20\ mg\ l^{-1}$ ile en yüksek; 2013 yılında ise $26.39\ mg\ l^{-1}$ olarak ölçülmüştür. 2014 yılında $24.62\ mg\ l^{-1}$ ile en düşük amonyum azotu seviyesi görülmüştür. Yıllar ortalamaları ve koltuk sürgünü uygulamalarının ana etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunurken ana sürgün uygulamalarının ana etkileri için aynı durum geçerli olmamıştır (Şekil 4B ve Çizelge 2).

Koltuk sürgünü uygulamalarında 3-4 yaprak ve 6-7 yaprak uygulamaları $24.63\ mg\ l^{-1}$ ve $26.38\ mg\ l^{-1}$ amonyum azotu meydana getirirken Yok uygulaması $29.19\ mg\ l^{-1}$ toplam amonyum azotuna ulaşabilmiştir. Ana sürgün uzunluğu uygulamalarında ise 1 m ve 1.25 m uygulamaları $27.46\ mg\ l^{-1}$ değerine ulaşırken, 1.5 m uygulaması $25.29\ mg\ l^{-1}$ ile daha düşük amonyum azotu meydana getirebilmiştir (Şekil 4B).

Şarap açısından üzüm sırasında bulunan azotlu bileşikler mayaların çoğalması ve yaşamsal aktiviteleri için önemlidir. Fermantasyon sırasında her zaman baskın olan *Saccharomyces cerevisiae* mayaları anaerobik koşullarda amonyak veya prolin hariç serbest amino asitlerin her türlüünü kullanabilir. Bu sebeple tanedeki amonyak iyonları da tane olgunluğu ile ilişkilendirilmiştir.

Ülkemiz için literatürde ideal amonyum azotu seviyesinin değişim değerlerini bildiren bir kaynağa rastlanılmamıştır. Uluslararası literatüre göre ise normalde amonyak seviyeleri $10-100\ mg\ l^{-1}$ arasında değişirken, yüksek sıcaklıklarda ve aşırı tane olgunluğunda daha da yükselebilmektedir (Baron 2011). SÇKM birikiminin göreceli olarak en yüksek olduğu 2015 yılı ve taç içi sıcaklıkların en yüksek seviyelerde izlediği Yok koltuk sürgünü uygulaması ortalamalarında amonyum azotu seviyelerinin yüksek olması sıcaklık ve olgunlukla alakalı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4. Ana sürgün ve koltuk sürgünü uygulamalarının asimile azot miktarı (A) ve amonyum azotu miktarı (B) (2013 yılı KSAE LSD_{0.05}: 6.050; 2015 yılı KSAE LSD_{0.05}: 1.673; Yıl birleştirmesi ASAE LSD_{0.05}: 2.276) üzerine etkileri (KSAE: Koltuk Sürgünü Ana Etkisi, ASAE: Ana Sürgün Ana Etkisi).

Figure 4. Effects of main shoot and lateral shoot treatments on yeast assimilate nitrogen (A) and ammonium nitrogen (B) (Year 2013 LSME LSD_{0.05}: 6.050; year 2015 LSME LSD_{0.05}: 1.673; Mean of years MSME LSD_{0.05}: 2.276) (KSAE: LSME: Lateral Shoot Main Effect, ASAE: MSME: Main Shoot Main Effect).

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde;

2013 ve 2015 yıllarında olduğu gibi vejetasyon döneminde yağışın az, oransal nemin nispeten düşük ve sıcaklıkların yüksek olduğu yetiştirme dönemlerinde 3-4 yapraklı koltuk sürgünü uygulaması kalite kriterleri bakımından öne çıkmıştır.

2014 yılında vejetasyon döneminde meydana gelen aşırı yağışlar ve yüksek oransal nem tamamı alınmış koltuk sürgünü uygulamasında fizyolojik aktiviteyi ve nispeten kaliteyi yükseltmiştir.

1 m, 1.25 m, 1.5 m ana sürgün uzunluğu uygulamalarının kalite bakımından önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Yapılan uygulamalar kalite ve fizyolojik aktivite bakımından etkili olmakla birlikte, her vejetasyon döneminin mevsimsel etkileri asıl belirleyici faktördür.

Dolayısıyla, her yıl yapılacak yeşil budama uygulamalarının planlaması uzun ve orta vadeli meteorolojik değerlendirmeler takip edilerek ayrı ayrı yapılmalı, kısa vadeli meteorolojik riskler değerlendirilerek fenolojik döneme göre müdahaleler düşünülmelidir.

Sonuç olarak Merlot/5BB kombinasyonu asmalar, denemenin yürütüldüğü su tutma kapasitesi ve taban suyu yüksek bağ alanlarında; vejetasyon döneminde yağışın ve oransal nemin az ışıklanma şiddetinin yüksek olduğu sıcak yıllarda ben düşme döneminden hasada kadar koltuk sürgünleri 3-4 yapraklı olarak tutulduğunda önolojik kalite kriterleri bakımından olumlu etkilenmektedirler. 2014 yılı gibi vejetasyon periyodunda yüksek yağış ve oransal nemin görüldüğü, ışıklanma şiddetinin düşük olduğu serin yıllarda ise koltuk sürgünlerinin ben düşme döneminde tamamen uzaklaştırılması önerilmektedir. Ana sürgün uzunlukları bakımından, sürgün uzunluğu arttıkça stres ve bazı kalite kriterlerinde artış eğilimi görülmekle beraber, bu etkiler istatistiki anlamda genelde önemli değildir. Ana sürgün uzunluğu 1 m'de tutulduğunda bile yaprak alanları verim ve kalite bakımından yeterli seviyeye ulaşabilmektedir. Önümüzdeki dönem yapılacak çalışmaların, özellikle yerel çeşitlerde salkım mikrokliması (özellikle ışıklanma süreleri), taç içi hava hareketlerinin açıklanması ve yeşil budamaların pratik anlamda mekanizasyona aktarılması yönünde şekillenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezi ürünüdür. Aynı zamanda T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/BBAD/2013/A08/P04-08 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aktan N, Kalkan H (2000) Şarap Teknolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No: 4, Ankara, s.614.
- Baron M (2011) Yeast assimilable nitrogen in South Moravian grape musts and its effect on acetic acid production during fermentation. Czech. Journal of Food Science 29(6): 603-609.
- Blouin J, Guimberteau G (2000) Maturation et Maturite des Raisins. Feret, Bordeaux, ISBN:2-902416-49-0. pp. 151.
- Canbaş A (1992) Şarap Teknolojisi Ders Notları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Adana, s. 164.
- Cemeroğlu B (2007) Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, s. 657.

- Chacón JL, García E, Martínez J, Romero R, Gómez S (2009) Impact of the vine water status on the berry and seed phenolic composition of Merlot (*Vitis vinifera* L.) cultivated in a warm climate: Consequence for the style of wine. Vitis 48: 7-9.
- Eichhorn KW, Lorenz DH (1977) Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe.- Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 29: 119-120.
- Gump BH, Zoeklein BW, Fugelsang KC (2000) Prediction of prefermentation nutritional status of grape juice – The formol method. In: Spencer J.F.T., Ragout de Spencer A.L. (eds): Food Microbiology Protocols. Vol. 14, Humana Press, Inc., Totowa: 283-296.
- Kacar B, İnal A (2010) Bitki Analizleri. 1. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. ISBN 978-605-395-036-3. s. 912.
- Karanis C, Çelik H (2002) Amasya'da yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin tane içeriklerindeki değişimin incelenmesi ve optimum hasat zamanlarının tespiti üzerine araştırmalar. Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu, Kapadokya (Nevşehir), s. 441-448.
- Keller M (2010) The Science of Grapevines, Anatomy and Physiology 1st Edition. Academic Press, ISBN: 9780080890487. pp. 400.
- Kök D (2014) Taç Yönetimi Uygulamaları Ders Notları. NKÜ Bahçe Bitkileri Bölümü. Basılmamış ders notu.
- MGM (2014) 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi. www.mgm.gov.tr/files/iklim/2013-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf. Erişim 10 Kasım 2016.
- MGM (2015) 2014 yılı İklim Değerlendirmesi. www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf. Erişim 10 Kasım 2016.
- MGM (2016a) Tekirdağ İli Genel İstatistik Verileri. www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/ilceleristatistik.aspx?k=A&m=TEKIRDAG8. Erişim 10 Kasım 2016.
- MGM (2016b) 2015 yılı İklim Değerlendirmesi. www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2015-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf. Erişim 10 Kasım 2016.
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D (2000) Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. John Wiley and Sons Ltd.
- Roby G, James F, Douglas A, Adams A, Mark A (2004) Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. Australian Journal of Grape and Wine Research 10: 100-107.
- Selli S, Cabaroğlu T, Canbaş A (2001) Kalecik karası şirasındaki serbest aroma maddelerinin tayininde iki farklı ekstraksiyon yönteminin kıyaslanması. Gıda 26(6): 443-448.
- Waterhouse AL (2002) Determination of total phenolics. Current protocols in food analytical chemistry. John Wiley & Sons, Inc. New York. II.1.1.1-II.1.8.
- Yaşasın AS, Bahar E, Boz Y, Kiracı MA, Gündüz A, Avcı GG, Gülcü M (2018) Different soil tillage and shoot length effects on vegetative growth, water stress and yield in cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). I. International Agricultural Science Congress, Van-Turkey, pp. 408.



A protocol on *in vitro* rooting of ‘Bayrampaşa’ artichoke (*Cynara scolymus* L.)

‘Bayrampaşa’ enginarının (*Cynara scolymus* L.) *in vitro* köklenmesi üzerine bir protokol

Tugce OZSAN^{id}, Ahmet Naci ONUS^{id}

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058 Antalya, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): A. N. Onus e-mail (e-posta): onus@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): tugceozsan@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 30 April 2019
Received in revised form 13 May 2019
Accepted 15 May 2019

Keywords:

Asteraceae
Cynara scolymus L.
Plant tissue culture
Activated charcoal
Plant growth regulators

ABSTRACT

Artichoke, belongs to the family *Asteraceae* (*Compositae*), is cultivated in a very wide area in the world and regarded as a functional food due to the bioactive components. The propagation of artichoke via tissue culture offers considerable advantages. However one of the most important problem is *in vitro* rooting. Therefore, the main purpose of the present study was to develop an effective protocol on *in vitro* rooting of ‘Bayrampaşa’ cultivar which is one of the important local artichoke cultivar. To serve the purpose, after a successful micropropagation process, involving 3 subculture stages, well-developed plantlets were selected and rooted in different media compositions as ten different media including control group were used in present study. The differences between the media were provided by adding different growth regulators such as 10.0 mg l⁻¹ indole-3-acetic acid (IAA), 6.0 mg l⁻¹ indole butyric acid (IBA), 5.0 mg l⁻¹ gibberellic acid (GA₃), 0.5 mg l⁻¹ naphthaleneacetic acid (NAA) and activated charcoal (0, 1.0 and 2.0 g l⁻¹). Developments of plantlets were observed and recorded at 15 days intervals. According to the results obtained during the study, the medium containing IAA (10.0 mg l⁻¹) and 1.0 g l⁻¹ of activated charcoal gave the best results in terms of rooting after micropropagation.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Nisan 2019
Düzeltilme tarihi 13 Mayıs 2019
Kabul tarihi 15 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Asteraceae
Cynara scolymus L.
Bitki doku kültürü
Aktif karbon
Bitki büyüme düzenleyicileri

ÖZ

Asteraceae (*Compositae*) familyasında yer alan enginar, dünyada oldukça geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılmakta ve içerdiği biyoaktif bileşenlerden dolayı fonksiyonel gıda olarak görülmektedir. Enginarın doku kültürü yoluyla üretimi dikkate değer avantajlar sunmaktadır. Öte yandan enginar doku kültürü çalışmalarında karşılaşılan en önemli problemlerden biri *in vitro* köklenmedir. Bu nedenle bu çalışmanın temel amacı enginarın *in vitro* köklenmesi üzerine etkili bir protokol geliştirmektir. Bu amaçla, 3 alt kültür aşamasını içeren başarılı bir mikroçoğaltım sürecinin ardından, iyi gelişme göstermiş olan bitkicikler seçilmiş ve çalışmada kullanılan 10 farklı besi ortamı kombinasyonunda (kontrol grubu dahil) köklendirilmiştir. Besi ortamları arasındaki farklılıklar, 10.0 mg l⁻¹ indol asetik asit (IAA), 6.0 mg l⁻¹ indol butirik asit (IBA), 5.0 mg l⁻¹ gibberellik asit (GA₃), 0.5 mg l⁻¹ naftalen asetik asit (NAA) gibi farklı büyüme düzenleyicileri ve aktif kömür (0, 1.0 ve 2.0 g l⁻¹) eklenerek sağlanmıştır. Bitkiciklerin gelişimleri 15 gün aralıklarla gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, mikroçoğaltım aşamasını takiben köklenme bakımından IAA (10.0 mg l⁻¹) ve 1.0 g l⁻¹ aktif kömür içeren besi ortamı kombinasyonu en iyi sonuçları vermiştir.

1. Introduction

Artichoke (*Cynara scolymus* L.), belongs to the *Asteraceae* family which is represented by 1100 genus and approximately 25000 species in the world (Heywood 1978). Artichoke, one of the edible herbaceous perennial plants, originated and widely cultivated in the Mediterranean basin (Bianco 2005; Farag et al. 2013), has an importance amongst the others, thanks to its bioactive components. This precious plant has an ancient

history of usage as food and folk medicine. Its capitula or head with fleshy leaves, called bracts, and receptacle comprise the edible parts of plant (Fратиanni et al. 2007; Lattanzio et al. 2009; El Senousy et al. 2014; Falco et al. 2015). Even though for human nutrition is major usage area of artichoke, it is not the only function of artichoke (Lanteri and Portis 2008). Aside from edible parts have been enjoyed as food, the artichoke is

accepted as a well-known herbal medicine against several diseases. Artichoke is recognised as a functional food and its leaves are commonly used for the purpose of producing commercial herbal extracts (El Senousy et al. 2014). Especially the other parts such as external bracts, leaves and stems form approximately 60% of plant known as non-food industrial by-products (Llorach et al. 2002; Ruiz-Aceituno et al. 2016). In recent years high attention has been paid to 'old but gold' plant with new uses (Lattanzio et al. 2009). There are several studies reported in literature about artichoke's health-protective potential. Artichoke's nutritional and pharmacological characteristics are attributed to phenolic compounds mainly caffeoylquinic acid and its derivatives at high concentrations. Although at low amounts, other phenolics including flavonoids and anthocyanins that play a distinctive role in human health are defined, too (Llorach et al. 2002; Falco et al. 2015).

Traditionally, cultivation of artichoke is conducted with vegetative plant parts such as offshoots, ovoli, and stumps (Alp 2008; Ciancolini 2012; Falco et al. 2015). Especially agamic propagation via offshoots for multiplication is still favorable system among breeders (Calabrese 2009; Ciancolini 2012; El Boullani et al. 2012). In addition to these, gametic production is also possible for artichoke. However, due to issues of genetic variability and protandry, this production system is limited for obtaining hybrids. On the other hand, it is possible to face important disincentive factors such as low multiplication rates and diseases in traditional cultivation. On this point, we may overcome stated obstacles by using *in vitro* techniques. Particularly, *in vitro* artichoke studies that started with De Leo and Greco (1976) at the end of 1970s then at 1980s some studies (Ancora et al. 1981; Pecaut et al. 1983) provided significant results on *in vitro* propagation of artichoke (Ciancolini 2012). Especially meristem culture technique for micropropagation is so important to provide virus-free, healthy plant materials. Undoubtedly *in vitro* techniques are favorable for artichoke. However, at this point, we encounter another problem, *in vitro* root induction and root development. Up to now there were several studies conducted by using different strategies in the literature such as different types and concentrations of plant growth regulators (Harbaoui et al. 1982; Marras et al. 1985; Draoui et al. 1993; Iapichino 1996; Morzadec and Hourtmant 1997; Bedini et al. 2012; López-Pérez and Martínez 2015; Ercan 2016), various supplements like cyclodextrin, activated charcoal (Bigot and Foury 1984; Brutti et al. 2000) and pretreatments (darkness, two-phase) (López-Pérez and Martínez 2015) in order to improve *in vitro* artichoke rooting. At the end of all these studies, it was reported that root induction percentages might not be high enough and it might depend on genotypes (Benoit and Ducreux 1981; Morzadec and Hourtmant 1997; López-Pérez and Martínez 2015). The

difficulties in rooting artichokes *in vitro* are still one of the main hurdles to overcome in *in vitro* micropropagation.

Therefore, present study focused on the *in vitro* rooting of late artichoke cultivar 'Bayrampaşa', typically grown in Turkey, and is traditionally propagated by offshoots.

2. Materials and Methods

2.1. Plant Material

Artichoke plants of 'Bayrampaşa' were obtained from experimental fields of Akdeniz University, Antalya, Turkey. *In vitro* studies were conducted at Tissue Culture Laboratory of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University and Tissue Culture Laboratory of Güney Agripark Agricultural Research and Development Center.

2.2. Culture establishment

For *in vitro* culture, selected growing mother plants were used. First of all, plants were washed with tap water and antibacterial soap (900 ml purified water + 100 ml antibacterial soap). Surface disinfection was provided by subsequent treatments in 40% and 20% of commercial bleach solution (4.5% sodium hypochlorite) for 15 min and 5 min respectively. After each treatment the explants were rinsed with sterilized distilled water. All sterilization processes were carried out in a laminar flow chamber. Meristems were excised and cultured into micropropagation medium containing Murashige and Skoog (MS) (Murashige and Skoog 1962) basal medium supplemented with 0.05 mg l⁻¹ BA, 0.005 mg l⁻¹ IBA, 3.0% sucrose and 6.0 g l⁻¹ agar. Medium pH was adjusted to 5.8 and autoclaved (20 min at 121°C). At the end of the process, the cultures were maintained in a cultivation chamber at 25±1°C with 16/8 hours photoperiod.

2.3. Micropropagation

After successful sterilization of plant materials and induction of meristem culture, micropropagation studies were performed. Before root induction was initiated, three subsequent subcultures were conducted with 25-30 day intervals. Same culture room conditions, as above stated, were provided for all subcultures.

2.4. Improvement of root induction

In order to increase root induction, ten different media combinations (including control medium) were used (see Table 1). For creating differences between media, we used indole-3-acetic acid (IAA), indole butyric acid (IBA), gibberellic acid (GA₃) and naphthalene acetic acid (NAA) at various concentrations using, half strength MS medium. Hormone

Table 1. Media combinations used in the study.

Media Codes	Half strength MS (g l ⁻¹)	IAA (mg l ⁻¹)	IBA (mg l ⁻¹)	GA ₃ (mg l ⁻¹)	NAA (mg l ⁻¹)	AC (g l ⁻¹)	Sucrose (%)	Agar (g l ⁻¹)
K ₁	2.2	10.0	-	-	-	-	3.0	6.0
K ₂	2.2	10.0	-	-	-	1.0	3.0	6.0
K ₃	2.2	10.0	-	-	-	2.0	3.0	6.0
K ₄	2.2	-	6.0	-	-	-	3.0	6.0
K ₅	2.2	-	6.0	-	-	1.0	3.0	6.0
K ₆	2.2	-	6.0	-	-	2.0	3.0	6.0
K ₇	2.2	-	-	5.0	0.5	-	3.0	6.0
K ₈	2.2	-	-	5.0	0.5	1.0	3.0	6.0
K ₉	2.2	-	-	5.0	0.5	2.0	3.0	6.0
K ₁₀ (control)	2.2	-	-	-	-	-	3.0	6.0

concentrations were modified from previous studies (Ancora et al. 1981; Morzadec et al. 1997; Cavallaro et al. 2004; Tavazza et al. 2004; López-Pérez and Martínez 2015; Ercan 2016). Activated charcoal (AC) at 1.0 g l⁻¹ and 2.0 g l⁻¹ was also tested to see the effect of activated charcoal.

Healthy and approximately 5 - 7 cm explants after three subcultures were taken and transferred to rooting media. The experiments were conducted as three replicates and 40 explants were used for each replicate. Observations were performed 15-20 days after the explants were transferred in to the rooting media. Root development was evaluated in 4 different groups (≤ 3 cm, 3 - 5 cm, 5 - 7 cm, ≥ 7 cm) by measuring root lengths. Effect of rooting media on plant development was assessed at 4 different development stages, namely percentage of *in vitro* root induction (%), greenhouse transfer of rooting plantlets (%), surviving plantlets in greenhouse (%), plants transferred from greenhouse to field after three weeks (%).

2.5. Plant acclimatization

After necessary recordings and classifications were done, rooted artichoke plantlets were transplanted from *in vitro* vessels to plastic trays, filled with the mixture of peat: perlite (1:1), and placed in greenhouse conditions for 30-40 days. During first ten days, the trays were kept under a polyethylene tunnel. Polyethylene cover was removed gradually. Plants were twice watered daily with fog system. At the end of the greenhouse acclimatization survived plantlets were recorded. After three weeks, surviving but not well-developed plants were removed. After this elimination, the percentage of plants transferred from greenhouse to field conditions were recorded.

2.6. Statistical analysis

ANOVA with Duncan's multiple range tests was performed to analyze the impact of various plant growth regulators with/without activated charcoal and root growth levels at the beginning of root induction.

3. Results and Discussion

In the present study, the percentages of root formation and further development after greenhouse acclimation have been evaluated, based on media combinations. The *in vitro* rooting phase is one of the most critical stages of artichoke micropropagation. Therefore, the media used should be optimized according to the genotypes (López-Pérez and

Martínez 2015). In this sense, as is seen from Table 2, the best root formation was found in medium K₈ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 1.0 g l⁻¹ AC), followed by medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC). These two media gave better rooting performance over control medium (Figure 1). Although these two media include different growth regulators, they both have 1.0 g l⁻¹ AC. Although same hormones have been used, media combination with 2.0 g l⁻¹ AC, resulted in limited rooting. The obtained results are in agreement with previous studies conducted on artichoke rooting with AC (Klein and Bopp 1971; Bigot and Foury 1984).

On the other hand, IBA had poorer effect on *in vitro* rooting than other auxins used in present study. When the percentages of rooted plants transferred to greenhouse were examined, it was found that medium K₃ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 2.0 g l⁻¹ AC) was the most successful, followed by medium K₆ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA + 2.0 g l⁻¹ AC). Media with 2.0 g l⁻¹ AC were better than others, while medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC) was the best (Figure 2). Considering field transfer and survival, the best results were obtained from medium K₉ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 2.0 g l⁻¹ AC), followed by medium K₃ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 2.0 g l⁻¹ AC) (Figure 3). Activated charcoal has "darkness effect" in nutrition media and this could be the reason for the positive effect and resulted with improvement on organogenesis, especially on rooting (Klein and Bopp 1971; Bigot and Foury 1984; López-Pérez and Martínez 2015).

In this study, when the root formation rates (Table 3) and greenhouse transplanting of artichoke plants (Table 4) were examined, there were no statistical differences between the media compositions, while there were statistical differences among root growth levels. According to the results obtained, the root growth level at 3 - 5 cm and 5 - 7 cm were more successful than others for transplanting to greenhouse (Table 4). As an improvement on Bayrampaşa *in vitro* rooting, while Ercan (2016) stated that the longest root length was 3.70 cm on 'Bayrampaşa', we obtained more than 7 cm length (Figure 1) in present study.

In general, one of the significant stages of *in vitro* studies is acclimatization. It was reported that the ratio of surviving artichoke plants ranged between 75-83%, depending on appropriate plant morphology and having a good quality rooting (Rossi and De Paoli 1992; Lucchesini et al. 2001; Bedini et al. 2012; López-Pérez and Martínez 2015). After 30-40 days in greenhouse conditions the data about surviving plantlets was

Table 2. General results of *in vitro* root induction (%), greenhouse transfer of rooting plantlets (%), surviving plantlets in greenhouse (%), plants transferred from greenhouse to field after three weeks (%).

Media Codes	<i>In vitro</i> root induction (%)	Greenhouse transfer of rooting plantlets (%)	Surviving plantlets in greenhouse (%)	Plants transferred from greenhouse to field after 3 weeks (%)
K ₁	15.00	72.00	15.00	0
K ₂	28.33	64.00	54.54	16.66
K ₃	22.50	88.00	25.00	33.33
K ₄	19.16	82.60	42.10	12.50
K ₅	13.33	56.25	44.44	0
K ₆	20.83	84.00	38.09	0
K ₇	10.83	76.92	10.00	0
K ₈	30.00	66.66	29.16	14.28
K ₉	25.83	61.29	15.78	66.66
K ₁₀ (control)	26.66	78.12	28.00	0



Figure 1. *In vitro* rooted artichoke plantlets from various rooting media combinations and developmental days; a. Medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC) – 20 days; b. Medium K₃ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 2.0 g l⁻¹ AC) – 30 days; c. Medium K₈ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 1.0 g l⁻¹ AC) – 30 days; d. Medium K₄ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA) – 35 days; e. Medium K₅ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA + 1.0 g l⁻¹ AC) – 35 days; f. Medium K₆ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA + 2.0 g l⁻¹ AC) – 35 days; g. Medium K₉ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 2.0 g l⁻¹ AC) – 35 days; h. Medium K₁ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA) – 50 days; i. Medium K₃ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 2.0 g l⁻¹ AC) – 50 days; j. Medium K₁₀ ($\frac{1}{2}$ MS) – 50 days (bar= 1.0 cm).



Figure 2. Acclimatization stage (after 30 days *in vitro* rooting); a. Medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC); b. Medium K₄ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA) (bar= 1.0 cm).



Figure 3. Greenhouse acclimatized plants before transferring to experimental field; a. Medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC); b. Medium K₃ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 2.0 g l⁻¹ AC); c. Medium K₄ ($\frac{1}{2}$ MS + 6.0 mg l⁻¹ IBA); d. Medium K₈ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 1.0 g l⁻¹ AC); e. Medium K₉ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 2.0 g l⁻¹ AC) (bar= 1.0 cm).

recorded. When the surviving plantlets were examined in present study, statistical differences were found in terms of both media combinations and root growth levels. The best among the media combinations was found as medium K₂ ($\frac{1}{2}$ MS + 10.0 mg l⁻¹ IAA + 1.0 g l⁻¹ AC), followed by medium K₈ ($\frac{1}{2}$ MS + 5.0 mg l⁻¹ GA₃ + 0.5 mg l⁻¹ NAA + 1.0 g l⁻¹ AC). When surviving plantlets in greenhouse were recorded according to their root development levels, it was found that plants with 5-7 cm and \geq 7 cm root development were better than others (Table 5).

After 30–40 days acclimatization stage, surviving plantlets were maintained in greenhouse conditions for three weeks. As a result of observations made, it was determined that all surviving plants had rooting. However, as stated before, the morphology of the plants is also important. For this reason, plants that did not have proper plant morphology had not been transferred to field conditions even if they were well rooted. The plants transferred from greenhouse to field after three weeks (%) are given in Table 6.

Table 3. *In vitro* root induction (%).

Media Codes	Root Growth Levels				Average of media
	≤ 3 cm	3 – 5 cm	5 – 7 cm	≥ 7 cm	
K ₁	7.50	2.50	3.33	1.66	3.75
K ₂	5.83	10.83	9.16	2.50	7.083
K ₃	8.33	6.66	3.33	4.16	5.625
K ₄	9.16	5.00	2.50	2.50	4.792
K ₅	4.16	3.33	2.50	3.33	3.333
K ₆	12.50	4.16	4.16	0	5.208
K ₇	5.83	5.00	0	0	2.708
K ₈	18.33	6.66	4.16	0.83	7.500
K ₉	11.6	4.16	2.50	7.50	6.458
K ₁₀ (control)	3.33	10.83	3.33	9.16	6.667
Average of root growth levels	8.667 ^a	5.917 ^{ba}	3.500 ^b	3.167 ^b	

Percentage values were subjected to statistical analysis. Different letters in the same column and rows indicate a statistically significant difference at * $P \leq 0.05$. $P_{\text{Media}} = 0.49$, $P_{\text{Root Growth Level}} = 0.0015$, $P_{\text{Media*Root Growth Level}} = 0.55$.

Table 4. Greenhouse transfer of rooted plantlets (%).

Media Codes	Root Growth Levels				Average of media
	≤ 3 cm	3 – 5 cm	5 – 7 cm	≥ 7 cm	
K ₁	55.55	22.22	100.00	33.33	52.78
K ₂	55.55	61.11	57.14	66.67	60.12
K ₃	61.11	88.89	66.67	66.67	70.83
K ₄	50.00	66.67	66.67	33.33	54.17
K ₅	33.33	83.33	50.00	16.67	45.83
K ₆	86.67	100.00	100.00	0	71.67
K ₇	50.00	100.00	0	0	37.50
K ₈	27.78	100.00	100.00	33.33	65.28
K ₉	20.20	38.89	66.67	66.67	48.11
K ₁₀ (control)	66.67	65.47	100.00	61.11	73.31
Average of root growth levels	50.68 ^b	72.65 ^a	70.71 ^a	37.77 ^b	

Percentage values were subjected to statistical analysis. Different letters in the same column and rows indicate a statistically significant difference at * $P \leq 0.05$. $P_{\text{Media}} = 0.276$, $P_{\text{Root Growth Level}} = 0.001$, $P_{\text{Media*Root Growth Level}} = 0.068$.

Table 5. Surviving plantlets in greenhouse (%).

Media Codes	Root Growth Levels				Average of media
	≤ 3 cm	3 – 5 cm	5 – 7 cm	≥ 7 cm	
K ₁	0	0	33.33	16.67	12.50 ^{bdc}
K ₂	0	50.00	86.67	66.67	50.83 ^a
K ₃	0	16.67	44.44	38.89	25.00 ^{bdac}
K ₄	0	33.33	50.00	33.33	29.17 ^{bdac}
K ₅	0	0	66.67	33.33	25.00 ^{bdac}
K ₆	11.11	16.67	100.00	0	31.94 ^{bac}
K ₇	0	16.67	0	0	4.17 ^d
K ₈	0	13.33	88.89	33.33	33.89 ^{ba}
K ₉	0	0	0	21.67	5.42 ^{dc}
K ₁₀ (control)	0	0	0	46.67	11.67 ^{bdc}
Average of root growth levels	1.11 ^c	14.66 ^{cb}	47.00 ^a	29.05 ^b	

Percentage values were subjected to statistical analysis. Different letters in the same column and rows indicate a statistically significant difference at * $P \leq 0.05$. $P_{\text{Media}} = 0.0042$, $P_{\text{Root Growth Level}} = 0.001$, $P_{\text{Media*Root Growth Level}} = 0.068$.

Table 6. Plants transferred from greenhouse to field after three weeks (%).

Media Codes	Root Growth Levels				Average of Media
	≤ 3 cm	3 – 5 cm	5 – 7 cm	≥ 7 cm	
K ₁	0	0	0	0	0
K ₂	0	0	0	50.00	12.50
K ₃	0	0	0	50.00	12.50
K ₄	0	0	0	11.11	2.78
K ₅	0	0	0	0	0
K ₆	0	0	0	0	0
K ₇	0	0	0	0	0
K ₈	0	0	0	33.33	8.33
K ₉	0	0	0	50.00	12.50
K ₁₀ (control)	0	0	0	0	0
Average of root growth levels	0 ^b	0 ^b	0 ^b	19.44 ^a	

Percentage values were subjected to statistical analysis. Different letters in the same column and rows indicate a statistically significant difference at * $P \leq 0.05$. $P_{\text{Media}} = 0.1720$, $P_{\text{Root Growth Level}} = 0.0001$, $P_{\text{Media*Root Growth Level}} = 0.0942$.

4. Conclusion

This study aimed to increase the *in vitro* rooting potential of ‘Bayrampaşa’ artichoke cultivar. We also evaluated the root development as well as whole plant grow in terms of 4 different developmental stages. Experimental results revealed that AC and different kind of auxin types were essential factors for *in vitro* root development of ‘Bayrampaşa’ artichoke cultivar. It is thought that findings of present study may shed more light to further experiments on artichoke *in vitro* rooting.

References

- Alp HA (2008) Enginarıda Doku Kültürü Koşullarının İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ancora G, Belli-Donini ML, Cuozzo L (1981) Globe artichoke plants obtained from shoot apices through rapid *in vitro* micropropagation. *Scientia Hort.* 14: 207-213.
- Bedini L, Lucchesini M, Bertozzi F, Graifenberg A (2012) Plant Tissue Cultures from Four Tuscan Globe Artichoke Cultivars. *Cent. Eur. J. Biol.* 7: 680-689. doi: 10.2478/s11535-012-0064-x.
- Benoit H, Ducreux G (1981) Etude de quelques aspects de la multiplication végétative *in vitro* de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Agronomie* 1: 225-230.
- Bianco VV (2005) Present situation and future potential of artichoke in the Mediterranean basin. *Acta Hort.* 681: 39-55.
- Bigot C, Foury C (1984) *In Vitro* Propagation of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) from Seedlings: Field Comparison of Some Clones with Their Parent Lines. *Agronomie* 4: 699-710.
- Brutti C, Apostolo NM, Ferrarotti SA, LLOrente BE, Krymkiewicz N. (2000) Micropropagation of *Cynara scolymus* L. employing cyclodextrins to promote rhizogenesis. *Sci. Hort.* 83: 1-10.
- Calabrese N (2009) AA.VV. Il carciofo e il cardo, coordinamento scientifico N. Calabrese. Collana Coltura&Cultura, Ed. Script Bologna, Impianto 168-171.
- Cavallaro V, Castiglione V, Avola G, Finocchiaro E (2004) Influence of different substrates on the *in vitro* rhizogenesis process of early artichoke [*Cynara cardunculus* L. subsp. *scolymus* (L.) Heg], *Acta Hort.* ISHS 660: 267-272.
- Ciancolini A (2012) CHARACTERIZATION AND SELECTION OF GLOBE ARTICHOKE AND CARDOON GERMPLASM FOR BIOMASS, FOOD AND BIOCOMPOUND PRODUCTION. PhD thesis, Università degli Studi della Tuscia, Italy and Institut National Polytechnique de Toulouse, France.
- De Leo P, Greco B (1976) New technique of artichoke propagation: *in vitro* culture of apical meristems [Nuova tecnica di propagazione del carciofo: coltura *in vitro* di meristemi apicali], In: Atti 2nd Congr. Int. Sul Carciofo, Bari. Ed. Minerva Medica Torino, 657-667.
- Draoui N, Ghorbel A, Kchouk ME (1993) *In vitro* culture of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) in Tunisia: utilization of *in vitro* methods in artichoke improvement. *Agricoltura Mediterranea* 123: 139-145.
- El Boullani R, Elmoshli A, El Finti A, El Mousadik A, Serghini MA (2012) Improved *in vitro* Micropropagation of Artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.). *European Journal of Scientific Research* 80: 430-436.
- El Senousy AS, Farag MA, Al-Mahdy DA, Wessjohann LA (2014) Developmental changes in leaf phenolics composition from three artichoke cvs. (*Cynara scolymus*) as determined via UHPLC-MS and chemometrics. *Phytochemistry* 108: 67-76.
- Ercan N (2016) Effects of Various Growth Regulators on *in vitro* Rooting of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology A* 6: 335-340. doi: 10.17265/2161-6256/2016.05.005.
- Falco BD, Incerti G, Amato M, Lanzotti V (2015) Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. *Phytochem Rev* 14: 993-1018. doi: 10.1007/s11101-015-9428-y.
- Farag MA, El-Ahmady S, Alian F, Wessjohann LA (2013) Metabolomics driven analysis of artichoke leaf and its commercial products via UHPLC-q-TOF-MS. *Phytochemistry* 95: 177-187.
- Fратиanni F, Tucci M, De Palma M, Pepe R, Nazzaro F (2007) Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chemistry* 104: 1282-1286.
- Harbaoui Y, Smaïjin G, Welvaert W, Debergh P (1982) Assainissement viral de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.) par la culture *in vitro* d'apex méristématiques. *Phytopathologie Méditerrané* 21: 15-19 (in French).
- Heywood VH (1978) *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, Oxford, London.
- Iapichino G (1996) Micropropagation of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) from underground dormant buds (ovoli). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 32: 249-252.
- Klein B, Bopp M (1971) Effect of activated charcoal in agar on the culture of lower plants. *Nature* 230:474.
- Lanteri S, Portis E (2008) Globe artichoke and Cardoon. In *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. Prohens J. And Nuez F. (Eds.) 428 Springer 49-74.
- Lattanzio V, Kroon PA, Linsalata V, Cardinali A (2009) Globe artichoke: A functional food and a source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods* 1: 131-144.
- Llorach R, Espin JC, Tomás Barberán FA, Ferreres F (2002) Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Byproducts as a Potential Source of Health-Promoting Antioxidant Phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3458-3464.
- López-Pérez AJ, Martínez JA (2015) *In Vitro* Root Induction Improvement by Culture in Darkness for Different Globe Artichoke Cultivars. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 51: 160-165. doi: 10.1007/s11627-015-9667-z.
- Lucchesini M, Mensuali-Sodi A, Massai R, Gucci R (2001) Development of autotrophy and tolerance to acclimatization of *Myrtus communis* transplants cultured *in vitro* under different aeration. *Biologia Plantarum* 44: 167-174.
- Marras F, Foddai A, Fiori M (1985) La selezione sanitaria del carciofo “*Spinoso Sardo*”. *Informatore fitopatológico* 35: 47-50 (in Italian).
- Morzadec JM, Hourmant A (1997) *In vitro* rooting improvement of globe artichoke (cv. *Camus de Bretagne*) by GA₃. *Sci. Hort.* 72: 59-62.
- Murashige T, Skoog FA (1962) A Revised Medium for a Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissues Cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-97.
- Pecat P, Dumas R, De Vaulx R, Lot H (1983) Virus free clone of globe artichoke (*Cynara scolymus*) obtained after *in vitro* propagation. *Acta Hort.* 131: 303-309.
- Rossi V, De Paoli G (1992) Micropropagation of Artichoke (*Cynara scolymus*), In: Bajaj Y.P.S. (Ed.), *Biotechnology in Agriculture and Forestry Vol 19. High- Tech and Micropropagation III*, Spinger-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.
- Ruiz-Aceituno L, García-Sarrió MJ, Alonso-Rodríguez B, Ramos L, Sanz ML (2016) Extraction of bioactive carbohydrates from artichoke (*Cynara scolymus* L.) external bracts using microwave assisted extraction and pressurized liquid extraction. *Food Chemistry* 196: 1156-1162.
- Tavazza R, Papacchioli V, Ancora G (2004) An improved medium for *in vitro* propagation of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) cv. *Spinoso sardo*, *Acta Hort.* 660: 91-97.



Samsun ili fasulye üretim alanlarında kök çürüklüğü ve solgunluğa neden olan *Fusarium* türlerinin ve patojenitelerinin belirlenmesi

Determination of *Fusarium* species causing root rot and wilt and their pathogenicities in bean growing areas of Samsun province

Özlem KOÇAK¹, İsmail ERPER²

¹Amasya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Amasya

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Samsun

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Erper, e-posta (e-mail): ismail@omu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): ozlembeldek19@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 12 Şubat 2019
Düzeltilme tarihi 02 Nisan 2019
Kabul tarihi 03 Nisan 2019

Anahtar Kelimeler:

Fasulye
Fusarium spp.
Kök çürüklüğü
Solgunluk
Patojenite

ÖZ

Bu çalışma Samsun ili Bafra, Çarşamba ve Terme ilçelerinde yoğun olarak fasulye üretimi yapılan alanlarda, fasulyede kök çürüklüğü ve solgunluğa neden olan *Fusarium* türlerinin tespiti ve patojenitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu ilçelerde toplam 50 farklı fasulye üretim alanında sörvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hastalıklı fasulye bitkilerinden yapılan izolasyonlar sonucunda 168 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Çalışmada *Fusarium oxysporum* %47.0'lık oranla en fazla izole edilen tür olurken, bunu *F. solani* (%25.0) takip etmiştir. Çalışmada izole edilen diğer türler sırasıyla; *F. semitectum* (%10.1), *F. verticillioides* (%7.7), *F. equiseti* (%1.8), *F. lateritium* (%1.2), *F. poae* (%1.2), *F. acuminatum* (%0.6), *F. chlamyosporum* (%0.6), *F. compactum* (%0.6), *F. heterosporum* (%0.6), *F. merismoides* (%0.6), *Microdochium nivale* (%0.6) ve *F. proliferatum* (%0.6)'dur. Gina çeşidi fasulye bitkilerinin kullandığı patojenite denemeleri sonucunda, tüm *Fusarium* spp. izolatları arasında, fasulyede solgunluğa neden olan *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye ait Ç-23-2 ve Ç-20-3 izolatlarının en virulent izolat olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fasulyede kök çürüklüğüne neden olan *F. solani* f. sp. *phaseoli*'nin 3 izolatının ise orta derecede virulent olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Samsun ilinde fasulye üretimi yapılan alanların önemli toprak patojenlerinden biri olan *Fusarium* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 12 February 2019
Received in revised form 02 April 2019
Accepted 03 April 2019

Keywords:

Phaseolus vulgaris,
Fusarium spp.
Root rot
Wilt
Pathogenicity

ABSTRACT

This study was conducted with the aim of determining pathogenicities and the species of *Fusarium* which cause root rot and wilt on bean in the areas where bean production was made in Bafra, Çarşamba and Terme districts of Samsun province. In the three districts, surveys were conducted in a total of 50 different bean production areas. As a result of isolation made from the infected bean plants, totally 168 *Fusarium* isolates were obtained. In the study, *Fusarium oxysporum* was the most frequently isolated species with a rate of 47.0%, followed by *F. solani* (25.0%). The other isolated species were *F. semitectum* (10.1%), *F. verticillioides* (7.7%), *F. equiseti* (1.8%), *F. lateritium* (1.2%), *F. poae* (1.2%), *F. acuminatum* (0.6%), *F. chlamyosporum* (0.6%), *F. compactum* (0.6%), *F. heterosporum* (0.6%), *F. merismoides* (0.6%), *Microdochium nivale* (0.6%) and *F. proliferatum* (0.6%) respectively. As a result of the pathogenicity test used plants of bean cultivar Gina, among isolates of 22 *Fusarium* spp., it was determined that isolates of Ç-23-2 and Ç-20-3 belonging to *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* causing wilt on bean were found to be the most virulent. However, the three isolates of *F. solani* f. sp. *phaseoli* causing root rot in beans were determined to be moderately virulent. As a result, it was determined that the majority of bean producing areas in Samsun province was infested by *Fusarium* which is one of the major soil pathogens.

1. Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Leguminosae familyasına ait besin değeri yüksek, taze sebze, kuru dane ve konserve şeklinde değerlendirilebilen önemli bir kültür bitkisidir (Çirka

2012). Dünyada 1 557 234 hektar alanda 22 595 719 ton taze fasulye üretimi gerçekleşmekte olup, dünya taze fasulye üretiminin yaklaşık %3'ünü gerçekleştiren Türkiye 651 094 ton

üretim ile Çin, Endonezya ve Hindistan'ın ardından 4. sırada yer almaktadır (Anonymous 2019a). Ülkemizde en fazla fasulye üretimi başta Samsun olmak üzere Bursa, İzmir, Mersin, Antalya ve Tokat illerinde yapılmakta olup, Samsun ilinde taze fasulye 60 598 da alanda 83 504 ton üretilmektedir (Anonymous 2019b).

Dünyada fasulye bitkisinin ekimini ve verimini sınırlayan birçok biyotik ve abiyotik faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri funguslar ve fungus benzeri toprak kökenli patojenlerdir. Bunlardan *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn., *Pythium ultimum* Trow, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Sclerotium rolfsii* Sacc. fasulyede çökerten, kök çürüklüğü ve solgunluk, kömür çürüklüğü, beyaz çürüklük ve güney yanıklığı gibi hastalıklara neden olmaktadır (Erper ve ark. 2008; Vural ve Soylu 2012).

Bu patojenler arasında *Fusarium* cinsine ait farklı türler dünyada fasulye yetiştiriciliğinin yapıldığı birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de fasulye üretilen alanlarda önemli kayıplara neden olmaktadır. Bunlar arasında özellikle *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Burkholder) W. C. Snyder & H. N. Hansen fasulyede solgunluk, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Burkholder) W. C. Snyder & H. N. Hansen ise fasulyede kök çürüklüğü hastalığına neden olmaktadır (Montiel Gonzalez ve ark. 2005). Bunların dışında fasulye üretim alanlarında bulunan birçok *Fusarium* spp. ve bunların patojeniteleri yapılan değişik çalışmalarda tespit edilmiştir (Soran 1981; Montiel Gonzalez ve ark. 2005; Costo ve ark. 2007; Vural ve Soylu 2012). Tayvan'da fasulye bitkilerinden *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F. graminearum* Schwabe, *F. moniliforme* J. Sheld (= *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg), *F. oxysporum* Schldl., *F. solani* (Mart.) Sacc. ve diğer *Fusarium* spp. elde edilmiştir (Tseng ve ark. 1996). Montiel Gonzalez ve ark. (2005)'nin Meksika'da yaptığı benzer bir çalışmada, fasulye köklerinden *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. lateritium* Nees, *F. reticulatum* Mont., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. crookwellense* Burgess, Nelson & Toussoun ve *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg izole edilmiş, ancak fasulyede patojen olan esas etmenlerin *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* ve *F. solani* f. sp. *phaseoli* olduğu rapor edilmiştir. Ülkemizde fasulye üretim alanlarında kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığına neden olan fungusları ve bunların patojenitelerini tespit etmek amacı ile farklı çalışmalar yapılmış olup, bunlar arasında *Fusarium* cinsine ait çok sayıda tür tespit edilmiştir (Soran 1981; Hatat ve Özkoç 1997; Yeşil 2007; Vural ve Soylu 2012). Soran (1981) Adana ve İçel illeri fasulye ekim alanlarından *F. acuminatum* Ell. et. Everh., *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* ve *F. solani*'yi izole etmiş ve yaptığı patojenite denemesinde *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* ve *F. solani* izolatlarının patojen olduğunu rapor etmiştir. Ülkemizde en fazla taze fasulye üretiminin yapıldığı Samsun ilindeki üretim alanlarında bulunan toprak kökenli fungal patojenlerin tespiti ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar (Hatat ve Özkoç 1997; Erper ve ark. 2008)'da, *Fusarium* spp. tespit edilmesine rağmen, bu cinse ait türlerin tanımı ve patojeniteleri üzerinde detaylı bir çalışmanın olmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada Samsun ilinde fasulye üretiminin yoğun olarak yapıldığı Bafra, Çarşamba ve Terme ilçelerindeki üretim alanlarında bulunan *Fusarium* cinsine ait türlerin tespit edilmesi ve patojenitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. *Fusarium* izolatlarının toplanması, izolasyonu ve teşhis edilmesi

Samsun ilindeki toplam fasulye üretim alanının yaklaşık %80'nini oluşturan Bafra, Çarşamba ve Terme ilçelerinde üretim alanları dikkate alınarak 2012 yılı Haziran-Eylül aylarında sövrey çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalarda 50 farklı araziden kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren 500 bitki örneği toplanmıştır. Bitkilerin hipokotil ve kök kısımları musluk suyu altında yıkanarak, hastalıklı ve sağlıklı kısmı içerecek şekilde 3-5 mm uzunlukta parçalar kesilmiştir. Bu parçalar %1'lik NaOCI'de 2-3 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, 2 kez steril saf sudan geçirilmiştir. Bitki parçaları içinde streptomisin sülfat (50 µg ml⁻¹) eklenmiş patates dekstrozu agar (PDA; Oxoid Ltd., Basingstoke, UK) besi ortamının bulunduğu 9 cm çaplı steril Petri kaplarına konmuş, inkübatörde 25°C'de 2-3 gün inkübasyona bırakılmıştır. *Fusarium* cinsine ait fungal gelişme Olympus CX31 (Olympus America Inc., Lake Success, NY) ışık mikroskobu altında x20 büyütmede kontrol edilmiş, gelişen hif uçlarından alınan 5 mm çaplı agar parçaları taze PDA besi ortamına aktarılmıştır. Daha sonra elde edilen tüm izolatların tek spor izolasyonu yapılarak, epondorff tüplerde +4°C'de ve %15'lik gliserol bulunan cryoviallerde -80°C'de OMU, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarında fungal koleksiyonunda muhafaza edilmiştir.

Elde edilen *Fusarium* izolatlarının tür teşhislerinin yapılması amacıyla, her bir izolat morfolojik yapılarının en iyi oluştuğu Sentetik Nutrient Agar (SNA) ve kültür renginin belirlenmesi amacıyla PDA ortamı bulunan Petri kaplarına aktarılmış, 25°C'de inkübasyona bırakılmış ve daha sonra izolatların tür teşhisleri Booth (1971)'a göre yapılmıştır.

2.2. Patojenite denemeleri

Elde edilen *Fusarium* izolatlarının patojenitelerini tespit etmek amacıyla, her bir *Fusarium* türüne ait izolatlar arasından ve izole edildiği lokasyon dikkate alınarak tesadüfi olarak 35 izolat seçilmiş ve bölgede en fazla yetiştiriciliği yapılan fasulye çeşitlerinden biri olan "Gina" fasulye çeşidi kullanılarak *in vitro* koşullarda ön patojenite denemesi yapılmıştır (Erper ve Hatat 1998). Deneme sonucunda üç ilçe (Çarşamba, Bafra ve Terme)'den elde edilen virulent 22 *Fusarium* izolatı *in vivo* patojenite denemesinde kullanılmak üzere seçilmiştir. Denemede kullanılacak fungal inokulum için, mısır unu-kum-su (10:97:20) karışımı hazırlanmış ve cam kavanozlarda 2 gün ard arda 121°C'de 1'er saat süreyle otoklavda steril edilmiştir. Seçilen 22 *Fusarium* izolatı PDA besi ortamına alınmış ve 25±1°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra *Fusarium* izolatlarına ait 5 mm çaplı agar diskleri her kavonoza 5-6 adet konulmuş ve 25±1°C'de 3 hafta süreyle inkübe edilmiştir. İnokulumun iyi gelişmesi için kavonozlar belli aralıklarla karıştırılmıştır. Patojenite denemesinde kullanmak amacıyla homojen bir şekilde hazırlanan bahçe toprağı, yanmış ahır gübresi, torf (2:1:1, v/v) karışımı 165°C'de 2 gün ard arda 2.5 saat süreyle etüvde steril edilmiştir. Fasulye (Gina çeşidi) tohumları %1'lik NaOCI ile 3 dk tutulmuş, ardından steril saf sudan geçirilerek steril kurutma kağıtları arasında kurutulmuş ve steril toprak karışımı doldurulan plastik saksılara (15 cm çaplı) her saksıya 1'er adet ekilerek 25±1°C'de iklim odasında gelişmeye bırakılmış, saksılar düzenli olarak sulanmıştır.

Fasulye bitkileri 2 yapraklı döneme geldiğinde (yaklaşık 2 hafta sonra) Erol (2007)'un kullandığı metot kısmen modifiye edilmiş ve fasulye fidelerinin kök bölgesi açılarak 3 hafta boyunca cam şişelerde geliştirilen inokulumlardan %5 (inokulum:toprak, w/w) oranında konulmuş ve fasulye fideleri 25±1°C'de iklim odasında 3 hafta süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol uygulaması için saksılardaki bitkilerin kök bölgesine sadece steril mısır unu-kum-su karışımı konulmuştur. Bitkiler 3 hafta sonra topraktan sökülmüş, CIAT 1-9 skalası (1- Hastalık belirtisi yok, sağlıklı bitki, 9- Ölü bitki) kullanılarak hastalık şiddeti değerlendirilmiştir (Pastor-Corrales ve Abawi 1987). Ayrıca bitki boyu, kök uzunluğu ölçülmüş, ayrıca bitki gövde ve bitki kök kuru ağırlıkları tartılmıştır.

Patojenite denemesi, tesadüfi parseller deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Deneme sonucunda elde edilen verilere SPSS 16.0D istatistik programında varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (P<0.05). Deneme 1 defa daha tekrar edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Tespit edilen *Fusarium* spp. ve ilçelere göre dağılımı

Samsun ili Bafra, Çarşamba ve Terme ilçelerindeki fasulye üretim alanlarından toplanan, kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığı belirtisi gösteren 500 fasulye bitkisinden yapılan izolasyonlarda 14 farklı *Fusarium* türüne ait toplam 165 *Fusarium* izolatu elde edilmiş, sadece 3 izolat ise tür düzeyinde belirlenememiştir (Çizelge 1). Sörvey çalışmalarında, inceleme yapılan tüm arazilerde fasulye bitkisinde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığına rastlanılmıştır. *Fusarium* spp.'nin ilçelere göre dağılımına bakıldığında en fazla izolat %43.5'lik oranla Çarşamba ilçesindeki fasulye ekim alanlarından elde edilmiştir. Buna %32.1'lik oranla Bafra izlemiş, Terme ilçesinden ise elde edilen izolatların oranı %24.4 olmuştur.

Ayrıca hastalıklı fasulye bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp.'nin dağılımına bakıldığında, tüm izole edilen izolatlar içinde *F. oxysporum* %47.0 ile en fazla izole edilen tür olmuştur. Bunu *F. solani* (%25.0), *F. semitectum* Berk and Ravenel (%10.1) ve *F. verticillioides* (%7.7) izlemiştir. Sörvey yapılan alanlar dikkate alındığında bu türlerin 3 ilçedeki

incelenen tüm fasulye üretim alanlarında bulunduğu görülmüştür. Bunların dışında *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum* Wollenw & Reinking, *F. compactum* (Wr.) Gordon, *F. equiseti*, *F. heterosporum* Nees emend. Raillo, *F. lateritium*, *F. merismoides* Cda., *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett, *F. poae* (Cda.) Sacc. ve *F. proliferatum* izole edilen diğer türler olmuştur (Çizelge 1).

3.2. İzolatların virülenliği

Samsun ili önemli fasulye üretim alanlarındaki hastalıklı bitkilerden elde edilen ve ön patojenite denemesi sonucunda seçilen 22 virulent *Fusarium* izolatu ile fasulye bitkileri üzerinde yapılan patojenite denemesi sonucunda, *Fusarium* türleri veya aynı türe ait farklı izolatlar arasında virülenlik bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 2).

Patojenite denemesinde kullanılan tüm *Fusarium* izolatları arasında en virulent olarak tespit edilen *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye ait Ç-23-2 ve Ç-20-3 izolatları hastalık şiddeti bakımından sırasıyla 8.33 ve 7.83 skala değeri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Her iki izolat, fasulye bitkilerinde solgunluk, gelişme geriliği ve çökerten belirtisi ile fasulye bitkilerinde ölüme neden olmuştur. Ayrıca bu izolatlarla yapılan patojenite denemesinde incelenen parametreler yönüyle (bitki boyu, kök uzunluğu, bitki gövde kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı) kontrole göre farklı grupta yer aldıkları gözlenmiştir (P<0.05). Benzer olarak denemede kullanılan diğer *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* izolatlarının ise orta derecede virulent (3.33-4.00) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yaptığımız patojenite testinde kullanılan 3 *F. solani* f. sp. *phaseoli* izolatının orta derecede virulent (3.33-4.83) olduğu tespit edilmiştir. Bu izolatlar arasında ise Ç-16-2 izolatı hastalık şiddeti bakımından 4.83 skala değeri ile en virulent izolat olmuş, fakat T-3-2 izolatı ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Ayrıca *F. solani* f. sp. *phaseoli*'ye ait 3 izolatın bitki boyu, kök uzunluğu, bitki gövde kuru ağırlığı ile kök kuru ağırlıkları bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları görülmüştür. Etmenler fasulye bitkilerinde kök ve hipokotilde kırmızımsı kahverengi lezyonlar oluşturarak, kök çürüklüğü ile birlikte köklerde gelişme geriliğine neden olmuşlar, ayrıca kontrole göre bitki boyunda azalmalara yol açmıştır (P<0.05).

Çizelge 1. Samsun ili fasulye üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* spp. ve ilçelere göre dağılımı.

Table 1. *Fusarium* spp. isolated from bean growing districts of Samsun province and their distribution.

<i>Fusarium</i> spp.	İzolat sayısı			Toplam	Tüm izolatlar içindeki oranı (%)
	Bafra	Çarşamba	Terme		
<i>Fusarium acuminatum</i>	0	1	0	1	0.6
<i>F. chlamydosporum</i>	0	0	1	1	0.6
<i>F. compactum</i>	0	0	1	1	0.6
<i>F. equiseti</i>	0	2	1	3	1.8
<i>F. heterosporum</i>	1	0	0	1	0.6
<i>F. lateritium</i>	1	0	1	2	1.2
<i>F. merismoides</i>	0	0	1	1	0.6
<i>Microdochium nivale</i>	0	1	0	1	0.6
<i>F. oxysporum</i>	35	30	14	79	47.0
<i>F. poae</i>	0	1	1	2	1.2
<i>F. proliferatum</i>	0	0	1	1	0.6
<i>F. semitectum</i>	2	10	5	17	10.1
<i>F. solani</i>	12	23	7	42	25.0
<i>F. verticillioides</i>	1	4	8	13	7.7
<i>Fusarium</i> spp.	2	1	0	3	1.8
Toplam	54	73	41	168	100.0

Çizelge 2. *Fusarium* izolatlarının fasulye bitkisinde hastalık şiddeti, bitki boyu, kök uzunluğu, bitki gövde ve kök kuru ağırlığı üzerine etkileri.**Table 2.** Effects of *Fusarium* isolates on disease severity, plant height, root length, plant stem and root dry weight in bean plant.

<i>Fusarium</i> izolatları	Kök			Bitki gövde kuru ağırlık (g)	Bitki boyu (cm)
	Hastalık şiddeti ^a	Kuru ağırlık (g)	Uzunluk (cm)		
<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç ^b -17-1) ^c	2.66 fg ^d	0.06 cd	17.50 bcde	0.75 bcdefg	56.83 bcd
<i>F. chlamyosporum</i> (T-9-9)	2.50 fg	0.09 c	19.00 abcd	0.89 bc	57.33 bcd
<i>F. compactum</i> (T-3-1-1)	2.16 g	0.08 c	18.83 abcd	0.81 bcde	59.33 bcd
<i>F. equiseti</i> (T-1-3)	3.16 defg	0.07 cd	18.83 abcd	0.75 bcdefg	56.33 bcd
<i>F. heterosporum</i> (B-9-6)	2.66 fg	0.08 c	17.50 bcde	0.76 bcdef	45.66 bcde
<i>F. lateritium</i> (B-16-1)	2.83 fgh	0.07 cd	19.16 abcd	1.01 b	61.16 b
<i>F. merismoides</i> (T-9-8)	2.50 fg	0.13 b	20.50 abc	1.02 b	58.66 bc
<i>Microdochium nivale</i> (Ç-10-1)	2.16 g	0.08 c	16.83 bcde	0.96 b	44.76 bcde
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (T-8-5)	4.00 bcde ^b	0.04 cd	13.33 ef	0.44 ghijk	50.83bc
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (B-7-2)	3.33 cdefg	0.04 cd	15.33 cde	0.54 defghij	53.0 bcd
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (B-14-2)	4.00 bcde	0.04 cd	12.50 ef	0.27 ijk	39.16 def
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (Ç-20-3)	7.83 a	0.04 cd	12.50 ef	0.27 ijk	30.00 ef
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (Ç-23-2)	8.33 a	0.02 cd	9.50 f	0.17 k	24.50 f
<i>F. proliferatum</i> (T-1-3)	3.50 cdef	0.08 c	21.33ab	0.85 bcd	61.16 b
<i>F. poae</i> (Ç-10-6)	4.50 bc	0.05 cd	16.16 bcde	0.59 cdefghı	53.50 bcd
<i>F. semitectum</i> (T-5-5)	3.50 cdef	0.06 cd	17.83 bcde	0.59 cdefgh	43.33 bcde
<i>F. semitectum</i> (B-1-4)	3.66 bcdef	0.05 cd	19.33 abcd	0.46 fghijk	43.16 bcde
<i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (T-3-2)	4.16 bcd	0.04 cd	15.66 cde	0.53 efghij	54.16 bcd
<i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (B-12-6)	3.33 cdefg	0.08 cd	17.33 bcde	0.56 defghij	47.66 bcd
<i>F. solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> (Ç-16-2)	4.83 b	0.06 cd	17.16 de	0.59 cdefgh	56.16 bcd
<i>F. verticillioides</i> (B-10-6)	3.16 defg	0.07 cd	16.16 bcde	0.55 defghij	45.00 bcde
<i>F. verticillioides</i> (Ç-26-2)	4.16 bcd	0.04 cd	14.50 de	0.43 ijk	42.50 cde
Kontrol	1.00 h	0.09 a	23.83 a	1.34 a	78.66 a

^a Hastalık şiddeti CIAT 1-9 skalasına göre saptanmıştır; 1= Hastalık belirtisi yok, sağlıklı bitki - 9= Ölü bitki.

^b B: Bafra, Ç: Çarşamba, T: Terme

^c İzolat kodları.

^d Aynı harfle gösterilenler ortalamalar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklılık yoktur P<0.05).

Patojenite denemesinde kullanılan diğer türlerden biri olan *F. poae* izolatı (Ç-10-6) fasulye bitkilerinde 4.5 skala değeri ile kontrole göre istatistiki olarak farklı grupta bulunmuştur (P<0.05). Diğer parametreler açısından değerlendirildiğinde ise izolatın fasulye bitkilerinde kök uzunluğunu ve kök kuru ağırlığını önemli derecede azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında bitki boyu ve kök uzunluğunda azalma gözlenmiştir. Özellikle ince köklerin fazla gelişmediği ve kökte nekrotik lezyonların oluşturduğu gözlenmiştir.

Denemede kullanılan *F. equiseti*, *F. proliferatum* ve *F. semitectum*'a ait izolatların ise fasulye bitkisinde virülensliklerinin orta derecede (3.16-3.5) olduğu ve bitki gelişim parametreleri yönünden kontrolden farklı gruplarda yer aldıkları tespit edilmiştir. Bu türlerden *F. equiseti*'ye ait T-1-3 izolatı fasulye bitkilerinin boylarında da azalmaya neden olmuştur. *F. acuminatum*, *F. lateritium*, *F. chlamyosporum*, *F. compactum*, *F. heterosporum*, *F. merismoides* ve *M. nivale* izolatlarının ise hastalık şiddeti değerlerinin 3 skala değerinin altında olduğu ve aralarında istatistiki olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

4. Tartışma

Samsun ili fasulye yetiştirilen alanlarda bulunan kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium* türlerinin tespiti ve patojenitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda, Samsun ilinde fasulye üretimi açısından en fazla üretim alanına sahip 3 ilçede (Bafra, Çarşamba, Terme) hastalığın yaygın olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada teşhisleri yapılan *Fusarium* türlerinin gerek morfolojik yapılarının gerekse kültürdeki gelişme özelliklerinin literatür ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

Yapılan önceki çalışmalar (Hatat ve Özkoç 1997; Erper ve ark. 2008) bulgularımızı destekler nitelikte olup, fasulyede kök çürüklüğü ve solgunluğa neden olan toprak patojenlerinden *Fusarium* spp.'nin Samsun ili genelindeki fasulye üretim alanlarında yaygın olarak bulunduğu görülmüştür. Ancak Samsun ilinde fasulye üretim alanlarında şu ana kadar yapılan çalışmalarda, hastalıklı bitkilerden elde edilen *Fusarium* izolatlarının tür düzeyinde tespitleri ve patojeniteleri ile ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. Hatat ve Özkoç (1997) Samsun ilinde hastalıklı fasulye bitkilerinin kök ve rizosfer toprağından toplam 1592 izolat elde etmiş, bunların %61.4'ünün *Fusarium* spp. olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer olarak Samsun ilinde kök çürüklüğü hastalığı belirtisi gösteren fasulye bitkilerinden elde edilen fungus cinsleri arasında %71.8 ile *Fusarium* ilk sırayı almış, bunu *Rhizoctonia* grubu funguslar ve diğer toprak patojenleri takip etmiştir (Erper ve ark. 2008). Yaptığımız çalışmada ise kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyonlarda 14 farklı *Fusarium* türü elde edilmiş olup, bunların karakteristik özellikleri ve fasulyedeki patojeniteleri bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Dünyada yapılan farklı çalışmalarda fasulye üretim alanlarında toprak kökenli patojenlerden *Fusarium* spp.'nin önemli olduğu bildirilmiştir (Dhingra ve Muchovej 1979; Hatat ve Özkoç 1997; Bilgi ve ark. 2008; Nicoli ve ark. 2012). Bu türler arasında en yaygın görülenlerden biri *F. oxysporum*'dur. Yapılan değişik çalışmalarda bu türün hastalıklı fasulye bitkilerinden genellikle izole edildiği görülmektedir (Vallejos ve

Jimenez 1987; Pastor-Corrales ve Abawi 1987; Costo ve ark. 2007). Vallejos ve Jimenez (1987) Peru Lambayeque'de fasulye bitkilerinden başta *F. oxysporum* olmak üzere *F. solani*, *F. roseum* Link ve *F. moniliforme*'yi elde etmişlerdir. Meksika'da yapılan benzer bir çalışmada 45 farklı alandan toplam 197 *Fusarium* izolatu elde edilmiş ve bunlar arasında *F. oxysporum* %39 oranla en fazla izole edilen tür olmuştur. Bunu *F. solani* (%27), *F. lateritium* (%13), *F. reticulatum* (%8) ve diğer türler takip etmiştir (Montiel Gonzalez ve ark. 2005). Yaptığımız çalışmada da fasulye bitkisi köklerinden en fazla *F. oxysporum* (%47.0) elde edilmiş olup, bu sonuçlar daha önce yapılan benzer birçok çalışma ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda *F. oxysporum*'dan sonra en fazla izole edilen tür *F. solani* olmuştur. Dünyada ve ülkemizde yapılan değişik çalışmalarda fasulye üretim alanlarında en sık rastlanan türlerden biri olarak *F. solani*'nin izole edildiği görülmektedir. İran'ın kuzeybatı bölgesinde yapılan bir çalışmada *F. solani* %41.6, *F. oxysporum* %32 ve *F. sambucinum* ise %18 oranında izole edilmiştir (Saremi ve ark. 2011). Nicoli ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada fasulye kök çürüklüğü etmeni *F. solani* f. sp. *phaseoli*'nin Brezilya'da fasulyede kök çürüklüğüne neden olan yaygın bir patojen olduğu tespit edilmiştir. North Dakota ve Minnesota'da *F. solani* f. sp. *phaseoli*'nin fasulyede büyük ölçüde verimi sınırladığını bildirilmiştir (Bilgi ve ark. 2008). Benzer olarak Van ilinde fasulye ekim alanlarında bulunan fungal etmenlerin tespiti amacıyla yapılan bir çalışmada *F. solani*, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *M. phaseolina*, *R. solani*, *Stemphylium* sp. ve *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. izole edilmiştir (Temizel ve Ertunç 1992).

Dünyanın farklı ülkelerinde yapılan çalışmalarda kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren fasulye bitkilerinden izole edilen *Fusarium* cinsine ait türler arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Peru Lambayeque bölgesinde *F. roseum* (Vallejos ve Jimenez 1987), Tayvan'da *F. avenaceum* ve *F. culmorum* (Tseng ve ark. 1996), Meksika'da *F. culmorum*, *F. crookwellense*, *F. reticulatum* ve *F. sporotrichioides* Sherb. (Montiel Gonzalez ve ark. 2005), İran'da *F. sambucinum* Fuckel (Saremi ve ark. 2011) ve Manitoba'da *Fusarium cuneirostrum* O'Donnell & T. Aoki (Henriquez ve ark. 2013) elde edilirken, yaptığımız çalışmada ise bu türlere rastlanılmamıştır. Ülkemizde de fasulye üretim alanlarında *Fusarium* spp.'nin dağılımında bölgesel farklılıkların olduğu görülmektedir. Örneğin Erzincan ili fasulye üretim alanlarından elde edilen *F. arthrosporoides* Sherb., *F. avenaceum* ve *F. solani* var. *martii* (Appel & Wollenw.) Wollenw (Kordali ve Demirci 1998) türleri çalışmamızda elde edilmemiştir.

Patojenite denemesi sonucunda fasulye bitkilerinde solgunluk hastalığına neden olan *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'nin en virulent grup olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan ve özellikle Çarşamba ilçesinden elde edilen 2 izolatu (Ç-23-2 ve Ç-20-3) inokulasyondan kısa bir süre sonra fasulye bitkilerinde gelişme geriliği ile birlikte solgunluk belirtisi, yapraklarda sararma ve dökülme, ardından da bitkilerde ölüm meydana gelmiştir. Benzer olarak İspanya'da fasulye üzerinde yapılan bir çalışmada, patojenite denemesi sonucunda *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye ait izolatu bitkilerde solgunluk, nekroz ve erken yaprak dökümüne yol açtığı ve sonuçta ölüme neden olduğu bildirilmiştir (Alves-Santos ve ark. 2002). Vural ve Soylu (2012) ise *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'nin fasulye bitkilerinde tipik belirti olarak, bitkilerde gelişme geriliği, yaşlı yapraklarda başlayan solgunluk ve yapraklarda bariz sararmalar gözlemlemiştir.

Yaptığımız patojenite denemesinde *F. solani* f. sp. *phaseoli* izolatu *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* izolatlarından sonra bitkide en fazla zarar meydana getirmiştir. Bitkilerde gelişme geriliği ve kök çürüklüğü oluşturmuş, kontrole göre bitki boy ve kök uzunluğunda azalmalara yol açmıştır. Hipokotilde kahverengi nekrotik alanlar oluşturmuştur. Ülkemizde yapılan benzer bir çalışmada Konya'dan izole edilen *F. solani* f. sp. *phaseoli* tüm *Fusarium* türleri içerisinde en virulent olarak belirlenmiştir. Etmen fasulye bitkilerinde kök ve hipokotilde lezyon oluşumu, gelişme geriliği ve bodurluğa neden olmuştur (Yeşil 2007).

Dünyada yapılan bazı çalışmalarda diğer bazı *Fusarium* spp.'nin virülensliklerinde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Brezilya'da yapılan bir çalışmada *F. semitectum*'un önemli derecede ürün kaybına neden olduğu ve bu etmen ile enfekteli fidelerin yakınına fasulye tohumları ekildiğinde köklerde kahverengi kırmızımsı lezyonların olduğu görülmüştür (Dhingra ve Muchovej 1979). Çalışmamızda ise *F. semitectum*'a ait 2 izolatu orta derecede virulent olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yapılan başka bir çalışmada Meksika'da fasulyede kök çürüklüğüne neden olan *F. lateritium*'a Montcalm cinsi fasulyenin hassas olduğu saptanmıştır (Sanchez-Garcia ve ark. 2006). Ancak yaptığımız patojenite çalışmasında ise *F. lateritium*'un B-16-1 izolatu fasulye bitkileri üzerinde virülensinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca diğer parametreler (bitki boyu, kök uzunluğu, bitki gövde kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı) yönüyle kontrol bitkilerine göre önemli değişiklik göstermemiştir (Çizelge 2).

5. Sonuç

Yaptığımız çalışma sonucunda, Samsun ili fasulye üretim alanlarında *Fusarium* spp.'nin neden olduğu kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının yaygın olarak görüldüğü ve bu hastalıkla mücadele edilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Hastalıkla mücadelede kültürel önlemler başta olmak üzere diğer mücadele metotları entegre bir şekilde uygulanmalıdır. Bundan sonraki çalışmalarda, fasulye kök çürüklüğü hastalığının kimyasal mücadelesine alternatif yöntemleri geliştirmek amacıyla, özellikle de *Fusarium* kök çürüklüğü hastalığına karşı, biyolojik mücadele etmenlerinin etkinliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Fusarium izolatlarının teşhislerini yapan Prof. Dr. Berna Tunalı'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alves-Santos FM, Ramos B, Garcia-Sánchez MA, Eslava AP, Diaz Mínguez, JM (2002) A DNA-based procedure for in planta detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*. *Phytopathology* 92: 237-244.
- Anonymous (2019a) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim 08 Şubat 2019.
- Anonymous (2019b) TÜİK: http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13. Erişim 08 Şubat 2019.
- Bilgi VN, Bradley CA, Khot SD, Grafton KF, Rasmussen JB (2008) Response of dry bean genotypes to *Fusarium* root rot, caused by *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, under field and controlled conditions. *Plant Disease* 92: 1197-1200.
- Booth C (1971) The genus *Fusarium*, *Commonwealth Agricultural Bureaux*, Kew, Surrey, England, 237.

- Costo JGC, Rava CA, Purissimo JD (2007) Production of common bean lines for resistance to *Fusarium* wilt. *Revista Ceres* 54: 447-452.
- Çirka M (2012) Doğu Anadolu'nun güneyinde yetiştirilen taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dhingra OD, Muchovej JJ (1979) Pod rot, seed rot, and root rot of snap bean and dry bean caused by *Fusarium semitectum*, Univ. Fed. Vicosa, Minas Gerais, Brazil 63(1): 84-87.
- Erol FY (2007) Samsun İlinde Domateste Kök ve Kökboğazi Çürüklüğü Hastalığının Yayılışı, Şiddeti ve Hastalığa Neden Olan Etmenlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Erper İ, Karaca GH, Özkoç İ (2008) Root rot disease incidence and severity on some legume species grown in Samsun and the fungi isolated from roots and soils. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 41(7): 501-506.
- Hatat G, Özkoç İ (1997) Bean root-rot disease incidence and severity in Samsun and fungi associated with bean roots and soils. *T. J. of Agriculture & Forestry* 21: 593-597.
- Henriquez MA, Mc Laren DL, Conner R, Balasubramanian PM, Chang KF, Hwang SF, Strelkov SE (2013) First report of *Fusarium cuneirostrum* causing root rot disease in dry bean (*Phaseolus vulgaris*) in Canada. *Plant Disease* 98(2): 278.
- Kordalı Ş, Demirci E (1998) *Fusarium* species from various vegetables in Erzincan, Türkiye. *Journal of Turkish Phytopathology* 27: 131-136.
- Montiel Gonzalez L, Gonzalez Flores F, Sanchez Garcia BM, Guzman Rivera S, Gamez Vazquez FP, Acosta Gallegos JA, Rodriguez Guerra R, Simpson Williamson J, Cabral Enciso M, Mendoza Elos M (2005) *Fusarium* species on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots causing rots, in five states of Central Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatologia* 23(1): 1-10.
- Nicoli A, Zambolim L, Junior TJP, Vieira RF, Teixeira H, Carneiro JES (2012) Resistance of advanced common bean lines to *Fusarium* root rot. *Tropical Plant Pathology* 32: 6.
- Pastor Corrales MA, Abawi GS (1987) Reactions of selected bean germ plasm to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Plant Disease* 71: 990-993.
- Sanchez-Garcia BM, Gonzalez Flores F, Pons Hernandez JL, Acosta Gallegos JA, Cabral Enciso M, Fraire Velazquez S, Simpson J, Rodriguez Guerra R (2006) *Fusarium lateritium*: New pathogen of bean roots in Mexico. *Agricultura Tecnica en Mexico* 32: 251-257.
- Saremi H, Amiri ME, Ashrafi J (2011) Epidemiological aspects of bean decline disease caused by *Fusarium* species and evaluation of the bean resistant cultivars to disease in Northwest Iran. *African Journal of Biotechnology* 10(66): 14954-14961.
- Soran H (1981) Adana ve İçel illerinde fasulye kök çürüklüğü hastalığı fungal etmenlerinin tespiti, dağılımları, patojenleri üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Temel Bil. Fakültesi Yayını 1: 1.
- Temizel M, Ertunç F (1992) Investigations on the detection of bean diseases of Van province. *Journal of Turkish Phytopathology*, 21(1): 25-31.
- Tseng TC, Tu JC, Soo LC (1996) Natural occurrence of mycotoxins in *Fusarium*-infected beans. *Microbios* 84: 21-28.
- Vallejos O, Jimenez AT (1987) Characterization of *Fusarium* species associated with root rot of bean in Lambayeque, Peru. *Fitopatologia* 22(2): 95-103.
- Vural S, Soylu S (2012) Prevalence and incidence of fungal disease agents affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Research on Crops* 13(2): 634-640.
- Yeşil S (2007) Konya ili fasulye ekim alanlarındaki fitopatolojik sorunların tespiti ve tanınması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.



Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Bişkek popülasyonunun mitokondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI)'e göre genetik özellikleri üzerine bir araştırma

A study on genetic trait of Bishkek population of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) according to mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI)

Hüseyin GÖÇMEN^{1,2}, Abdygany ABDYGAPAROV², Utku YÜKSELBABA¹, Tair ESENALİ ULUU²

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

²Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bişkek, Kırgızistan

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. Göçmen, e-posta (e-mail): gocmen@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): abdyabdygaparov@gmail.com, uyukselbaba@akdeniz.edu.tr, tair2992@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 27 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 30 Nisan 2019
Kabul tarihi 02 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Tuta absoluta
mtCOI
Kırgızistan

ÖZ

Bu çalışmada Kırgızistan'da ilk kez 2017 yılında Bişkek'te tespit edilen *Tuta absoluta*'nın mitokondrial cytochrome oxidase subunit I(mtCOI) gen bölgesinin sekansına göre genetik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada Bişkek'ten toplanan Domates güvesi bireylerinden DNA izolasyonu yapılmış ve takiben mtCOI bölgesi spesifik primerler ile amplifiye edilerek sekansı yapılmıştır. Elde edilen sekans dizileri GenBank'tan alınan 22 domates güvesi sekans verileri ile karşılaştırılarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Analiz sonucunda Kırgızistan örneği ile GenBank verilerinin yüksek benzerlik gösterdiği görülmüştür. Sekans verileri ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere GenBank'a kayıt ettirilmiştir. Farklı moleküler markirlar ile Kırgızistan'ın diğer bölgelerinden de toplanacak *T. absoluta* örnekleri üzerinde yapılacak araştırmalar, zararlının genetik çeşitliliğine, orijinine ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutabilecektir.

ARTICLE INFO

Received 27 March 2019
Received in revised form 30 April 2019
Accepted 02 May 2019

Keywords:

Tuta absoluta
mtCOI
Kyrgyzstan

ABSTRACT

In this study determination of the genetic trait of *Tuta absoluta* which was first determine in Kyrgyzstan in 2017, according to the sequence of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI) gene region was aimed. In the study, DNA isolation was made from the tomato borer individuals collected from Bishkek and then the mtCOI region was amplified with specific primers and sequenced. The sequence data were compared with twenty-two tomato borer sequence data from GenBank and then phylogenetic tree were constructed. As a result of the analysis, it is seen that Kyrgyzstan sample showed high similarity with those GenBank data. Sequence data of Bishkek population were submitted to Genbank for futher studies. Research on the genetic diversity of *T. absoluta* samples collected from other regions Kyrgyzstan is thought to be beneficial for integrated pest management. Researches on *T. absoluta* samples collected from different regions of Kyrgyzstan with different molecular markers will be able to shed light on the genetic diversity, origin and future studies of the pest.

1. Giriş

Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) Güney Amerika orijinli bir zararlı olup, bulaşmış olduğu yerlerde domates üretiminin en önemli zararlılarının başında gelmektedir. Clarke (1962) tarafından Japonya'dan bildirilmesine rağmen zararlı Peru orijinlidir ve Güney Amerika'nın neredeyse tamamında yayılmış durumdadır. Zararlı, Avrupa'da ilk olarak 2006 yılında İspanya'da görülmüş ve başta İtalya, Fransa, Portekiz, Almanya, Hollanda, İngiltere, Yunanistan, olmak üzere zamanla

Avrupa kıtasına yayılmıştır (Urbaneja ve ark. 2007; Garzia 2009; Korycinska ve Moran 2009). Afrika kıtasında 2008 yılında tespit edilen (Anonim 2019) domates güvesi 2009 yılında Türkiye'de (Kılıç 2010), 2010-2011 yıllarında da Irak, Suriye, Suudi Arabistan, Lübnan, Ürdün, Filistin ve İsrail'de saptanmıştır (USDA 2011; Öztemiz 2012). Kırgızistan'da ise ilk kez 2017 yılında Bişkek'te tespit edilmiştir (Ulu ve ark. 2017).

Yüksek üreme gücü ve zarar potansiyeline sahip domates güvesi ile ilgili olarak günümüze kadar zararlının popülasyon dalgalanması, bulaşma durumu, mücadelesi ve genetik çeşitliliği ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Bayram ve ark. 2014; Portakaldalı ve ark. 2014; Tatlı ve Göçmen 2011; Asma ve Kaouthar 2017). Kırgızistan'da ise *T. absoluta* ile ilgili Uulu ve ark. (2017) tarafından ilk rapor dışında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Domates güvesi gibi istilacı bir türün geniş bir coğrafi alana yayılma başarısı, adaptasyonunu destekleyen hem biyotik hem de abiyotik faktörlerle belirlenebilmektedir (Cifuentes ve ark. 2011). Bu faktörleri belirlemeye yönelik çalışmalar istilacı türlerle ilgili bilgileri geliştirmek ve onların mücadeleleri için kullanışlı olabilmektedir. Bununla birlikte, tüm bu faktörlerin yeterli bir şekilde anlaşılması, istilacı türlerin popülasyonları arasındaki filogenetik ilişkilerin yanı sıra, başarılı bir istilaya neden olan özelliklerin veya genetik özelliklerin temelini bilmeyi gerektirmektedir. İlave olarak istilacı bir popülasyonunun genetik yapısını ve çeşitliliğini moleküler markerler kullanarak yerli popülasyonlarla kıyaslama, gen akışını, göç oranlarını, popülasyonlar arasındaki izolasyonu ve genetik farklılaşma ile ilgili diğer mikro-evrimsel süreçleri anlamada yardımcı olmaktadır (Hufbauer ve Roderick 2005; Ito ve ark. 2011; Shashank ve ark. 2018). Domates güvesi ile ilgili farklı araştırmacılar tarafından yapılmış genetik çalışmalar bulunmaktadır. Yükselbaba ve Göçmen (2017) Gelechiidae familyasına ait üç tür *T. absoluta*, *Phthorimaea operculella* (Zeller) ve *Pectinophora gossypiella* (Saunders)'nın genetik varyasyonunu mtCOI gen bölgesine göre çalışmışlardır. Cifuentes ve ark. (2011) 23 Akdeniz ve 10 Kuzey Amerika popülasyonunun genetik yapısını mtCOI ve ITS bölgelerine göre analiz etmişlerdir. Shashank ve ark (2018) ise *T. absoluta*'nın beş Hindistan ve bir Nepal popülasyonunun genetik çeşitliliğini mtCOI bölgesine göre çalışmışlar ve ekonomik zarar ve yayılma potansiyeli göz önüne alındığında, zararlının istilasının izlenmesinin kritik olduğunu ve bir popülasyonun yeni ülkeye giriş kaynağının bilinmesinin çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Kırgızistan için yeni bir tür olan *T. absoluta*'nın mitochondrial cytochrome oxidase subunit I gen bölgesinin sekansına dayanarak DNA etiketlemesi ve filogenetik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Tuta absoluta ergin ve larva dönemine ait örnekler Bişkek ili yakınlarındaki domates üretimi yapılan seralarda feromon tuzaklarından ve domates bitkileri üzerinden toplanmıştır.

2.1. DNA İzolasyonu ve mtCOI reaksiyonları

Çalışmada DNA izolasyonları tek bir bireyden yapılmış ve her biyolojik dönemden 10 birey alınarak ayrı ayrı DNA izolasyonları yapılmıştır. Domates güvesi DNA izolasyonları EZNA SQ Tissue DNA kit protokolü dikkate alınarak Yükselbaba ve Göçmen (2016) tarafından belirtildiği gibi yapılmıştır. DNA izolasyonunu takiben mtCOI bölgesi "C1-J-2195 5' TTG ATT TTTTGGTCA TCC AGA AGT 3' ve TL2-N-3014 5'TCC AAT GCA CTA ATC TGC CATATT A 3'" primerleri (Simon ve ark. 1994) kullanılarak polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılmıştır. PCR reaksiyonları Yükselbaba ve Göçmen (2016)'in çalışmalarındaki gibi bazı bileşenlerin miktarları, süre ve derece modifiye edilerek toplam 12.5 µl hacimde 0.5 µl kalıp DNA, 0.08 µl Taq DNA

polymerase (5 unit µl⁻¹), 0.3 µl her bir primerden (0.2 µM), 0.3 µl 10 mM DNTPs, 1.2 µl taq buffer, 1 µl 25 mM MgCl₂ ve 8.82 µl olacak şekilde, 4 dk 94°C'de, takiben 35 döngü [50 sn 94°C'de, 45 sn 50°C'de ve 50 sn 72°C'de] ve son olarak 4 dk 72°C PCR şartlarında gerçekleştirilmiştir.

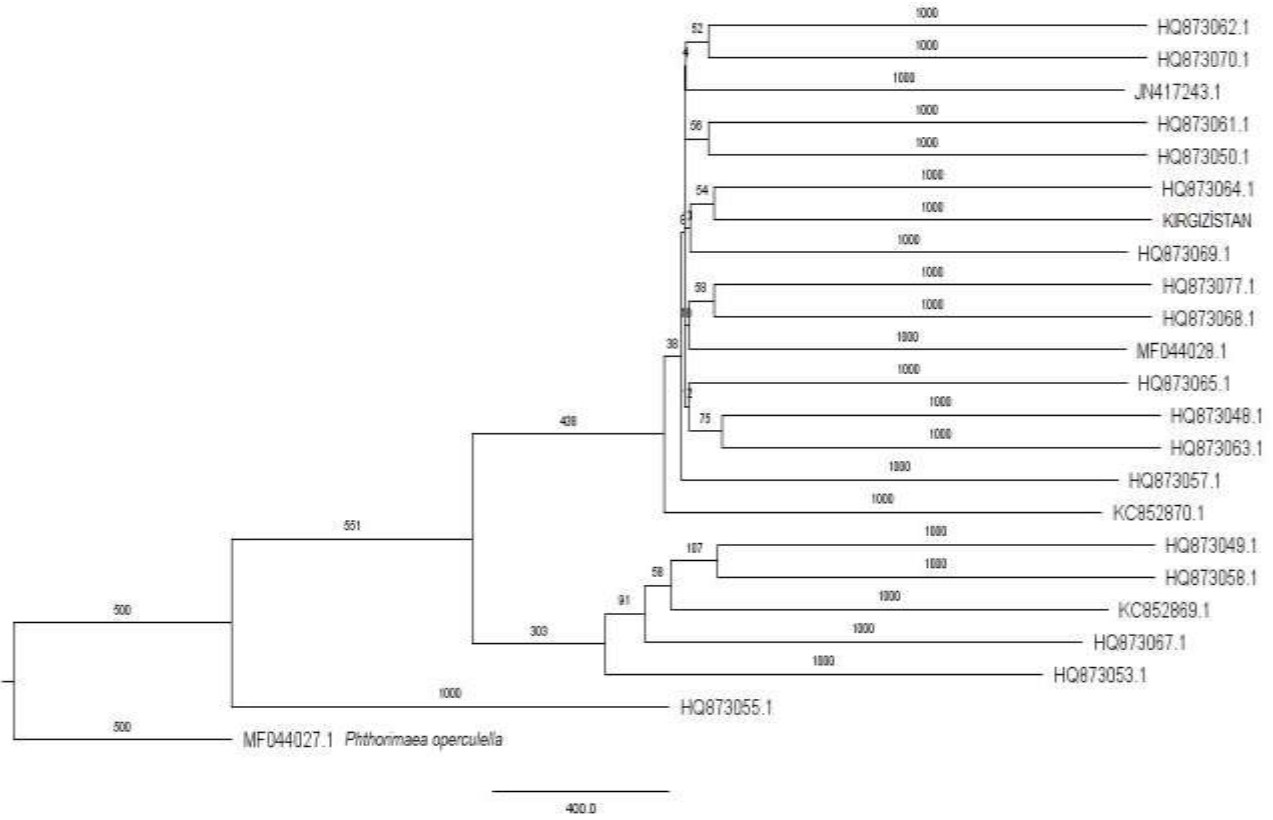
PCR ürünleri %0.8'lik TAE Agorose jelde görüntülenmiştir. Sekans dizi analizi iki yönlü olarak BM labosis (Ankara-Türkiye) firması tarafından yapılmış, elde edilen diziler aynı zamanda manuel olarak da kontrol edilmiştir. Sekans dizilimi NCBI GenBank veri tabanında BLAST analizine tabi tutulmuştur. Daha sonra bir örneğin sekans dizilimi GenBank veri tabanına Kırgızistan örneği olarak MK639787 kayıt numarası ile eklenmiştir (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Kırgızistan popülasyonuna ait örnek ve GenBank veri tabanından BLAST analizi sonucunda homoloji gösteren *T. absoluta* dizilimleri ClustalX programı kullanılarak çoklu dizi hizalama analize tabi tutulmuştur. Filogenetik analizler PHYLIP paket programı kullanılarak distance matrix'e göre yapılmıştır. Filogenetik ağaç evolutionary distance verisi ile Kimura two-parameter model kullanılarak Neighbor-joining methoda göre 1000 Bootstarp tekrarlı olarak yeniden oluşturulmuştur (Felsenstein 1993). *Phthorimaea operculella* outgroup (Dış grup) olarak kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tuta absoluta'nın DNA izolasyonu sonucunda mtCOI bölgesi Thermocycler'da çoğaltılmış ve yaklaşık 850 bp'lik PCR ürünü elde edilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinin çift yönlü sekans analizlerinin nükleotid dizilimleri hem forward hemde reverse sonuçlarına göre manuel olarak düzeltilmiş ve 849 bp'lik dizilim GenBank'a MK639787 kod ile kayıt ettirilmiştir. Blast analizi sonucunda elde edilen sekans diziliminin *T. absoluta* ile yüksek homoloji gösterdiği belirlenmiştir. NCBI GenBank'tan Blast analizi sonucuna göre indirilen 22 sekans verisi ile dizi doğrulama analizi yapılmış ve yapılan dizi doğrulama analizi sonuçları 611 konservatif bölge, 57 değişken, 2 parsim-bilgi ve 55 singleton bölge içerdiği bilgisini vermiştir.

Neighbor-joining filogenetik ağaç toplam 23 sekans dizilimi kullanılarak 1000 bootstrap tekrarı ile oluşturulmuştur (Şekil 1). Buna göre Kırgızistan örneğinin sekans dizilimi Peru (HQ873064) ve İspanya (HQ873069) örneği ile alt kümeleşme göstermiştir (Şekil 1). Coğrafi olarak birbirinden farklı ülkeler ile alt kümeleşme göstermesi *T. absoluta* popülasyonları arasında mtCOI bölgesine göre yüksek homojenlik olduğunu göstermektedir. Domates güvesi popülasyonları arasında mtCOI bölgesi sekans verilerine göre yüksek homojenlik olduğu farklı çalışmalarda da bildirilmiştir. Shashank ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada Hindistan ve Nepal'dan topladıkları örnekleri ve NCBI veri tabanından elde ettikleri toplamda 40 örneği mtCOI bölgesi sekanslarına göre kıyaslamışlardır. Çalışmaları neticesinde oluşturdukları filogenetik ağaçta coğrafik orijin ile ilişkili kümeleşme olmadığını belirtmişler ve coğrafik kümeleşme olmamasının nedeninin *T. absoluta* popülasyonlarının homojenlik göstermesi olduğunu bildirmişlerdir. Yükselbaba ve Göçmen (2016) Türkiye Batı Akdeniz bölgesi *T. absoluta* popülasyonlarının mtCOI bölgesine göre genetik varyasyonunu inceledikleri çalışmalarında popülasyonlar arasında ve popülasyon içinde yüksek homojenlik olduğunu ve Türkiye popülasyonlarının Güney Amerika ve bazı Avrupa popülasyonları ile yüksek benzerlik gösterdiklerini bildirmişlerdir. Benzer bir çalışma



Şekil 1. *Tuta absoluta* popülasyonlarının 1000 bootstrap tekrarlı ve two-parametre model ile neighbour joining filogenetik ağacı.

Figure 1. Neighbour joining Phylogenetic tree of *Tuta absoluta* populations based on Kimura two-parameter model with 1000 bootstrap replicates.

23 Akdeniz ve 10 Güney Amerika *T. absoluta* popülasyonlarının genetik çeşitliliği mtCOI ve internal transcribed spacers 1 (ITS1) gen bölgesine göre Cifuentes ve ark. (2011) tarafından çalışılmıştır. Araştırmacılar, Akdeniz ve Güney Amerika *T. absoluta* popülasyonlarında yüksek genetik homojenlik gözlemişler ve tek tip genetik yapı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Duric ve ark. (2014) Bosna-Hersek ve Karadağ popülasyonlarının ve çalışmalarında kullandıkları popülasyonların mtCOI sekans dizilimlerinin kıyaslanması ile yüksek benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. mtCOI bölgesine göre popülasyonlar arasında belirlenen yüksek homojenliğin aksine farklı moleküler markırlar kullanılarak yapılan çalışmalarda domates güvesi popülasyonları arasında genetik varyasyon bildirilmiştir (Suinaga ve ark. 2004; Bettaibi ve ark. 2012; Guillemaud ve ark. 2015).

4. Sonuç

Sonuç olarak, *T. absoluta* ülkeler arasında çok hızla yayılmakta ve farklı iklim koşullarına adapte olabilmektedir. Bu çalışma ile yüksek üreme gücü ve yayılım kabiliyetine sahip istilacı tür *T. absoluta*'nın mtCOI bölgesinin sekansına göre tanımlanması ve filogenetik analizi Kırgızistan'da ilk kez yapılmıştır.

Moleküler çalışmalarda mitokondriyal DNA, genetik çeşitlilik, istilacı türlerin teşhisi ve orijinlerini belirlemek üzere kullanılmaktadır. Ancak çalışmamızda ve diğer çalışmalarda domates güvesi popülasyonları arasında yüksek homojenlik olması, mtCOI'nin *T. absoluta*'nın Kırgızistan'a girişini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Farklı moleküler marker sistemleri kullanılarak zararlıının popülasyonları arasında

genetik çeşitlilik belirlenebilmektedir. Zararlı üzerine Kırgızistan'ın diğer bölgelerinden de örnekler toplanarak ve farklı moleküler yöntemler kullanılarak yapılacak çalışmaların zararlıının genetik çeşitliliğine, orijinine ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutabilecektir.

Kaynaklar

- Anonim (2019) CABI <https://www.cabi.org/isc/datasheet/49260>. Erişim 20 Şubat 2019.
- Asma C, Kaouthar LG (2017) Population dynamics of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tunisia natural conditions Journal of Entomology and Zoology Studies 5(4): 427-432.
- Bayram Y, Bektaş Ö, Büyük M, Bayram N, Duman M, Mutlu Ç (2014) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick] (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve doğal düşmanlarının surveyi Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi. 5(2): 99-110.
- Bettaibi A, Mezghani-Khemakhem M, Bouktla D, Makni H, Makni M (2012) Genetic Variability of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta* Meyrick; Lepidoptera: Gelechiidae), in Tunisia, inferred from RAPD-PCR. Chilean Journal of Agricultural Research 72(2): 212-216.
- Cifuentes D, Chynoweth R, Bielza P (2011) Genetic study of Mediterranean and South American populations of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) (Lepidoptera: Gelechiidae) using ribosomal and mitochondrial markers. Pest Management Science 67(9): 1155-1162.
- Clarke JFG (1962) New species of microlepidoptera from Japan. Entomological News, 73.

- Duric Z, Delic D, Hrcic S, Radonjic S (2014) Distribution and molecular identification of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) populations in Bosnia and Herzegovina and Montenegro. Polish journal of Entomology 83: 121-129.
- Felsenstein J (1993) PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.5c. Distributed by the author. Department of Genetics, University of Washington, Seattle.
- Garzia GT (2009) *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), A Host Plant of *Tuta absoluta* in Italy. IOBC/WPRS Bull. 49: 231-232.
- Guillemaud T, Blin A, Le Goff I, Desneux N, Reyes M, Tabone E, Tsagkarakou A, Nino L, Lambert E (2015) The tomato borer, *Tuta absoluta* invading the Mediterranean Basin, originates from a single introduction from Central Chile. Scientific reports. doi: 10.1038/srep08371.
- Hufbauer RA, Roderick GK (2005) Microevolution in biological control: mechanisms, patterns, and processes. Biol Control 35: 227-239.
- Ito K, Nishikawa H, Shimada T, Ogawa K, Minamiya Y, Tomoda M, Nakahira K, Kodama R, Fukuda T, Arakawa R (2011) Analysis of genetic variation and phylogeny of the predatory bug, *Pilophorus typicus*, in Japan using mitochondrial gene sequences. J Insect Sci. 11: 18.
- Kılıç T (2010) First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica 38(3): 243-244.
- Korycinska A, Moran H (2009) Plant Pest Notice: South American Tomato Moth, *Tuta absoluta* (No. 56). Department for Environment, Food and Rural Affairs, Food and Environment Research Agency (Fera). pp. 1-4.
- Öztemiz S (2012) Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae))] ve Biyolojik Mücadelesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 15(4): 47-57.
- Portakaldalı M, Öztemiz S, Halil Küçük H, Hasan Deda Büyüköztürk HD (2014) Adana'da Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve Doğal Düşmanlarının Populasyon Dalgalanması. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, s. 73.
- Shashank PR, Twinkle S, Chandrashekar K, Meshram NM, Suroshe SS, Bajracharya ASR (2018) Genetic homogeneity in South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: a new invasive pest to oriental region. 3 Biotech 8(8): 350-357.
- Simon C, Frati F, Bechenbach A, Crespi B, Liu H, Flook P (1994) Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequence and compilation of conserved polymerase chain reaction primers. Annals of the Entomological Society of America 87: 651-701.
- Suinaga FA, Casali VWD, Picanço M, Foster J (2004) Genetic divergence among tomato leafminer populations based on AFLP analysis. Pesq. Agropec. Bras. 39(7): 645-651.
- Tatlı E, Göçmen H (2011) Domates Güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Batı Akdeniz Bölgesi Domates Üretim Alanlarında Yayılışının ve Populasyon Değişiminin İzlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş s. 271.
- Urbaneja A, Vercher R, Navarro V, García Marí F, Porcuna JL (2007) La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma-Espana 194: 16-23.
- USDA (2011) Federal Import Quarantine Order for Host Materials of Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick). SPRO# DA-2011-12. United States Department of Agriculture, Plant Protection and Quarantine. <http://www.aphis.usda.gov>.
- Uulu TE, Ulusoy M, Çalışkan AF (2017) First record of tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in Kyrgyzstan. EPPO Bulletin 47: 285-287.
- Yükselbaba U, Göçmen H (2016) Domates güvesinin [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] Batı Akdeniz Bölgesi populasyonlarının mitokondrial cytochrome oxidase subunit I (mtCOI)'e göre genetik varyasyonunun incelenmesi Mediterranean Agricultural Sciences 29(1): 5-7.
- Yükselbaba U, Göçmen H (2017) Molecular Identification of Three Gelechiidae Species Based on The Mitochondrial cytochrome Oxidase Gene I (MtCOI) Sequences. The Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, Bishkek, Kyrgyzstan, pp. 123.



Effects of some cereal root exudates on germination of broomrapes (*Orobanche* spp. and *Phelipanche* spp.)

Bazı tahıl kök salgılarının canavar otlarının (*Orobanche* spp. and *Phelipanche* spp.) çimlenmesi üzerine etkileri

Yasin Emre KİTİŞ¹, Jan Hendrik GRENZ², Joachim SAUERBORN³

¹Akdeniz University, Agricultural Faculty, Plant Protection Department, 07058, Antalya, Turkey

²Bern University of Applied Sciences, School of Agricultural, Forest and Food Sciences HAFL, 3052 Zollikofen, Switzerland

³University of Hohenheim, Institute of Agricultural Science in the Tropics, 70593 Stuttgart, Germany

Corresponding author (*Sorumlu yazar*): Y. E. Kitiş, e-mail (*e-posta*): emrekitis@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (*Yazar(lar) e-posta*): jan.grenz@bfh.ch, joachim.sauerborn@t-online.de

ARTICLE INFO

Received 01 April 2018
Received in revised form 21 May 2019
Accepted 23 May 2019

Keywords:

Host-parasite interaction
Induced germination
Trap crop
False host
Parasitic weed control

ABSTRACT

Species of broomrape (*Orobanche* spp. and *Phelipanche* spp.) are among the most damaging parasitic weed species worldwide. These species reproduce through abundant seed production. Their seeds are protected by complex dormancy mechanisms, in particular a need for host-specific chemical germination cues. Broomrape seeds have been shown to remain viable in the soil for many years. While the depletion of the soil seed bank, e.g. using trap crops that induce suicide germination of broomrape seeds, could potentially be a way to control these weeds, the practical uptake of this approach has remained very limited. To explore the potential of an array of cereal species to serve as trap crop, laboratory experiments were conducted to qualitatively check for the existence of cereal-broomrape interactions and to quantify possible effects on *Orobanche/Phelipanche* seed banks. For this purpose, seeds of the following cereals were used: wheat, rye, barley, oats, maize, rice, sorghum and pearl millet. Several accessions of *O. crenata*, *O. cumana* and *P. ramosa* were used as parasite species. As host species, pea, sunflower and tomato were grown. Cereal and parasite species were crosswise-combined to assess interactions. Maize was found to be most effective in stimulating the germination of the broomrapes. Among the parasite species, *P. ramosa* proved most ready to germinate in the presence of cereal root exudates. The interaction was observed in various combinations of maize cultivars and *P. ramosa* accessions. As a result, strong evidence of germination induction in *P. ramosa* seeds by maize was collected.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 01 Nisan 2018
Düzeltilme tarihi 21 Mayıs 2019
Kabul tarihi 23 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Konukçu-parazit ilişkisi
Teşvik edilmiş çimlenme
Tuzak bitki
Sahte konukçu
Parazit yabancı ot kontrolü

ÖZ

Canavar otu türleri (*Orobanche* spp. and *Phelipanche* spp.) tüm dünyada en zararlı parazit yabancı ot türleri içerisinde yer almaktadır. Bu türler çok sayıda tohum oluşturarak çoğalırlar. Tohumları, çimlenmenin gerçekleşebilmesi için konukçuya özgü kimyasal bir maddeye ihtiyaç duyan karmaşık bir dormansi mekanizmasıyla korunmaktadır. Canavar otu tohumlarının toprakta uzun yıllar canlı kalabildiği görülmektedir. Tuzak bitki kullanımı ile canavar otu tohumlarının çimlenmesi teşvik edilerek topraktaki tohum bankasının azaltılması bu tür yabancı otların mücadelesinde potansiyel bir yöntem olmakla birlikte, bu yaklaşımın pratikte kullanımı oldukça sınırlı kalmıştır. Bazı tahıl türlerinin tuzak bitki olarak potansiyelini araştırmak amacıyla bir seri laboratuvar denemeleri kurulmuş ve tahıl-canavar otu arasındaki etkileşim ile birlikte, *Orobanche/Phelipanche* tohum bankasına muhtemel etkisi test edilmiştir. Bu amaçla tahıllardan; buğday, çavdar, arpa, yulaf, mısır, çeltik, darı ve hint darısı, parazit türlerden ise *O. crenata*, *O. cumana* ve *P. ramosa* 'ya ait çeşitli populasyonlar kullanılmıştır. Bezelye, ayçiçeği ve domates konukçu bitki türü olarak yetiştirilmiştir. Aradaki etkileşimin belirlenebilmesi için tahıllar ve parazit türler çaprazlama olarak eşleştirilmiştir. Canavar otlarının çimlenmesini en fazla mısır bitkisinin teşvik ettiği bulunmuştur. Parazit türler içerisinde ise tahıl kök salgılarının çimlenmeyi en fazla teşvik ettiği tür *P. ramosa* olarak belirlenmiştir. Mısır çeşitleri ve *P. ramosa* populasyonları arasındaki etkileşim gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, mısır bitkisinin *P. ramosa* tohumlarının çimlenmesini teşvik ettiğine dair kuvvetli kanıtlar elde edilmiştir.

1. Introduction

The genera *Orobanchae* and *Phelipanche* contain over 170 species of holoparasitic herbaceous plants in the family Orobanchaceae (Joel 2009). Most species of *Orobanchae* and *Phelipanche* are highly specialized parasites of one or few host plant species that occur in natural ecosystems at rather low population densities. Some *Orobanchae* and *Phelipanche* species thrive upon agricultural crops though, particularly in the Mediterranean and cool temperate climate zones. Although only few weedy species are economically important, the cropping area threatened by *Orobanchae* was calculated as 16 million ha in the Mediterranean and West Asian region alone (Sauerborn 1991). Species of *Phelipanche* and *Orobanchae* are among the most damaging parasitic weed species worldwide. A review of literature over the period from 1991 to 2008 suggests that many million hectares are infested and that the losses amount to billions of US\$ annually (Parker 2009).

Orobanchae/Phelipanche species reproduce by seeds and the seeds have to be stimulated by root exudates of their host plants in order to germinate. The copious production of enduring long-life seeds capable of long dormancy accounts for their peculiar seedbank characteristics. Soil seed density can reach very high values in weedy species (for example, approximately 4 million seeds m⁻² in the 20 cm depth arable layer for *O. crenata*), most of which can remain viable for more than ten years e.g. in *O. crenata* (López Granados and García Torres 1993). Therefore, even after years without host plant cultivation, once host plants were cultivated again, seeds of broomrape germinated and the crop was re-infested (Rubiales et al. 2003). While efforts to actively reduce the parasite population have to take into account the soil seed bank, the choice of methods that effectively kill *Orobanchae* and *Phelipanche* seeds is limited. Solarization is costly and cumbersome in large scale fields, so is fumigation, and the use of methyl bromide is banned. This leaves the use of trap crops, i.e. plants whose root exudates induce suicidal germination of parasite seeds, as a potentially cost-efficient and pragmatic means of reducing seed load in the soil. An ideal trap crop would be one that can be integrated into the crop rotation, with maximum benefit at little or no opportunity cost.

Anecdotal as well as experimental evidence suggest that some non-host cereal species, such as oats (*Avena sativa*) and maize (*Zea mays*), can induce germination in seeds of parasitic weeds of the genera *Orobanchae* and, in particular, *Phelipanche*. Maize in particular was shown by Labrada and Perez (1986, 1988), Zehhar et al. (2003) and Abebe et al. (2005) to stimulate germination in *P. ramosa* seeds. Fernandez-Aparicio et al. (2009) demonstrated very different degrees of host specificity in several weedy *Orobanchae* and *Phelipanche* species, with *P. ramosa* and *P. aegyptiaca* germinating in the presence of root exudates from a variety of plants. Similarly, Arslan and Uygur (2013) showed the effects of the root exudates of ten different crop species on *P. ramosa* and *P. aegyptiaca* germination. A compound from rye (*Secale cereale*) root exudates, ryecarbonitriline A, induced germination of *O. cumana*, suggesting that rye has potential as a trap crop in sunflower production (Cimmino et al. 2015). More recently, Ye et al. (2016) reported that maize can be used as trap crop for depleting the seed bank of *P. aegyptiaca* through a study with ten different commercial maize cultivars.

The aim of the present study was to observe how the germination of some broomrape species would be affected by

the root exudates of common cereal species. This in order to corroborate or refute the reported experimental results and anecdotal information about germination induction in broomrape species by cereals. Laboratory experiments were conducted to qualitatively check for the existence of cereal-*Orobanchae/Phelipanche* interactions and to quantify possible effects on parasite soil seedbanks. In the study, a different set of broomrape accessions, cereal species and varieties and a different methodological approach were chosen in comparison to published studies. From a practical viewpoint, our work should serve to explore the potential of an array of cereal species to serve as *Orobanchae* or *Phelipanche* trap crop.

2. Materials and methods

2.1. Screening of cereal-broomrape combinations

Experiments were set up in the Department of Agroecology, Institute for Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany, in 2017. Stimulatory activity on *Orobanchae* and *Phelipanche* seeds of the following cereals was determined: bread wheat (*Triticum sativum* Lam. cv. "Tomi"), rye (*Secale cereale* L. cv. "Hacada"), barley (*Hordeum vulgare* L. cv. "Passion"), oat (*Avena sativa* L. cv. "Tomi"), maize (*Zea mays* L. cv. "Amadeo"), rice (*Oryza sativa* L., unknown cv. from Camargue, France), sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. "Wad Ahmad") and pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., unknown cv. from Niger). Parasite species tested included crenate broomrape (*Orobanchae crenata* Forsk.) collected in Adana, Turkey, in 2002, sunflower broomrape (*Orobanchae cumana* Wallr.) collected from Călărași, Romania, in 2003 and branched broomrape (*Phelipanche ramosa* L.) from Sandhausen, Germany, collected in 2002-2003. Cereal and parasite species were crosswise combined to assess interactions. In addition, one host plant per parasite was added as a check. For this purpose, pea (*Pisum sativum* L. cv. "Kleine Rheinländerin"), sunflower (*Helianthus annuus* L. cv. "Albena") and tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. "Rentita") were used for *O. crenata*, *O. cumana* and *P. ramosa*, respectively.

PVC (polyvinyl chloride) root chambers ca. 20 cm high, 6 cm wide and 3 cm deep were filled with autoclaved quartz sand. Surface sterilized seeds (200 to 300) of the respective parasitic weed species were sprinkled on a strip of moist glass fiber filter paper placed on the sand. The front of each chamber was tightly closed by a plexiglass lid fixed with clamps. One pre-germinated seed per cereal or host species was placed between lid and filter paper at the top end of the chamber (Figure 1). Chambers were wrapped in black plastic foil to block the light and placed obliquely in plastic bowls containing a 3-4 cm deep layer of tap water. Per cereal/host x parasite combination, five root chambers were prepared, giving a total of 9x3x5= 135 chambers. Rice, maize, sorghum and pearl millet were grown in a climate chamber set at a constant temperature of 30°C, all other crops were grown at 25°C. Starting 3 weeks after establishment, crops were fertilized once a week with 10 ml of a 1% solution of WuxalTM complete fertilizer. From the sixth week after establishment onward, germination and attachment were quantified by counting 100 randomly selected seeds per root chamber under a dissecting binocular.

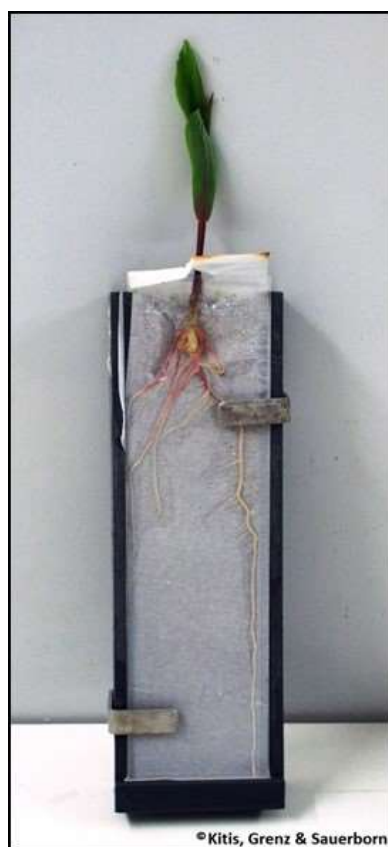


Figure 1. Root chambers used in the experiments (20 x 6 x 3 cm).

2.2. Screening of maize cultivars for their ability to induce germination of *P. ramosa* seeds

Based on the results of the first experiment, a screening of maize cultivars for their ability to stimulate the germination of *P. ramosa* was conducted. Prior to testing, seeds were surface sterilized by immersion in 1% NaOHCl for 5 minutes, rinsed in distilled water and spread on petri dishes to dry. Surface sterilized seeds of *P. ramosa* accessed from Sandhausen, Germany, in 2002-2003 were exposed to roots of nine different maize cultivars, namely 'Amadeo', 'Dr. Deliels Körnermais', 'Janetzki's Astra', 'Mahlsberger', 'Mahndorfer', 'Pautzfelder', 'Pommernmais x Schindelmeier', 'Schindelmeier' and 'V. Wynens Körnermais'. The first is a hybrid, while the latter eight are population breeds (landraces). Thus, high genetic heterogeneity was assured. As a control, tomato cultivar 'Rentita' was used, tomato being a host crop of *P. ramosa*. The experiment was established, maintained and evaluated in a similar manner as described above (root chambers, 5 repetitions, counts of 100 seeds per chamber).

2.3. Screening of *P. ramosa* and *P. aegyptiaca* accessions for sensitivity to maize root exudates

In parallel to the screening of maize cultivars, accessions of *P. ramosa* and the closely related *Phelipanche aegyptiaca* Pers. were screened for susceptibility to root exudates of maize cultivar 'Amadeo'. Seeds from six *P. ramosa* populations from Germany, Algeria, Morocco, Nepal, Egypt and Israel were surface sterilized, sprinkled on filter paper and exposed to maize roots in root chambers as described above. Again, tomato cultivar 'Rentita' was used as a check. A list of accessions is provided in table 1.

Table 1. *Phelipanche ramosa/aegyptiaca* accessions used in the experiments.

Broomrape Species	Location	Collection Year
<i>Phelipanche ramosa</i>	Germany	2002-2003
<i>Phelipanche ramosa</i>	Algeria	1996
<i>Phelipanche ramosa</i>	Morocco	1995-1996
<i>Phelipanche ramosa</i>	Nepal	1994
<i>Phelipanche aegyptiaca</i>	Egypt	1997
<i>Phelipanche aegyptiaca</i>	Israel	2006

2.4. Determination of viability and germinability of *Phelipanche* seed accessions

Viability and germinability were determined for the seed accessions used in the prior experiment. For this purpose, *P. ramosa* and *P. aegyptiaca* seeds used in the experiments were assessed by tetrazolium (Linke et al. 1991) and GR24 (Kroschel 2001) tests, respectively. Prior to testing, 6-7 mg seeds per accession were surface sterilized by immersion in 1% NaOHCl for 5 minutes, rinsed in distilled water and spread on petri dishes to dry.

For viability testing, seeds were immersed in 1 ml of a 1% aqueous solution of TTC (triphenyl tetrazolium chloride) in Eppendorf vials. Vials were wrapped in aluminum foil to avoid any exposure to light, and stored in the dark at 33°C for 13 days. Subsequently, the TTC solution was washed off using distilled water, seeds were bleached for 4 minutes in 5% NaOHCl and placed on Whatman G/F filter paper. Viability was assessed using a dissecting binocular. Seeds with red or pink embryo were considered viable, colorless and black seeds were counted as non-viable.

Germinability of seeds preconditioned on moist filter paper for one week was quantified by exposure of some 200 seeds each on four filter paper quadrats per accession, placed in Petri dishes to 1 ppm aqueous solution of the synthetic strigolactone, GR24, in the dark at room temperature for one week. Seeds with a clearly visible germ tube were considered germinated.

2.5. Statistical analysis

The experiments were set up for five replicates in a randomized complete plot design and all experiments were repeated two times. Since there were no statistically significant differences between two experiments, the mean results of the two experiments were used. Statistical analysis of the results was made with the help of R statistical software (Version 1.0.143 ©2009-2016 RStudio, Inc.). The data collected on all parameters was subjected to analysis of variance (ANOVA). Multiple comparisons of mean values were performed with the LSD Test at rate of 95% confidence.

3. Results

3.1. Effects of cereal roots on broomrape germination

Host-induced germination percentages were lowest in *O. cumana* and highest in *O. crenata*. The average ability to stimulate parasite germination was highest in maize, followed by oats. The least effective cereals regarding parasite stimulation were millet and rice. This may in part be attributable to poor growth of both cereal species in the root chambers. From the parasite species, *P. ramosa* proved most sensitive to cereal root exudates. This fits well with the much wider host range of this species, compared with e.g. *O. cumana*. The

highest germination percentages were recorded for *P. ramosa* exposed to maize and oats roots (Table 2).

While 15%, 16%, 33% of the germinated seeds of *P. ramosa*, *O. cumana* and *O. crenata* managed to attach to host roots respectively, no attachment of broomrape species to cereal roots was observed. However, germ tubes of many *P. ramosa* seeds did grow towards the nearest maize root. In some instances, germ tubes reached a root, but failed to attach, which was sometimes accompanied by a thickening of the maize root epidermis. These findings may indicate the release of some germination cue from maize roots.

3.2. Induction of *Phelipanche ramosa* germination by maize cultivars

All tested maize cultivars stimulated germination in seeds of *P. ramosa* accession ‘Germany’ (Sandhausen) at a rate of more than 60% (Figure 2). The lowest germination percentage (48%) was recorded in the host plant, tomato. Maize cv. ‘Amadeo’ exhibited a similarly high stimulatory activity as in the first experiment, and was only exceeded by the population varieties,

‘Dr. Deliels Körnermais’ and ‘Mahndorfer’. Hence, there seems to be quantitative, but not qualitative variation among maize cultivars regarding the release of compounds stimulating the germination of *P. ramosa*.

3.3. *Phelipanche* spp. viability and germinability

The viability of all branched/Egyptian broomrape accessions except those from Nepal (‘Chitwan’) and Morocco exceeded 60% (Table 3). GR-24-assessed germinability was close to zero in these two seed batches, as well as in the accession from Algeria. The batch from Egypt had a germinability of less than 20%. Apparently, viability and germinability had decreased due to prolonged storage. The two most recent accessions (Germany and Israel) were the most viable and germinable. Seeds of the Algerian and Egyptian accessions seemed to be dormant (viable, but not germinating under suitable conditions) to a high degree. It is unclear what factors induced this dormancy. Alternatively, temperature, moisture or GR24 concentration may have been suboptimal for germination induction in these accessions.

Table 2. Average germination percentage induced in *Orobanchae* and *Phelipanche* seeds by cereal and host roots. ‘Activity’ denotes the average (for the three broomrape species) ratio of cereal-induced divided by the respective host-induced germination.

Cereals	Broomrape Species			Activity (%)
	<i>O. cumana</i>	<i>O. crenata</i>	<i>P. ramosa</i>	
Wheat	0 (±0)c	13.2 (±11.2)b	6.4 (±9.9)cd	12.0
Barley	2.2 (±1.3)bc	0.2 (±0.4)c	14.8 (±8.9)c	13.5
Oat	0.8 (±1.3)c	6.8 (±6.7)bc	37.8 (±8.8)b	32.0
Rye	0.4 (±0.5)c	4.6 (±3.6)c	9.2 (±9.6)cd	9.7
Maize	4.6 (±3.6)b	1.0 (±1.7)c	77.0 (±6.4)a	61.7
Rice	0.8 (±0.4)c	0.2 (±0.4)c	4.6 (±2.7)cd	4.4
Sorghum	0.4 (±0.9)c	4.2 (±3.3)c	7.8 (±6.6)cd	8.5
Millet	0 (±0)c	0 (±0)c	1.0 (±0.7)d	0.7
Host				
Sunflower	26.5 (±5.1)a			
Pea	59.6 (±7.9)a			
Tomato	46.4 (±21.2)b			

Different letters within a column indicate statistically significant differences at the 0.05 level.

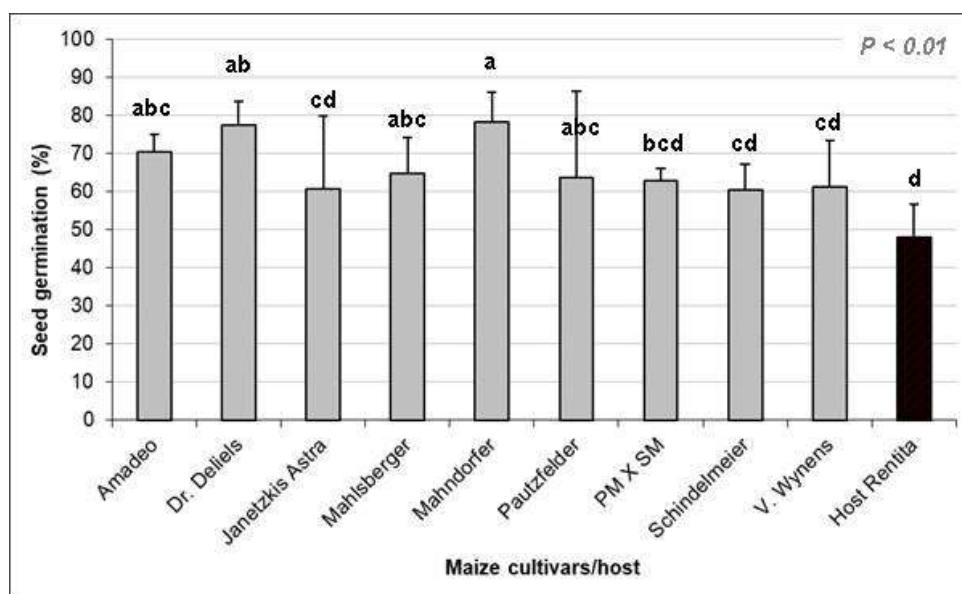


Figure 2. Germination percentage of seeds of *P. ramosa* (accession Sandhausen, Germany, in 2002-2003) induced by different maize cultivars. Different letters at the top of the bars indicate statistically significant differences at the 0.05 level. Error bars indicate ± 1 standard error.

Table 3. TTC-assessed viability and GR24-assessed germinability of *P. ramosa* and *P. aegyptiaca* accessions and their average germination percentage induced by maize (cv. Amadeo) and host (tomato cv. Rentita) species.

Broomrape species	Location	Viability	Germinability	Germination	
				Maize	Tomato
<i>P. ramosa</i>	Germany	84.8 (±6.6)b	65.0 (±11.6)a	70.4 (±4.7)a	48.0 (±8.7)a
<i>P. ramosa</i>	Algeria	93.8 (±2.4)a	0.5 (±0.6)c	1.8 (±2.5)d	0 (±0)c
<i>P. ramosa</i>	Morocco	13.3 (±3.3)d	2.7 (±1.2)c	1.2 (±1.1)d	3.2 (±3.1)c
<i>P. ramosa</i>	Nepal	4.8 (±1.0)e	0 (±0)c	2.0 (±2.8)d	0.6 (±1.3)c
<i>P. aegyptiaca</i>	Egypt	66.5 (±4.0)c	16.8 (±7.8)b	27.2 (±8.7)c	17.8 (±7.5)b
<i>P. aegyptiaca</i>	Israel	82.0 (±2.6)b	58.8 (±6.7)a	60.6 (±4.2)b	45.0 (±7.2)a

Different letters within a column indicate statistically significant differences at the 0.05 level.

3.4. Induction of germination of *Phelipanche* spp. accessions by maize

Maize cultivar ‘Amadeo’ stimulated germination in seeds of *P. ramosa* from Germany and *P. aegyptiaca* from Egypt and from Israel (Table 3). Some germination was observed in the other accessions, however due to low viability (Nepal, Morocco) and germinability (Algeria), germination percentages remained very low. Accordingly, germination induction by tomato as host was also close to zero in these accessions. Yet, results support the hypothesis that maize root exudates can stimulate germination of more than one strain of *P. ramosa* and the closely related *P. aegyptiaca*. Again, differences seem to be of a quantitative rather than qualitative nature.

4. Discussion

All cereal species used in our study stimulated germination of broomrape seeds, albeit at very variable extent. Similarly, Fernandez-Aparicio et al. (2009) found in their study that, in general, all cereals induced germination of broomrape species. On the other hand, results of the study of Abebe et al. (2005) are of interest. When they used some plant species as trap crops against *P. ramosa* and *O. cernua* on naturally infested soil, they found all crop species used in experiment to reduce shoot number of broomrape species in following host crops by over 60%. The most effective trap species was found to be maize with 74% reduction of broomrape shoots. Ma et al. (2012) showed that some hybrid maize lines can induce germination of sunflower broomrape (*O. cumana*). Moreover, Ye et al. (2016) found strong evidence for maize cultivars inducing germination of Egyptian broomrape (*P. aegyptiaca*) through a study with ten commercial maize cultivars and different assay methods. In both studies, results suggested that maize can be used as trap crop to deplete the seed bank of broomrape species.

The study of Zehhar et al. (2003) clearly showed that maize as non-host of broomrape stimulated seed germination of *P. ramosa* seeds by up to 70%. This study also showed how maize is resistant against broomrape attack. According to Zehhar et al. (2003), in most cases, the broomrape penetrated the maize root but was stopped at the endodermis by the formation of an encapsulation layer. Moreover, a thickening of endodermis cell walls near the penetrating parasite was also observed. This observation had first been made by Dorr et al. (1994) who investigated susceptible and resistant sunflower varieties against *O. cumana*.

Germination of broomrapes seeds can thus be stimulated by maize, but the germ tube does not succeed to penetrate the inner parts of maize roots and connect to xylem and phloem. It is known that the molecules inducing germination of broomrapes

are strigolactones which play a role in host recognition by parasitic plants (Yokota et al. 1998; Cardoso et al. 2011). Over 14 strigolactones have been identified in root exudates of various plant species up to now (Yoneyama et al. 2009). In maize roots, several strigolactones are released, the major compound being strigol (Siame et al. 1993). In addition to strigol, sorgomol and 5-deoxystrigol were found in maize root exudates. According to researchers, 5-deoxystrigol is one of the major germination cues of gramineous plants, with stimulants differing among cultivars within the same species (Ayman et al. 2006). Recently, Jamil et al. (2012) reported the detection of novel germination stimulants, tentatively called SL1 and SL2, in maize root exudates based on LC-MS/MS analysis. Isolation and structure of SL2 were determined; it was named methyl zealactonate and strongly induced germination stimulation activities in *Striga hermonthica* and *P. ramosa* (Xie et al. 2017).

Our results and those of other studies suggest that cereals, especially maize, do induce germination of broomrape seeds. This phenomenon could be put into practical use. In previous studies, the use of host catch crops (Linke et al. 1993; Acharya et al. 2002) and trap crops (Hershenhorn et al. 1996; Ross et al. 2004; Aksoy et al. 2016) were suggested as approaches to reduce broomrape infection in infested soil. Lins et al. (2006) showed that red clover (*Trifolium pratense*) plants also had fewer *O. minor* attachments when grown in field soil taken from plots where wheat or triticale had been grown, compared with plants grown in soil where no wheat or triticale had been grown. Ma et al. (2012) suggested that maize can be used to reduce the soil seed bank of *O. cumana* in infested sunflower fields, but further studies are needed to confirm whether maize can significantly reduce the *O. cumana* seed bank under field conditions. Similar confirmations are needed for the broomrape species, *P. ramosa* and *P. aegyptiaca*. When maize is used as a trap crop, with increased sowing density, the amount of exudates from maize roots will increase and hence there will be a better chance of contact with more broomrape seeds in the soil. The maize could still be used as fodder or green manure, or it could be part of the crop rotation. The maize can be used as pre-plant before host crops and it can be removed after a short growing period, provided a rapid development of the root system and sufficiently early release of broomrape germination cues. This practice would be effective in greenhouses especially. In greenhouses e.g. in southern Turkey, there is a fallow period after the main crop harvest. In this time, maize can be grown, then incorporated into the soil. All applications mentioned above will be somewhat effective, but it should not be forgotten that only one tactic is not sufficient to control broomrape species. Thus, other control strategies should be combined for effective integrated broomrape management. The education of farmers and workers about broomrape control

tactics is also very important in the management of infested areas.

5. Conclusion

In this study, stimulating effects of some cereals on broomrape seed germination were investigated. The most effective cereal was determined to be maize, followed by oats. *P. ramosa* was found to be the most sensitive broomrape species, showing a clear reaction to maize as well as oats. All maize cultivars used in this study induced more germination of *P. ramosa* / *P. aegyptiaca* accessions than tomato, a host crop. All these results show that the maize can be used as a tool to induce suicidal germination of *P. ramosa* and *P. aegyptiaca*, which have the widest host range compared to other broomrape species. It is necessary to evaluate the effectiveness of the obtained results under field conditions.

References

- Abebe G, Sahile G, Al-Tawaha ARM (2005) Evaluation of potential trap crops on *orobanche* soil seed bank and tomato yield in the central rift valley of Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences* 1: 148-151.
- Acharya BD, Khattri GB, Chettri MK, Srivastava SC (2002) Effect of *Brassica campestris* var. *toria* as a catch crop on *Orobanche aegyptiaca* seed bank. *Crop Protection* 21: 533-537.
- Aksoy E, Arslan ZF, Tetik O, Eymirli S (2016) Using the possibilities of some trap, catch and Brassicaceae crops for controlling crenate broomrape a problem in lentil fields. *International Journal of Plant Production* 10: 53-62.
- Arslan ZF, Uygur FN (2013) Potency of some synthetic stimulants and root exudates on the germination of *Phelipanche* spp. *Journal of Agricultural Sciences*, 19: 198-206.
- Ayman AA, Sato D, Kusumoto D, Kamioka H, Takeuchi Y, Yoneyama K (2006) Characterization of strigolactones, germination stimulants for the root parasitic plants *Striga* and *Orobanche*, produced by maize, millet and sorghum. *Plant Growth Regulation* 48: 221-227.
- Cardoso C, Ruyter-Spira C, Bouwmeester HJ (2011) Strigolactones and root infestation by plant-parasitic *Striga*, *Orobanche* and *Phelipanche* spp. *Plant Science* 180: 414-420.
- Cimmino A, Fernandez-Aparicio M, Avolio F, Yoneyama K, Rubiales D, Evidente A (2015) Ryecyanatines A and B and rycarbonitrilines A and B, substituted cyanatophenol, cyanatobenzo[1,3]dioxole, and benzo[1,3]dioxolecarbonitriles from rye (*Secale cereale* L.) root exudates: Novel metabolites with allelopathic activity on *Orobanche* seed germination and radicle growth. *Phytochemistry* 109: 57-65.
- Dorr I, Staak A, Kollmann R (1994) Resistance of *Helianthus* to *Orobanche* histological and cytological studies. In: *Proceedings Third International Workshop on Orobanche and Related Striga Research*, (eds A Pieterse, J Verkleij & T Borg) Amsterdam, Netherlands, pp. 276-289.
- Fernandez-Aparicio M, Flores F, Rubiales D (2009) Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobanche* and *Phelipanche*) species. *Annals of Botany* 103: 423-431.
- Hershenthorn J, Goldwasser Y, Plakhine D et al. (1996) Role of pepper (*Capsicum annuum*) as a trap and catch crop for control of *Orobanche aegyptiaca*. *Weed Research* 44: 948-951.
- Jamil M, Kanampiu FK, Karaya H, Charnikova T, Bouwmeester HJ (2012) *Striga hermonthica* parasitism in maize in response to N and P fertilisers. *Field Crops Research* 134: 1-10.
- Joel DM (2009). The new nomenclature of *Orobanche* and *Phelipanche*. *Weed Research* 49: 6-7.
- Kroschel J (2001) A technical manual for parasitic weed research and extension (ed. J Kroschel). Kluwer Academic Publishing, Dordrecht.
- Labrada R, Perez R (1986) La germinación de las semillas de *Orobanche ramosa* in vitro. *Agrotecnia De Cuba* 18, 67-74.
- Labrada R, Perez R (1988) Medidas de lucha no química contra *Orobanche ramosa*. *Agrotecnia De Cuba* 20, 35-40.
- Linke KH, Abdel-Moneim AM, Saxena MC (1993) Variation in resistance of some forage legume species to *Orobanche crenata* Forsk. *Field Crops Research* 32: 277-285.
- Linke KH, Saxena MC (1991) Study on viability and longevity of *Orobanche* seed under laboratory conditions. In: *Progress in Orobanche Research*. (Eds. K Wegmann & L Musselman), 110-114. Universitat Tübingen, Tübingen, Germany.
- Lins RD, Colquhoun JB, Mallory-Smith CA (2006) Investigation of wheat as a trap crop for control of *Orobanche minor*. *Weed Research* 46: 313-318.
- López Granados F, Garcia Torres L (1993) Seed bank and other demographic parameters of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) populations in faba bean (*Vicia faba* L.). *Weed Research* 33: 319-327.
- Ma Y, Jia J, An Y, Wang Z, Mao J (2012) Potential of some hybrid maize lines to induce germination of sunflower broomrape. *Crop Science* 53: 260-270.
- Parker C (2009) Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science* 65: 453-459.
- Ross KC, Colquhoun, JB, Mallory-Smith CA (2004) Small broomrape (*Orobanche minor*) germination and early development in response to plant species. *Weed Science* 52: 260-266.
- Rubiales D, Perez-De-Luque A, Cubero JJ, Sillero JC (2003) Crenate broomrape (*Orobanche crenata*) infection in field pea cultivars. *Crop Protection* 22: 865-872.
- Sauerborn J (1991) The economic importance of the phytoparasites *Orobanche* and *Striga*. In: *Proceedings of The Fifth Symposium on Parasitic Weeds*, (eds JK Ransom, LJ Musselman, AD Worsham & C Parker) (24-30 June 1991, Nairobi, Kenya) 137-143. CIMMYT, Nairobi, Kenya.
- Siame BA, Weerasuriya Y, Wood K, Ejeta G, Butler LG (1993) Isolation of strigol, a germination stimulant for *Striga asiatica*, from host plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 1486-1491.
- Xie X, Kisugi T, Yoneyama K, Nomura T, Akiyama K, Uchida, K et al. (2017) Methyl zealactonoate, a novel germination stimulant for root parasitic weeds produced by maize. *Journal of Pesticide Science* 42: 58-61.
- Ye X, Jia J, Ma Y, An Y, Dong S (2016) Effectiveness of ten commercial maize cultivars in inducing Egyptian broomrape germination. *Frontier Agricultural Science Engineering* 3: 137-146.
- Yokota T, Sakai H, Okuno K, Yoneyama K, Takeuchi Y (1998) Alectrol and orobanchol, germination stimulants for *Orobanche minor*, from its host red clover. *Phytochemistry* 49: 1967-1973.
- Yoneyama K, Xie X, Yoneyama K, Takeuchi Y (2009) Strigolactones; structures and biological activities. *Pest Management Science* 65: 467-470.
- Zehhar N, Labrousse P, Arnaud MC et al. (2003) Study of resistance to *Orobanche ramosa* in host (oilseed rape and carrot) and non-host (maize) plants. *European Journal of Plant Pathology* 109: 75-82.



Afyonkarahisar ilinde farklı sütlerden üretilip, değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan Tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Chemical and microbiological properties of Tulum cheeses produced from different milks and marketed in different packaging materials in Afyonkarahisar

Oktay TOMAR^{ID}, Gökhan AKARCA^{ID}

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): O. Tomar, e-posta (e-mail): oktaytomar@hotmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): gakarca@aku.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Mayıs 2019
Düzeltilme tarihi 19 Mayıs 2019
Kabul tarihi 20 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Afyonkarahisar
Tulum Peyniri
Kimyasal
Mikrobiyolojik
Kalite

ÖZ

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde farklı sütlerden (inek, koyun ve keçi) üretilip ve üç farklı ambalaj malzemesi Tulum, bidon ve çuval içerisinde satışa sunulan tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri araştırılmıştır. İncelenen toplam 135 numunenin en yüksek pH, % titrasyon asitliği, su aktivitesi (a_w), kurumadde (%) ve yağ (%) değerleri sırasıyla, 5.23, 0.71, 0.882, 54.38 ve 46.5 en düşük; 3.97, 0.39, 0.724, 52.18 ve 20.0 olarak belirlenmiştir. Bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerin pH laktik asit cinsinden % titrasyon asitliği, a_w , kurumadde ve yağ değerlerinin diğer ambalaj malzemeleri ile satılan örneklerle kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri, maya/küf, toplam koliform grubu bakteri, laktik asit bakterisi, *Lactococcus/Streptococcus* spp. ve *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayıları sırasıyla en fazla 7.21, 6.92, 4.67, 4.92, 4.58 ve 4.03 log kob g⁻¹, en düşük 3.42, 3.56, <2, 3.38, 3.23 ve <2 log kob g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 135 peynir örneğinin 18 adedinde *Escherichia coli* ve 21 adedinde *Salmonella* spp. varlığı saptanmıştır. Tulum peynirlerinin mikrobiyolojik kalitelerinin kimyasal kalitelerinden, çok daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda en fazla mikroorganizma varlığının üretildikten sonra çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 02 May 2019
Received in revised form 19 May 2019
Accepted 20 May 2019

Keywords:

Afyonkarahisar
Tulum Cheese
Chemical
Microbiological
Quality

ABSTRACT

In this study, chemical and microbiological qualities of Tulum cheeses produced from different milk (cow, sheep and goat milks) and marketed in three different packaging materials in Afyonkarahisar were investigated. A total of 135 samples were examined. The highest pH, % titratable acidity, water activity (a_w), dry matter (%) and fat (%) values were found to be 5.23, 0.71, 0.882, 54.38 and 46.5 while the lowest values were found to be 3.97, 0.39, 0.724, 52.18 and 20.0, respectively. It was determined that, the pH, lactic acid %, titratable acidity, a_w , dry matter and fat values of the samples marketed in plastic cans were lower than those of the samples marketed with other packaging materials. The highest total aerobic mesophilic bacteria, yeast/mold, total coliform group bacteria, lactic acid bacteria, *Lactococcus/Streptococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* counts of the samples were found to be 7.21, 6.92, 4.67, 4.92, 4.58 and 4.03 log kob g⁻¹, while the lowest values were 3.42, 3.56, <2, 3.38, 3.23 and <2 log kob g⁻¹, respectively. In addition, of the 135 cheese samples, *Escherichia coli* was detected in 18 samples while *Salmonella* spp. was detected in 21 samples. The microbiological qualities of Tulum cheese samples were found to be much lower than their chemical qualities. As a result of microbiological analyzes, the highest microorganism counts were determined in the samples marketed in sack packaging.

1. Giriş

Tulum peyniri bugün Türkiye’de üretilen 100’den fazla çeşit peynir içerisinde en fazla tüketilen ilk üç peynir türü

arasında yer almaktadır (Çakır ve Çakmakçı 2018). Olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen peynirler sınıfında olan

Tulum peyniri, kendine has tekstürel ve duyuşal özelliklere sahip, beyaz veya krem renginde, yüksek yağ içerikli, kolay ufalanabilen, yarı sert tekstürlü, tereyağımsı ve keskin kokulu bir peynir türüdür (Karaca ve ark. 2007). Tulum peyniri hemen her bölgede üretilmesine karşın; hammadde, üretim şekli, yapısı, olgunlaştırma koşulları ve içerisine konulan ambalaj malzemeleri açısından yöresel farklılıklar göstermektedir (Kirdar ve ark. 2015). Bu kadar çok çeşit tulum peyniri arasında en popüler olanlar Erzincan, Afyon, İzmir ve Konya Tulum peynirleridir (Çetinkaya 2008). Türkiye’de tulum peyniri kuru ve salamura tipi olmak üzere iki farklı şekilde üretilmektedir. Kuru tulum peynirleri çoğunlukla Orta, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde, salamura tulum peynirleri ise çoğunlukla Ege Bölgesi’nin batısında üretilmektedir (Tekinşen ve Tekinşen 2005). Genellikle koyun derisinden üretilen tulumlar içerisine doldurulan peynirlerin günümüzde üretimlerinde plastik bidon, testi, bağırsak, karın ve suni kılıflar gibi pek çok farklı ambalaj kullanılabilmektedir (Tomar ve ark. 2018).

Bununla birlikte üretim, saklama ve satış koşulları ile kullanılan ambalaj malzemelerinden kaynaklanan sorunlar tulum peynirlerinin mikrobiyolojik kalitelerini olumsuz etkilemektedir. Bu durum hem ürünlerin kalitesinin bozulmasına yol açmakta hem de tüketicilerin sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturmaktadır.

Bu çalışmada; Afyonkarahisar ilinde farklı sütlerden üretilerek, değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada; farklı sütlerden üretilmiş (inek, koyun ve keçi sütleri) ve farklı ambalaj malzemeleri (tulum, bidon ve çuval) içerisinde satışa sunulan, toplam 135 adet tulum peyniri numunesi kullanılmıştır. Peynirler Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren satış noktalarından, farklı zaman dilimlerinde alınmıştır. Örnekler satışa sunuldukları ambalajlar içerisinde ve en az 250 g olacak şekilde alınarak soğuk zincir altında Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiş ve analizleri tamamlanmaya kadar buzdolabında (+4°C’de) muhafaza edilmiştir.

Tulum peyniri örneklerinin, % titrasyon asitliği AOAC 942.15, yağ AOAC 933.05 ve kurumadde analizleri AOAC 930.15’e göre yapılmıştır (AOAC 2016a, 2016b, 2016c). Numunelerinin pH değerleri, Ohaus (ST 5000, ABD) ile AOAC 981.1’e göre, aw değerleri ise; Novasina LabTouch-aw (Novasina AG, Lachen, İsviçre) ile AOAC 978.18’e göre belirlenmiştir (AOAC 2016d, 2016e).

Tulum peyniri numunelerinde, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya/küf, toplam koliform grup bakteri (TKGB), laktik asit bakterisi (LAB), *Lactococcus/Streptococcus* türü bakteri, *Staphylococcus aureus* türü bakteri, *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp. cinsi bakteri varlıkları yayma plak yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Halkman ve Sağdaş 2011).

Peynir örneklerinden steril koşullar altında 10 g alınarak, steril stomacher poşetlerine (Spa-174538, Lp Italiana, Milan, İtalya) aktarılmış ve 10⁻⁶ya kadar seri dilüsyonlar hazırlanmıştır (Anonim 2001; Sekin ve Karagözü 2004).

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı analizi, Plate Count Agar (PCA) (Merch, Almanya, 1.05463) besiyeri kullanılarak

yapılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları aerobik koşullarda TAMB sayımı için 30°C’de 48-72 saat etüvde (MM Incucell 55, Almanya) inkübasyona bırakılmıştır (ISO 2013a; ISO 2013b). Maya/küf sayısı analizi için Patates Dekstroz Agar (PDA) (Merch, Almanya, 1.10130) besiyeri kullanılmış ve ekimi yapılan petri kutuları aerobik koşullarda 22°C’de 5-7 gün etüvde (MM Incucell 55, Almanya) inkübasyona tabi tutulmuştur (ISO 2008). Toplam koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB) (Merch, Almanya, 1.01406) besiyeri kullanılmış, petri kutuları aerobik koşullarda 30°C’de 24-48 saat etüvde (MM Incucell 55, Almanya) inkübasyona bırakılmıştır (ISO 1991). Laktik asit bakterisi sayısı için ise, Man Rogasa and Sharpe Agar (MRS) (Merch, Almanya, 1.10660) besiyeri kullanılmış, petri kutuları jar içerisinde (Merck 1.16387) anaerobik koşullarda 30°C’de 24-48 saat etüvde (Daihan, IG50, Malezya) inkübe edilmiştir (Kneifel and Berger 1994). *Lactococcus/Streptococcus* spp. türü bakteri analizleri için M-17 Agar besiyeri (Merch, Almanya, 1.15108) kullanılmış, petri kutuları aerobik koşullarda 30°C’de 24-48 saat etüvde (Daihan, IG50, Malezya) inkübasyona bırakılmıştır (Halkman 2005).

Staphylococcus aureus türü bakteri sayısı ve *Escherichia coli* türü bakteri analizleri sırasıyla, Baird Parker Agar Merch, Almanya, 1.05406) ve Chromocult TBX Agar Merch, Almanya, 1.16122) besiyerleri kullanılarak yapılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları aerobik koşullarda sırasıyla 30-35 ve 37°C’lerde 24-48 saat etüvde (MM Incucell 55, Almanya) inkübasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda *Staphylococcus aureus* türü bakteriler için şüpheli kolonilerden (etrafi beyaz zonu siyah) örnekler alınarak yeniden Baird Parker Agar’a ekim yapılmış olup, aynı süre ve koşullarda bir kez daha inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda gelişen kolonilerden alınarak Bactident Coagulase (Merck, Almanya, 1.13306) ile koagülaz testi uygulanmış ve pozitif sonuç verenler *Staphylococcus aureus* olarak değerlendirilmiştir. *Escherichia coli* türü bakteriler için ise inkübasyon sonrasında gelişen koloniler, UV (366 nm) ışık altında kontrol edilmiştir (ISO 1999; ISO 2001; ISO 2015).

Salmonella spp. cinsi bakteri analizi yayma plak metodu ile Nutrient Broth (NB) (Merck, Almanya 1.05443), Rappaport Vassiliadis *Salmonella* Enrichment Broth (RVS) (Merck, Almanya, 1.07700), Brilliant Green Phenol Red Lactose Sucrose Agar (BPLS) (Merck, Almanya 1.10747) ve Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) (Merck, Almanya, 1.105287) kullanılarak yapılmıştır. Ekimi yapılan petri kutuları aerobik koşullarda 37°C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Greenwood et al. 1984; Flowers et al. 1992; ISO 2017).

3. Bulgular ve Tartışma

Değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan tulum peyniri örneklerinin pH değerleri inek sütünden üretilenler, koyun sütünden üretilenler ve keçi sütünden üretilenleri olmak üzere sırasıyla Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3’te gösterilmiştir.

Peynirler arasında ortalama değerler açısından en düşük pH ve en yüksek % titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4.24±0.26 ve %0.59±0.03 olarak koyun sütünden üretilip, bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde tespit edilmiş, en yüksek pH ve en düşük % titrasyon asitliği değerlerinin ise sırasıyla 5.42±2.40 ve %0.26±0.07 olmak üzere keçi sütünden üretilip çuvalar içerisinde satışa sunulan tulum peynir örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üç farklı süt kullanılarak üretilen

Çizelge 1. İnek sütünden üretilerek farklı ambalajlar içerisinde satışı sunulan Tulum peyniri örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 1. Chemical analysis results of Tulum cheese samples produced from cow's milk and sold in different packages.

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	pH	4.55	5.32	5.03±0.16
	Titrasyon asitliği (%)	0.43	0.38	0.40±0.02
	Kurumadde (%)	54.38	60.23	59.88±1.95
	Su aktivitesi	0.724	0.810	0.763±0.33
	Yağ (%)	24.0	34.0	32.2±2.10
Bidon	pH	4.22	5.03	4.48±0.20
	Titrasyon asitliği (%)	0.47	0.40	0.51±0.11
	Kurumadde	49.71	56.43	50.38±2.72
	Su aktivitesi	0.836	0.922	0.912±0.16
	Yağ (%)	20.0	32.0	29.4±2.10
Çuval	pH	4.26	5.17	4.89±0.18
	Titrasyon asitliği (%)	0.49	0.38	0.46±0.04
	Kurumadde	52.18	59.34	55.11±1.47
	Su aktivitesi	0.778	0.854	0.818±0.34
	Yağ (%)	22.0	30.0	28.2±2.20

Çizelge 2. Koyun sütünden üretilerek farklı ambalajlar içerisinde satışı sunulan Tulum peyniri örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 2. Chemical analysis results of Tulum cheese samples produced from sheep's milk and sold in different packages.

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	pH	4.47	4.86	4.74±0.09
	Titrasyon asitliği (%)	0.47	0.42	0.44±0.03
	Kurumadde (%)	53.64	63.27	57.36±6.15
	Su aktivitesi	0.765	0.858	0.816±0.22
	Yağ (%)	27.4	44.6	38.4±2.16
Bidon	pH	3.97	4.32	4.24±0.26
	Titrasyon asitliği (%)	0.71	0.37	0.59±0.03
	Kurumadde	50.27	57.31	52.84±4.06
	Su aktivitesi	0.823	0.941	0.906±0.13
	Yağ (%)	23.2	40.5	34.2±1.20
Çuval	pH	4.68	4.77	4.75±0.12
	Titrasyon asitliği (%)	0.46	0.40	0.42±0.08
	Kurumadde	52.18	60.68	54.48±4.86
	Su aktivitesi	0.882	0.836	0.844±0.11
	Yağ (%)	28.8	46.5	32.50±3.20

Çizelge 3. Keçi sütünden üretilerek farklı ambalajlar içerisinde satışı sunulan Tulum peyniri örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 3. Chemical analysis results of Tulum cheese samples produced from goat's milk and sold in different packages.

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	pH	4.45	5.12	5.04±0.21
	Titrasyon asitliği (%)	0.28	0.42	0.36±0.04
	Kurumadde (%)	51.14	57.32	54.48±4.24
	Su aktivitesi	0.838	0.876	0.854±0.42
	Yağ (%)	22.5	38.1	32.54±3.50
Bidon	pH	4.02	5.74	4.86±2.40
	Titrasyon asitliği (%)	0.53	0.36	0.42±0.06
	Kurumadde	46.35	59.63	49.18±5.25
	Su aktivitesi	0.858	0.905	0.897±0.23
	Yağ (%)	20.2	30.2	26.55±2.25
Çuval	pH	5.23	6.03	5.42±2.40
	Titrasyon asitliği (%)	0.39	0.21	0.26±0.07
	Kurumadde	50.66	58.24	52.65±3.27
	Su aktivitesi	0.841	0.883	0.861±0.34
	Yağ (%)	24.4	34.24	30.68±2.02

tulum peynir örneklerinin tamamında en düşük pH ve en yüksek % titrasyon asitliği değerlerinin bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde olduğu saptanmıştır. Bidon ambalajlarda satışa sunulan peynirlerin su aktivite değerlerinin de diğer ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerden daha yüksek olmasının, bidon ambalajın içerisindeki tulum peynirlerinde bulunan starter ve non starter bakterilerin gelişimi için daha uygun ve uzun süreli bir ortam oluşturmasından ve bunun neticesinde de metabolik aktiviteye bağlı daha fazla laktik asit üretimi gerçekleşmiş olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Çalın (2007), araştırmasında Konya Tulum peynirlerinin pH ve % titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla %0.72-1.07 ve 5.02-5.38 aralığında olduğunu belirlemiş, Kara ve Akkaya (2015) ise Afyon Tulum peynirlerinin pH ve % titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 5.27 ve %0.51 olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarda elde edilen bulgular ile araştırmamız sonuçları arasında çok fazla olmamakla birlikte, mevsim, hammadde, proses, ambalaj, depolama ve olgunlaştırma aşamalarındaki değişkenlerin farklılığı neden olduğu düşünülmektedir.

Ortalama değerler açısından en düşük su aktivitesi ve en yüksek kurumadde değerleri sırasıyla 0.763 ± 0.33 ve 59.88 ± 1.95 olmak üzere inek sütünden üretilip, tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan örneklerde, en yüksek su aktivitesi ve en düşük kurumadde değerleri ise sırasıyla 0.912 ± 0.16 ve 50.38 ± 2.72 olmak üzere koyun sütünden üretilen ve bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan peynir örneklerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde peynir örnekleri arasında en yüksek su aktivitesi ve en düşük kurumadde değerlerine sahip olan tüm örneklerin bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan peynirler olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların; bidon ambalajların su geçirgenliğinin olmaması, olgunlaştırma ve depolama aşamalarında bu peynirlerin diğer örneklerle kıyasla daha az nem kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kara ve Akkaya (2011), tarafından yapılan çalışmada Afyon Tulum peyniri örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.76 ile 0.89 aralığında değiştiği, peynirlerde ortalama su aktivitesi değerinin 0.85 olduğu tespit edilmiştir.

Tulum peyniri örneklerinin yağ içeriklerinin, inek sütünden üretilen peynirlerde %20 ile %34 arasında, koyun sütü ile üretilen peynirlerde %23.2 ile 46.5 arasında ve keçi sütünden üretilen peynirlerde ise %20.2 ile 38.1 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bostan ve ark. (1992), deri ve plastik bidonlar içinde satışa sunulan tulum peynirlerinin yağ oranlarını ortalama %24.5; Ceylan ve ark. (2007) ise Erzincan (Şavak) Tulum peynirlerin yağ oranlarını ortalama %30.0 olarak belirlemişlerdir.

Tulum peynirlerinin en yüksek TAMB sayısı ise $7.41 \log \text{ kob } g^{-1}$ (Çizelge 4) ile inek sütünden üretilip çuval ambalaj içerisinde satışa sunulan peynirlerde, en düşük TAMB sayısı $3.42 \log \text{ kob } g^{-1}$ (Çizelge 5) ile koyun sütünden üretilip tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan peynir örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerde TAMB sayısının yüksek olması, peynirlerin çiğ süttten üretilmiş olabileceğinin ve/veya üretim ve ambalajlama aşamalarında meydana gelebilen kontaminasyonların göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Kurt ve ark. 1991; Demir ve ark. 2018).

Demir ve ark. (2018), Elazığ'da ilinde satışa sunulan Şavak Tulum peynirlerinin TAMB sayısının en az $3.12 \log \text{ kob } g^{-1}$, en fazla $8.03 \log \text{ kob } g^{-1}$ ve ortalama olarak $6.85 \pm 2.11 \log \text{ kob } g^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Morul ve İşleyici

(2012), Divle Tulum peynirlerinde TAMB sayısını 3.00 ile 9.02 $\log \text{ kob } g^{-1}$ aralığında, ortalama olarak $6.78 \pm 1.42 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

Maya ve küfler, gıdalarda en sıklıkla görülen mikroorganizma gruplarıdır. Bu mikroorganizmalar gıda yüzeyinde kolaylıkla gelişerek ürünlerin bozulmasına ve tüketilemez hale gelmelerine neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 2003).

Afyonkarahisar ilinde farklı ambalajlar içerisinde satışa sunulan Tulum peynir örneklerinde en düşük maya/küf sayısının $3.56 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile keçi sütünden üretilen ve tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan örneklerde (Çizelge 6), en yüksek maya/küf sayısının ise; $6.92 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile koyun sütünden üretildikten sonra çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Kara ve Akkaya (2015), Afyon Tulum peynirlerinde maya küf sayısının en az $< 2.30 \log \text{ kob } g^{-1}$, en çok $5.80 \log \text{ kob } g^{-1}$ ve ortalama olarak $2.80 \log \text{ kob } g^{-1}$; Demir ve ark. (2018) ise, Elazığ'da ilinde satışa sunulan Şavak Tulumlarında en az $1.00 \log \text{ kob } g^{-1}$, en fazla $7.34 \log \text{ kob } g^{-1}$, ortalama olarak $5.06 \log \text{ kob } g^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmamız bulgularının çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile kıyaslandığında Demir ve ark (2018), ile benzer, Kara ve Akkaya (2015)'ya ait sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Laktik asit bakterileri, olgunlaşma sırasında tulum peynirlerinde tat ve aroma oluşumu üzerinde etkili olan bakterilerin başında gelmektedir. Bu bakterilerin sayısının fazla olması ayrıca koliform grubu gibi istenmeyen bakterilerinin gelişmesi üzerinde de baskılayıcı ve önleyici etki yapması açısından önemlidir (Kurt ve ark. 1991; Tekinşen ve Akar 2017).

Farklı ambalajlar içerisinde satışa sunulan tulum peyniri örneklerinin laktik asit bakterisi ve *Lactococcus/Streptococcus* spp. bakteri sayıları sırasıyla en düşük olarak 4.28 ± 0.14 ve $3.85 \pm 0.24 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile keçi sütünden üretilerek tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan örneklerde, en yüksek olarak ise 4.72 ± 0.11 ve $4.65 \pm 0.88 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile inek sütünden üretilerek yine tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan tulum peynirlerinde olduğu belirlenmiştir.

Farklı tulum peynirlerde laktik asit bakterisi sayılarının belirlendiği çalışmalarda incelendiğinde, Dinkçi ve ark. (2012), Kargı Tulum peynirlerinde $7.06 \log \text{ kob } g^{-1}$, Morul ve İşleyici (2012) ise, Divle Tulum peynirlerinde $6.67 \log \text{ kob } g^{-1}$ laktik asit bakterisi olduğunu belirlemişlerdir. Kara ve Akkaya (2015), Afyon Tulum peynirlerinde *Lactococcus/Streptococcus* spp. sayılarını en düşük $5.14 \log \text{ kob } g^{-1}$, en yüksek $6.66 \log \text{ kob } g^{-1}$ ve ortalama olarak ise $5.72 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Koliform grubu bakterilerin gıda ürünlerinde yüksek sayılarda bulunması ürünlerin üretiminde uygulanan hijyen ve sanitasyon kurallarının yetersizliğinin ve/veya üretim sonrası oluşan kontaminasyonların göstergesidir. *Staphylococcus aureus*'un gıda sanayisinde en önemli bulaşma kaynağı ise gıda sanayisi çalışanlarıdır. Bu bakterinin gıdalardaki varlığı; uygulanan ısı işlemde sorun olduğunu, ısı işlem sonrası olası bulaşmaları ya da üretim ve ambalajlama aşamalarında insan kaynaklı kontaminasyonların varlığına işaret etmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 2003).

Çizelge 4. İnek sütünden üretilerek farklı ambalajlarda satışa sunulan Tulum peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob g⁻¹).

Table 4. Microbiological analysis results of Tulum cheese samples produced from cow's milk and sold in different packages (log cfu g⁻¹).

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	TAMB sayısı	3.97	4.69	4.21±0.17
	Maya/Küf sayısı	3.69	4.62	4.45±0.22
	TKGB sayısı	<2	3.31	1.18±0.26
	LAB sayısı	3.89	4.66	4.46±0.39
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.59	4.79	4.65±0.88
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	<2	3.43	2.84±0.22
Bidon	TAMB sayısı	4.02	5.09	4.77±0.19
	Maya/Küf sayısı	4.18	4.72	4.48±0.69
	TKGB sayısı	2.01	3.67	2.65±0.94
	LAB sayısı	3.80	4.86	4.61±0.25
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.85	4.28	4.04±0.22
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.42	3.95	3.14±0.05
Çuval	TAMB sayısı	4.14	7.41	6.82±0.42
	Maya/Küf sayısı	4.61	5.36	4.76±0.28
	TKGB sayısı	2.95	4.04	3.53±0.27
	LAB sayısı	4.57	5.12	4.72±0.11
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	4.51	4.62	4.28±0.09
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	3.43	4.03	3.54±0.22

Çizelge 5. Koyun sütünden üretilerek farklı ambalajlarda satışa sunulan Tulum peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob g⁻¹).

Table 5. Microbiological analysis results of Tulum cheese samples produced from sheep's milk and sold in different packages (log cfu g⁻¹).

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	TAMB sayısı	3.42	4.02	3.51±0.26
	Maya/Küf sayısı	3.72	4.81	4.53±0.17
	TKGB sayısı	2.04	3.41	2.18±0.06
	LAB sayısı	3.38	4.71	4.52±0.48
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.23	4.58	4.36±0.20
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.02	3.73	2.04±0.12
Bidon	TAMB sayısı	3.94	5.02	4.57±0.38
	Maya/Küf sayısı	4.68	5.09	4.76±0.41
	TKGB sayısı	2.12	3.52	2.56±0.14
	LAB sayısı	4.10	4.84	4.59±0.15
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.27	4.08	4.01±0.02
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.14	3.05	2.59±0.05
Çuval	TAMB sayısı	4.16	7.21	6.92±0.31
	Maya/Küf sayısı	4.24	6.92	5.78±0.68
	TKGB sayısı	2.06	4.67	3.23±0.13
	LAB sayısı	4.07	4.92	4.68±0.22
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.58	4.28	4.20±0.19
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.03	3.03	2.24±0.12

Çizelge 6. Keçi sütünden üretilerek farklı ambalajlarda satışa sunulan Tulum peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob g⁻¹).

Table 6. Microbiological analysis results of Tulum cheese samples produced from goat's milk and sold in different packages (log cfu g⁻¹).

Ambalaj	Analiz	Numune (n: 15 x 3)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Tulum	TAMB sayısı	3.73	4.81	4.16±0.28
	Maya/Küf sayısı	3.56	4.76	4.57±0.18
	TKGB sayısı	<2	2.61	2.08±0.06
	LAB sayısı	3.66	4.61	4.28±0.14
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.23	4.11	3.85±0.24
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.01	2.13	2.08±0.12
Bidon	TAMB sayısı	4.26	5.02	4.59±0.13
	Maya/Küf sayısı	4.26	4.75	4.56±0.28
	TKGB sayısı	2.12	3.65	2.74±0.12
	LAB sayısı	4.06	4.73	4.57±0.16
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	3.55	4.07	3.98±0.36
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.26	3.14	2.63±0.11
Çuval	TAMB sayısı	4.38	6.36	5.74±0.15
	Maya/Küf sayısı	4.33	5.86	5.62±0.12
	TKGB sayısı	<2	2.04	2.01±0.07
	LAB sayısı	4.18	4.92	4.64±0.13
	<i>Lactococcus/Streptococcus</i> spp. sayısı	4.36	4.56	4.33±0.11
	<i>Staphylococcus aureus</i> sayısı	2.03	2.41	2.09±0.01

Çizelge 7. Farklı sütlerden üretildikten sonra değişik ambalaj malzemeleri içerisinde satışa sunulan Tulum peynirlerinde *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp. varlığı.

Table 7. After being produced from different milks, Tulum cheeses offered for sale in various packaging materials, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. presence.

	İnek						Koyun						Keçi					
	Tulum n=15		Bidon n=15		Çuval n=15		Tulum n=15		Bidon n=15		Çuval n=15		Tulum n=15		Bidon n=15		Çuval n=15	
	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
<i>E.coli</i>	0	0	3	20	6	40	0	0	2	13.3	2	13.3	1	6.67	3	20	1	6.67
<i>Salmonella</i> spp.	2	13.3	3	20	5	33.3	1	6.67	1	6.67	3	20	0	0	2	13.3	4	26.6

P: Üreme Gözlenen Örnek Sayısı

Toplam 135 tulum peynir numunesinde en düşük toplam koliform ve *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayıları; her iki bakteri içinde $<2 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile inek sütünden üretilip tulum ambalaj içerisinde satışa sunulan peynir örneklerinde, en yüksek toplam koliform ve *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayıları ise sırasıyla $4.67 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile koyun sütünden üretilip çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde ve $4.03 \log \text{ kob } g^{-1}$ ile inek sütünden üretildikten sonra çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan peynir örneklerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Elazığ'da satışa sunulan Şavak peynirlerinde toplam koliform grubu bakteri sayısını Demir ve ark (2018), ortalama olarak $4.49 \pm 0.12 \log \text{ kob } g^{-1}$, Demir ve ark (2017), ise üretildikten sonra vakum paketler içerisinde olgunlaştırılan tulum peynirlerinde ortalama $3.69 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Morul ve İşleyici (2012), Kara ve Akkaya (2015) ve Demirci ve ark (2018), tulum peyniri örneklerinde *Staphylococcus aureus* türü bakteri sayılarını ortalama olarak sırasıyla 5.04, 2.91 ve $1.42 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak saptamışlardır.

Üç farklı ambalaj malzemesi içerisinde satışa sunulan tulum peynir örneklerinde tespit edilen *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp. cinsi bakteri varlığı Çizelge 7'de gösterilmiştir. En fazla *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp. türü bakteri varlığı sırasıyla 15 numunenin 6'sında (%40) ve 5'inde (%33.3) olmak üzere inek sütünden üretildikten sonra çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde tespit edilmiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analizler neticesinde elde edilen sonuçlar, konu ile ilgili diğer çalışmaların sonuçları ile genellikle benzer olmasına karşın bazı araştırmaların sonuçlarıyla uyumsuzlukların, tulum peyniri örneklerinin üretim, depolama, olgunlaştırma ve satış aşamalarında hijyen ve sanitasyon kurallarına yeteri kadar dikkat edilmemesinden, peynirlerin ambalajlanmasında kullanılan malzemelerin mikrobiyal kalitesinin düşük olmasından ve ambalaj malzemelerin (özellikle çuval) içerisine konulan peyniri üretim sonrasında muhtemel kontaminasyonlardan gerektiği gibi koruyamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada farklı sütler kullanılarak üretildikten sonra, farklı ambalaj malzemelerinde paketlenerek Afyonkarahisar ilinde satışa sunulan tulum peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Kimyasal analiz sonuçları açısından değerlendirildiğinde; bidon ambalajlar içerisinde satışa sunulan peynirlerinin, diğer ambalajlara kıyasla kurumadde ve yağ değerlerinin daha düşük, a_w değerinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, bidon ambalajın özellikle su geçirgenliğinin, diğer malzemelere kıyasla çok daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, en fazla mikroorganizma sayısının üç farklı süt çeşidi ile üretilen ve çuval ambalajlar içerisinde satışa sunulan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar; tulum peyniri üretiminde, çuval ambalaj kullanımının, diğer ambalaj malzemeleri ile kıyaslandığında üretim sonrası olası kontaminasyonlardan ürünü yeterince koruyamadığını, bu ambalajlar içerisinde mikroorganizmaların daha kolay gelişebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle tulum peynirlerinin özellikle çuval ambalajlar içerisinde olgunlaştırılması, depolanması ve satışa sunulmasının gerek peynirlerin mikrobiyolojik kalitesi ve gerekse tüketici sağlığı açısından uygun olmayacağı değerlendirilmiştir.

Türkiye'de en fazla tüketilen üç peynirden biri olan tulum peynirinin mikrobiyolojik kalitesi, yapımında genellikle çiğ süt kullanımı, proses aşamalarında bir standardın olmaması, üretim, ambalajlama, olgunlaştırma ve depolama aşamalarında yeterli hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmaması, uygun olmayan ambalaj malzemelerinin kullanımı gibi nedenlerden dolayı olumsuz etkilenmektedir.

Peynirlerin üretiminde kullanılan süte ısıtma işlemi uygulanması, proses aşamalarının standardize edilmesi, üretim ve sonrasındaki aşamalarda olası kontaminasyonların engellenmesi, uygun ve güvenli ambalaj malzemesi kullanımı ile mevcut sorunların çözüleceği ve peynirlerin tüketici açısından daha güvenli hale geleceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim (2001) Türk Standartları Enstitüsü, TS 6235 EN ISO 6887-1. Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi, Deney Numunelerinin Başlangıç Süspansiyonunun ve Ondalık Seyreltilerinin Hazırlanması İçin Genel Kurallar.
- AOAC (2016a) Official methods of analysis (20th ed.). 942.15. Washington, DC: Association of Analytical Chemists.
- AOAC (2016b) Official methods of analysis (20th ed.). 933.05. Washington, DC: Association of Analytical Chemists.
- AOAC (2016c) Official methods of analysis (20th ed.). 930.15. Washington, DC: Association of Analytical Chemists.
- AOAC (2016d) Official methods of analysis (20th ed.). 978.18. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (2016e) Official methods of analysis of the (20th ed.). 981.12. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- Bostan K, Uğur M, Aksu H (1992) Deri ve plastik bidonlar içinde satışa sunulan tulum peynirlerinin duyuusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Pendik Hayv Hast Merk Araşt Enst Derg. 23: 75-83.
- Ceylan ZG, Çağlar A, Çakmakçı S (2007) Some physicochemical, microbiological, and sensory properties of Tulum cheese produced

- from ewe's milk via a modified method. International Journal of Dairy Technology 60: 191-197.
- Çakır Y, Çakmakçı S (2018) Some microbiological, physicochemical and ripening properties of Erzincan Tulum cheese produced with added black cumin (*Nigella Sativa* L.). Journal of Food Science and Technology 55(4): 1435-1443.
- Çalım HG (2007) Konya ve çevresinde farklı tip ambalajlarda tüketime sunulan tulum peynirlerinin kalite nitelikleri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çetinkaya A (2008) Geleneksel Peynirlerimiz Abp Yayınları, İstanbul.
- Demir P, Öksüztepe G, İncili GK, İlhak Oİ (2017) Vakum paketli Şavak tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. Kafkas Üniv Vet Fak Derg. 23(1): 23-30.
- Demir P, Erkan S, Öksüztepe G (2018) Elazığ'da Satılan Şavak Tulum Peynirlerinin Mikrobiyolojik Kalitesi. Harran Üniv Vet Fak Derg. 7(1): 15-20.
- Dinkçi N, Ünal G, Akalın AS, Varol S, Gönc S (2012) Kargı tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg. 49(3): 287-292.
- Flowers RS, D'aust JY, Andrews WH, Bailey JS (1992) Salmonella (Ed: Vanderzant DF), Compendium of the Methods for the Microbiological Examinations of Foods.. Spilltstoesser. American Public Health Association, s. 371-42.
- Greenwood MH, Coetzee EF, Ford BM, Gill P, Hooper WL, Matthews SCV, Patric S (1984) The microiology of selected retail food products with an evolution of vialable counting methods. Journal of Hygiene 92: 67-77.
- Halkman K (2005) Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara,
- Halkman K, Sağdaz ÖE (2011) Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. Prosigma Baskı ve Promosyon Hizmetleri, Ankara.
- ISO (1991) International Standard Organization. 4832 General Guidance fort the Enumeration of Coliforms Colony Count Technique. Geneva, Switzerland.
- ISO (1999) International Standard Organization. 6888-1 Horizontal Method for the Enumeration of Coagulase- positive Staphylococci Technique using Baird Parker Agar Medium. Geneva, Switzerland.
- ISO (2001) International Standard Organization. 16649-1:2001 Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* Part 1: Colony-count technique at 44 degrees C using membranes and 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. Geneva, Switzerland.
- ISO (2008) International Standard Organization. 21527-1:2008 Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95. Geneva, Switzerland.
- ISO (2013a) International Standard Organization. 4833-2:2013 Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 2: Colony count at 30 degrees C by the surface plating technique. Geneva, Switzerland.
- ISO (2013b) International Standard Organization. 4833-1:2013 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. Geneva, Switzerland.
- ISO (2015) International Standard Organization. 16649-3:2015Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide. Geneva, Switzerland.
- ISO (2017) International Standard Organization. 6579-1:2017 Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Geneva, Switzerland.
- Kara R, Akkaya L (2015) Afyon Tulum Peynirinin Mikrobiyolojik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile Laktik Asit Bakteri Dağılımlarının Belirlenmesi. AKÜ Fen ve Müh. Bil. Derg. 15: 1-6.
- Karaca OB, Ocak S, Güney O, Güven M (2007) Present situation of goat production sector and some typical dairy cheeses. In: Turkey, 3rd Joint Meeting of the Network of Universities and Research Institutions of Animal Science of The South Eastern European Countries. Hesseloniki, Greece, pp. 120-125.
- Kırdar SS, Kose Ş, Gun I, Ocak E, Kursun Ö (2015) Do consumption of Kargı Tulum cheese meet daily requirements for minerals and trace elements? Mljekarstvo 65(3): 203-209.
- Kneifel W, Berger E (1994) Microbiological criteria of random samples of spices and herbs retailed on the austrian market. J Food Protection 57(10): 893-901.
- Kurt A, Çağlar A, Çakmakçı S (1991) Erzincan (Şavak) Tulum peynirinin mikrobiyolojik özellikleri üzerinde bir araştırma. Doğa Tr J. of Vet and Anim. Sci. 16: 41-50.
- Morul F, İşleyici Ö (2012) Divle Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. YYU Veteriner Fakültesi Dergisi 23(2): 71-76.
- Sekin Y, Karagözlü N (2004) Gıda Mikrobiyolojisi, Gıda Sanayisi İçin temel Prensipler ve Uygulamalar. Literatür Yayınevi, İstanbul.
- Tekinşen C, Tekinşen K (2005) Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınevi, Konya.
- Tekinşen KK, Akar D (2017) Erzincan Tulum peyniri. Ata Üniv Vet Bil Derg. 12(2): 218-226.
- Tomar O, Akarca G, Beykaya M, Çağlar A (2018) Some characteristics of Erzincan Tulum cheese produced using different probiotic cultures and packaging material. Kafkas Uni. Vet. J. 24(5): 647-654.
- Ünlütürk A, Turantaş F (2003) Gıda Mikrobiyolojisi. Üçüncü Baskı. Meta Basım ve Matbaacılık, İzmir.



Tarımsal ürünlerin pazarlanmasında hal kayıt sisteminin çiftçiler tarafından kullanılma durumu: İzmir ili örneği

The status of using wholesale market registration system by farmers in the marketing of agricultural products: The case of Izmir province

Filiz KINIKLI^{id}, Hakan ADANACIOĞLU^{id}, Cemile YILMAZ^{id}, Gizem ÖZER^{id}

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova/İzmir

Sorumlu yazar (Corresponding author): F. Kinikli, e-posta (e-mail): filiz.kinikli@ege.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): hakan.adanacioglu@ege.edu.tr, cemileyilmz2@outlook.com, gzm.773@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 19 Şubat 2019
Düzeltilme tarihi 13 Mart 2019
Kabul tarihi 8 Nisan 2019

Anahtar Kelimeler:

Toptancı halleri
Kayıt sistemi
Çiftçiler
Tarım
Pazarlama

ÖZ

Sahip olduğu ekolojik özellikler nedeniyle Türkiye'nin, hemen hemen tüm tarım bölgelerinde, açıkta meyve ve sebze üretimi yapılabilmektedir. Yaş meyve ve sebzelerin pazarlamasında en büyük rolü toptancı halleri ve bu hallerde görev alan komisyoncular üstlenmektedir. Toptancı hallerinde işlem gören sebze ve meyvenin, iç piyasaya sürülen sebze ve meyvenin yalnızca %30'unu oluşturduğu, %70'inin ise kayıt dışı olarak pazarlandığı yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Kayıt dışılık ne kadar fazla olursa ekonomik kayıp ve haksız rekabette o kadar fazla ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de sebze ve meyvede kayıt dışılığı önlemek amacıyla 2012 yılında yürürlüğe giren 5957 sayılı yeni hal kanunu kapsamında hal kayıt sistemi uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı üreticilerin hal kayıt sistemini kullanımını ortaya koyarak, kayıt dışı ticareti miktar ve değer olarak tespit etmektir. Araştırmada gayeli kota örnekleme kullanılarak patates, mandalina ve şeftali üreticilerinden toplam 150 üretici ile görüşülmüştür. Çalışmada üreticilerin hal kayıt sistemi kavramını duyma oranının yüksek olduğu belirlenmiş fakat kayıt olma oranının yeterli düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca sisteme kayıt olan üreticilerin bildirim yapma oranının oldukça düşük olduğu görülmüştür. 2017 yılı için kayıt dışılığın mandalinada %15, şeftalide %8 ve patatesten %1 olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemdeki en önemli sorun üreticilere hal kayıt sistemi ve işleyişi hakkında gerekli bilginin kurumlar tarafından verilmeyişidir. Bu kapsamda çiftçilere hal kayıt sisteminin ne demek olduğu, hal kayıt sistemine nasıl kayıt olunacağı ve nasıl bildirim yapılması gerektiğini açıklayan bilgilendirme amaçlı eğitim çalışmaları yapılmalıdır.

ARTICLE INFO

Received 19 February 2019
Received in revised form 13 March 2019
Accepted 8 April 2019

Keywords:

Wholesale markets
Registration system
Farmers
Agriculture
Marketing

ABSTRACT

Due to ecological properties had by Turkey, fruit and vegetable production is grown in almost all agricultural areas. The significant role in the marketing of fresh fruits and vegetables belongs to wholesale food markets and wholesale market brokers. In the literature, it was determined that 70% of fresh vegetables and fruits were marketed as informal. If there is an informality in an economy, loss and unfair competition arises. In Turkey, the law no:5957 was gone into operation in 2012 and the new wholesale market law has been applied. The purpose of this study is to determine the usage status of the wholesale market registration system by farmers and to determine the informal trade. In this research, using Quota sampling the questionnaire was applied to potato, mandarin, and peach total of 150 farmers. In the study, it was determined that the rate of hearing the concept of the wholesale market registration system was high but the rate of registration was low. It is determined that farmers who were registered to the system the rate of notifying is very low. In the study, it was determined that the informal market was 15% in Mandarin, 8% in peach and 1% in potato. The most important problem in the wholesale market registration system is the lack of information about the farmers' wholesale market registration system and operation. In this context, informational training studies should be done to explain to farmers what the registration system means, how to register to the registration system and how to notify them.

1. Giriş

Türkiye'nin sahip olduğu ekolojik özellikler nedeniyle, hemen hemen tüm tarım bölgelerinde, açıkta meyve ve sebze üretim olanağı bulunabilmekte ve örtü altı sebze yetiştiriciliği de giderek yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle, meyve-sebze üretimi, başta Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgeleri olmak üzere, geniş bir üretici kesiminin geçim kaynağını oluşturmaktadır (Eraktan 1997).

Yaş meyve ve sebzelerin pazarlamasında en büyük rolü toptancı halleri ve bu hallerde görev alan komisyoncular üstlenmektedir. Ayrıca toptancı hallerinin ürünleri kayıt altına alması da önemli bir husustur. Kayıt dışılık ne kadar fazla olursa ekonomik kayıp ve haksız rekabette o ölçüde ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de Toptancı Halleri, 1960 yılında yürürlüğe giren 1580 sayılı Belediyeler Kanunu'nun 15. maddesine göre kurulmakta ve 16.05.1960 tarih ve 10605 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 80 sayılı toptancı hallerinin yönetim şekli hakkındaki kanun hükümlerine göre, belediyelerin sorumluluğunda yönetilmektedir (Demirbaş 2001). Fakat yasadaki bazı boşluklardan dolayı, 27 Haziran 1995 tarihinde 'Yaş Sebze ve Meyve Ticaretinin Düzenlenmesi ve Toptancı Halleri Hakkında KHK 22326 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanun hükmünde kararnameye göre 'Haller Yasası' olarak bilinen 4367 sayılı 'Yaş Sebze ve Meyve Ticaretinin Düzenlenmesi ve Toptancı Halleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Bazı Maddelerinin Değiştirilmesine Dair Kanun', 11.06.1998 tarihinde kabul edilerek, 14.06.1998 tarihinde 23372 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Böylece 1995 yılında çıkarılan 552 sayılı KHK'de bazı değişikliklerle üç yıl sonra yasallaşmıştır (Giray 1998).

552 sayılı KHK'de genel olarak; yaş meyve ve sebzelerin alımı, satımı ve devri ile toptancı halleri ve pazar yerlerinin kuruluş, işleyiş, yönetim ve denetimlerine ilişkin esaslardan bahsedilmiştir. Bu kararname, üç temel esas üzerine kurulmuştur. Bunlar; yaş sebze ve meyvelerin öncelikle hallerde toplanması; serbest rekabet koşulları altında en uygun fiyat oluşumunun sağlanması ve denetimin geniş ölçüde belediyeler eliyle yürütülmesi şeklindedir (Sayın ve Mencet 2007). Canik ve Alparslan tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada, 552 sayılı KHK'de yapılan değişikliklere rağmen kayıt dışılığın önlenemediği belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada toptancı hallerinde işlem gören sebze ve meyvenin, iç piyasaya sürülen sebze ve meyvenin yalnızca %30'unu oluşturduğu ve %70'inin kayıt dışı olarak pazarlandığı belirlenmiştir (Canik ve Alparslan 2010).

1 Ocak 2012'de 5957 sayılı "Sebze ve Meyveler ile Yeterli Arz ve Talep Derinliği Bulunan Diğer Malların Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun" çıkarılmıştır. Bu kanun ile kayıtlı olmayan araçların mümkün olduğu kadar ortadan kaldırılması, üreticilerin toptancı hallerine erişim maliyetlerinin azaltılması ve çiftçilerin ürünlerini doğrudan perakendecilere satabilmeleri hedeflenmiştir (Aysoy ve ark. 2015). Adanacıoğlu ve Yercan tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada, Yeni Hal Kanununun yürürlüğe girmesine rağmen kayıt dışı işlemlerin önlenemediği, yaş meyve ve sebze ticaretinde toptancı hallerinin müzayede, depolama, tasnifleme ve ambalajlama tesisleri ile laboratuvar ve soğuk hava deposu gibi alt yapı eksiklikleri nedeniyle pazarlama ve yardımcı hizmetleri yerine getirmede işlevsiz kaldığı, gıda güvenilirliğinin ihmal edildiği, kayıt dışılığa bağlı olarak rekabet şartlarının

oluşturulmadığı, üretici ile tüketici arasındaki pazarlama marjının oldukça yüksek olduğu ve bunun giderek arttığı belirtilmiştir (Adanacıoğlu ve Yercan 2012).

Literatürde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde; farklı illerde toptancı hallerinin durumu ve işleyişi, yeni hal yasası hakkında komisyoncu görüşleri ve uygulamada karşılaşılan sorunların ortaya konulduğu çalışmalara rastlanmıştır (Yılmaz ve Yılmaz 2002; Hadimli ve Bulut 2004; Canik ve Alparslan 2010; Gözener ve Sayılı 2011; Coşkun 2014; Coşkun ve Tunalıoğlu 2015; Aydın Can ve Engindeniz 2018). Bununla birlikte; yeni hal kanunu ile daha önceki yasal düzenlemelerin karşılaştırılarak incelendiği, avantaj ve dezavantajların ortaya konulduğu, muhasebe bilgi sistemi ve hallerdeki belge düzeninin işlenişi gibi konuları ele alan ikincil veri taraması ile hazırlanmış çalışmaların literatürde önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür (Adanacıoğlu ve Yercan 2012; Ölmez ve Demirörs 2015; Apalı ve Bozcu 2018).

Bu çalışma ile; İzmir ilindeki yaş meyve ve sebze üreticilerinin 5957 sayılı Yeni Hal Kanunu hakkında bilgi düzeylerinin belirlenmesi, kayıt dışı ticaretin ve üreticilerin Hal Kayıt Sistemine bakış açılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylece literatüre Yeni Hal Kanunu hakkında üretici görüşlerinin de ortaya konulduğu ve üreticilerin karşılaştıkları sorunlara yönelik kayıt dışılık hakkında somut bilgilerin yer aldığı bir çalışma eklenmiş olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini, İzmir ilinde yaş meyve ve sebze üretimi yapan üreticiler ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca, önceden yayınlanmış tezler, araştırmalar, makaleler, bildiriler, proje raporları vb. çalışmanın ikincil veri kaynaklarını oluşturmaktadır.

Araştırmanın kapsamına giren ürünleri belirlemek amacı ile İzmir Büyükşehir Belediyesinin Kaynaklar Yaş Meyve ve Sebze Haline başvurulmuştur. Bu kapsamda halde en fazla işlem yapılan ürünler tespit edilmiştir. Buna göre halde en fazla satışı olan ürünlerin patates, şeftali ve mandalina olduğu belirlenmiştir. Bu ürünlerin en fazla üretiminin gerçekleştirildiği; Ödemiş, Menderes ve Kemalpaşa ilçelerinde araştırma yürütülmüştür. Çalışmada gayeli kota örnekleme yöntemi kullanılarak ele alınan 3 ürün için 50'şer üretici ile görüşülerek, toplam 150 anket yapılmıştır.

Anket yoluyla toplanan veriler, gerekli kodlamalar ve kontroller yapıldıktan sonra Excel, SPSS ve Gretl paket programına girilmiştir. Elde edilen veriler temel tanımlayıcı istatistikler kullanılarak çizelgeler halinde özetlenmiştir. Sürekli değişkenler için Kolmogorov Smirnov testi ile normal dağılım testi yapılmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenler için varyans analizi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Kruskal Wallis testi uygulanarak patates, mandalina ve şeftali üreticileri arasındaki fark ortaya konulmuştur. Üreticilerin hal kayıt sistemine kayıt olma, bildirim yapma gibi bazı özellikleri ise ki-kare analizleri ile değerlendirilmiştir. Üreticilerin hal kayıt sistemine ilişkin sorunları ise Best-Worst analizi ile ortaya konulmuştur. Üreticilerin hal kayıt sistemine kayıt olmasını etkileyen faktörler lojistik regresyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Modelde bağımlı değişken olarak hal kayıt sistemine kayıt olma temel alınmıştır. Eğer üretici hal kayıt sistemine kayıt oluyorsa Y: 1, olmuyorsa Y: 0 olarak alınmıştır. Bağımsız değişken olarak ise; üreticinin yaşı (yıl), eğitimi (sadece okuma yazma bilen: 0, İlkokul: 1, Ortaokul: 2 Lise: 3, Üniversite: 4

Yüksek lisans/doktora: 5), toplam arazi (dekar), yıllık gelir (TL), ailedeki birey sayısı, köyün ilçeye uzaklığı (km), internete bağlanma (bağlanan: 1, bağlanmayan: 0), bilgisayar kullanma (kullanan: 1, kullanmayan: 0), tarım dışı işi olma (olan: 1, olmayan: 0) ve akıllı telefona sahip olması (var: 1, yok: 0) ele alınmıştır.

3. Bulgular

3.1 Üreticiler ile İlgili Bulgular

Araştırma kapsamında patates, mandalina ve şeftali üretimi yapan 150 üretici ile görüşülmüş ve üreticilerin yaş ortalamasının 46.95 olduğu belirlenmiştir. Mandalina üreticilerinin yaş ortalamasının, patates ve şeftali üreticilerinin yaş ortalamasına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Normal dağılım gösterdiği belirlenen yaş kriteri için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin genel olarak eğitim düzeyinin ilköğretim seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin hane halkı büyüklüğü ise ortalama 3.68 kişidir. 2016 yılı ortalama hane halkı büyüklüğü incelendiğinde Türkiye ortalamasının 3.48, İzmir ili ortalamasının ise 3.04 kişi olduğu görülmüştür (İzmir Valiliği 2017). Araştırmanın kırsal alanda yapılmasından dolayı üreticilerin hane halkı büyüklüğünün İzmir ili ortalamasının üzerinde olması beklenen bir durumdur. Üreticilerin ailelerinde tarımla uğraşan kişi sayısı yaklaşık 2 birey ve bu üreticilerin ortalama 26 yıl tarımsal faaliyetle uğraştığı tespit edilmiştir. Ailede tarımla uğraşan kişi sayısı ve tarımsal deneyim süresine

göre üreticiler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar mevcuttur (Çizelge 1).

3.2 İşletmelerin Yapısal Özellikleri

İzmir Tarım İl Müdürlüğü'nden alınan bilgilere, göre İzmir ilinde patates üretiminin en fazla yapıldığı yer Ödemiş, mandalina üretiminin en fazla yapıldığı yer Menderes, şeftali üretiminin en fazla yapıldığı yer ise Kemalpaşa ilçeleridir. Çizelge 2'de işletmelere ait bazı özellikler yer almaktadır. Buna göre; patates üreticileri yaklaşık 3 parselden oluşan ortalama 68.11 dekar alanda üretim faaliyetlerini sürdürmektedirler. Ödemiş ilçesinde patates üreticileri ile yapılan bir başka çalışmada benzer sonuçlara rastlanmıştır (Ormeci Kart ve ark. 2017). Patates üreticilerinin yıllık toplam patates üretim miktarı ise yaklaşık 373 tondur. Üreticilerin %40'ı geleneksel olarak üretim yaptıklarını %32'si organik ve %28'i iyi tarım uygulamaları şeklinde üretim yaptıklarını belirtmişlerdir. Yöredeki bazı patates üreticilerinin organik tarım kapsamında sürekli denetim uygulanmasından dolayı organik tarım yapmasalar dahi üretim yöntemi olarak organik olduğunu belirtmişlerdir. Bunun bir diğer göstergesi de organik üretim ve ürün fiyatlarının birbiriyle uyumsuz olmasıdır. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın Hal Kayıt Sistemi sayfasında halde satışı yapılan geleneksel üretim yöntemi kullanılan patates ürününün ortalama satış fiyatı 0.70 TL kg⁻¹'dir (11.05.2018 tarihli veriler kullanılmıştır). Araştırma kapsamında görüşülen patates üreticilerinin beyanlarına göre ise ortalama patates fiyatı 0.44 TL kg⁻¹'dir. Üreticiler patatesin büyük bir kısmını ortalama 0.41 TL kg⁻¹'e komisyoncuya sattıklarını belirtmişlerdir. Bunun dışında sanayiye, tüccara ve doğrudan tüketiciye satış yapan üreticilerde bulunmaktadır.

Çizelge 1. Üreticilerin genel özellikleri.

Table 1. General features of farmers.

	Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri	Genel
Yaş*	48.06	50.56	47.22	46.95
Eğitim (Yıl)	8.36	8.10	9.08	8.51
Ailedeki birey sayısı	3.68	3.80	3.56	3.68
Ailede tarımla uğraşan birey sayısı**	1.56	1.20	1.74	1.50
Tarımsal deneyim süresi**	27.84	28.36	21.80	26.00
Yıllık Gelir (%)	5000TL'den az	-	-	4.0
	5000-9999	-	6.0	3.30
	10000-14999	4.0	4.0	6.70
	15000-19999	12.0	16.0	15.30
	20000 ve üstü	60.0	80.0	70.70

*Varyans analizine göre gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlıdır. **Kruskal-Wallis testine göre gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlıdır.

*According to Variance Analysis, the difference between the groups was found to be significant for $p \leq 0.05$. **According to Kruskal-Wallis test, the difference between the groups was found to be significant for $p \leq 0.05$.

Çizelge 2. İşletmelere ait özellikler.

Table 2. Features of farms.

	Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri
Üretim alanı (daa)**	68.11	39.54	25.12
Parsel sayısı (adet)**	3.08	2.90	2.88
Toplam üretim miktarı (ton)**	373.25	171.10	80.40
Ürün satış fiyatı (TL kg ⁻¹)**	0.44	0.98	1.23
Üretim yöntemi (%)	Geleneksel	60.0	26.0
	Organik	14.0	8.0
	İyi tarım	26.0	66.0

**Kruskal-Wallis testine göre gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlıdır.

**According to Kruskal-Wallis test, the difference between the groups was found to be significant for $p \leq 0.05$.

Araştırma kapsamında görüşülen mandalina üreticileri yaklaşık 40 dekar alanda 171 ton mandalina üretimi gerçekleştirmektedirler. Üreticilerin %60'ı geleneksel üretim yapmakta ve üretimini yaptıkları mandalınayı ortalama 0.98 TL kg⁻¹'e satmaktadırlar. Bu fiyatın, T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın Hal Kayıt Sistemi sayfasında halde satışı yapılan geleneksel üretim yöntemi ile üretilen mandalınanın ortalama satış fiyatının (1.48 TL kg⁻¹) altında olduğu görülmüştür. Üreticiler mandalınayı genellikle tüccara ve doğrudan tüketiciye satarak pazarlamaktadırlar. Üreticiler mandalınanın tüccara satış fiyatının ortalama 0.94 TL kg⁻¹ ve doğrudan tüketiciye satış fiyatının 1.42 TL kg⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

Şeftali üreticileri yaklaşık 3 parselden oluşan, 25.11 dekar alanda 80 ton şeftali üretimi yapmaktadırlar. Şeftali üreticilerinin %66 gibi büyük bir kısmının iyi tarım uygulamaları yöntemiyle üretim yaptıkları belirlenmiştir. Üreticiler ürün satış fiyatının ortalama 1.23 TL kg⁻¹ olduğunu ifade etmişlerdir. Patates ve mandalınada olduğu gibi üreticiler tarafından beyan edilen şeftali fiyatının da T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın Hal Kayıt Sistemi sayfasında yer alan şeftali fiyatının (2.66 TL kg⁻¹) altında olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin sıklıkla kullandıkları pazarlama kanallarının; komisyoncu, tüccar, pazarcı, doğrudan tüketici ve ihracatçı olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen üreticiler, kullandıkları pazarlama kanalları içerisinde ürünü en yüksek fiyattan ihracatçıya sattıklarını belirtmişlerdir (yaklaşık 1.97 TL kg⁻¹) (Çizelge 2). Antalya ilinde yapılan benzer bir çalışmada da sera sebzesi üreten üreticilerin öz tüketim dışında kalan ürünlerini komisyoncu aracılığı ile sattığı tespit edilmiştir (Yılmaz ve Yılmaz 2002). Aydın ilinde komisyoncularla yapılan bir başka çalışmada da, komisyoncuların %89.5'inin doğrudan üreticiden ürün aldığı belirlenmiştir (Çoşkun 2014).

3.3. Üreticilerin Hal Kayıt Sistemine Yönelik Bakış Açılırları ve Bilgi Düzeyleri

Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin %68.7'si "Hal Kayıt" kavramını daha önce duyduklarını ifade etmişlerdir. "Hal Kayıt" kavramını duyma oranı şeftali üreticilerinde, patates ve mandalina üreticilerine göre oldukça yüksektir. Patates, mandalina ve şeftali üreticileri ile hal kayıt kavramını daha önce duyma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Person Chi Square 6.941, p 0.031<0.05). Üreticilerin genel olarak %68.7'si daha önce hal kayıt kavramını duyduğunu belirtmelerine rağmen hal kayıt sistemine kayıt olan üreticilerin oranı %43.3'tür. Bu oranın %26 ile en düşük mandalina üreticilerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Üreticilerin hal kayıt sistemi kavramını duyma, kayıt olma ve bildirim yapma durumu (%).

Table 3. Knowing the wholesale market registration system by farmers, registration and notification status of farmers (%).

		Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri	Genel
Hal Kayıt Sistemi Kavramını Duyuma*	Evet	66.0	58.0	82.0	68.7
	Hayır	34.0	42.0	18.0	31.3
Hal Kayıt Sistemine Kayıt Olma**	Evet	36.0	26.0	68.0	43.3
	Hayır	64.0	74.0	32.0	56.7
Hal Kayıt Sistemine Bildirim Yapma***	Evet	28.0	16.0	42.0	28.7
	Hayır	72.0	84.0	58.0	71.3
Hal Kayıt Sistemine Bildirim Yapma Şekli	Hale Doğrudan	28.6	25.0	38.1	32.6
	Çağrı Merkezi	7.1	12.5	4.8	7.8
	E-Bldirim	7.1	50.0	14.3	18.6
	Akıllı Telefon	21.4	-	-	7.0
	Komisyoncu	35.7	-	42.9	32.6
	Tüccar	28.6	12.5	-	2.3

* Person Chi Square 6.941, p 0.031<0.05. **Person Chi Square 19.602, p 0.000<0.05. ***Person Chi Square 8.281, p 0.016<0.05.

Bunu patates ve şeftali üreticileri takip etmektedir. Şeftali üreticilerinin %82 gibi büyük bir kısmının hal kayıt sistemi kavramını bilmelerine rağmen sisteme kayıt olma oranının %68'de kalması dikkat çekicidir. Öyle ki hal kayıt sistemine üreticiler internetten veya akıllı telefon uygulamasından kendileri kayıt olabileceği gibi kooperatif veya birlik aracılığı ile kayıt olabilmektedir. Bunun yanında komisyoncular ve tüccarlar aracılığı ile de sisteme kayıt olma imkânları bulunmaktadır. Patates, mandalina ve şeftali üreticileri ile hal kayıt sistemine kayıt olma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Person Chi Square 19.602, p 0.000<0.05) (Çizelge 3).

Patates üreticilerinin %28'i, mandalina üreticilerinin %16'sı ve şeftali üreticilerinin %42'si Hal Kayıt Sistemine bildirim yaptıklarını belirtmişlerdir. Şeftali üreticilerinin patates ve mandalina üreticilerine göre daha fazla bildirim yaptıkları saptanmıştır. Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin hal kayıt sistemine bildirim yapma durumlarına göre gruplar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Person Chi Square 8.281, p 0.016<0.05). Genel olarak durum incelendiğinde; üreticilerin, %28.7'si Hal Kayıt Sistemine bildirim yaptıklarını, %71.3'lük kısım ise bildirim yapmadığını belirtmiştir (Çizelge 3). Hal kayıt sistemine bildirim yapan üreticilerin, %32.6'sı Hal'e doğrudan başvuru, %7.8'i çağrı merkezi, %18.6'sı internet (E-Bildirim), %7'si akıllı telefon uygulaması, %32.6'sı komisyoncu aracılığı ve %2.3'ü tüccar aracılığı ile Hal Kayıt Sistemine bildirim yaptıklarını belirtmişlerdir. Bildirimde bulunmayan üreticilerin ise büyük bir kısmı bilgisi olmadığı ve uğraşmak istemediği için bildirimde bulunmadığını belirtmiştir. Bildirimde bulunmayan üreticilerin %51.3'ü kendi adlarına hal kayıt sistemine satış bildirimini yapıldığını bildiklerini %48.7'sinin ise kendileri adına hal kayıt sistemine bildirim yapıp yapılmadığını bilmedikleri belirlenmiştir. Genel olarak üreticilerin adına komisyoncu ve tüccarların sisteme kayıt yaptığı saptanmıştır.

Hal kayıt sistemine bildirim yaptığını ifade eden üreticilere, 2016 ve 2017 yılları için üretim miktarları ve hal kayıt sistemine bildirim yaptıkları miktarlar sorulmuştur. Bu soruyu patates üretimi yapan üreticilerin yalnızca %28'i yanıtlamıştır. Buna göre; 2016 yılında üretilen patatesin tamamı hale bildirilirken, 2017 yılında yaklaşık 3 ton patatesin bildirimiminin yapılmadığı saptanmıştır. Mandalina üretimi yapan üreticilerin de bu soruyu yanıtlama oranı yalnızca %16'dır. Bu üreticilerin beyanlarına göre; mandalınada 2016 yılında 16.67 ton, 2017 yılında ise 25 ton kayıt dışı ürünün pazarlandığı görülmektedir. Şeftali

üreticilerinin ise %48'i sorulan soruyu cevaplamıştır. 2016 yılında Hal'e bildirilmeyen şeftali miktarı 8.27 ton iken, bu miktar 2017 yılında 5.36 tona düşmüştür. Buna göre; 2017 yılında en fazla kayıt dışı olarak pazarlanan ürünün %14.55 oranla mandalina olduğu tespit edilmiştir. Mandalınayı %7.30 ile şeftali, %0.49 ile patates takip etmektedir (Çizelge 4). Apalı ve Bozcu tarafından 2018 yılında Antalya ilinde komisyoncular ile yapılan bir çalışmada, kayıt dışılığı kanıtlar nitelikte sonuçlara rastlanmıştır. Öyle ki komisyoncular tarafından üreticiden alınan ürünün belgelendirilerek hale bildirilmesi gerekmektedir. Fakat yapılan çalışmada, gerçek usulde vergilendirilen müstahsiller tarafından hale satılmak üzere getirilen mallar için Fatura-2 belgesi düzenlendiği tespit edilmiştir. Bu durum gerçek usulde vergiye tabi olan müstahsillerin tüm belge düzenleme yetkisi komisyoncuya bırakıldığı için bu malları belgeleyememe sorunundan kaynaklanmaktadır. Fakat Fatura-2 belgesi Vergi Usul Kanununda düzenlenmiş bir belge olmadığından, bu belgenin kullanılması kanunen yok hükmünde sayıldığı için kayıt dışılık ortaya çıkmaktadır (Apalı ve Bozcu 2018).

Üreticilerin ürün satışı yaptığı alıcıların hal rüsumu adı altında para alma durumu incelendiğinde; patates üreticilerinin %14'ü, mandalina üreticilerinin %12'si ve şeftali üreticilerinin %38'i satışlarını yaptıkları ürünlerin alıcıları tarafından hal rüsumu adı altında para aldıklarını belirtmişlerdir. Patates, mandalina ve şeftali üreticileri ile alıcıların hal rüsumu adı altında para alma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Person Chi Square 12.474, p 0.002<0.05).

Hal rüsumu adı altında para ödediğini ifade eden üreticilerin %75'i tamamını kendisinin ödediğini belirtmiştir. Bu oran şeftali üreticilerinde %89.5'tir.

Yeni hal kanununa göre, üretici örgütlerince (kooperatif, üretici birliği, vb.) toptancı hali içinde ve dışında satılan mallarda, organik veya iyi tarım kapsamında sertifikalandırıldıkları ürünlerde ve üreticilerin ürettikleri ürünü doğrudan tüketicilere pazarladıklarında hal rüsumundan muaf olmaktadır. Üreticilere bu durum hakkında bilgi sahibi olup

olmadıkları sorulduğunda, üreticilerin büyük çoğunluğunun böyle bir muafiyetten haberdar olmadıkları görülmüştür.

Araştırma kapsamında görüşülen üreticilere "Ürün Künyesi" kavramını bilip bilmedikleri sorulmuştur. Buna göre; patates üreticilerinin %62'si, mandalina üreticilerinin %46'sı, şeftali üreticilerinin %46'sı ürün künyesi kavramını bildiklerini belirtmişlerdir. Üretici grupları ile ürün künyesi kavramını bilme durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Person Chi Square 3.416, p 0.181>0.05). "Ürün Künyesi" kavramını bilen üreticilerin ürün künyesine sahip olup olmadığı sorulduğunda ise %76.3 gibi büyük bir çoğunluğunun ürün künyesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu oran %95.5 ile en yüksek şeftali üreticilerindedir (Çizelge 5).

Üreticilerin hal kayıt sistemi konusunda en önemli ve en önemsiz gördükleri sorunlar Best-Worst Analizi ile ortaya konulmuştur. Anket katılan üreticilere göre, hal kayıt sistemi hakkında en önemli sorun "Üreticilerin bu sistem hakkında bilgisinin olmaması ve bilgi eksikliği" olarak saptanmıştır. En önemsiz sorun ise, "Hükümetin haller için uygulamaya çalıştığı mevzuatta sürekli değişim yaşanması" olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). Bu çerçevede, üreticilere yetkili kişiler tarafından hal kayıt sistemi hakkında gerekli bilgilendirmenin yapılması büyük önem taşımaktadır. Öyle ki, hal kayıt sisteminin iyileşmesi için üreticilerin devletten beklentilerinin neler olduğu sorulduğunda, üreticilerin büyük bir kısmı "bilgilendirme ve eğitim" cevabını vermiştir.

Üreticilerin hal kayıt sistemine kayıt olmasında etkili olan faktörler logit modeli kullanılarak belirlenmiştir. Modelde istatistiki açıdan anlamlı çıkan değişkenler; yaş, eğitim, yıllık gelir, köyün ilçeye uzaklığı ve bireyin akıllı telefona sahip olmasıdır.

Çizelge 7 incelendiğinde; üreticinin yaşı arttıkça hal kayıt sistemine kayıt olma olasılığı azalış eğilimi göstermektedir. Yaşlı üreticiler teknolojiyi ve yeni bilgileri takip etmedikleri için hal kayıt sistemine kayıt olmadıkları, genç üreticilerin ise yenilikleri hızlı takip ettikleri için bilgi sahibi oldukları ve sisteme kayıt oldukları gözlenmiştir. Üreticilerin eğitim düzeyi

Çizelge 4. Ürünlerin hal kayıt sistemine bildirim miktarı (Ton)*.

Table 4. Notification amount of crops to wholesale market registration system (Tone).

	2016			2017		
	Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri	Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri
Üretim miktarı	475.00	120.00	57.13	585.43	171.88	73.45
Hale Bildirilen miktar	475.00	103.33	48.86	582.57	146.88	68.09
Fark	0.00	16.67	8.27	2.86	25.00	5.36
Fark (%)	0.00	13.89	14.47	0.49	14.55	7.30

*Patates üreticilerinin %28'i, Mandalina üreticilerinin %16'sı, Şeftali üreticilerinin %48'i cevaplamıştır.

*Answered by 28% of potato farmers, 16% of Mandarin farmers, 48% of peach farmers.

Çizelge 5. Hal rüsumu ve ürün künyesi ile ilgili bilgiler.

Table 5. Information about the wholesale market taxes and crop tag.

		Patates Üreticileri	Mandalina Üreticileri	Şeftali Üreticileri	Genel
Alicının Hal Rüsumu Adı Altında Para Alma Durumu*	Evet	14.0	12.0	38.0	21.3
	Hayır	86.0	88.0	62.0	78.7
Üreticinin Hal Rüsumunu Ödeme Şekli	Tamamını	57.1	50.0	89.5	75.0
	Yarısını	42.9	50.0	10.5	25.0
Ürün Künyesi Kavramını Bilme	Evet	62.0	46.0	46.0	51.3
	Hayır	38.0	54.0	54.0	48.7
Ürün Künyesine Sahip Olma	Evet	74.2	60.9	95.5	76.3
	Hayır	25.8	39.1	4.5	23.7

*Person Chi Square 12.474, p 0.002<0.05.

Çizelge 6. Hal kayıt sistemi hakkında en önemli ve en önemsiz sorunlar.

Table 6. The most and least important problems about the wholesale market register system.

	En İyi	En Kötü	Fark	Ortalama
Üreticilerin bu sistem hakkında bilgisinin olmaması ve bilgi eksikliği	64	7	57	0.7125
Denetim yetersizliği (üretilen önemli miktardaki ürünün hal kayıt sistemine bildirilmemesi)	11	5	6	0.075
Aracıların hal kayıt sistemini bahane ederek üreticilere verdikleri fiyatı düşürmeye çalışmaları	28	14	14	0.175
Üreticilerin bilişim teknolojilerini (bilgisayar, akıllı telefon uygulaması, vb.) kullanmadaki yetersizlikleri	0	19	-19	-0.2375
Hükümetin haller için uygulamaya çalıştığı mevzuatta sürekli değişim yaşanması	3	23	-20	-0.25
Hal Kayıt Sisteminin taraflar açısından kullanımının kolay olmaması	2	21	-19	-0.2375
Diğer	1	1	0	0

Çizelge 7. Hal kayıt sistemine kayıt olmayı etkileyen faktörler.

Table 7. The factors affecting registration of wholesale market register system.

Bağımlı Değişken: Üreticilerin Hal Kayıt Sistemine kayıt olması. Hal kayıt sistemine kayıt olan üreticiler:1, kayıt olmayan üreticiler:0				
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Ölç. Hata	z-Statistiği	p-değeri
Üreticinin Yaşı (yıl)	-0.0404865	0.021095	-1.9192	0.0550**
Eğitim	0.384749	0.219012	1.7568	0.0790**
Toplam arazi miktarı (daa)	-0.00304825	0.00337262	-0.9038	0.3661
Yıllık gelir durumu (TL)	0.432777	0.214762	2.0151	0.0439*
Ailedeki birey sayısı (kişi)	0.0583915	0.146496	0.3986	0.6902
Köyün İlçeye uzaklığı (km)	-0.030261	0.0171889	-1.7605	0.0783**
İnternete bağlanma durumu	-0.635422	0.913342	-0.6957	0.4866
Bilgisayar kullanma durumu	-0.201805	0.643291	-0.3137	0.7537
Tarımdışı işi olması	-0.289936	0.392321	-0.7390	0.4599
Akıllı telefon olması	1.37376	0.785712	1.7484	0.0804**
Log-olabilirlik = -86.29806 McFadden R-kare = 0.159173 Gözlem sayısı= 107				

* $p \leq 0.05$ için anlamlıdır. ** $p \leq 0.10$ için anlamlıdır.

*significant for $p \leq 0.05$. **significant for $p \leq 0.10$.

arttıkça hal kayıt sistemine kayıt olma olasılığı artış eğilimi göstermektedir. Üreticilerin yıllık geliri arttıkça hal kayıt sistemine kayıt olması artış eğilimi göstermektedir. Fakat yıllık gelirin azalma durumunda üreticiler hal kayıt sistemine kayıt olmaktan kaçınmaktadırlar. Bunun nedeni, vergiden kaçınma olarak açıklanabilir. İlçeye uzak olan köyler sosyal ve bilgi bakımından geri planda kaldığı görülmektedir. Bu sebeple köyün ilçeye uzaklığı arttıkça üreticilerin hal kayıt sistemine kayıt olma durumu azalış eğilimi göstermektedir. Akıllı telefon yoksunluğu üreticilerin teknolojiden ve bu sebeple yeni oluşan bilgilerden uzaklığını göstermektedir. Dolayısıyla akıllı telefonu olan üreticilerin, olmayan üreticilere göre hal kayıt sistemine kayıt olma olasılığı daha fazladır.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de 12 Eylül 1960 tarih ve 80 sayılı Toptancı Halleri Sureti İdaresi Hakkında Kanun ile başlayan yaş meyve ve sebze pazarlaması günümüze kadar çeşitli Kanun, KHK, değişiklik kanunu ve yönetmeliklerle değiştirilmiştir. İzmir ilindeki yaş meyve ve sebze üreticilerinin 5957 sayılı Yeni Hal Kanunu hakkında bilgi düzeylerinin belirlenmesi, kayıt dışı ticaretin ve üreticilerin hal kayıt sistemine bakış açılarının ortaya konulmasını amaçlayan bu çalışmada; üreticilerin sıklıkla kullandığı pazarlama kanallarının komisyoncu ve tüccar olduğu belirlenmiştir. Üreticiler ve komisyoncuları ele alan farklı çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır.

Çalışmada görüşülen patates, mandalina ve şeftali üreticilerinin büyük bir kısmının hal kayıt kavramını bilmesine rağmen, hal kayıt sistemine kayıtlı olan üretici sayısı %50’yi

bile bulmamaktadır. Patates, mandalina ve şeftali üreticileri ile hal kayıt sistemine kayıt olma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiş ve en fazla kayıtlanma oranının %68 ile şeftali üreticilerinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte kayıtlı olan üreticilerinde bildirim yapma oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, 2016 ve 2017 üretim döneminde üretilen ürün miktarı ile hale bildirilen ürün miktarı incelendiğinde de kayıt dışılığın ne kadar fazla olduğunu kanıtlamaktadır. 2017 yılında en fazla kayıt dışılığın %14.55 oranla mandalinada olduğu tespit edilmiştir. Mandalınayı %7.30 oranla şeftali, %0.49 ile de patates takip etmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda da kayıt dışılığın oldukça fazla olduğu ve komisyoncuların kanunen geçersiz belgeler ile kayıt dışı ticarete sebep oldukları tespit edilmiştir.

Hal kayıt sistemine bildirim şekli genel olarak internet üzerinden yapılmaktadır. Bunun için üreticilerin teknoloji kullanımının artması ile birlikte hem bildirim sayısı artacak hem de sistem hakkında yeni çıkan bilgilere erişim kolaylaşacaktır. Bu amaçla GSM operatörleri tarafından üreticilere yönelik internet paketi olan hasat dönemlerinde ödemesi yapılabilecek tarifeler geliştirilebilir. Bu kapsamda üreticiye kolaylık sağlayacak GSM operatörlerini devlet vergi indirimi gibi kolaylıklar sağlayarak teşvik edebilir.

Üreticilerin hal kayıt sistemi konusunda gördüğü en önemli sorunun bilgi eksikliği olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ortadan kaldırılması ve hal kayıt sisteminin ne demek olduğu, hal kayıt sistemine nasıl kayıt olunacağı ve nasıl bildirim yapılması gerektiğini açıklayan bilgilendirme mesajları gönderilebilir. Örneğin; bu amaçla köy muhtarlıkları tarafından

bilgilendirme broşürleri vb. dağıtılabilir. Zaman zaman komisyoncular ile üreticilerin bir araya getirilerek bilgilendirme ve eğitim faaliyetleri yapılabilir. Hal kayıt sistemine kayıt olmayı yaş, eğitim, gelir gibi faktörlerin etkilediği tespit edilmiştir. Yapılacak bilgilendirme toplantılarında yaş gruplarına göre farklı eğitimler verilebilir. Yaşlı üreticilerin var ise çocuklarına yönelik eğitimler düzenlenerek, yaşlı üreticilerin hak kaybına uğramaması sağlanabilir. Bu çalışmanın sonuçlarının, hal kayıt sisteminin sorgulanması ve iyileştirilmesi açısından karar alıcılara önemli bulgular sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adanacioğlu H, Yercan M (2012) Yeni Hal Kanununun Tarım Kesimine Olan Muhtemel Etkilerinin Değerlendirilmesi. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 5-7 Eylül 2012: 844-845.
- Apalı A, Bozcu M (2018) Hal Komisyonculuğunda Belge Düzeni Açısından Vergi Usul Kanununun Uygulanmasında Ortaya Çıkan Farklılıkların Araştırılması: Antalya Toptancı Hali Örneği. *Diyalektolog Ulusal Sosyal Bilimler Dergisi* 19: 467-478.
- Aydın Can B, Engindeniz S (2018) Tarım Ürünlerinin Pazarlanmasında Toptancı Hallerinin Rolü ve Önemi: Kocaeli Merkez İlçe Toptancı Hali Örneği. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 32(3): 266-273.
- Aysoy C, Kırılı DH, Tümen S (2015) Taze Meyve-Sebze Tedarik Zincirindeki Engelleri Azaltıcı Tedbirlerin Fiyatlar Üzerindeki Etkisi. *TCMB Ekonomi Notları* 3: 1-12.
- Canik F, Alparslan Y (2010) Türkiye’de Yaş Meyve ve Sebze Pazarlaması ve Toptancı Halleri. *Tarım Ekonomisi ve Politika Geliştirme Enstitüsü* 11: 2-8.
- Çoşkun H (2014) Aydın İlinde Yaş Sebze ve Meyve Toptancı Hallerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Çoşkun MH, Tunahoğlu R (2015) Aydın İlinde Yaş Sebze ve Meyve Toptancı Hallerinin İncelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(2): 83-92.
- Demirbaş N (2001) Türkiye’de Toptancı Halleri ile İlgili Yasal Düzenlemelerin Meyve-Sebze Üretim ve Pazarlama Politikalarının Başarısı Üzerine Etkileri: İzmir İli Örneği. *Türkiye Ziraat Odaları Birliği*, İzmir, s. 1-2.
- Eraktan G (1997) Avrupa Birliğinde Meyve ve Sebze Sektörüne Yönelik Politikalar ve Türkiye’nin Uyumu. *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova*: 17-22.
- Giray FH (1998) Yeni Hal Yasası Gerçekten Yeni Bir Yasa mı?. *Türk-Kooperatif Ekin Dergisi* 52-56.
- Gözener B, Sayılı M (2011) Tokat İli Merkez İlçede Toptancı Halindeki Komisyoncuların Yeni Hal Yasası Hakkındaki Görüşleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28(2): 227-235.
- Hadimli H, Bulut İ (2004) Antalya’da Sebze-Meyve Ticareti ve Antalya Toptancı Hali’ne Coğrafi Bir Yaklaşım. *Doğu Coğrafya Dergisi* 11: 261-282.
- İzmir Valiliği (2017) www.izmir.gov.tr. Erişim 19 Mayıs 2017.
- Ormeci Kart CM, Abay CF, Gungor S, Ozer Z (2017) Seed Supply and Seed Preferences of Potato Farmers: Nigde Central and İzmir Ödemiş Provinces. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 17(2): 239-250.
- Ölmez S, Demirörs MO (2015) Yeni Hal Yasası Üzerine Bir Derleme. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 8(2): 59-65.
- Sayın C, Mencet MN (2007) Hal Yasası’nın Yaş Meyve ve Sebze Pazarlamasındaki Etkinliğinin Tartışılması. *GAP V. Tarım Kongresi*, 17-19 Ekim, Urfa.

Yılmaz S, Yılmaz İ (2002) Türkiye Yaş Meyve ve Sebze Pazarlamasında Toptancı Hal Sisteminin Değerlendirilmesi: Antalya Büyükşehir Belediyesi Toptancı Hali Örneği. *Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi, Erzurum*: 292-299.



Diyarbakır ilinde mısır üreticilerinin bilgi kaynakları ve pazarlama sorunlarının incelenmesi

An investigation of information sources and marketing problems of maize producers in Diyarbakır province

Süleyman YAŞA¹, İlkyay KUTLAR²

¹Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 07059, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 07059, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Kutlar, e-posta (e-mail): ikutlar@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): slymnyasa07@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Mayıs 2019
Düzeltilme tarihi 05 Temmuz 2019
Kabul tarihi 11 Temmuz 2019

Anahtar Kelimeler:

Bilgi kaynakları
Mısır
Pazarlama
Diyarbakır

ÖZ

Türkiye’de mısır tarımı Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Batı Anadolu Bölgeleri’nde yaygın olarak yapılmaktadır. Türkiye’de mısır üretiminin %15.8’ini Adana, %11.3’ünü Mardin, %10.7’sini Şanlıurfa ve %8.7’sini Konya illeri karşılamaktadır. Diyarbakır ili ise Türkiye mısır üretiminin %5.3’ünü karşılayarak 7. sırada yer almaktadır. Araştırma alanı olarak Diyarbakır ilinde en fazla mısır üretiminin yapıldığı Bismil ve Silvan ilçeleri seçilmiştir. Bu ilçelerde toplam 10 köyde 106 üretici ile yüz yüze anket yapılmıştır. Bu çalışma mısır üreticilerinin sosyo-ekonomik durumlarını, mısır tarımı ile ilgili üretim tekniği ve ekonomik konulardaki bilgi kaynaklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca ilde mısırın pazarlama yapısı ve sorunları ortaya konulmuştur. İşletme genişlik gruplarına göre üreticilerin anket sorularına verdikleri cevaplar ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Buna göre üreticilerin mısır tarımı hakkında ilk bilgi kaynakları ile işletme genişlik grupları arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işletme genişlik grupları ile pazarlama kanalları arasında da ilişki olduğu ortaya konulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 13 May 2019
Received in revised form 05 July 2019
Accepted 11 July 2019

Keywords:

Information source
Maize
Marketing
Diyarbakır

ABSTRACT

Maize is cultivated in a large area in the Mediterranean Region of Turkey, followed by the Southeastern Anatolia and Western Anatolia regions. The pioneer provinces of maize production in Turkey are Adana (15.8%), Mardin (11.3%), Şanlıurfa (10.7%) and Konya (8.7%) respectively. Diyarbakır province is in the 7th place, contributing 5.3% of country’s total maize production. Bismil and Silvan districts of Diyarbakır province were selected as the research area for this study. Data were collected by administering a questionnaire to 106 maize producers operating in 10 villages. This study was conducted to determine the socio-economic status of maize producers, production techniques and sources of economic information about maize agriculture. Additionally, marketing structure of maize in the study area and problems are revealed. Data collected from respondents were analyzed using Chi-square test according to the size of landholding. Results showed that there was a significant relationship between producers’ first agriculture information source and landholding size. Similarly, findings revealed a relationship between landholding size and marketing channels.

1. Giriş

Mısır bitkisi, orijini ve gen merkezi Amerika olan kültür bitkilerinin en önemlilerinden biridir. Bilinen yazılı kaynaklara göre mısır, Türkiye’ye Mısır’dan 1600 yılında getirilmiştir. Mısır içerdiği besin maddeleri bakımından hem insan hem de hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Mısır endüstriyel tarım uygulamalarının stratejik ürünlerinden biri olduğu gibi endüstriyel gıda üretiminin temel hammaddelerinden biridir. Mısır unu, mısır nişastası, nişasta

bazlı şeker, mısır yağı gibi çeşitli kullanım şekilleri yanında, bu kullanım şekillerinin elde edilmesi ya da etanol üretimi amacıyla işlendiğinde geriye kalan artıkları önemli bir yem kaynağıdır. Mısırdan ayrıca tüm yeşil aksamı kullanılarak yapılan silaj da hayvan beslenmesinde aranan bir kaba yemdir. Ayrıca kâğıt ve küçük çapta hasır el işleri yapımında da kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının yanı sıra çerezlik olarak da tüketilmektedir (Elçi ve ark. 1987). Birleşmiş

Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, dünyada toplam 1.5 milyar hektar tarım alanının yaklaşık 712 milyon hektarında tahıl ekimi yapılırken, bu alanın 183 milyon hektarında mısır yetiştirilmektedir. Dünya'da 2.7 milyar ton tahıl üretimi içinde, mısır üretim miktarı 1.4 milyar tondur. En fazla mısır üreten ülkeler ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika, Hindistan, Ukrayna ve Endonezya'dır. Türkiye dünyada mısır üretiminde 24. sırada gelmektedir (FAO 2015). Mısır, Türkiye'de tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahiptir. Mısır ekimi için iklim şartları bakımından en elverişli bölge Karadeniz Bölgesi'dir. Ancak bölgede çay ve fındık gibi daha fazla gelir getiren kültür bitkilerinin yetiştirilmesi ve bölgenin topografik yapısı mısır ekim alanlarının daha fazla genişlemesine imkân vermemiştir (Taşdan ve Emeksiz 2003). Türkiye'de mısır ekim alanlarının en fazla olduğu bölge Akdeniz Bölgesi olup, bunu Güneydoğu Anadolu ve Batı Anadolu Bölgeleri takip etmektedir. Türkiye'de son 10 yıl içinde mısır ekim alanı 1.3 kat artmıştır. Diyarbakır ilinde ise mısır ekim alanı 6.2 kat artmıştır (TÜİK 2017). Bu artışta Diyarbakır ilinin mısır tarımı için uygun iklim koşullarına sahip olmasının yanı sıra Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) de etkili olduğu söylenebilir. Türkiye'de mısır verimi ortalama 941 kg da⁻¹'dir. Diyarbakır ilinde ise mısır verimi ortalama 1126 kg da⁻¹, araştırma alanında ise 1400 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle araştırma alanı olarak Diyarbakır ili seçilmiştir. Araştırmanın amacı; Diyarbakır ili Bismil ve Silvan ilçelerinde mısır tarımı ile uğraşan üreticilerden anket yoluyla elde edilen bilgiler ışığında, üreticilerin bilgi kaynaklarını ve pazarlama sorunlarını ortaya koymak ve önerilerde bulunmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Diyarbakır ilinde toplam mısır üretiminin %74.4'ü karşılayan Bismil ve Silvan ilçeleri araştırma alanı olarak belirlenmiştir (Anonim 2017). Araştırmanın ana materyalini Bismil ilçesinde *Ambar, Çoltepe, Tepe, Üçtepe, Köseli* ve Silvan ilçesinde ise *Çevriksu, Çiğil, Güzderesi, Kıracıtepe ve Yeşerdi* olmak üzere toplam 10 köydeki üreticilerden anket yoluyla elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Köylerin belirlenmesinde Tarım ve Orman İlçe Müdürlüklerinin Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerinden ve teknik personelin görüş ve tecrübelerinden yararlanılmıştır. Ayrıca konu ile ilgili daha önce yapılan araştırmalar, istatistikler ve çalışmalardan da yararlanılmıştır.

Örnek hacminin belirlenebilmesi için popülasyonu oluşturan işletmelerin ekilen arazi varlığını gösteren frekans tablosu düzenlenmiştir. Daha sonra işletmeler frekans eğrisi yardımıyla 1-100 dekar, 101-250 dekar ve 251 ve üzeri dekar olmak üzere 3 tabakaya ayrılmıştır. Dağılım bu tabakalar içinde normal dağılım eğrisine yakın görüldüğünden, böyle bir tabakalama yapılması uygun görülmüştür. ÇKS verilerine göre araştırma alanı olarak tespit edilen 10 köyde toplam 609 işletme bulunmaktadır. Popülasyonu temsil edecek uygun örnek hacmi, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre Neyman Eşitliği (Çiçek ve Erkan 1996; Yamane 2001) kullanılarak tespit edilmiştir. Örnek hacminin hesaplanmasında hata payı ortalama ekilen arazi varlığının %5'i kabul edilmiş ve %95 güvenilirlik sınırları içinde çalışılmıştır. Buna göre örnek hacmi 106 işletme olarak belirlenmiştir.

Her tabakadan örneğe girecek işletmelerin tespitinde tabakaların varyansları esas alınmış ve "Tabaka Varyansına Göre Paylaştırma Yöntemi" kullanılmıştır. Bu yöntemde tabakalardaki birim sayıları ve standart sapmalar dikkate

alınarak, her tabakadan alınacak örnek büyüklüğü hesaplanmıştır (Çiçek ve Erkan 1996). Buna göre; 100 dekardan küçük araziye sahip I. tabakadan 31 adet, 101-250 dekar araziye sahip II. tabakadan 34 adet ve 251 dekar ve üzeri araziye sahip III. tabakadan 41 adet olmak üzere toplam 106 üretici ile anket yapılmıştır.

Anket uygulaması sonucu elde edilen veriler istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Buna göre işletmeler; işletme genişlikleri, aile genişliği, yaş grupları, eğitim durumu, mısır üretiminde bilgi kaynakları, pazarlama kanalları gibi bazı özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Araştırma sonuçlarının analizinde mısır üreticilerinin sorulara verdikleri yanıtlar ile oluşturulan arazi genişlik grupları arasındaki olası istatistiki ilişki ki-kare analizi ile test edilmiştir (Kesici ve Kocabaş 1998).

3. Bulgular

3.1. Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri

Türkiye'de tarımsal üretim aile işgücüne dayanır. Tarımsal üretimde bulunan işletmelerin nüfus varlığının bilinmesi, işletmelerin sahip olduğu işgücünün belirlenmesi ve işgücünün etkin değerlendirilmesi bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca bir üretim faktörü olan işgücünün sosyal ve ekonomik özelliklerinin incelenmesi insan kaynağının geliştirilmesine yönelik çalışmalara veri oluşturması bakımından da önemlidir (Özkan 2000).

TÜİK hane halkı tanımı; aralarında akrabalık bağı bulunsun ya da bulunmasın aynı konutta veya aynı konutun bir bölümünde yaşayan, temel ihtiyaçlarını birlikte karşılayan, hane halkı hizmet ve yönetimine iştirak eden bir veya birden fazla kişiden oluşan topluluktur. Türkiye'de ortalama aile genişliği 3.4 kişidir. İncelenen işletmelerde aile genişlikleri en az 2 kişi iken, en fazla 14 kişi ve ortalama aile genişliği ise 5.83 kişi olduğu belirlenmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Diyarbakır ilinde ortalama hane halkı büyüklüğü 5 kişi olarak verilmiştir (TÜİK 2017). Araştırmanın kırsal alanda yapılması nedeniyle ortalama aile genişliğinin yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Antalya ilinde mısır üreticilerine yönelik yapılan bir çalışmada ortalama aile genişliği 4.53 kişi olarak bulunmuştur (Özçalbaş ve ark. 2002).

Tarımsal üretim faaliyetlerinin yürütülmesinde üretici tutum ve davranışlarında, yaş ve eğitim önemli bir faktördür (Özçalbaş ve Gürgen 1998). Araştırma alanında üreticilerin ortalama yaşı 44.72'dir. Antalya ilinde mısır üreticilerine yönelik yapılan bir çalışmada üreticilerin ortalama yaşı 44.69 olarak bulunmuştur (Özçalbaş ve ark. 2002). Araştırma alanında üreticiler 40 yaş ve altı (%39.6), 41 yaş ve üzeri (%60.4) şeklinde 2 gruba ayrılmıştır. İşletme genişlik grupları ile üreticilerin yaş grupları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ki-kare analizi ile saptanmıştır (Çizelge 1).

İncelenen işletmelerde üreticilerin çiftçilik deneyimi en az 1 yıl iken en fazla 32 yıl ve ortalama 5.62 yıldır. Antalya ilinde mısır üreticilerine yönelik yapılan bir çalışmada üreticilerin ortalama çiftçilik deneyimi 5.64 yıl olarak bulunmuştur (Özçalbaş ve ark. 2002). Araştırmada üreticilerin %67.9'unun mısır üretiminde 5 yıldan az, %32.1'inin ise 5 yıldan fazla deneyime sahip olduğu belirlenmiştir.

Eğitim düzeyi üretici davranışlarını etkileyen bir faktör olarak ele alınmakta ve hemen her anlamda birey davranışlarını olumlu yönde değiştirmenin en önemli aracı olarak düşünülmektedir. Eğitim düzeyi; gelişmeleri takip etme, gerekli kaynaklara ulaşma, ilgili kuruluşlarla iletişim kurma, üretim

faaliyetinde karar verme ve uygulama gibi birçok durumda en önemli etkenlerden biri olmaktadır (Oruç 2001). Eğitim düzeyi kırsal alanda yaşayanların sosyo-ekonomik düzeylerini göstermesi açısından da önemli bir özelliktir. Ancak yapılan çalışmalar, tarım sektöründe okuma yazma oranının diğer sektörlerle göre daha düşük olduğunu göstermektedir (Özçatalbaş ve Gürgen 1998).

Araştırmada üreticilerin eğitim durumu *resmi eğitim almamış* (okuryazar olmayan veya okuryazar), *ilköğretim* (ilkokul veya ortaokul mezunu), *ortaöğretim ve üzeri* (lise veya yükseköğretim mezunu) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Buna göre üreticilerin %18.9'u resmi eğitim almamış, %50.0'si ilköğretim mezunu ve %31.1'i ise ortaöğretim ve üzeri eğitim düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çukurova bölgesinde mısır üreticilerine yönelik yapılan bir çalışmada üreticilerin %45.71'i ilköğretim, %22.86'si ortaokul, %28.57'si lise ve geriye kalan %2.86'sı üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir (Alemdar ve ark. 2014). Araştırmada işletme genişlik grupları ile üreticilerin eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ki-kare analizi ile saptanmıştır (Çizelge 2).

Araştırmada üreticilerin %87.7'si gelirinin tamamını tarımsal faaliyetlerden, %12.3'ü ise hem tarım, hem de tarım dışı faaliyetlerden sağlamaktadır. Üreticilerin gelir kaynaklarının %64.1'ini mısır üretimi, %8.5'ini bitkisel ve hayvansal üretim ve %27.4'ünü ise mısır üretimi ve tarım dışı gelir oluşturmaktadır.

İncelenen işletmelerde üreticilerin %36.8'i tarımsal amaçlı bir kooperatife ortak iken %63.2'si değildir. Üreticilerin %41.5'i tarım sigortası yaptırırken, %58.5'i ise yaptırmamaktadır. Tarım sigortası yaptıran üreticilerin %70.5'i afete karşı yaptırdığını, %29.5'i ise kredi başvurularında tarım sigortası yaptırma şartı olduğu için yaptırdıklarını ifade etmiştir. Tarım sigortası yaptırmayan üreticilerin %41.9'u ürün maliyetini artırdığı, %37.1'i mısır tarımını riskli görmediği ve %21.0'i ise primleri yüksek bulduğu için tarım sigortasını yaptırmadığını belirtmiştir.

3.2. İşletmelerin Genel Özellikleri

Türkiye'de tarım arazileri; miras, sermaye ve işgücü yetersizliğinden dolayı kiracılık ve ortakçılık, çeşitli

kamulaştırmalar, arazi alım-satım işleri gibi nedenlerle parçalanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı işletmelerin işledikleri arazi miktarları küçülmekte ve işletmeler birbirlerinden uzak, çok sayıda ve düzensiz parçalardan oluşmaktadır. Türkiye'de toplam işletme sayısı 3 022 127'dir. Tarımsal işletmelerin %78.9'u 100 dekaradan küçük işletme genişlik gruplarında yer almaktadır. Bu işletmelerin tasarrufunda bulundurduğu arazi ise toplam arazinin %34.3'ünü oluşturmaktadır (Yücer ve ark. 2015). İncelenen işletmeler en az 2 dekar, en fazla 800 dekar ve ortalama 222.81 dekar olup üreticilerin %69.8'i yalnız kendi, %16.0'si kira ve %14.2'si ise ortakçılık ile arazi işleten konumundadır. Araştırmada 30 işletmenin, mısır dışında başka ürünlerde (%63.3'ü buğday, %20.0'si kırmızı mercimek ve %16.7'si ise pamuk) ürettiği tespit edilmiştir. Çukurova bölgesinde mısır üreticilerine yönelik yapılan bir çalışmada işletmelerde toplam arazi içerisinde %74.5'i yalnız kendi arazisini işleten, %24.9'u kira ile arazi işleten ve %0.6'sı ise ortakçılık ile arazi işleten olduğu belirlenmiştir (Alemdar ve ark. 2014). Araştırma alanında üreticilerin süt ve süt ürünleri ve diğer hayvancılıktan elde ettikleri ürünleri aile içinde tükettikleri, pazarlamadıkları görülmüştür. İncelenen işletmeler traktör, pulluk, gübre makinesi, çapa, tapan, mibzer gibi bitkisel üretim faaliyetlerinde kullanılan tarımsal alet ve makinelerin tamamına sahiptir.

Elde edilen verilere göre araştırma alanında üreticilerin mısır tarımını işçiliğinin az, bakımının kolay, fiyatının ve veriminin yüksek olmasından dolayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Adana ili Yüreğir ilçesinde ana ürün mısır üretimi yapan üreticilere yönelik bir çalışmada, işletmelerin %32.1'i mısırdaki zirai ilaç kullanılmaması, %25.0'i ürünün işçiliğinin az ve bakımının kolay olması, %21.4'ü mısırdaki verimin yüksek olması, %10.7'si ekim nöbetinin olması %8.3'ü erken hasadın olması ve %2.4'ü ise depolama imkanı olması gibi nedenlerden dolayı mısır tarımının tercih edildiği belirlenmiştir (Gül 1998).

Çizelge 1. Üreticilerin yaş gruplarına göre dağılımı.

Table 1. Distribution of generators by age groups.

İşletme Genişlik Grupları	Yaş grupları				Toplam	
	≤40		≥41		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%		
I. Grup	12	38.7	19	61.3	31	100.0
II. Grup	14	41.2	20	58.8	34	100.0
III. Grup	16	39.0	25	61.0	41	100.0
Toplam	42	39.6	64	60.4	106	100.0

$X^2=0.051$ $P=0.975$ $df=2$ * İlişkili değil

Çizelge 2. Üreticilerin eğitim durumu.

Table 2. Educational status of producers.

İşletme Genişlik Grupları	Resmi eğitim almamış		İlköğretim		Ortaöğretim ve üzeri		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
I. Grup	6	19.4	15	48.3	10	32.2	31	100.0
II. Grup	11	32.4	14	41.2	9	26.4	34	100.0
III. Grup	3	7.3	24	58.6	14	34.1	41	100.0
Toplam	20	18.9	53	50.0	33	31.1	106	100.0

$X^2=7.693$ $P=0.104$ $df=4$ * İlişkili değil

3.3. Üreticilerin Bilgi Kaynakları

Bilgi; öğrenme, araştırma ve gözlem yolu ile elde edilen gerçektir. Tarımsal bilgi; toprak, işgücü, sermaye ve girişimcilik gibi önemli bir tarımsal üretim faktörüdür (Demiryürek 2010). Ayrıca tarımsal bilgi üreticiler için toprak, su, tohum gibi son derece önemli bir kaynaktır. Çünkü üreticilerin bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetleri ile ilgili teknik veya ekonomik konularda bilgiye sahip olmadan, ellerindeki kaynakları verimli ve etkin bir şekilde kullanmaları oldukça güçtür. Kırsal alana ulaşan bilgiler, kırsal toplum içinde yaratılabileceği gibi kırsal toplum dışında da yaratılabilir (Soysal 1998). Yapılan araştırmalar üreticilerin ihtiyaç duydukları konularda geleneksel ve modern bilgi kaynaklarından yararlandıklarını göstermektedir (Özçatalbaş ve Ünlü 2018; Torun 2011; Boz 2002; Boz ve Özçatalbaş 2010; Yılmaz ve ark. 2009; Yalçın ve Boz 2007; Boz ve ark. 2004). *Geleneksel bilgi*, kırsal alanda yaratılan, üretici ve aile bireylerinin yanında akraba ve diğer üreticiler tarafından kullanılan, tarımsal faaliyetlerde yaşadıkları sorunları çözmek üzere üretilmiş, denenmiş ve doğruluğu test edilmiş bilgidir. *Modern bilgi* ise üniversiteler ve diğer araştırma kuruluşları tarafından geliştirilen yeni teknik ve teknolojilerdir. Geleneksel bilgi kaynakları üreticinin kendi bilgi ve tecrübesi, aile bireyleri, akraba ve diğer üreticilerdir. Modern bilgi kaynakları ise üreticileri tarımsal yeniliklerden haberdar eden il/ilçe tarım müdürlüklerinde çalışan *tarım yayımcıları* ve sivil toplum örgütlerinde, ziraat odalarında ve tarımsal danışmanlık şirketlerinde istihdam edilen veya tarımsal danışmanlık hizmeti yürütmek üzere kendi nam ve hesabına çalışan *tarım danışmanlarıdır*. Bunun yanında tarıma girdi sağlayan tohum, gübre ve ilaç bayileri de üreticilerin başvurduğu diğer modern bilgi kaynakları arasında yer almaktadır (Boz ve ark. 2004).

İncelenen işletmelerde üreticilerin mısır üretiminde ilk bilgi kaynağının %56.6'sını geleneksel bilgi ve %43.4'ünü ise modern bilgi oluşturmaktadır. Araştırmada işletme genişlik grupları ile üreticilerin mısır üretimi hakkında ilk bilgi kaynakları arasında anlamlı bir ilişki olduğu ki-kare analizi ile saptanmıştır (Çizelge 3). Diğer bir deyişle küçük işletmeler mısır üretimi ile ilgili ilk bilgi kaynağı olarak geleneksel bilgi

kaynaklarından yararlanırken, büyük işletmeler ise modern bilgi kaynaklarından yararlanmaktadır.

Çizelge 4'de üreticilerin şuanda mısır üretimi ile ilgili teknik ve ekonomik konularda yararlandıkları bilgi kaynakları verilmiştir. Buna göre teknik konularda üreticilerin %35.1'i geleneksel bilgi kaynaklarından ve %69.4'ü ise modern bilgi kaynaklarından yararlanırken; ekonomik konularda üreticilerin %37.5'i geleneksel bilgi kaynaklarından ve %62.5'i ise modern bilgi kaynaklarından yararlanmaktadır. Elde edilen verilere göre üreticilerin teknik ve ekonomik konularda yararlandıkları bilgi kaynakları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ki-kare analizi ile saptanmıştır. Kısaca üreticilerin mısır üretimi ile ilk bilgi kaynağı olarak geleneksel (%56.6) bilgi kaynaklarından, şuan da ise modern (%63.2) bilgi kaynaklarından yararlandıkları görülmektedir (Çizelge 4).

3.3.1. Teknik Konularda Bilgi Kaynakları

Gaziantep ilinde yapılan bir çalışmada üreticilerin hastalık ve zararlılarla mücadelede modern bilgi kaynaklarını tercih ettiği (%67.46), tarımsal üretimin diğer aşamalarında ise geleneksel bilgi kaynaklarından yararlandıkları belirtilmiştir. Çalışmada üreticilerin sulama uygulaması (%73.97), toprak hazırlığı (%68.64), hasat ve depolama (%65.08), tohumluk seçimi ve ekim (%57.98), gübre seçimi ve gübreleme (%56.21) gibi üretim aşamalarında geleneksel bilgi kaynaklarını tercih ettiği tespit edilmiştir. Üreticilerin pazarlama (%58.58) ve girdi seçimi (%53.85) gibi ekonomik konularda da geleneksel bilgi kaynaklarına başvurdukları belirlenmiştir (Boz ve Özçatalbaş 2010).

Araştırma alanında üreticilere mısır üretimi ile ilgili teknik konularda yararlandıkları bilgi kaynakları her bir üretim aşaması için ayrı ayrı sorulmuştur. Buna göre tohum seçiminde üreticilerin %58.5'i geleneksel ve %41.5'i ise modern; mısır ekim tekniği ile ilgili konularda %65.1'i geleneksel ve %34.9'u modern; sulama sayısını belirlemede %64.2'si geleneksel ve %35.8'i modern; gübre seçimi, gübreleme zamanı ve uygulaması gibi konularda %42.5'i geleneksel ve %57.5'i ise modern; hastalık ve zararlılarla mücadelede ise %32.1'i geleneksel ve %67.9'u modern bilgi kaynaklarından yararlanmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 3. Üreticilerin ilk bilgi kaynakları.

Table 3. The first information sources of producers.

İşletme Genişlik Grupları	Bilgi kaynakları				Toplam	
	Geleneksel		Modern		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%		
I. Grup	23	74.2	8	25.8	31	100.0
II. Grup	21	61.8	13	38.2	34	100.0
III. Grup	16	39.0	25	61.0	41	100.0
Toplam	60	56.6	46	43.4	106	100.0

$X^2=9.431$ $P=0.009$ $df=2$ * İlişkili

Çizelge 4. Üreticilerin teknik ve ekonomik konularda yararlandıkları bilgi kaynakları.

Table 4. Information sources used by producers in technical and economic matters.

Konular	Bilgi kaynakları				Toplam	
	Geleneksel		Modern		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%		
Teknik	12	35.1	22	64.9	34	100.0
Ekonomik	27	37.5	45	62.5	72	100.0
Toplam	39	36.8	67	63.2	106	100.0

$X^2=0.048$ $P=0.826$ $df=1$ * İlişkili değil

3.3.2. Ekonomik konularda bilgi kaynakları

Araştırma alanında mısır üreticilerinin mısır piyasası (fiyatı) hakkında bilgi kaynağı olarak; tüccarlar (%42.5), TMO (%32.1), diğer üreticiler (%14.2) ve internetten (%11.2) yararlandıkları belirlenmiştir. İşletme genişlik grupları ile üreticilerin mısır piyasası (fiyat) hakkında bilgi kaynakları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ki-kare analizi ile saptanmıştır (Çizelge 6).

Aşağı Seyhan Sulama Projesi alanında yapılan bir çalışmada mısır satış fiyatları ve koşullarının öğrenilmesinde tüccarlar (%66.7) ve TMO'nun (%20.3) en önemli bilgi kaynakları olduğu tespit edilmiştir (Özçatalbaş ve Gürgen 1992).

3.4. Pazarlama yapısı ve sorunlar

Tarım ürünlerinin pazarlanması üretilen ürünlerin tarla, bahçe ya da tarımsal işletme gibi üretim merkezlerinden tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen her aşamadaki faaliyetleri kapsamaktadır. Tarım ürünlerinde pazarlama sistemleri, ürünün yapısına göre farklılık göstermektedir. Örneğin tahıl ürünlerinin pazarlanmasında en önemli aktörler; Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO), ticaret borsaları, tüccarlar, yem fabrikaları ve diğer sanayi kuruluşlarıdır (Albayrak ve ark. 2010).

Araştırma alanında üreticilerin %44.3'ü TMO'ne, %40.6'sı tüccara ve %15.1'i ise yem fabrikalarına ürettikleri mısır

pazarlamaktadır. İşletme genişlik grupları ile üreticilerin mısır pazarlama kanalları arasında anlamlı bir ilişki olduğu ki-kare analizi ile saptanmıştır (Çizelge 7).

Özellikle işletme genişlik grupları açısından II. ve III. Grup üreticiler, TMO ile protokol imzalayan lisanslı depolara ürün teslim edebilecek maddi imkanı olması nedeniyle pazarlama kanalı olarak TMO'ni tercih ederken, I. Grup üreticiler ise maddi imkanları yetersiz olduğu için mısırın nem oranı artmadan biran önce tüccara satmayı tercih etmektedirler. Çünkü TMO, mısır alım fiyatını nem oranına göre belirlemekte ve randevu ile ürün kabul etmektedir. Yani üreticiler mısırı hasat eder etmez TMO'ne götürmemekte, randevu gününün gelmesini beklemektedir. Bu durumda da mısır bitkisi, özelliği gereği kurutulup depolanmadığı için nem oranı artmakta, bu da mısırın alım fiyatının düşmesine neden olmaktadır. Kısacası üreticilerin %42.5'i mısırın piyasa fiyatı hakkında bilgi kaynağı olarak tüccarlardan yararlanmakta, piyasanın durumuna göre mısırını tüccara veya TMO'ne satmaya karar vermektedir.

TMO'nun verilerine göre 2016 yılında Türkiye'de üretilen toplam mısırın %27.5'i TMO tarafından alınmıştır (TMO 2017). Araştırma alanında da üreticilerin mısır pazarlamasında yaşadıkları en önemli sorunlar; pazarlama kanallarının azlığı (%9.4) ve TMO'daki prosedürler (%3.8) olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle üreticilerin mısır için yeni pazarlama kanalları bulması önemlidir.

Çizelge 5. Üreticilerin teknik konularda yararlandıkları bilgi kaynakları.

Table 5. Information sources used by producers in technical matters.

Teknik konular	Bilgi kaynakları				Toplam	
	Geleneksel		Modern		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%		
Tohum seçimi	62	58.5	44	41.5	106	100.0
Ekim tekniği	69	65.1	37	34.9	106	100.0
Sulama sayısı	68	64.2	38	35.8	106	100.0
Gübre seçimi	45	42.5	61	57.5	106	100.0
Hastalık ve zararlılarla mücadele	34	32.1	72	67.9	106	100.0

Çizelge 6. Üreticilerin mısır piyasası (fiyatı) hakkında bilgi kaynakları.

Table 6. Sources of information on producers' maize market (price).

Mısır piyasası (fiyat) hakkında bilgi kaynakları	İşletme genişlik grupları						Toplam	
	I. Grup		II. Grup		III. Grup		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Tüccarlar	15	48.3	11	32.2	19	46.4	45	42.5
TMO	12	38.7	14	41.2	8	19.5	34	32.1
Diğer üreticiler	2	6.5	5	14.7	8	19.5	15	14.2
İnternet	2	6.5	4	11.8	6	14.6	12	11.2
Toplam	31	100.0	34	100.0	41	100.0	106	100.0

$X^2= 7.773$ $P= 0.258$ $df= 6$ * İlişkili değil

Çizelge 7. Üreticilerin pazarlama kanalları.

Table 7. Marketing channels of producers.

Pazarlama kanalları	İşletme genişlik grupları						Toplam	
	I. Grup		II. Grup		III. Grup		Sayı	%
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
TMO	12	38.7	20	58.8	15	36.6	47	44.3
Tüccar	17	54.8	12	35.3	14	34.1	43	40.6
Yem fabrikaları	2	6.5	2	5.9	12	29.3	16	15.1
Toplam	31	100.0	34	100.0	41	100.0	106	100.0

$X^2= 13.495$ $P= 0.009$ $df= 4$ * İlişkili

4. Sonuç

Günümüzde teknolojiye yaşanan gelişmeler tarım sektörünü de etkilemiş, tarımsal faaliyetin yeniden şekillenmesine yol açmıştır. Böylece ülkeler sahip oldukları tarımsal potansiyeli daha etkin kullanmak için yeni tarım tekniklerini ve teknolojilerini, tarımda kullanma yarışına girmiştir. Ancak tarım sektöründe yaşanan yeniliklerin her üreticiye aynı zamanda ulaşması ve üreticiler tarafından da hemen benimsenmesi ve uygulanması aynı hızda olmamaktadır. Çünkü üreticilerin büyük çoğunluğu geleneksel yöntemlerle yani kendi bilgi ve tecrübeleri ile üretim yapmaktadır. Ancak herhangi bir sorunla karşılaştıkları zaman diğer üreticilere ya da modern bilgi kaynaklarına başvurmaktadır. Araştırma alanında mısır üreticilerinin bilgi kaynakları ve pazarlama sorunları incelenmiştir. Buna göre üreticiler mısır üretimi ile ilgili ilk bilgi kaynağı olarak geleneksel (önder çiftçi, komşu/akraba ve diğer üreticilerden), mevcut bilgi kaynağı olarak ise modern (il ve ilçe müdürlüklerindeki ziraat mühendisleri, zirai ilaç bayileri ve özel tarım danışmanlarından) bilgi kaynaklarından yararlanmaktadır. Piyasa fiyatı ve diğer ekonomik konularda ise bilgi kaynağı olarak TMO, tüccarlar, diğer üreticiler ve internetten yararlandıkları tespit edilmiştir. Üreticiler tohum seçimi, ekim tekniği ve sulama gibi konularda geleneksel bilgi kaynaklarından; gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi konularda ise modern bilgi kaynaklarından yararlanmaktadır.

Bu verilerden yola çıkarak il tarım ve orman müdürlüğü tarafından üreticilerin ihtiyaç duyduğu gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi konularda eğitimler verilmesi yararlı olacaktır. Ayrıca üreticilere internet kullanımı, pazarlama ve e-ticaret gibi konularda da eğitimler verilebilir. Araştırma alanında üreticiler; fiyat oluşumunda söz sahibi olamama, devlet desteğinin az, pazarlama kanallarının yetersiz, TMO'nun ürün alım prosedürlerinin çok, kurutma ve depolama maliyetlerinin yüksek, lisanslı depo sayısının az olması gibi sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Ancak üreticiler kendi aralarında örgütlendiği ya da sözleşmeli tarım modelini benimsediği zaman bu sorunların çözülmesi mümkün olabilir. Bunun için araştırma alanındaki üreticilere, il tarım ve orman müdürlüğü tarafından örgütlenmenin önemi ve yararlarının anlatıldığı toplantılar düzenlenmeli, tarımsal amaçlı kooperatif kurmaları teşvik edilmelidir. Böylece üreticiler, kooperatifler aracılığıyla üretimde kullandıkları girdileri düşük fiyatla alabilir, ürettikleri ürünleri ise yüksek fiyattan satabilirler. Hatta kurutma tesisleri ve lisanslı depolar kurarak ürünlerini muhafaza edebilirler. Kısacası tarımsal ürün piyasalarında daha güçlü yer alabilirler, tekelleşmeyi önleyebilirler.

Kaynaklar

- Albayrak M, Taşdan K, Güneş E, Saner G, Atış E, Çukur F, Pezikoğlu, (2010) Küresel Rekabet Açısından Türkiye'de Tarım ve Gıda Ürünleri Pazarlama Sistemlerine Bakış: Mevcut Yapı, Sorunlar, Fırsatlar, Hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, s. 1305-1320.
- Alemdar T, Seçer A, Demirdöğen A, Öztornacı B, Aykanat S (2014) Çukurova Bölgesinde Başlıca Tarla Ürünlerinin Üretim Maliyetleri ve Pazarlama Yapıları. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Tepe Yayın No: 230 ISBN: 978-605-4672-65-3.
- Anonim (2017) Diyarbakır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından derlenmiştir, Diyarbakır.

- Boz İ (2002) Does Early Adoption Affect Farmers' Use of the Extension Service?. Association for International Agricultural and Extension Education (AIAEE) 9(3): 77-82.
- Boz İ, Akbay C, Orhan E, Candemir S (2004) Çiftçilerin Tarımsal Faaliyetlerde Kullandıkları Bilgi Kaynaklarının Belirlenmesi ve Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi. VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, Tokat.
- Boz İ, Özçatalbaş O (2010) Determining Information Sources Used by Crop Producers: A Case Study of Gaziantep Province in Turkey. African Journal of Agricultural Research 5(10): 980-987.
- Çiçek A, Erkan O (1996) Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örnekleme Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 12, Ders Notları Serisi: 6, Tokat.
- Demiryürek K (2010) Information Systems and Communication Networks for Agriculture and Rural People. Agric. Econ.-Czech 56(5): 209-214.
- Elçi S, Kolsarıcı Ö, Geçit, H (1987) Tarla Bitkileri. A.Ü.Ziraat Fak.Yay No: 100, Ofset Basım: 30, Ankara.
- FAO (2015) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Compiled from FAOSTAT data.
- Gül M (1998) Yüreğir İlçesinde Sulanan Alanlarda Mısırdaki Üretim Maliyetleri ve Üretici Sorunları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kesici T, Kocabaş Z (1998) Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 79, Ankara, s. 182-185.
- Oruç E (2001) Tokat İlinde Bitkisel Üretimde Tarımsal Mücadele Uygulamaları ve Çiftçilerin İlaç Kullanımı Konusundaki Bilgi Düzeyleri ile Bilgi Kaynakları Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
- Özçatalbaş O, Gürgen Y (1992) Aşağı Seyhan Sulama Proje Alanındaki Mısır Üreticilerinin Bilgi Edinme Kaynakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7/2: 63-78.
- Özçatalbaş O, Gürgen Y (1998) Tarımsal Yayım ve Haberleşme. Baki Kitap Evi, Adana, s. 334.
- Özçatalbaş O, Özkan B, Kutlar İ (2002) Antalya'da Mısır Üretiminde Üretici Uygulamaları ile Yayım Şubesi Önerileri ve Araştırma Bulgularının Karşılaştırmalı Analizi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş proje raporu (yayımlanmamış), Antalya.
- Özçatalbaş O, Ünlü T (2018) The Anaysis of Information Sources Used by Pomegranate Producers in Antalya Province of Turkey. Mediterranean Agricultural Sciences 31(1): 45-48.
- Özkan B (2000) Antalya İlinde Sera Sebzeçiliğinde Kadın Üreticilerin Rolü. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(2): 133-143.
- Soysal M (1998) Köy Sosyolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: A-66, Genel Yayın No: 211, Adana.
- Taşdan K, Emeksiz F (2003) Türkiye'de Mısır Üretim, Tüketim ve Dış Ticareti. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(3): 97-104.
- TMO (2017) Toprak Mahsulleri Ofisi verilerinden derlenmiştir, Ankara.
- Torun E (2011) Organik Tarımda Çiftçilerin Bilgi Kaynakları (Kocaeli İli Kartepe İlçesi Örneği). KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 14(4): 53-62.
- TÜİK (2017) Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden derlenmiştir, Ankara.
- Yalçın M, Boz İ (2007) Kumluca İlçesinde Seralarda Üreticilerin Kullandıkları Bilgi Kaynakları, Bahçe Dergisi 36(1-2): 1-10.

Yamane T (2001) Temel Örnekleme Yöntemleri.(Çev: Esin A, Aydın C, Bakır MA, Gürbüzsel E). Literatür Yayınları, İstanbul, s. 509.

Yılmaz H, Demircan V, Gül M (2009) Üreticilerin Kimyasal Gübre Kullanımında Bilgi Kaynaklarının Belirlenmesi ve Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4(1): 31-44.

Yücer A, Demirtaş M, Altun A, Kan M, Çelik A, Kalanlar, Ş (2015) Türkiye’de Tarım Arazilerinin Bölünmesinin Önlenmesine Yönelik Bir Araştırma. Tepge Yayın No: 241, ISBN: 978-605-4672-99-8. Ankara.



Bir sera işletmesi için şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız rüzgâr, fotovoltaik ve jeneratör sistemlerinin teknik ve ekonomik değerlendirmesi

Technical and economical evaluation of grid connected and stand-alone wind, photovoltaic and generator systems for a greenhouse company

Nuri ÇAĞLAYAN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): N. Çağlayan, e-posta (e-mail): nuricaglayan@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 27 Mayıs 2019
Kabul tarihi 02 Temmuz 2019

Anahtar Kelimeler:

Sera
Fotovoltaik Enerji
Modelleme
Enerji Maliyeti (EM)
Optimizasyon

ÖZ

Bu çalışmada, bir sera işletmesinin elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi için şebeke, rüzgâr (RT), güneş (FV) ve jeneratör enerji sistemlerinin modelleme ve bilgisayar benzetimleri yapılmıştır. Bilgisayar benzetiminde işletmenin elektrik yükü günlük 369.52 kWh olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bu sistemlerin ekonomik fizibilitesi birim enerji maliyetine (EM) göre değerlendirilmiştir. Benzetim (Simülasyon) sonuçlarına göre, fotovoltaik ve rüzgâr enerji sistemlerinin enerji maliyetleri sırasıyla 0.084 ve 0.059 \$ kW⁻¹ olmaktadır. EM sonuçlarına göre, fotovoltaik sistem, rüzgâr enerji sistemine göre daha pahalıdır. Yıllık enerji üretim miktarları incelendiğinde ise, rüzgâr enerji sistemi fotovoltaik enerji sisteminden 3.1 kat daha fazla enerji üretebilmektedir. Öte yandan, dizel jeneratörün enerji maliyeti (0.554 \$ kWh⁻¹) fotovoltaik sistemle birlikte bu işletme için en pahalı enerji kaynağıdır. Çalışmada ayrıca zararlı gaz emisyon değerleri de araştırılmıştır. Rüzgâr enerji sistemi kurulursa, yılda 34742 kg CO₂, 151 kg SO₂ ve 73.7 kg NO_x salınımı önenebilecektir. Elde edilen sonuçlara göre sera işletmesi için en uygun sistemin rüzgâr enerjisi olduğu görülmüştür.

ARTICLE INFO

Received 13 March 2019
Received in revised form 27 May 2019
Accepted 02 July 2019

Keywords:

Greenhouse
Photovoltaic Energy
Modelling
Cost of Energy (COE)
Optimization

ABSTRACT

In this study, modeling and computer simulations were made by using grid, wind (WT), solar (PV) and generator energy systems in order to meet the electricity needs of a greenhouse company. In the computer simulation, the electrical load of the company was found as 369.52 kWh per day and optimization and sensitivity analyzes were performed for the most suitable system to meet this electric load. The results were evaluated according to the cost of energy (COE). According to the simulation results, the energy cost of photovoltaic and wind energy systems is 0.084 and 0.059 \$ kW⁻¹, respectively. COE results show that the photovoltaic system is more expensive than the wind energy system. When the annual energy production amounts are examined, the wind energy system can produce 3.1 times more energy than the photovoltaic system. On the other hand, the energy cost of the diesel generator (0.554 \$ kWh⁻¹) is the most expensive energy source for this operation with the photovoltaic system. In the study, harmful gas emission values were also investigated. If a wind energy system is installed, 34742 kg CO₂, 151 kg SO₂ and 73.7 kg NO_x emissions can be prevented annually. According to the results, it was found that the most suitable system for greenhouse operation was wind energy.

1. Giriş

Türkiye'nin 2017 yılı sonu itibarıyla elektrik üretimi 295.5 milyar kWh, tüketimi ise 294.9 milyar kWh olmuştur (BP 2019). Elektrik tüketiminin 2023 yılında baz senaryoya göre yıllık ortalama %4.8 artışla 385.10⁹ kWh'e ulaşması beklenmektedir. Türkiye'deki elektrik üretiminin %28.2'si doğal gaz, %21.6'sı kömür, %44.2'si yenilenebilir enerjilerden, %5'i ticari olmayan yakıtlardan ve %0.4'ü akaryakıt gibi kaynaklar kullanılarak elde edilmiştir. Yenilenebilir enerji

kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin %7.7'si rüzgârdan ve %1.7'si ise güneş enerjisinden fotovoltaik (PV) ilkeye bağlı olarak üretilmektedir (ETKB 2019).

Türkiye, elektrik talebindeki hızlı büyüme ve fosil yakıtların tükenmesiyle birlikte, fosil yakıt rezervlerinin ömrünü uzatmak için yenilenebilir enerjinin önemini kavramış ve küresel iklim değişikliğiyle, özellikle de sera gazı salımlarıyla mücadelede

sürdürülebilir çözümler getirmiştir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'nın 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'na göre, tüketiciler lisans alma veya şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın, güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklardan ürettikleri 1 MW güce kadar elektrik enerjisi üretebilecek ve ihtiyaç fazlasını dağıtım şebekesine satabileceklerdir. Türkiye'deki lisanssız üretim tesislerinin kurulu gücü 2017 yılı sonu itibarıyla 3173.32 MW güce ulaşmıştır. Belirtilen toplam enerji değerinin %93.90'ı ile güneş santrallerine aittir. Güneş santrallerini sırasıyla %2.71 ile doğal gaz, %2.10 ile biyokütle ve %1.01 ile de rüzgâr enerjisi tesisleri izlemiştir (EPDK 2017).

Maliyetlerin gün geçtikçe daha çok önem kazandığı günümüz ekonomik şartlarında, enerji maliyetlerin sürekli artması, özellikle tarım işletmelerini tasarruf yapmaya ve mümkün olan en düşük fiyatla elektrik elde edebilecekleri çözüm yolları bulmaya zorlamaktadır. Bu amaçla, enerji kaynaklarını çeşitlendirmekle ilgilenen tarım işletmelerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelikleri görülmektedir. Özellikle jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerde, sera işletmelerinin sayısında belirgin oranda artışlar gözlenmektedir. Öte yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik devlet teşviklerinin artmasıyla birlikte, çiftlik ve açık arazi sulaması için elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla güneşten fotovoltaik yöntemle üretilen elektrik kullanımı da giderek artmaktadır. Tarım işletmelerinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılama konusundaki beklentiler; enerjilerini güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmek, hatta üretecekleri fazla enerjiyi şebekeye satmaları yönündedir. Böylece, potansiyel yeşil elektriğin en yüksek elektrik talep dönemlerinde elektrik şebekesine satılarak, çevre kirletici maddelerin azaltılmasının yanı sıra, işletme maliyetlerinin düşürülmesine de önemli katkılar sağlanabilecektir.

Yenilenebilir enerji kaynağının kurulmasından önce fizibilite çalışması yapmak, yatırımın ekonomikliği konusunda fikir vermesi açısından oldukça önemlidir. Literatürde bazı tarım işletmelerinde elektrik ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanabilmesine yönelik pek çok modelleme ve gerçek çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda bilgisayar benzetimlerine sıklıkla başvurulmakta, hızlı, güvenilir ve gerçeğe oldukça yakın sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu amaçla kullanılan bilgisayar benzetim yazılımları arasında Amerika Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL: National Renewable Energy Laboratory) tarafından geliştirilen HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables) yaygın olarak kullanılmaktadır. HOMER yazılımı ile tek ve hibrit enerji sistemi modelleri geliştirilebilmektedir. Geliştirilen modeller sayesinde ilgili coğrafik bölge için en uygun maliyetli enerji sistemi tayin edebilmenin yanında, optimizasyon ve duyarlılık analizleri sonucunda hangi enerji sisteminin daha uygulanabilir olacağı belirlenebilmektedir (Ngan ve Tan 2012).

Byrne ve ark. (2005), bir tavuk çiftliğinde güneşten elektrik üretimi ve fizibilite çalışması yapmışlardır. Çalışmada, bilgisayar benzetimi modeli yaklaşımı ile alternatif senaryolar ve maliyet koşullarını değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, güneşten elektrik üreten toplam 1.5 kW gücünde bir PV dizinin tavuk çiftliği için ekonomik olduğu ve sistemin kullanılmasyla, 112 ton CO₂, 1.8 ton SO₂ ve 0.4 ton NO_x azaltılabileceği öngörülmüştür.

Türkdoğan ve ark. (2018), bilgisayar benzetimi kullanarak bir çiftlik evi ve 50 büyükbaş hayvanın yaşayabileceği bir barınığın elektriksel yük ihtiyacını karşılamak üzere şebekeden bağımsız hibrit enerji sisteminin teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çiftlik evinin elektriksel

yük ihtiyacı hesaplanmış, rüzgâr hızı ve güneş radyasyon verileri kullanılarak, HOMER yazılımı ile hibrit enerji sistemi modeli oluşturulmuştur. Modellenen enerji sisteminde kurşun asit ve lityum iyon akü grupları kullanılmış, teknik ve ekonomik açıdan karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, birim enerji maliyeti ve teknik açıdan lityum iyon akü grubunun kullanıldığı hibrit enerji sisteminin daha uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir.

Tudorache ve Morega (2008), jeneratör destekli fotovoltaik ve rüzgâr enerji sistemlerinin güç üretiminde en ekonomik sistem mimarisinin elde edilmesine yönelik modelleme ve bilgisayar benzetimleri yapmışlardır. Sistemlerin eş zamanlı çalışması göz önüne alınarak yapılan çalışmada, en ucuz elektrik maliyetinin, bir dizel jeneratör, dört fotovoltaik modül, iki rüzgâr türbini ve sekiz bataryadan oluşan sistem ile elde edileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Himri ve ark. (2008), Cezayir'in güney batısında bulunan bir bölgede şebeke bağlantısı olmayan hibrit enerji sistemleri için teknik ve ekonomik bir değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada enerji üretiminin, yaşam döngüsü maliyetlerinin ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesi için en uygun enerji sistemi modellenmiştir. Araştırmacılar, 5 m s⁻¹ den daha düşük rüzgâr hızları için simülasyonda kullanılan dizel yakıt fiyatı aralığı boyunca mevcut dizel enerji santralinin uygun tek çözüm olduğu sonucuna varmışlardır. Öte yandan, dizel yakıt fiyatının ≥ 0.162 \$ l⁻¹ ve rüzgâr hızının ≥ 5.48 m s⁻¹ olduğu durumda da rüzgâr -dizel hibrit enerji sisteminin daha uygun bir çözüm olduğunu sonucuna ulaşılmıştır (OECD 2016).

Dalton ve ark. (2008), yaptıkları yenilenebilir enerji modellemesinde, büyük ölçekli şebeke bağlantılı uygulamalar için fotovoltaik sistemler yerine rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemlerinin ekonomik bakımdan daha uygulanabilir olduğu belirlenmiştir. Alternatif bir uygulama olan hidrojen yakıt hücrelerinin kullanımının ve hidrojen depolanmanın şebeke bağlantılı sistemlerde ekonomik olmadığı sonucuna varmışlardır.

Yapılan çalışmada da bir sera işletmesinin elektrik yükünün güneş, rüzgâr ve jeneratör güç sistemleriyle karşılanabilme olanakları incelenmiş, önerilen sistemler için bilgisayar modellemesi, benzetim ve optimizasyon araçları kullanılarak teknik ve ekonomik değerlendirmeler yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

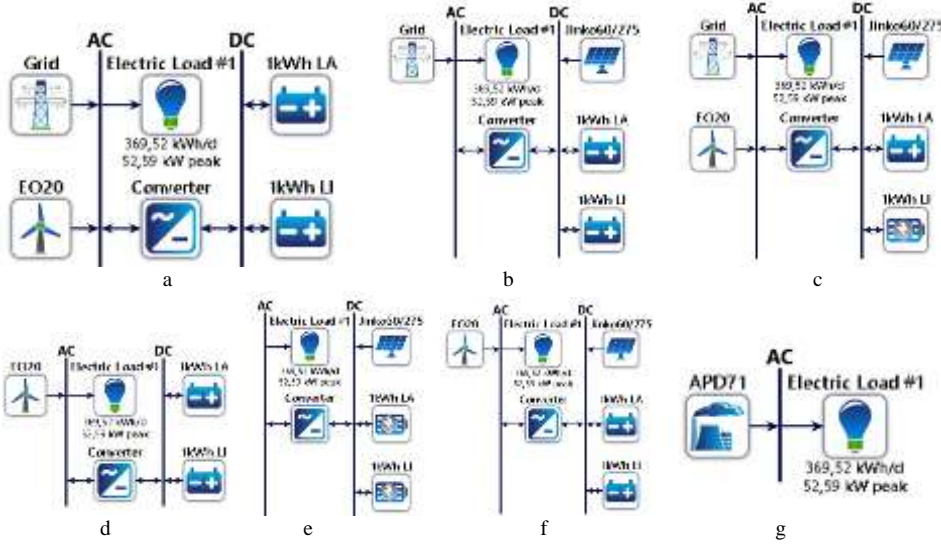
2.1. Modelleme ve bilgisayar benzetimleri

Çalışma kapsamında elektrik yükü incelenen sera işletmesi Sandıklı (Afyonkarahisar) ilçesi sınırları (38.27° N; 30.16° E) içerisinde bulunmaktadır. İşletme, işletme binası, ısıtma merkezi ve toplam 15 da sera alanına sahiptir. Sera, gotik çatılı, oluk altı yüksekliği 4.5 m ve tünel açıklığı 9.6 m'dir. Yan duvarları çift plastik ile örtülü olan serada ısı perdesi bulunmakta ve jeotermal enerji kullanılarak ısıtma yapılmaktadır. Topraksız tarım yapılan tesiste yıl boyu kesintisiz faaliyet sürdürülmektedir.

Çalışmada işletme için şebeke bağlantılı (Grid connected) ve şebeke bağlantısız (Stand-alone) hibrit enerji sistemleri modellenmiştir. Şebeke bağlantısı olan sistemlerde (Şekil 1 a, b ve c); şebeke ile birlikte rüzgâr türbini (RT), fotovoltaik (FV) ve (FV+RT) enerji sistemleri, şebeke bağlantısı olmayan sistemlerde (Şekil 1 d, e, f ve g); her biri yalnız olmak üzere RT, FV, RT+FV ve jeneratör kullanılarak modellenmiştir. Tüm

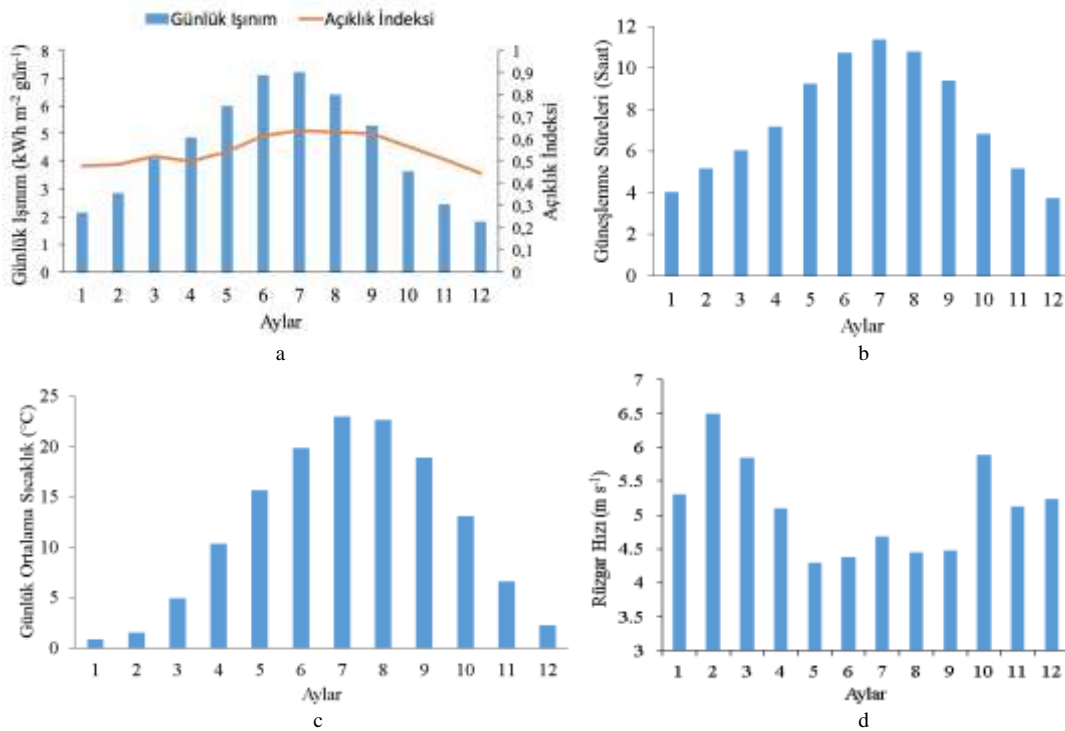
modellerde kurşun asid (LA) ve lityum iyon (LI) akü grubu kullanılmış ve farkları incelenmiştir. Modelleme ve bilgisayar benzetimlerinde veri girişi olarak, işletmenin bulunduğu Sandıklı'nın güneş ışınımı, açıklık indeksi, güneşlenme süreleri, sıcaklık ve rüzgâr hızı verileri (Şekil 2 a, b, c ve d) kullanılmıştır. Bu veriler, NASA Yüze Meteorolojisi ve Güneş Enerjisi veri tabanındaki 22 yıllık ortalama aylık verilerden elde edilmiştir (NASA 2019).

Bilgisayar benzetimlerinde farklı girdi değerleri kullanılarak belirli sınır koşullarının değiştirilmesiyle farklı durumlar için kaynakların yeterliliğine, maliyet varyasyonlarına ve yük durumuna göre optimizasyon yapılmış ve en uygun yenilenebilir enerji temelli sistem tasarımı belirlenmeye çalışılmıştır. Sistemlerin analizlerinde, HOMER Pro (ver. 3.11) yazılımı kullanılmıştır (HOMER 2019). HOMER, benzetim, optimizasyon ve duyarlılık analizi olmak üzere üç temel görev gerçekleştirir. Benzetim işleminde, yılın her bir saati için belirli



Şekil 1. Şebeke bağlantılı sistemler: a. RT, b. FV ve c. FV+RT, şebeke bağlantısız sistemler: d. RT, e. FV, f. FV+RT ve g. Jeneratör.

Figure 1. Grid-connected systems: a. Wind türbine (WT), b. Photovoltaic (PV) and c. PV+WT, Stand-alone systems: d. WT, e. PV, f. PV+WT ve g. Generator.



Şekil 2. a. Günlük ışınım ve açıklık indeksi, b. Güneşlenme süreleri, c. Sıcaklık ve d. Aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri.

Figure 2. a. The values of daily radiation and clearness index, b. Sunshine duration, c. Temperature and d. Average monthly wind speed.

bir mikro enerji sistem yapılandırmasının performansı, sistemin teknik fizibilitesi ve yaşam döngüsü maliyetini belirleyebilmek için modellenir. Optimizasyon işleminde, en düşük yaşam döngüsü maliyetini elde edebilmek ve teknik kısıtlamaları karşılayan en uygun sistem mimarisini yakalayabilmek için birçok farklı sistem mimarisinin benzetimi sağlanmaktadır. Sistemi oluşturan elemanların kombinasyonu ve bu elemanların her birinin büyüklüğü veya niceliği gibi sistem tasarımcısının kontrolündeki değişkenlerin en uygun değerini belirlemektedir. Duyarlılık analizi işleminde ise, model girişlerindeki değişikliklerin veya belirsizliklerin etkilerini ölçmek için bir giriş varsayımları dizisi altında çok sayıda optimizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Ortalama rüzgâr hızı, ışıınım değeri veya gelecekteki yakıt fiyatı gibi tasarımcının kontrolü dışındaki değişkenlerin veya belirsizliklerin etkilerinin değerlendirilmesinde önemli rol oynar (Lalwani 2010).

2.2. Modelleme parametreleri

Bilgisayar benzetimlerinde birinci aşamada işletmenin günlük elektrik yük miktarı ve yıl içindeki görünüşü incelenmiştir. İkinci aşamada ise önerilen sistemleri oluşturan ekipmanların kapasite ve maliyet değerleri (Çizelge 1) göz önüne alınarak, sistemlerin teknik ve ekonomik fizibilitesi için benzetim çalışmaları yapılmıştır. Benzetim aracının optimizasyon özelliği kullanılarak, yükü karşılayabilecek en uygun enerji sistemlerinin net bugünkü değerleri (NBD) ve enerji maliyetleri (EM) gibi ekonomik göstergeleri elde edilmiştir. Duyarlılık analizlerinde, güneş ışıınımı, rüzgâr hızı ve sıcaklık için iki değişim durumu göz önüne alınırken, dizel yakıt için üç farklı yakıt fiyatının olması durumu göz önüne alınmıştır. Buna göre, güneş ışıınımı; 4.49 ve 7 kWh m⁻² gün⁻¹, rüzgâr hızı; 5.10 ve 6.50 m s⁻¹, sıcaklık; 11.63 ve 25°C ve dizel yakıt fiyatı; 0.50, 1.19 ve 1.50 \$ l⁻¹ değişimlerine göre hesaplamalar yapılmıştır.

2.2.1. İşletmenin elektrik yükü

İşletmenin yük dağılımı tespitinde, serada kullanılan havalandırma, sulama, ısıtma sistemindeki elektrikli makine ve cihazların elektrik güçleri, günlük kullanım süreleri hakkında bilgi alınmış ve aylık elektrik faturaları üzerinden kıyaslamalar yapılarak veriler toplanmıştır. İşletmenin elektriksel yükünün dağılımına bakıldığında, işletme binasının %13, ısıtma sisteminin %39, sulama ve havalandırma sistemlerinin ise %24'er paya sahip oldukları hesaplanmıştır.

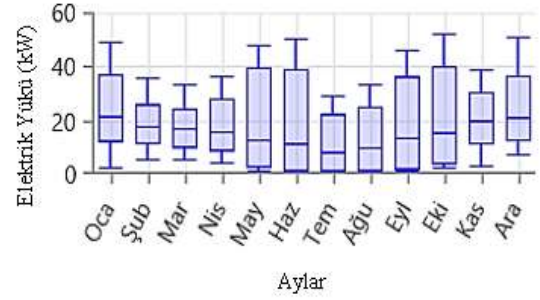
Yük verileri, günlük elektrik tüketiminin 369.52 kWh, en yüksek güç talebinin 52.59 kW olduğunu göstermiştir. İşletmenin yıllık elektrik yükü görünüşü Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sistem ekipmanlarının maliyet değerleri.

Table 1. Cost values of system equipment.

Ekipman	Yatırım Maliyeti		Değiştirme Maliyeti		İşletme Maliyeti (\$ yıl ⁻¹)	Ömür (yıl)
	(\$ kW ⁻¹)	(\$ Adet ⁻¹)	(\$ kW ⁻¹)	(\$ Adet ⁻¹)		
FV	4500		2500		50	25
RT		33200		33200	1000	20
Dönüştürücü	115		115		0	15
Jeneratör	200		200		0.03 \$ h ⁻¹	15000 h
LA Akü		300		300	10	10
LI Akü		550		550	10	15

FV: Fotovoltaik panel, RT: Rüzgâr türbini, LA: Kurşun asit akü, LI: Lityum iyon akü.



Şekil 3. İşletmenin yıllık elektrik yükü görünüşü.

Figure 3. Annual electricity load profile of the greenhouse company.

2.2.2. Güneş enerjisi (FV: fotovoltaik) sistemi

Fotovoltaik modül, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine (Doğru akım) dönüştüren yarıiletken malzemelerden üretilmektedir. Güneş enerjisi, PV hücrenin yapısına bağlı olarak %5 ila %20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güç çıkışını artırmak amacıyla yüzeylerine dik ışın gelecek şekilde çok sayıda güneş modülü eğimli yüzey üzerine monte edilir ve elektriksel olarak birbirine paralel-seri bağlanarak MW seviyesindeki güçlere kadar fotovoltaik elektrik üretim santralleri oluşturulabilir. Bir FV dizisinin ürettiği güç Eşitlik 1 ile hesaplanabilir (HOMER 2019):

$$P_{PV} = Y_{PV} f_{PV} \left(\frac{\bar{G}_r}{G_{T,STC}} \right) [1 + \alpha_p (T_c - T_{c,STC})] \quad (1)$$

Burada, Y_{PV} FV dizisinin toplam kurulu gücünü, f_{PV} bozulma faktörünü, G_r FV yüzeyine gelen solar ışıınımı (kW m⁻²), $G_{T,STC}$ standart test koşullarındaki ışıınımı (1 kW m⁻²), α_p FV sıcaklık katsayısını (% °C⁻¹), T_c FV hücre sıcaklığını ve $T_{c,STC}$ standart test koşullarındaki hücre sıcaklığını (25°C) göstermektedir. Güneş modüllerinin kullanıldığı benzetimlerde, Şekil 2'de verilen güneş ışıınımı ve sıcaklık değerleri esas alınmıştır. Modelleme ve bilgisayar benzetimlerinde 275 W gücünde ve %16.80 verimle çalışan polikristal silikon fotovoltaik modüller (JINKO Solar 2019) kullanılmıştır.

2.2.3. Rüzgâr enerjisi (RT: rüzgâr türbini) sistemi

Yapılan modellemelerde 20 kW gücünde, kule yüksekliği 36 m olan 3 kanatlı rüzgâr türbinleri (Eocycle Inc. 2019) kullanılmıştır. Türbinlerin kullanıldığı benzetimlerde, Şekil 1 d'de verilen rüzgâr hızı ortalama değerleri esas alınmıştır.

2.2.4. Dizel jeneratör

Modellemelerde 3 faz, 71 kVA (56.80 kW) gücünde bir dizel jeneratör kullanılmıştır (AKSA 2019). Jeneratörün verimi, çıkış güç değeri ile logaritmik olarak artmaktadır. Dizel jeneratörlerde kW başına maliyet değeri daha düşük güçlü kapasitedeki jeneratörler için daha yüksektir. Elde edilen bilgisayar benzetim sonuçlarında jeneratörün her litre yakıt tüketimi başına açığa çıkarttığı toplam karbon emisyonu da belirlenmiştir.

2.2.5. Akü grubu

Akü gurubu seri ve paralel bağlı akülerden oluşan yedekleme sistemi olarak kullanılmakta ve yük boyunca gerilim değerini sabit tutmaktadır. Modellemelerde, 12 V, 83.4 Ah, 1 kWh kurşun asit, (LA) ve 6 V, 167 Ah, 1 kWh lityum iyon, (LI) tip iki farklı akü grubu kullanılmıştır.

2.2.6. Dönüştürücü

Dönüştürücü (Converter), FV modüller ve akü grupları gibi doğru akım kaynaklarından elde edilen akımın alternatif akıma dönüştürülmesinde kullanılmaktadır. Dönüştürülen bu akım, sera işletmesinde kullanılan motor, kompresör, pompa gibi elektrik makineleri için gerekli olan alternatif akım ihtiyacını karşılamaktadır. Bilgisayar benzetimlerinde %95 verimli dönüştürücü kullanılmış, sistemde kullanılacak dönüştürücü gücü optimizasyon sonucunda belirlenmiştir.

2.2.7. Şebeke bağlantısı

Sera işletmeleri, tarımsal sulama için belirlenen tarife göre, şebekeden elektrik satın almaktadırlar. İşletmenin elektrik enerjisi aldığı firma ile 150 kW güç sözleşmelidir. Modellemelerde elektriğin birim fiyatı 0.12 \$ kWh⁻¹ olarak alınmış ve 2013 yılında EPDK tarafından yayınlanan lisanssız enerji üretimi yönetmeliğine (EPDK 2013) göre ihtiyaç fazlası enerji satılarak işletmeye gelir sağlanabileceği varsayılmıştır. Bu amaçla modellemelerde EPDK'nın belirlediği, fotovoltaik enerji satışı için 0.133 \$ kWh⁻¹, rüzgârdan üretilen enerji satışı için ise 0.073 \$ kWh⁻¹ verileri kullanılmıştır.

2.3. Ekonomik analiz

2.3.1. Ekonomik göstergeler

Bilgisayar benzetimlerinde kullanılan kazanç oranı yıllık faiz oranıdır. Bu oran anlık maliyetler ile yıllık hale getirilmiş maliyetler arasındaki dönüşümü sağlamak için kullanılan indirim oranıdır ve Eşitlik 2'de verildiği gibi net nominal faiz oranına bağlıdır (Yılmaz 2008).

$$i = \frac{i' - f}{1 + f} \quad (2)$$

Burada, i gerçek faiz oranı, i' net nominal faiz oranı ve f yıllık enflasyon oranıdır. Türkiye için, $i' = \%22.50$ ve $f = \%18.49$ kullanılmıştır (2019 yılı Mart ayı verileri esas alınmıştır) (TCMB 2019). Bu durumda gerçek faiz oranı %3.38 olarak bulunmuştur. Öte yandan jeneratör için kullanılacak dizel yakıtın litre fiyatı 1.19 \$ olarak alınmış (PO 2019) ve ayrıca yakıt fiyatının 0.5 ve 1.5 \$ l⁻¹ olması durumunda da duyarlılık analizleri yapılmıştır.

2.3.2. Net bugünkü değer (NBD)

Bir yatırımın net bugünkü değeri (NBD), yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağladığı getirinin bugünkü değerinden yatırım giderlerinin bugünkü değerinin düşülmesi ile elde edilen farkı ifade eder. Bu fark pozitif ($NBD > 0$) ise proje kabul edilir. Eğer $NBD = 0$ olursa yıllık hâsılat akımlarının işletme maliyetlerini ve yıllık yatırım maliyetlerini anca karşıladığı anlaşılır. NBD Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanabilir (Sarıslan 1990).

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Burada, B_t t yılındaki nakit girişi; C_t t yılındaki nakit çıkışı, n yıldır.

2.3.3. Enerji maliyeti (EM)

Sistem tarafından üretilen enerjinin birim maliyeti aynı zamanda teknik ve ekonomik değerlendirme kriteri olarak da kullanılmakta ve toplam yıllık maliyetin yıllık üretim enerjisine bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Eşitlik 4).

$$COE = \frac{C_{tot}}{E_{tot}} \quad (4)$$

Burada C_{tot} sistemin tüm parçalarıyla birlikte yıllık toplam maliyeti (\$ yıl⁻¹) ve E_{tot} yıllık üretilen enerjiyi (kWh yıl⁻¹) göstermektedir (Fakhim ve ark. 2017).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Şebeke bağlantılı sistemler

Şebeke bağlantılı yenilenebilir enerji sistemlerinin teknik ve ekonomik analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bilgisayar benzetimlerinde çevresel faktör girdisi olarak, ışınım, rüzgâr hızı ve sıcaklık değerlerinin ortalama ve en yüksek değerleri kullanılmıştır. Bilgisayar benzetimlerinde bu değişkenler girdi olarak alınmış ve önerilen her sistem için EM değerleri sıralanmıştır. En uygun EM değeri, birim enerji maliyeti en düşük olan, kurulabilecek en ekonomik sistemi göstermektedir.

FV+RT sistemi için yapılan optimizasyon sıralamasında, ilk sırada yalnız RT sistemin yer aldığı (FV sistemin olmadığı) yapının yer aldığı görülmüştür. Bunun anlamı hibrit sistemin kurulması bu işletme için ekonomik değildir. Sıralamaya göre FV+RT seçeneği ancak dördüncü en uygun sistemdir. Optimizasyon sonuçlarından elde edilen önemli bir çıktı da EM değerinin hem RT hem de FV+RT sistemleri için aynı olmasıdır. Bu durum da FV+RT yerine yalnız RT sisteminin kurulması daha uygundur. Hibrit yapıda FV sistemden elde edilmesi düşünülen enerjinin şebekeden satın alınmasının daha ekonomik, enerji maliyetinin daha düşük olacağı sonucuna varılmıştır.

Tek olarak şebekeye bağlanacak FV sistemi, RT ve FV+RT enerji sistemleriyle karşılaştırıldığında ise, (ışınım ve rüzgâr hızının ortalama değerleri esas alındığında) EM değeri (0.084 \$ kWh⁻¹) diğer sistemlerden (0.059 \$ kWh⁻¹) daha yüksektir. Enerji üretim miktarlarına bakıldığında, RT sistemi FV sisteminden 3.1 kat daha yüksek enerji üretebilmektedir. Ayrıca çevre şartları en yüksek değere (ışınım: 7 kWh m⁻² gün⁻¹; rüzgâr hızı: 6.5 m s⁻¹ ve sıcaklık: 25°C) çıktığında ise, RT (ve FV+RT)

sistemin EM değeri 0.045 \$ kWh⁻¹ seviyesine inmektedir. Bu değer, şebeke bağlantılı sistemler arasındaki en düşük enerji maliyetini göstermektedir. Tüm sistemler enerji maliyetleri açısından değerlendirildiğinde, şebeke bağlantılı sistemler

arasındaki en ekonomik sistemin RT enerji sistemi olmaktadır. RT sistemi için nakit akışları Çizelge 3 ve 4'te, şebeke bağlantılı ve bağlantısız sistemler için yıllık maliyetler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 2. Şebeke bağlantılı yenilenebilir enerji sistemlerinin teknik ve ekonomik analiz sonuçları.

Table 2. Technical and economic analysis results of grid-connected renewable energy systems.

	FV		RT ve (FV+RT)	
Güneş ışınımı (kWh m ⁻² gün ⁻¹)	4.49	7.00	4.49	7.00
Sıcaklık (°C)	11.63	25.00	11.63	25.00
Rüzgâr hızı (m s ⁻¹)	5.10	6.50	5.10	6.50
FV gücü (kW)	31.63	34.37		
RT sayısı (Adet)			3	2
Dönüştürücü gücü (kW)	28.20	30.36		
EM (\$ kWh ⁻¹)	0.084	0.079	0.059	0.045
NBD (\$)	1177249	1102958	815770.40	632987.10
İşletme maliyeti (\$ yıl ⁻¹)	9982.30	9141.96	6929.60	5482.25
Yatırım maliyeti (\$)	145584.70	158141.70	99600	66400
Yenilenebilir enerji oranı (%)	33.18	40.99	59.24	65.95
Enerji üretimi (kWh yıl ⁻¹)	52402.77	67682.16	162563.30	149379.00
Şebekeden alınan enerji (kWh)	90116.66	79593.80	54971.03	45921.68
Şebekeye verilen enerji (kWh)	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 3. Şebeke bağlantılı RT sistemi için nakit akışları (Bileşene göre).

Table 3. Cash Flow for the grid-connected WT system (by component).

	Yıllar												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Nominal												
	RT (Eocycle EO20)												
Sermaye	-99600												
İşletme masrafları		-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-99600	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
	Şebeke bağlantısı												
Sermaye													
İşletme masrafları		-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam		-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112
Nominal Toplam	-99600	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112
	Yıllar												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Nominal												
	RT (Eocycle EO20)												
Sermaye													
İşletme masrafları	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
Hurda değeri													74700
Değiştirme maliyeti								-99600					0
Toplam	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-3000	-102600	-3000	-3000	-3000	-3000	71700
	Şebeke bağlantısı												
Sermaye													
İşletme masrafları	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112	-5112
Nominal Toplam	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-8112	-107712	-8112	-8112	-8112	-8112	66588

İşinim: 4.49 kWh m⁻² gün⁻¹; rüzgâr hızı: 5.1 m s⁻¹ ve sıcaklık: 25°C.

Çizelge 4. Şebeke bağlantısız RT sistemi için nakit akışları (Bileşene göre), (\$).

Table 4. Cash Flow for the stand-alone WT system (by component), (\$).

	Yıllar												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nominal													
RT (Eocycle EO20)													
Sermaye	-199200												
İşletme masrafı		-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-199200	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Akü grubu (LI)													
Sermaye	-156200												
İşletme masrafı		-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-156200	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840
FV (Jinko JKM275-60)													
Sermaye	-82966												
İşletme maliyeti		-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-82966	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922
Çevirici													
Sermaye	-8818												
İşletme maliyeti													
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-8818												
Nominal Toplam	-447185	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762	-9762
Yıllar													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Nominal													
RT (Eocycle EO20)													
Sermaye													
İşletme masrafı	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000
Hurda değeri													149400
Değiştirme maliyeti									-199200				
Toplam	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-6000	-205200	-6000	-6000	-6000	-6000	143400
Akü grubu (LI)													
Sermaye													
İşletme masrafı	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840
Hurda değeri													52067
Değiştirme maliyeti			-156200										
Toplam	-2840	-2840	-159040	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	-2840	49227
FV (Jinko JKM275-60)													
Sermaye													
İşletme maliyeti	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922
Hurda değeri													
Değiştirme maliyeti													
Toplam	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922	-922
Çevirici													
Sermaye													
İşletme maliyeti													
Hurda değeri													2939
Değiştirme maliyeti			-8818										
Toplam			-8818										2939
Nominal Toplam	-9762	-9762	-174780	-9762	-9762	-9762	-9762	-208962	-9762	-9762	-9762	-9762	194644

Çizelge 5. Şebeke bağlantılı ve bağlantısız sistemler için yıllık maliyetler (\$).**Table 5.** Annualized costs for grid-connected and disconnected systems (\$).

	Sermaye	İşletim masrafları	Değiştirme maliyeti	Hurda değeri	Finans kaynağı	Toplam
Şebeke bağlantılı sistem						
RT	963.72	3000	6153	-7336		2781
Şebeke		5112				5112
Sistem	963.72	8112	6153	-7336		7893
Şebeke bağlantısız sistem						
RT	2249	7000	14358	-17117		6489
Akü grubu	1799	3380	7225	-6086		6318
Çevirici	76.20		306.07	-257.80		124.47
Sistem	4124	10380	21889	-23461		12.932

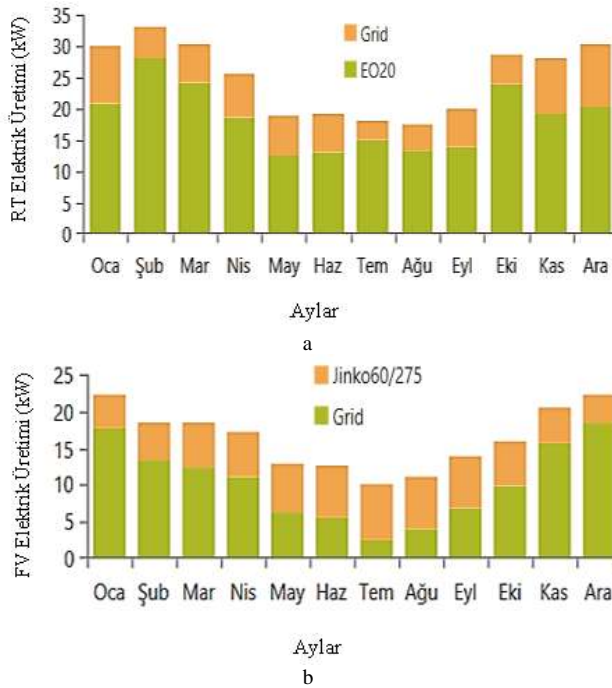
Şebeke bağlantılı önerilen sistemlerin optimizasyon çalışması sonucu elde edilen diğer sonuçlar şunlardır:

- İncelenen sistemlerde akü gruplarının kullanılması ekonomik görülmemektedir. Bu nedenle en uygun sistemlerin sıralandığı sonuçlarda akü bağlantısı bulunmamaktadır.
- İşletme için kurulabilecek sistemlerin hiçbirinden ihtiyaç fazlası enerji elde edilemeyecek ve şebekeye enerji satışı mümkün olmayacaktır.
- Şebeke dışında, işletmenin elektrik ihtiyacını karşılama oranlarına bakıldığında, FV sistemi %36.8 ve RT sistemi %74.7 (Şekil 4 a ve b) olarak belirlenmiştir.
- Emisyon değerleri incelendiğinde, şebekeden elektrik alınması yerine, RT sisteminin kurulması durumunda yılda 34742 kg CO₂, 151 kg SO₂ ve 73.7 kg NO_x, FV sisteminin kurulması durumunda ise yılda 56954 kg CO₂, 247 kg SO₂ ve 121 kg NO_x salınım önlenilebilecektir.
- Ekonomik analiz sonuçlarına göre, enflasyon oranının

%18.49 iken iskonto edilmiş geri ödeme süresinin RT enerji sistemleri için 11.81 yıl olacağı, enflasyon değerinin %10 olması durumunda ise bu sürenin 9.08 yıla düşebileceği hesaplanmıştır.

3.2. Şebekeye bağlı olmayan sistemler

İşletmenin elektrik yükünün karşılanabilmesi için, şebekeye bağlı olmayan tek başına yenilenebilir enerji sistemi çözümleri Çizelge 6'da verilmiştir. Bu sistemler EM değerine göre incelendiğinde, işletme için en ekonomik sistemin (Ortalama ışım, rüzgâr hızı ve ortam sıcaklık verilerine göre) FV+RT ve RT sistemlerinde sırasıyla 0.098 \$ kWh⁻¹ ve 0.100 \$ kWh⁻¹ olduğu belirlenmiştir. FV sisteminin optimizasyon sonuçlarına bakıldığında ise, EM değerinin diğer sistemlerin yaklaşık üç katı olduğu bulunmuştur. Öte yandan işletme maliyetine bakıldığında, RT ve FV+RT birbirine yakın değerlerde olurken FV sisteminin işletme maliyeti bunların 2.5 katından fazla olmaktadır. Fakat FV sisteminin enerji üretiminin az farkla da olsa diğerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

**Şekil 4.** Şebeke bağlantılı a. RT ve b. FV enerji sistemlerinin aylık ortalama elektrik üretimleri.**Figure 4.** Monthly average electricity energy production of grid-connected a. WT and b. PV systems.

Önerilen şebeke bağlantısız sistemlerin optimizasyon çalışması sonucu elde edilen diğer sonuçlar şunlardır:

- Jeneratör sistemi hariç, diğer sistemlerde enerjinin depolanması için kurşun asit (LA) ve lityum iyon (LI) olmak akü grupları önerilmiştir. Benzetim sonuçlarına göre, en uygun akü grubunun LI akü grubu olduğu bulunmuştur. Öte yandan, otonomi süresi en yüksek akü grubu FV sisteme bağlı akü grubudur. Otonomi süresi, güneşli gün hiç olmasa dahi ihtiyaç olan enerjinin akülerden sağlanacağı süreyi göstermektedir. Analizlerde, FV sistemine bağlı akülerin otonomi süresi 38.35 saat olarak tespit edilmiştir. Bu süre diğer sistemlere bağlı akülerin sahip olduğu otonomi süresinin iki katından fazladır. Bu önemli bir avantaj gibi görünse de birim enerji maliyetlerinin yüksek olması, FV sisteminin tercih edilmemesinin en önemli nedenidir.
- FV panellerinin ve rüzgâr türbinlerinin kapladıkları alana bakıldığında, bu işletme için sadece 7 adet rüzgâr türbini yeterli olduğu ve daha az yer kaplayacağı görülmektedir. Fakat etkin rüzgâr alabilmeleri için FV panellerinin aksine türbinlerin bir arada dizi şeklinde değil birbirlerinden daha uzak noktalara yerleştirilmesi gerekecektir.

Bilgisayar benzetim sonuçlarına göre, RT sistemindeki 7 türbinin en yüksek çıkış gücü toplam 129 kW, ortalama güç 43.3 kW ve çalışma süresi yılda 6901 saat olarak elde edilmiştir.

- Tüm yükün dizel jeneratör tarafından karşılanması durumunda en uygun jeneratör gücü 56.80 kW olarak bulunmuştur. Jeneratör güç sistemi EM değeri bakımından en pahalı enerji kaynağı olarak görülmektedir (Çizelge 6).
- Jeneratörün atmosfere yılda 146191 kg CO₂, 995 kg CO, 358 kg SO₂ ve 79.6 kg NO_x salımı olacağı tespit edilmiştir. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kaldığı ve şebekenin de olmadığı durumlarda, jeneratör tek enerji kaynağı olması bakımından işletmede bulundurulması önerilmektedir.
- Tüm sistemler için 25 yıl boyunca sürecek nakit akışları ve iskonto edilmiş geri ödeme süreleri incelendiğinde, RT, FV ve FV+RT sistemleri için sırasıyla, 8.86, 14.03 ve 9.03 yıl olacağı, dizel jeneratör için bu sürenin 25 yılın üzerinde çıkacağı öngörülmektedir.

Çizelge 6. Şebekeye bağlantısı olmayan enerji sistemlerinin teknik ve ekonomik analiz sonuçları.

Table 6. Technical and economic analysis results of stand-alone energy systems.

	FV		RT		FV+RT		JENERATÖR		
	Durum 1	Durum 2	Durum 1	Durum 2	Durum 1	Durum 2	Durum 1	Durum 2	Durum 3
Güneş ışınımı (kWh m ⁻² gün ⁻¹)	4.49	7.00	4.49	7.00	4.49	7.00			
Sıcaklık (°C)	11.63	25.00	11.63	25.00	11.63	25.00			
Rüzgâr hızı (m s ⁻¹)	5.10	6.50	5.10	6.50	5.10	6.50			
Yakıt maliyeti (\$ l ⁻¹)							0.5	1.19	1.5
FV güç (kW)	248.58	133.10			18.44				
RT sayısı (Adet)			7	4	6	4			
LA akü sayısı (Adet)									
LI akü sayısı (Adet)	738	729	338	242	284	242			
Dönüştürücü gücü (kW)	80.32	93.76	68.48	42.70	76.68	42.70			
EM (\$)	0.286	0.202	0.100	0.064	0.098	0.064	0.361	0.647	0.775
NBD (\$)	3844013	2712717	1336492	858767.9	1316142	858767.9	5032714	9018457	10809150
İşletme maliyeti (\$ yıl ⁻¹)	22353.81	16468.76	8808.146	5689.026	8407.956	5689.026	48586.19	87151.91	104478.50
Yatırım maliyeti (\$)	1533760	1010680	426175.2	270810.4	447184.7	270810.4		11360	
Yenilenebilir enerji oranı (%)	100	100	100	100	100	100			
FV enerji üretimi (kWh yıl ⁻¹)	411820.3	262126.8			30543.92				
RT enerji üretimi (kWh yıl ⁻¹)			379314.4	298758.1	325126.6	298758.1			
Jeneratör enerji üretimi (kWh yıl ⁻¹)								165857.80	
Yıllık bakım maliyeti (\$ yıl ⁻¹)			7000	4000	6000	4000		14925.34	
LI akü otonomi süresi (h)	38.35	37.88	17.56	12.57	14.76	12.57			
LI nominal kapasitesi (kWh)	738.00	729.00	338.00	242.00	284.00	242.00			
Evirici çıkış gücü (kW)	14.83	14.83	3.91	3.08	4.22	3.08			
Yakıt gideri (\$ yıl ⁻¹)							27946.17	66511.89	83838.52
Yakıt tüketimi (l yıl ⁻¹)								55892.34	
Jeneratör gücü (kW)								56.80	

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Afyonkarahisar ili Sandıklı İlçesi'nde faaliyet gösteren bir sera işletmesinin elektrik yükünün karşılanabilmesine yönelik modelleme ve bilgisayar benzetimleri yapılmıştır. Çalışmada, şebeke bağlantılı ve bağlantısız yenilenebilir enerji kaynakları ile jeneratör kullanılması durumlarına göre farklı sistem mimarileri incelenmiş ve işletme için teknik ve ekonomik fizibilite çalışması yapılmıştır. Uygun sistemler, EM değerlerine göre değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. İlave olarak işletme için tercih edilebilecek en uygun sistemin geri ödeme süresi ve sera gazı emisyon değerleri de incelenmiştir. Elde edilen benzetim sonuçlarına göre şebeke bağlantılı ve şebekeden bağımsız çalışacak sistemlerin her ikisi için de rüzgâr enerjisi sisteminin daha ekonomik ve geri dönüş süresinin de daha kısa olacağı öngörülmektedir. Öte yandan FV sisteminin jeneratör sistemiyle birlikte enerji maliyeti bu işletme için en yüksek sistemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- AKSA (2019) AKSA APD71A Jeneratör Teknik Dökümanı. <https://www.aksa.com.tr/FrontProduct/CreatePDF/275>. Erişim 20 Ocak 2019.
- BP (2019) BP Energy Outlook. 2018 Edition. <http://kojenturk.org/uploads/dokumanlar/bp-energy-outlook-2018.pdf>. Erişim 15 Ocak 2019.
- Byrne J, Glover L, Hegedus S, VanWicklen G (2005) The potential of solar electric applications for Delaware's poultry farms. Final Report. Center for Energy and Environmental Policy, University of Delaware, State of Delaware.
- Dalton GJ, Lockington DA, Baldock TE (2008) Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply options for a large hotel. *Renewable Energy*, Vol. 33, no. 7, pp. 1475-1490.
- Eocycle Inc. (2019) EO20 Rüzgâr Türbini Teknik Dökümanı. <https://eocycle.com/small-wind-turbine/>. Erişim 10 Şubat 2019.
- EPDK (2013) Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-0-49/yonetmelikler>. Erişim: 21 Ocak 2019.
- EPDK (2017) Elektrik Piyasası Gelişim Raporu. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. <http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler>. Erişim 25 Şubat 2019.
- ETKB (2019) T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>. Erişim 25 Şubat 2019.
- Fakhim HA, Sarir MF (2017) Economic feasibility of power supply using hybrid system for a Hotel in cold climate, *Int. J. Energy Econ. Pol.* 7(2): 255-261.
- Himri Y, Stambouli AB, Draoui B, Himri S (2008) Techno-economical study of hybrid power system for a remote village in Algeria. *Energy* 33: 1128-1136.
- HOMER (2019) HOMER Pro Software Getting Started Guide. National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy.
- JINKO Solar (2019) JKM275-60 255-275 panel Teknik Dökümanı. [https://www.jinkosolar.com/ftp/EN-JKM275P-60\(4BB\)-tr.pdf](https://www.jinkosolar.com/ftp/EN-JKM275P-60(4BB)-tr.pdf). Erişim 10 Ocak 2019.
- Lalwani M, Kothari DP, Singh M (2010) Investigation of solar photovoltaic simulation softwares. *Int. J Appl Eng Res* 1: 585-601.
- NASA (2019) Nasa Surface meteorology and Solar Energy Database. <https://power.larc.nasa.gov/>. Erişim 10 Ocak 2019.
- Ngan MS, Tan CW (2012) Assessment of economic viability for PV/wind/diesel hybrid energy system in southern Peninsular Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(1): 634-647.
- OECD (2016) Factbook 2015-2016 Economic, Environmental and Social Statistics. <http://www.oecd.org/publications/oecd-factbook-18147364.htm>. Erişim: 17 Şubat 2019.
- PO (2019) Petrol Ofisi Dizel Yakıt Fiyatları. <https://www.petrolofisi.com.tr/akaryakit-fiyatları>. Erişim 06 Mart 2019.
- Sarıaslan H (1990) Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Planlama-Analiz-Fizibilite, Turhan Kitapevi, Ankara, s. 240.
- TCMB (2019) T.C. Merkez Bankası Enflasyon Verileri. <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Enflasyon+Verileri>. Erişim 10 Mart 2019.
- Tudorache T, Morega A (2008) Optimum Design of Wind/PV/Diesel/Batteries Hybrid Systems, International Conference on Modern Power Systems, Cluj-Napoca, Romania, 12-14 November, pp. 261-264.
- Türkdoğan S, Dilber S, Çam B (2018) Hibrit Enerji Sistemlerinin Şebekeden Bağımsız Bir Çiftlik Evinde Uygulanabilirliğinin Ekonomik ve Teknik Açından İncelenmesi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 3(2): 52-65.
- Yılmaz U (2008) Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Çankırı ili tarım işletmelerinin tarımsal yapı, üretim ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi

Determination of the agriculture structure, production and mechanization properties for Çankırı province

Murad ÇANAKCI¹, Hakan KABA²

¹Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya

²Tarım ve Orman Bakanlığı, Denizli İl Müdürlüğü, Çameli İlçe Müdürlüğü, Çameli, Denizli

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): M. Çanakçı, e-posta (*e-mail*): mcanakci@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): hakankaba@yandex.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Nisan 2019
Düzeltilme tarihi 13 Mayıs 2019
Kabul tarihi 16 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Tarımsal üretim
Mekanizasyon araçları
Mekanizasyon düzeyi
Çankırı ili

ÖZ

Bu çalışmada, Çankırı ili tarımsal yapı, üretim ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Merkez dahil 8 ilçeye ait toplam 18 köyde anket çalışması yürütülmüştür. Anket çalışmasında 149 işletme sahibi ile yüz yüze görüşülmüştür. Araştırma bulgularına göre, tarım alanlarının yaklaşık %96'sında kuru tarım yapılmaktadır. Başlıca ürünler buğday ve arpadır. İl genelinde tarımsal üretim belirli ürünlerde yoğunlaşırken, Kızıllırmak ve Eldivan ilçelerinde ise ürün çeşitliliği gözlenmiştir. İşletmelerin yaklaşık %70'i bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte gerçekleştirmektedir. Çankırı il geneli için mekanizasyon düzeyi göstergeleri sırasıyla; birim alan başına düşen ortalama traktör motor gücü 2.15 kW ha⁻¹, işletme başına düşen motor gücü 50.89 kW işletme⁻¹, traktör başına düşen tarım alanı 23.78 ha traktör⁻¹, traktör başına düşen ortalama makina kütlesi 4.06 ton-makina traktör⁻¹ ve işletme başına düşen traktör sayısı yaklaşık 1 adet işletme⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ayrıca işletmelerde yaklaşık bir adet elektrik motorundan hareketli makina bulunduğu tespit edilmiştir. Bu makinaların güç büyüklükleri de dikkate alındığında işletme başına düşen güç değeri 55.21 kW işletme⁻¹ değerine çıkmaktadır.

ARTICLE INFO

Received 10 April 2019
Received in revised form 13 May 2019
Accepted 16 May 2019

Keywords:

Agricultural production
Mechanization vehicles
Mechanization level
Çankırı province

ABSTRACT

In this research, it was aimed to determine agricultural structure, production and mechanization properties for Çankırı province. In the scope of the research, a questionnaire study was conducted in 18 villages belonging to 8 districts including the Center. The questionnaire was carried out face to face with the total of 149 farmers. According to the findings of the study, the ratio of rainfed farming was approximately 96%, and the main products in that areas were wheat and barley. While agricultural production is concentrated in certain crops throughout the province, crop diversity has been observed in Kızıllırmak and Eldivan districts. Farmers have been realizing plant production together the animal production in the ratio of 70% approximately. As the mechanization level indicators in Çankırı province, it was found that average tractor engine power per unit area is 2.15 kW ha⁻¹, tractor power per farm is 50.89 kW farm⁻¹, agricultural area per tractor is 23.78 ha tractor⁻¹, the average machine mass per tractor is 4.06 ton-machine tractor⁻¹ and the number of tractors per farm is approximately 1 tractor farm⁻¹, respectively. In addition, it was determined that the farms have approximately one machine driven by electric motor. When the power size of the machines was considered, the total power value per farm increased to 55.21 kW farm⁻¹ value.

1. Giriş

Mekanizasyon, tarımsal üretimde kullanılan temel teknolojilerden birisidir ve mekanizasyon uygulamaları ile girdilerin daha etkin kullanımı ve çalışma koşullarının

iyileşmesine katkı sağlanmaktadır. Bu nedenle işletmelerde, teknik ve ekonomik özelliklere bağlı olarak farklı düzeylerde mekanizasyon işlemleri uygulanmaktadır (Zeren ve ark. 1995).

Tarımsal üretimin modernleşmesi ve artan toplam üretim girdileri karşısında teknolojik araçların kullanımı ve işlemlerin zamanında tamamlanması konuları öne çıkmaktadır. Bu nedenle, tarımsal mekanizasyon araçlarının seçimi, optimum büyüklüklerde kullanımı, işletilmesi bakımı vb. konular önem kazanmaktadır. Mekanizasyon araçlarını etkin, doğru, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmak esastır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalarda mekanizasyon yatırımlarının, bölgeye yönelik planlı ve uygun bir şekilde yapılabilmesi için, bölgeye ait tarımsal yapı ve mekanizasyon özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Akıncı ve ark. 1997).

Ülkemizde ve dünyada anket çalışması ya da istatistiki veriler kullanılarak, tarımsal mekanizasyon ile ilgili veri tabanlarının oluşturulmasına yönelik il, bölge ve ülke düzeyinde birçok çalışma yürütülmektedir (Singh 1999; Sağlam ve Akdemir 2002; Altuntaş ve Demirtola 2004; Çiçek ve Özpınar 2007; Evcim ve ark. 2010; Altıkat ve Çelik 2011; Lüle ve ark. 2012; Gökdoğan 2013; Magalhães ve ark. 2013; Baran ve ark. 2014; Ademoğlu 2015; Keleş 2015; Comart 2016). Bu çalışmalarda; tarımsal üretim potansiyeli ile birlikte tarımsal mekanizasyon araçlarının varlığı belirlenmekte, mekanizasyon düzeyleri ve sorunlar tespit edilmekte, çözüm önerileri sunulmaktadır. Araştırmalarda elde edilen bulgular; özellikle politika belirleme, planlama, bölgelerarası kıyaslama vb. çalışmalar için kullanılabilir özellikteki verileri içermektedir.

Çankırı ili İç Anadolu bölgesinde yer almaktadır ve il ekonomisi ve istihdamında tarım ve hayvancılığın önemi büyüktür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Çankırı ilinin tarımsal mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, Çankırı ilinde tarımsal yapı ve üretim özellikleri ile birlikte mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini Çankırı ilinde tarımsal üretim yapan geleneksel işletmeler oluşturmaktadır. İlin yüzölçümü 749 000 ha'dır ve 11 ilçe, üç belde ve 375 köyden oluşmaktadır. Toplam yüzölçümünün %36'sını tarım alanları, %26'sını çayır-mera alanları, %20'sini ise ormanlık alanlar oluşturmaktadır (Anonim 2017). İlde yazların sıcak ve kurak, kışların soğuk ve sert geçtiği tipik karasal iklim görülmektedir (Cengil 2013). Uzun yıllar ortalamasına (1950-2015) göre yıllık ortalama sıcaklık değeri 11.3°C, yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 410.6 mm'dir (MGM 2016).

Araştırmada veriler yüz yüze yapılan anket çalışması ile elde edilmiştir. Anket çalışması için, il genelini temsil edecek şekilde gayeli olarak 8 ilçe ve bu ilçelere bağlı 18 köy seçilmiştir. Köylerden toplanan kayıtlı veriler dikkate alınarak

anket yapılacak işletme sayısı belirlenmiştir. Bu amaçla Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) veri tabanından yararlanılmıştır (ÇKS 2017). Anket yapılacak işletme sayısının belirlenmesinde tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmış ve Neyman eşitliklerinden yararlanılmıştır. Hesaplanan örnek hacim değerleri çalışma güvenilirliği açısından %30 artırılmıştır (Özkan 1993; Çanakcı 2005). Anket çalışması 2018 yılı içerisinde; Çerkeş, Kurşunlu, Ilgaz, Şabanözü, Eldivan, Kızılırmak, Yapraklı ve Merkez ilçelerinde toplam 149 adet işletmede yürütülmüştür.

Anket çalışmasında işletme genel özellikleri, bitkisel ve hayvansal üretim özellikleri, işletmede kullanılan güç kaynakları ve mekanizasyon araçları ile ilgili sorular sorulmuştur. Elde edilen veriler MS-Excel tablolama programında değerlendirilerek tarımsal yapı, üretim ve mekanizasyon varlıklarına ait veriler belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İşletmelerin genel özellikleri

Anket yapılan işletme sahiplerinin deneyim süreleri 2 ile 60 yıl arasında değişmektedir ve ortalama 28.6 yıl olarak belirlenmiştir. Ailedeki ortalama kişi sayısı 4.1'dir. Anket verilerine göre 149 işletme sahibi arasında beş kişi (%3.4) 10 yılın altında deneyime sahiptir. Tarımsal üretimin çoğunlukla orta yaş ve üzeri kişiler tarafından yapıldığı söylenebilir. İşletme sahiplerinin yaklaşık %75'i ilköğretim, %19'u lise ve %6'sı ise üniversite mezundur. İlçeler değerlendirildiğinde Kızılırmak ilçesindeki ilkököl mezunu oranının diğer ilçelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Üniversite mezunlarının tümünün coğrafi olarak aynı hat üzerinde bulunan Çerkeş, Kurşunlu ve Ilgaz ilçelerinde tespit edilmesi dikkat çekicidir.

3.2. Tarımsal yapı ve üretim özellikleri

Anket yapılan işletmelerin toplam tarımsal alanları, parsel sayıları ve bu değerlere bağlı olarak hesaplanan ortalama parsel büyüklüğü değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

İncelenen 149 adet işletmenin toplam arazi büyüklüğü 3565 ha, ortalama işletme büyüklüğü ise 22.9 ha'dır. İşletmelerde toplam 4327 adet parsel belirlenmiştir ve işletme başına düşen parsel sayısı ortalama 28.2 adettir. Bu durumda ortalama parsel büyüklüğü 0.81 ha olarak hesaplanmaktadır. Parsel sayısının fazla, ölçeklerinin ise küçük olduğu görülmektedir. İşletme başına düşen en fazla tarım alanı 37 ha işletme⁻¹ ile Kurşunlu ilçesinde, en düşük tarım alanı ise 11.4 ha işletme⁻¹ değeri ile Eldivan ilçesinde belirlenmiştir.

Çizelge 1. İşletme ve parsel büyüklükleri.

Table 1. Farm and parcel sizes.

İlçe	İşletme Sayısı (adet)	Toplam Üretim Alanı (ha)	Parsel Sayısı (adet)	İşletme Başına Düşen Alan (ha)	İşletme Başına Düşen Parsel Sayısı (adet)	Ortalama Parsel Büyüklüğü (ha)
Çerkeş	19	673.4	838	35.4	44.1	0.80
Kurşunlu	21	775.3	787	36.9	37.5	0.99
Ilgaz	12	291.5	297	24.3	24.8	0.98
Şabanözü	16	213.6	249	13.4	15.6	0.86
Eldivan	15	170.9	330	11.4	22.0	0.52
Kızılırmak	27	658.0	620	24.4	23.0	1.06
Yapraklı	14	191.1	339	13.7	24.2	0.56
Merkez	25	591.2	867	23.6	34.7	0.68
Toplam	149	3565.0	4327	22.9	28.2	0.81

Tarım alanlarının %96.1'i kuru tarım %23.9'u ise nadas alanıdır. Kızılırmak ve Eldivan ilçelerinde sulu tarım alanlarının toplam tarım alanlarına oranı sırasıyla %15.6 ve %9.4'tür. Diğer ilçelerde ise bu oran %1-2 gibi düşük düzeylerde.

İşletme sahiplerinin %27.5'i kendi mülkünde tarımsal üretim yapmaktadır. Öz mülkü ile birlikte kiralık arazi kullanan işletme oranı %69.1'dir. Yalnızca kiralık arazide üretim yapılan işletme oranı ise %3.4 düzeyindedir. Genel yapısı dikkate alındığında dışarı göç vermiş bir bölge olan Çankırı ilinde, genellikle il dışında yaşayan kişilerin arazileri kiralanmaktadır. Bu alanların kiralanmadığı durumda büyük oranda boş kalacak olması nedeniyle düşük fiyatlarla ya da küçük ayni destekler şeklinde kiralanması söz konusudur. Mevcut durumun ölçeklerinin artmasına imkân vermesi nedeniyle, bölge işletmeleri için bir fırsat olduğu söylenebilir.

3.2.1. Bitkisel üretim kolları ve ürün deseni

Tarımsal işletmelerde yetiştirilen ürünlerin dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

Toplam tarım alanlarından nadas alanları çıkartıldığında, 2741 ha olarak yetiştiricilik yapılan alan kalmaktadır. Tarla bitkileri alanları ise toplam ekilen alanların yaklaşık %99'unu oluşturmaktadır. Başlıca yetiştirilen ürünler sırasıyla buğday (%58.6) ve arpadır (%19.8). Tarla bitkilerinde yonca, korunga, fiğ, tritikale gibi ürünlerin toplam alanlar içerisindeki payı yaklaşık %15'tir. Yalnızca Kızılırmak ilçesinde yetiştirilen çeltik bitkisinin payı %3.4 düzeyindedir. Sulu tarımın yapıldığı Kızılırmak ve Eldivan ilçeleri gibi lokal bölgelerde yetiştirilen meyve ve sebze alanlarının toplam alanlar içerisindeki payları yaklaşık %1 gibi oldukça düşük düzeydedir.

İşletmelerin yaklaşık %50'si tarla bitkileri ve hayvan yetiştiriciliğini birlikte yürütmektedir. Yalnızca tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılan işletme sayısı toplam işletmelerin %24.8'ini oluşturmaktadır. Sebze ve meyve yetiştiriciliğinin diğer üretim kolları ile birlikte yapıldığı işletmeler daha düşük oranlarda belirlenmiştir.

Çizelge 2. İşletmelerde yetiştirilen ürünler ve alanları.

Table 2. Cultivated crops in the farms, and their areas.

Üretim Dalı	Ürün Cinsi	Üretim Alanı	
		(ha)	(%)
Tarla Bitkileri	Buğday	1606.4	58.6
	Arpa	543.0	19.8
	Tritikale	64.8	2.4
	Fiğ	95.6	3.5
	Korunga	229.6	8.4
	Yonca	20.0	0.7
	Çeltik	92.0	3.4
	Nohut	2.0	0.1
	Yulaf	38.7	1.4
	Aspir	5.5	0.2
	Şeker Pancarı	12.5	0.5
Toplam		2710.1	98.9
Sebze (Açık)	Kavun	20.3	0.7
	Açıkta Sebze	1.9	0.1
	Toplam	22.2	0.8
Meyve	Kiraz+Vişne	2.2	0.1
	Ceviz	1.7	0.1
	Elma	3.3	0.1
	Armut	1.5	0.1
Toplam	9.0	0.3	
Genel Toplam		2741	100.0

3.2.2. Hayvan varlığı

Çankırı ilinde hayvansal üretim önemli bir yere sahiptir. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği tüm ilçelerde yapılmaktadır. Çizelge 3'de işletmelerde belirlenen hayvan sayılarına ilişkin değerler verilmiştir.

Toplam 149 işletmenin 101'in de (%67.8) sığır yetiştiriciliği yapılmaktadır ve bu işletmelerdeki sığır sayısı 3154 adettir. Toplam sayının yaklaşık %88'i (2772 adet) süt sığırdır. En fazla hayvan sayısı sırasıyla, 50 ve 41 adet işletme⁻¹ ile Kurşunlu ve Çerkeş ilçelerinde tespit edilmiştir. İl genelinde işletme başına düşen ortalama sığır sayısı 28.4'tür. Bu rakamlar ile il genelinde bitkisel üretim ile birlikte yapılan hayvansal üretimin önemli bir geçim kaynağı olduğu söylenebilir.

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan işletme sayısı, büyükbaş hayvan yetiştiriciliğine kıyasla daha azdır. Toplam 16 adet işletmede koyun, 10 adet işletmede ise keçi yetiştirildiği belirlenmiştir. İl genelinde küçükbaş hayvancılık yapılan işletmelerdeki ortalama koyun ve keçi sayıları ise sırasıyla 98.0 ve 37.1'dir. En fazla küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçe, 4 adet işletmede koyun ve 3 adet işletmede keçi yetiştiriciliği ile Eldivan'dır. Bu ilçeye ait işletmelerdeki ortalama koyun ve keçi sayıları sırasıyla 195.0 ve 141.7'dir.

3.3. Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri

3.3.1. Traktör varlığı

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerdeki traktörlerin ilçelere göre dağılımı Çizelge 4'de verilmiştir.

İşletmelerde toplam 150 adet traktör bulunmaktadır. Toplam 17 adet (%11.4) işletmede traktör bulunmaz iken, 18 adet (%12.1) işletme ise iki adet traktöre sahiptir. İşletme başına ortalama yaklaşık bir adet traktör düşmektedir (Çizelge 4). Belirlenen traktörlerin markalara göre dağılımı Çizelge 5'de yer almaktadır.

Çizelge 5'de görüldüğü gibi işletmelerde 13 markaya ait 33 farklı tip traktör belirlenmiştir. Massey Ferguson %39.3 payla en fazla tercih edilen markadır. Bu markayı %20.7 ile New Holland ve %9.3 ile Tümosan markaları izlemiştir. Traktörlerin ortalama motor gücü 51.2 kW olarak hesaplanmıştır.

Anket çalışmasında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; işletmelerde en fazla traktörün %30.0'lük pay ile 40.1-50 kW güç grubunda yer aldığı, bu güç grubunu sırasıyla %24.7 ve %20.0'lik paylar ile 50.1-60 kW ve 60.1 ≥ kW güç gruplarının izlediği belirlenmiştir. Bu dağılım tüm ilçelerde aynı olmamakla birlikte, üretim alanları fazla olan Çerkeş ve Kurşunlu gibi ilçelerde daha güçlü traktörlerin çoğunlukta olduğu saptanmıştır. Traktörlerin yaş grupları dikkate alındığında, en çok traktör %50.7'lik oran ile 0-5 yaş grubundadır. Bu yaş grubunu %19.3'lük pay ile en yaşlı traktörlerin yer aldığı 31 ≥ yaş grubu izlemektedir. Diğer gruplar olan 6-10, 11-15, 16-20 ve 21-30 yaş sınırlarındaki traktörlerin oranları sırasıyla; %5.3, %8.0, %5.3 ve %11.3'tür. İlçeler dikkate alındığında aynı havzada yer alan Çerkeş, Kurşunlu ve Ilgaz ile sulu tarımında yapıldığı Kızılırmak ilçelerinde daha çok yeni traktörlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Yılmaz ve Sümer (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, traktörlerin ekonomik ömürlerinin 20 yıl olarak kabul edilmesinin ülkemiz koşullarında daha gerçekçi olduğu belirtilmiştir. Bu değer dikkate alındığında anket çalışmasında belirlenen traktörlerin %69.3'ünün ekonomik ömür içerisinde olduğu söylenebilir.

3.3.2. Tarım makineleri varlığı

Çizelge 6'da traktör ve işletme başına düşen makina kütlesi ve makina sayısı verilmiştir.

Çizelge 6'da görüldüğü gibi işletmelerde traktör ile çalıştırılan toplam 928 adet tarım makinası bulunmaktadır. Makinaların toplam kütlesi yaklaşık 611 ton'dur. Traktör başına düşen makina kütlesi yaklaşık 4.07 ton ve tarım makinası sayısı ise 6.25 adet olarak belirlenmiştir. Traktör başına en fazla yaklaşık 0.9 adet traktör⁻¹ değeri ile kulaklı pulluk, kültüvator ve tarım arabası düşmektedir. Bu makineleri 0.70 adet traktör⁻¹ ile tahıl ekim makinası izlemektedir. Hayvancılık işletmelerinde kullanılan yem karma makinası sayısı ise 20'dir. Bu değer ile toplam sayısı 101 adet olan hayvancılığın yapıldığı işletmelerde yem karma makinası kullanım oranı yaklaşık %20 olarak hesaplanmaktadır.

Traktör ile çalışan 928 tarım makinasının yaklaşık %40'ının ≤5 yaş grubunda yer aldığı görülmektedir. Yirmi yaşın üzerindeki makinelerin oranı ise %16.6'dır.

Çalışmada ayrıca elektrik motorundan hareketli makineler de değerlendirilmiştir. Çizelge 7'de elektrik motorundan hareketli makinelerin ilçelere göre dağılımı verilmiştir.

İşletmelerde toplam 151 adet elektrik motorundan hareketli makina bulunmaktadır. Bu makineler; süt sağım makineleri, yem kırma makineleri, helezon ve su pompalarıdır. Hayvancılık işletmelerinde insan işgücü ile yapılan bazı işlemlerin geleneksel işletmelerde makineler ile yapılmaya başlaması önemlidir. Makinalar içerisinde toplam 79 makina (%52.3) ile en fazla süt sağım makinası bulunmaktadır (Çizelge 7). Tarımsal mekanizasyonda yaygın olarak kullanılan güç kaynağının traktör olması nedeniyle mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan bazı çalışmalarda elektrik motorundan hareketli makinelerin göz ardı edildiği

görülmektedir. Ancak teknolojik gelişmelere bağlı olarak özellikle sabit tesislerde traktör yerine elektrik motorlarının güç kaynağı olarak kullanılması yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen bulguların ülkemiz veri tabanını zenginleştireceği söylenebilir.

3.3.3. Mekanizasyon düzeyi göstergeleri

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerin mekanizasyon düzeyi göstergelerine ilişkin değerler Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8'de görüldüğü gibi Çankırı İli genelinde birim alan başına düşen ortalama traktör motor gücü 2.15 kW ha⁻¹, işletme başına düşen motor gücü 50.89 kW işletme⁻¹, traktör başına düşen tarım alanı 23.78 ha traktör⁻¹, traktör başına düşen ortalama makina kütlesi 4.06 ton-makina traktör⁻¹ ve işletme başına düşen traktör sayısı 1.01 traktör işletme⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Farklı ürünlerin yetiştirildiği Kızılırmak ilçesinde birim alan başına düşen güç büyüklüğü 1.79 kW ha⁻¹ ile en düşük değerdedir. Yine işletme başına düşen traktör sayısının 1'den büyük olduğu Çerkeş ve Kurşunlu gibi ilçelerde, traktör başına işlenen alan ve traktör başına düşen makina kütlesinin fazla olmasının yanında birim alana düşen güç büyüklük değerlerinin düşük kaldığı görülmektedir. Birim alan başına düşen ortalama traktör gücü 4.26 kW ha⁻¹ değeri ile parsel büyüklüğünün ve işletme başına düşen tarım alanının en düşük olduğu Eldivan ilçesi için hesaplanmıştır.

Çankırı ili geneli için belirlenen mekanizasyon düzeyi göstergelerinin Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli illerinin yer aldığı Batı Marmara bölgesi için Baran ve ark. (2014) tarafından hesaplanmış değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Batı Marmara bölgesi için 3.07 kW ha⁻¹ olarak hesaplanan birim alan başına düşen traktör

Çizelge 3. İşletmelerdeki hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı.

Table 3. Distribution of cow numbers in the farms.

İlçeler	İşletme Sayısı			Sığır Sayısı			İşletme Sayısı			Koyun Sayısı			İşletme Sayısı			Keçi Sayısı			
	adet	adet	adet işletme ⁻¹	adet	adet	adet işletme ⁻¹	adet	adet	adet işletme ⁻¹	adet	adet	adet işletme ⁻¹	adet	adet	adet işletme ⁻¹	adet	adet	adet işletme ⁻¹	
Çerkeş	17	697	41.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kurşunlu	19	943	49.6	2	220	2	2	55	27.5										
İlgaz	11	331	30.1	1	30	1	1	10	10.0										
Şabanözü	10	182	18.2	4	23	4	3	13	4.3										
Eldivan	11	363	33.0	4	780	4	3	425	141.7										
Kızılırmak	11	244	22.2	-	-	-	-	-	-										
Yapraklı	8	97	12.1	2	140	2	-	-	-										
Merkez	12	297	24.8	3	532	3	1	2	2.0										
Genel	101	3154	28.4	16	1725	16	10	505	37.1										

Çizelge 4. Traktörlerin ilçelere göre dağılımı.

Table 4. Distribution of tractors according to the districts.

İlçeler	Traktör Sayısı (adet işletme ⁻¹)			İşletme Sayısı (adet)	Toplam Traktör Sayısı (adet)	traktör işletme ⁻¹ (adet)
	0	1	2			
	İşletme Sayısı (adet)					
Çerkeş	1	14	4	19	22	1.2
Kurşunlu	0	16	5	21	26	1.2
İlgaz	1	8	3	12	14	1.2
Şabanözü	2	13	1	16	15	0.9
Eldivan	1	12	2	15	16	1.1
Kızılırmak	5	21	1	27	23	0.9
Yapraklı	5	9	0	14	9	0.6
Merkez	2	21	2	25	25	1.0
Toplam	adet	17	114	18	149	150
	%	12	76	12	-	-

Çizelge 5. Traktörlerin markalara göre dağılımı.

Table 5. Distribution of tractors according to the trade marks.

Marka ve Tip	Motor Gücü (kW)	Traktör Sayısı		Toplam Güç*		Toplam	
		adet	%	kW	%	adet	%
CASE JX75C	55.9	9	6.0	503.1	6.6	9	6.0
ERKUNT BEREKET60	44.7	2	1.3	89.4	1.2		
ERKUNT NİMET70	52.2	4	2.7	208.8	2.8		
ERKUNT SERVET80	59.7	2	1.3	119.4	1.6	11	7.3
ERKUNT KUDRET100	74.6	3	2.0	223.8	2.9		
Fendt	93.2	1	0.7	93.2	1.2	1	0.7
FIAT 480	35.8	2	1.3	71.6	0.9		
FIAT 54 C	40.3	2	1.3	80.6	1.0		
FIAT 55-56	41.0	3	2.0	123	1.6	10	6.7
FIAT 60-56	44.7	3	2.0	134.2	1.7		
FORD3610S	35.8	2	1.3	71.6	0.9		
FORD5000	55.9	2	1.3	111.8	1.5	4	2.8
JOHN DEERE5075E	55.9	3	2.0	167.7	2.2		
JOHN DEERE5095	70.8	3	2.0	212.5	2.8	6	4.1
MF 135	34.3	14	9.3	480.2	6.3		
MF 240S	35.8	19	12.7	680.2	8.9		
MF165	48.4	8	5.3	387.2	5.2		
MF 265	48.4	8	5.3	387.2	5.2	59	39.3
MF 277G	55.9	3	2.0	167.1	2.2		
MF 285	63.4	4	2.7	253.2	3.3		
MF 5450	78.2	3	2.0	234.6	3.1		
NH TT55	41.0	6	4.0	246	3.2		
NH TT65	48.4	9	6.0	435.6	5.7		
NH TD75	55.9	11	7.3	614.9	8.0	31	20.7
NH TD110	82.0	5	3.3	410	5.3		
SAME BUFFALO	44.7	1	0.7	44.7	0.6	1	0.7
STEYR 545	35.8	1	0.7	35.8	0.5	1	0.7
TÜMOSAN6065	48.4	3	2.0	145.2	1.9		
TÜMOSAN8075	55.9	2	1.3	111.8	1.5		
TÜMOSAN8095	70.8	7	4.7	495.6	6.5	14	9.3
TÜMOSAN8105	78.2	2	1.3	156.4	2.0		
UNIVERSAL U-643	47.7	1	0.7	47.7	0.6	1	0.7
VALTRA A85	65.6	2	1.3	131.2	1.7	2	1.3
Toplam		150	100	7676	100	150	100

*Ortalama Traktör Gücü: 51.2 kW.

Çizelge 6. Traktör ve işletme başına düşen makina kütlesi ve makina sayısı.

Table 6. Number and masse of the machinery per a tractor and a farm.

Makina	Özellik	Yaygın Tip	Makina Sayısı		Makina Kütlesi		Toplam Kütle		makina traktör ⁻¹		makine işletme ⁻¹	
			adet	kg	kg	kg	adet	kg	adet	kg		
Pulluk	Kulaklı	3-5	135	380	51300	342.0	0.90	344.3	0.91			
Çizel	6-7ayaklı	7	7	270	1890	12.6	0.05	12.7	0.05			
Diskaro	28diskli	28	16	350	5600	37.3	0.11	37.6	0.11			
Kültüvatör	Yarı yaylı	9-11	132	250	33000	220	0.90	221.5	0.89			
Tapan	Sürgü	-	55	470	25850	172.3	0.37	173.5	0.37			
Sant. Gübre Dağıtma Mak.	Diskli	Tek disk	66	80	5280	35.2	0.44	35.4	0.44			
Toprak Frezesi	Bıçak	36-42	10	500	5000	33.3	0.07	33.6	0.07			
Tahıl Ek. Mak.	14-18ayak	14-16	99	850	84150	561	0.70	564.8	0.66			
Pülverizatör	400 l- Asma	400 l	71	500	35500	236.7	0.47	238	0.48			
Tarım Arabası	Tek aks	2-3 ton	43	1150	49450	329.7	0.29	331.9	0.29			
Tarım Arabası	Çift aks	4-5 ton	66	1400	92400	616	0.44	620.1	0.44			
Tarım Arabası	Çift aks	7 ton	27	2300	62100	414	0.18	416.8	0.18			
Ot Biçme Makinası	Tamburlu	-2	54	350	18900	126	0.36	126.8	0.36			
Ön Yükleyici	Hidrolik	-	14	170	2380	15.9	0.09	16	0.09			
Arka Yükleyici	Hidrolik	-	20	170	3400	22.7	0.13	22.8	0.13			
Balya Makinası	Prizmatik	Küçük	15	2050	30750	205	0.10	206.4	0.10			
Ot Tırmıkları	Çekilir	Yıldız çarklı	44	170	7480	49.9	0.29	50.2	0.30			
Tesviye küreği	Arka	-	6	520	3120	20.8	0.04	20.9	0.04			
Sapdöver Harman Mak.	Kuyruk mili	-	28	1350	37800	252	0.19	253.7	0.19			
Yem Karma Mak.	Çekilir	6m ³	12	2360	28320	188.8	0.08	190.07	0.08			
	Çekilir	8m ³	8	3400	27200	181.3	0.05	182.55	0.05			
Toplam			928	-	610870	4072.5	6.25	4099.6	6.23			

Çizelge 7. Elektrik motorundan hareketli makinaların dağılımı.

Table 7. Distribution of the machines powered by electric motor.

Tip	Süt Sağım Makinası		Yem Kırama Makinası	Su pompası	Helezon		Toplam	
	1 ünite	2 ünite	150 kg	Santrifüj	8m	12m	adet	kW
Özellik								
Güç, kW	0.75	0.75	14.9	1.5	4.1	5.6		
İlçeler								
Çerkeş	14	3	4	2	2	6	31	117.2
Kurşunlu	12	3	8	2	3	1	29	151.4
İlgaz	6	4	3	2	2	1	18	69.0
Şabanözü	1	4	3	2	1	-	11	55.6
Eldivan	8	6	5	2	-	3	24	104.8
Kızıllırmak	1	4	1	-	2	1	9	32.5
Yapraklı	6	-	-	-	2	3	11	29.5
Merkez	3	4	2	-	1	8	18	84.0
Toplam, adet	51	28	26	10	13	23	151	643.8
%	33.8	18.5	17.2	6.6	8.6	15.2	100	-
Toplam Güç, kW	38.3	21	387.4	15	53.3	128.8	-	643.8
%	5.9	3.3	60.2	2.3	8.3	20.0	100	-

Çizelge 8. Mekanizasyon düzeyi göstergeleri.

Table 8. Indicators of the mechanization level.

İlçeler	kW ha ⁻¹	kW işletme ⁻¹	ha traktör ⁻¹	ton-makina traktör ⁻¹	traktör işletme ⁻¹
Çerkeş	1.88	66.83	30.63	5.51	1.16
Kurşunlu	1.81	66.74	29.85	4.66	1.24
İlgaz	2.30	55.97	20.84	3.58	1.17
Şabanözü	3.06	40.90	14.25	3.32	0.94
Eldivan	4.26	48.68	10.70	4.50	1.07
Kızıllırmak	1.79	43.59	28.61	3.32	0.85
Yapraklı	2.25	30.72	21.25	2.78	0.64
Merkez	2.27	53.69	23.65	4.85	1.00
Genel	2.15	50.89	23.78	4.06	1.01

gücü değeri, bu çalışmada belirlenen 2.15 kW ha⁻¹ değerinden %43 daha fazladır. Daha yoğun yapılan tarımsal faaliyetlerin yapıldığı Batı Marmara bölgesindeki mekanizasyon düzeyinin, kuru tarıma dayalı üretimin yapıldığı Çankırı ilinden daha yüksek çıkmasının beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir.

Comart (2016) tarafından Antalya ilinde yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar ile Çankırı ili sonuçları kıyaslandığında farklı kollarda üretim yapılan Antalya ilindeki mekanizasyon düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Antalya ilinde birim alan başına düşen traktör gücü değeri 5.67 kW ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Yine sulu koşullarda tarla tarımının daha yoğun olarak yapıldığı ve işletmelerin %66'sının bitkisel üretim ile birlikte hayvancılık yaptığı Konya ili Çumra ilçesindeki işletmelerde ortalama traktör gücü 58.70 kW olarak belirlenmiştir. Mekanizasyon düzeyi göstergeleri ise sırasıyla 4.08 kW ha⁻¹, 1.04 traktör işletme⁻¹, 60.89 kW işletme⁻¹, 14.39 ha traktör⁻¹ ve 10.77 ton-makina traktör⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Keleş 2015). Çumra ilçesinde sulu koşullarda tarla tarımında gerçekleşen faaliyetler ile birlikte hayvan yetiştiriciliğine yönelik işlemlerin mekanizasyon düzeyini yükselttiği söylenebilir.

Bununla birlikte kuru tarla tarımının yoğun olarak yapıldığı Adıyaman ili için belirlenen 0.22 kW ha⁻¹ değeri benzer şekilde tarım yapıldığı Çankırı ili için belirlenen 2.15 kW ha⁻¹ değerinin çok altındadır. Çankırı ilinde bir traktör başına işlenen alan 23.78 ha traktör⁻¹ iken bu değer Adıyaman ili için 190.31 ha traktör⁻¹ olarak belirtilmiştir (Lüle ve ark. 2012).

Şanlıurfa'nın Hilvan ilçesi için ortalama traktör gücü 45.44 kW, birim alan başına düşen traktör gücü değeri 1.01 kW ha⁻¹, işletme başına düşen traktör sayısı 0.92 adet işletme⁻¹, işletme başına düşen traktör gücü 41.65 kW işletme⁻¹, traktör başına düşen makina sayısı

5.65 adet traktör⁻¹ olarak belirlenmiştir. Hilvan ilçesindeki işletmelerin %35'inin bitkisel üretim ile hayvansal üretimi birlikte yürüttükleri belirtilmiştir (Ademoğlu 2015). Bu değerlere göre benzer şekilde bir üretim şekline sahip Çankırı ilinde mekanizasyon düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ülke genelinde yapılan çalışmalar dikkate alındığında Çankırı ilindeki mekanizasyon uygulamalarının sulu koşullarda farklı üretim kollarında üretimin daha yoğun yapıldığı bölgelerden daha az, bununla birlikte kuru tarımda tahıl yetiştiriciliğinin yapıldığı benzer bölgelerden ise daha fazla olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde bitkisel üretimin ağırlıklı olduğu bölgelere göre daha fazla olmasının nedeninin Çankırı ilinde yapılan hayvansal üretim olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada ayrıca elektrik motoru ile ilgili güç değerlerinin mekanizasyon düzeyine etkisi belirlenmiştir. Çizelge 9'da elektrik motor gücü kullanım düzeylerine ait bulgular verilmiştir.

Çizelge 9'a göre işletme başına yaklaşık bir adet elektrik motorundan hareketli tarım makinası düşmektedir. İşletme başına düşen ortalama elektrik motor gücü büyüklüğü 4.32 kW'tır. Bu değerler Çizelge 8'de yer alan ve aynı birimle belirtilen kW işletme⁻¹ göstergesine eklendiğinde 50.89 kW işletme⁻¹ olan gösterge, %8.5'lük bir artışla 55.21 kW işletme⁻¹ değerine çıkmaktadır. Hayvancılığın gelişmesi ile birlikte işletmelerdeki mekanizasyon düzeyinin de yükselmesi beklenmektedir.

Araştırma bulguları dikkate alındığında bölgede yapılacak planlama çalışmalarında bitkisel üretim ile birlikte hayvansal üretim potansiyeli ve faaliyetlerinin dikkate alınmasının kaçınılmaz olduğu söylenebilir.

Çizelge 9. İşletmelerde elektrik motor gücü kullanım düzeyi.

Table 9. Usage Levels of electric motor power in the farms.

İlçeler	İşletme Sayısı (adet)	Elektrik Motorundan Hareketli Makina			
		Sayı (adet)	Toplam Güç (kW)	adet işletme ⁻¹	kW işletme ⁻¹
Çerkeş	19	31	117.2	1.63	6.17
Kurşunlu	21	29	151.4	1.38	7.21
İlgaz	12	18	69.0	1.50	5.75
Şabanözü	16	11	55.6	0.69	3.48
Eldivan	15	24	104.8	1.60	6.99
Kızılırmak	27	9	32.5	0.33	1.20
Yapraklı	14	11	29.5	0.79	2.11
Merkez	25	18	84.0	0.72	3.36
Toplam	149	151	643.8	1.01	4.32

4. Sonuçlar

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Sahiplerinin yaklaşık %75 gibi bir çoğunlukla ilköğretim mezunu olduğu tarımsal işletmelerde, deneyim süresi yaklaşık 29 yıldır. Tarımsal faaliyetlerin orta yaş düzeyi ve üzeri ilköğretim mezunu kişiler tarafından yürütüldüğü görülmektedir.

İşletmelerde ortalama arazi büyüklüğü 22.9 ha olarak belirlenmiştir. Bu değer ile Çankırı ilinde ülkemiz ortalama işletme büyüklüklerinin üzerindeki alanlarda tarımsal üretimin yapıldığı görülmektedir. Mülk ile birlikte kiralık parsellerde üretimin ağırlıklı olduğu bölgede işletmelerdeki parsel sayısı fazladır ve ortalama parsel büyüklüğü 0.81 ha'dır. Tarımsal üretimde verimliliği azaltma ve maliyetleri artırma potansiyeli içeren bu özellik nedeni ile bölgede arazi toplulaştırmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmesinin yararlı olacağı söylenebilir.

İlde kuru koşullarda tarla tarımı hakimdir. İşletmelerin yaklaşık %70'in de bitkisel üretim ile birlikte hayvan yetiştiriciliği beraber yürütülmektedir. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği daha yaygındır.

İşletme başına yaklaşık bir adet traktör düşmektedir. Traktörlerin model ve tip dağılımında çeşitlilik bulunmaktadır. İşletmelerdeki traktörlerin yaklaşık yarısının beş yaşın altında olması, traktörlerin yenilenme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Traktör parkı ile ilgili önemli göstergelerden birisi olan ekonomik ömür içerisindeki traktörlerin oranı yaklaşık %70'dir. Tarımsal işlemlerin çoğunlukla yeni ve ekonomik ömür içerisindeki traktörler tarafından gerçekleştirilmesinin, mekanizasyon uygulamalarının verimliliği açısından olumlu olduğu söylenebilir.

İşletmelerdeki makinalar, traktörden ve elektrik motorundan hareketli makinalar olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Traktör başına ortalama 6.25 adet ve 4.07 ton tarım makinası düşmektedir. Yaklaşık 0.9 adet işletme⁻¹ değerleri ile işletmelerde en fazla tarım arabası, kulaklı pulluk ve kültüvatör bulunmaktadır. Makinalar ağırlıklı olarak tarla tarımında kullanılan makinalardır. Bununla birlikte hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan makinalar da dikkat çekmektedir.

Mekanizasyon düzeyi göstergeleri dikkate alındığında Çankırı ili için; birim alan başına düşen ortalama traktör motor gücü 2.15 kW ha⁻¹, işletme başına düşen motor gücü

50.89 kW işletme⁻¹ ve traktör başına düşen tarım alanı 23.78 ha traktör⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İlçelere ait mekanizasyon düzeyi göstergelerine tarım alanlarının genişliği ile birlikte tarımı yapılan ürün çeşitliliğinin de etkili olduğu görülmektedir.

İşletme başına yaklaşık bir adet elektrik motorundan hareketli makina düşmektedir. İşletme başına düşen ortalama elektrik motor gücü büyüklüğü ise 4.32 kW'tır. Bu değerler traktör gücüne eklendiğinde 50.89 kW işletme⁻¹ olan gösterge %8.5'luk bir artışla 55.21 kW işletme⁻¹ değerine çıkmaktadır. Hayvancılığın gelişmesiyle birlikte işletmelerdeki mekanizasyon düzeylerinin de yükselmesi beklenmektedir. Elektrik motorundan hareketli makinalar çoğunlukla hayvan yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Teknoloji kullanımının yaygınlaşması, işgücü teminindeki zorluk ve maliyetlerin yükselmesi gibi faktörler sabit tesislerde elektrik motorundan hareketli makinaların kullanımı artırmaktadır. Bu nedenle yapılacak benzer çalışmalarda bu tip makinaların da çalışma kapsamında değerlendirilmesi önerilir.

Araştırma sonuçlarına göre il genelinde yapılacak planlama vb. çalışmalarda, hayvansal üretim potansiyeli ve faaliyetlerinin de dikkate alınması gereklidir.

Bölgeye yönelik optimum traktör gücü ve tarım makinası büyüklüklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda, çalışmada elde edilen veri tabanı ile belirlenecek optimum değerlerin kıyaslanması sonucu bölge mekanizasyonun güç ve kapasite eksikleri veya fazlalıklarının değerlendirilme imkanı doğacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından FYL-2018-3912 nolu yüksek lisans tez projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ademoğlu MA (2015) Şanlıurfa ili hilvan ilçesinde tarım işletmelerinin tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Akıncı İ, Topakcı M, Çanakcı M (1997) Antalya bölgesi tarım işletmelerinin tarımsal yapı ve mekanizasyon özellikleri. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Cilt 1, Tokat, s. 45-58.
- Altık S, Çelik A (2011) Iğdır ilinin tarımsal mekanizasyon özellikleri. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 1(4): 99-106.

- Altuntaş E, Demirtola H (2004) Ülkemizin tarımsal mekanizasyon düzeyinin coğrafik bölgeler bazında değerlendirilmesi, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2): 63-70.
- Anonim (2017) Çankırı Tarım ve Orman Müdürlüğü Kayıtları, Çankırı.
- Baran MF, Gökdoğan O, Durgut MR (2014) Batı Marmara Bölgesi'nin tarımsal mekanizasyon özellikleri, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(4): 561-567.
- Cengil B (2013) Sıcaklık ve Güneşlenme Sürelerinin Çankırı Ekolojik Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 6(2): 23-27.
- Comart A (2016) Antalya ili tarım işletmelerinin tarımsal yapı, üretim ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çanakcı M (2005) Antalya ili sera sebzeçiliğinde mekanizasyon işletmeciliği verilerinin belirlenmesi ve optimum seçim modellerinin oluşturulması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çiçek G, Özpınar S (2007) Gönen ilçesindeki (Balıkesir) çeltik işletmelerinin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, Kahramanmaraş, s. 74-81.
- ÇKS (2017) Tarım ve Orman Bakanlığı Çiftçi Kayıt Sistemi Veritabanı, Ankara.
- Evcim Ü, Ulusoy E, Gülsoylu E, Tekin AB (2010) Tarımsal mekanizasyonun durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Gökdoğan O (2013) Hakkari ilinin tarımsal mekanizasyon durumu. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(1): 98-101.
- Keleş İ (2015) Çumra ilçesi tarım işletmelerinin tarımsal yapısı ve mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lüle F, Koyuncu T, Engin KE (2012) Adıyaman ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Samsun, s. 48-54.
- Magalhães AC, Souza JM, Santana MA, Sabbg OJ (2013) Analysis of the mechanization index of wheel tractors in rural farm holdings. Journal of Agricultural Science 5(11): 127-138.
- MGM (2016) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr>. Erişim 10 Aralık 2016.
- Özkan B (1993) Aksu sulama projesi alanına giren tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve ürün desenini etkileyen faktörler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sağlam C, Akdemir B (2002) Annual usage of tractors in North-West Turkey. Biosystems Engineering 82(1): 39-44.
- Singh D, De D (1999) Quantification of a mechanization indicator for Indian Agriculture, Applied Engineering in Agriculture 15(3): 197-204.
- Yılmaz S, Sümer SK (2018) Türkiye'de traktör parkı yenilenme oranları ve mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 14(2): 79-87.
- Zeren Y, Tezer E, Tuncer İK, Evcim Ü, Güzel E, Sındır KO (1995). Tarım alet makina ve ekipman kullanım ve üretim sorunları. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Tarım Haftası, Ankara, s. 9-13.



Cytotoxic and genotoxic assessment of 2-chloropyridine using *Allium cepa* anatelophase and comet test

2-Kloropiridin'in *Allium cepa* ana-telofaz ve komet testi kullanılarak sitotoksik ve genotoksik değerlendirilmesi

Güller PİRDAL^{id}, Recep LİMAN^{id}

Uşak University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Molecular Biology and Genetics Department, 1 Eylül Campus, Uşak-Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): R. Liman, e-mail (e-posta): recep.liman@usak.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): gullerpiridal@hotmail.com

ARTICLE INFO

Received 14 March 2019
Received in revised form 22 March 2019
Accepted 27 March 2019

Keywords:

2-Chloropyridine
Allium cepa ana-telofaz testi
Comet assay
Chromosome aberrations

ABSTRACT

2-Chloropyridine (2-CPY) is an important precursor of cosmetics, pesticides and other pharmaceutical products and it is also defined as trace chemical in industrial wastewater as the products of the metabolites of agricultural chemical products and river pollutants. In this study, the effects of 2-CPY on mitotic index (MI), mitotic phase frequencies, chromosome aberrations (CAs) and DNA damage in *Allium cepa* root cells were investigated with *Allium cepa* anatelophase and comet assay. Concentrations of 0.5xEC₅₀ (25 ppm), EC₅₀ (50 ppm) and 2xEC₅₀ (100 ppm) of 2-CPY, Methyl methanesulfonate (MMS-10 ppm, positive control) and distilled water (negative control) were applied to *A. cepa* roots for 24, 48, 72 and 96 h. 2-CPY showed a cytotoxic effect by reducing root growth and MI, but also showed genotoxic effect by increasing CAs (disturbed anatelophase, chromosome laggards, stickiness, bridges and polyploidy) and DNA damage at substantial levels. The amount of 2-CPY was shown to be increased statistically in both duration and dose by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). 2-CPY should be used carefully and investigated its cytogenotoxic effects with other toxicology test systems.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 14 Mart 2018
Düzeltilme tarihi 22 Mart 2019
Kabul tarihi 27 Mart 2019

Anahtar Kelimeler:

2-Kloropiridin
Allium cepa ana-telofaz testi
Komet testi
Kromozom bozuklukları

ÖZ


2-Kloropiridin (2-KP) kozmetiklerin, böcek ilaçlarının ve diğer farmasötik ürünlerin önemli bir öncüsüdür ve aynı zamanda endüstriyel atık sularındaki tarımsal kimyasal ürünlerin ve nehir kirleticilerin metabolitlerinin ürünleri olarak iz kimyasal olarak da tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, *Allium cepa* kök hücrelerinde 2-KP'nin mitotik indeks (MI), mitotik faz frekansları, kromozom sapmaları (KA) ve DNA hasarı üzerine etkileri *Allium cepa* ana-telofaz ve komet testi ile araştırılmıştır. *A. cepa* köklerine 0.5xEC₅₀ (25 ppm), EC₅₀ (50 ppm) ve 2xEC₅₀ (100 ppm) 2-KP, Metil metansülfonat (MMS-10 ppm, pozitif kontrol) ve distile su (negatif kontrol) konsantrasyonları *A. cepa* köklerine 24, 48, 72 ve 96 saat boyunca uygulandı. 2-KP, kök büyümesini ve MI'yi azaltarak sitotoksik bir etki göstermişken KA'ları (bozulmuş ana-telofaz, kromozom kalınlıkları, yapışkanlık, köprü ve poliploidi) ve DNA hasarını önemli seviyelerde artırarak genotoksik etki gösterdi. Sıvı kromatografi tandem kütle spektrometresi (LC-MS/MS) ile 2-KP miktarının hem süre hem de doza bağlı istatistiksel olarak arttığı gösterilmiştir. 2-KP dikkatli kullanılmalı ve sito-genotoksik etkilerini diğer toksikoloji test sistemleri ile araştırılmalıdır.

1. Introduction

2-CPY is a non-naturally occurring environmental contaminant. It is the intermediate of pesticides such as imidacloprid, cosmetics and other pharmaceutical products such as pyrethrin-based biocides. It is also used as a starting material in the production of antihistamine drug, pheniramine and the antiarrhythmic disopyramide. It has been identified as a

trace organic element in process streams and wastewater and a river pollutant (Goe 1982; Melcher and Bouyoucos 1990; Guardiola et al. 1991; Hendricks et al. 1994; Vlastos et al. 2010; Skoutelis et al. 2017). Although it is widespread in so many areas of use, there are very few studies on 2-CPY toxicity. Some properties about 2-CPY are given Table 1.

Table 1. Some properties of 2-CPY.

Chemical name	Synonyms	Chemical structure	Molecular Weight	Water solubility at 25°C
2-Chloropyridine	α -chloropyridine, o-Chloropyridine, 2-chloro-(9Cl)		113.544 g mol ⁻¹	2.5 g 100 g ⁻¹

Allium test has been used to assess the cytogenotoxic effects of environmental contaminants. Because the onions are easy to store and use, and the root tip cells form a suitable system for macroscopic (growth, EC₅₀) and microscopic parameters (MI and CAs like c-mitosis, micronucleus and stickiness etc. due to its large size and small number of chromosomes). It is also validated by United Nations Environmental Program, World Health Organization, and United States Environmental Protection Agency. Additionally, Allium test results show a good correlation with the other eukaryotic and prokaryotic test results (Grant 1982; Fiskesjö 1985; Rank and Nielsen 1994; Teixeira et al. 2003; Ma et al. 2005; Leme and Marin-Morales 2009; Kwasniewska et al. 2012; Rodríguez-Ruiz et al. 2014; Liman et al. 2015; Palmieri et al. 2016; Küçük and Liman 2018; Verma and Srivastava 2018).

The comet assay or single-cell gel electrophoresis in *A. cepa* root meristematic cells has been used for assessing of DNA damage of environmental contaminants. This assay is relatively low cost, simple, fast and reliable. It gives reproducible results and can be studied independent than mitosis and small number of cells (Seth et al. 2008; Türkoğlu 2012; Ventura et al. 2013; Jiang et al. 2014; Çiğerci et al. 2015; Silveira et al. 2017; Cortés-Eslava et al. 2018).

The purpose of this study was to assess the effects of 2-CPY on growth, MI, CAs and DNA damage in the root tips in *A. cepa* by Allium ana-telophase and comet assays. The estimation of total 2-CPY in *A. cepa* root tips was also analyzed using LC-MS/MS.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Equal-sized *A. cepa* L. bulbs (25–30 mm in diameter, without any cure) were purchased from local market in Uşak, Turkey. 2-CPY (99%, CAS Number 109-09-1), MMS (CAS

No.67-27-3), basic fuchsin, disodium hydrogen phosphate, low melting point agarose (LMPA), ethidium bromide (EtBr), normal melting point agarose (NMPA), glacial acetic acid, hydrochloric acid, magnesium chloride hexahydrate, potassium chloride, potassium phosphate monobasic, sodium chloride, sodium hydroxide, Triton X-100, trizma hydrochloride, trizma base and EDTA were bought from Sigma Aldrich (Munich, Germany).

2.2. Growth inhibition test

The growth inhibition test was performed to determine the doses to be used to study the cyto-genotoxic effects of 2-CPY on *A. cepa* root meristem cells as described previously with some modifications (Liman et al. 2011). Different concentrations of 2-CPY (5, 10, 25, 50, 100, 200 and 400 ppm) and distilled water (control group) were applied to onions at room temperature (21 ± 4°C) for 96 h in the dark (Figure 1). Five onions were used for each application. In the end, average root length of the onions (ten roots from each onion) was measured according to Fiskesjö (1988). The effective concentration (EC₅₀) was determined as the dose that reduces the growth of root tips by 50% compared to the negative control group.

2.3. *A. cepa* ana-telophase test

A. cepa ana-telophase test was performed according to Rank and Nielsen (1994) with slight modifications. Onion bulbs were kept in the distilled water for two days to reach a length of 2-3 cm at room temperature (21 ± 4°C) in the dark. Roots were exposed to ½xEC₅₀ (25 ppm), EC₅₀ (50 ppm) and 2xEC₅₀ (100 ppm) concentrations of 2-CPY along with negative (distilled water) and positive control (MMS, 10 ppm) for 24, 48, 72 and 96 h. Three onions were used for each application. 15-20 root tips about 1 cm long were fixed with Carnoy fixative (1:3 glacial acetic acid/ethanol, v/v) at 4°C for 24 h.



Figure 1. EC₅₀ determination of 2-CPY on *A. cepa* root meristematic cells. Doses from left to right 0, 5, 10, 25, 50, 100, 200 and 400 ppm.

After washing distilled water, samples were taken into 70% alcohol for examination and stored at 4°C. 1-2 mL of 1N HCl solution was added to the root tips and kept in at 60°C for 8-10 min. Roots were stained with Feulgen method at room temperature for 25-30 min after washing with distilled water thrice with 5 min intervals. The dark stained root tips were cut with a razor blade, then one drop of 45% acetic acid was added to lysed it. The slides were prepared for MI and CAs by covering the coverslips with nail polish and evaluated by using Nikon Eclipse Ci-L light microscope (Japan), equipped with a CMOS camera (Argenit, Kameram5, Turkey).

For each application, MI values were determined by dividing mitosis cells into total cells and expressed as a percentage by counting 5000-5200 cells in five different roots. To determine CAs, 100 ana-telophase cells per slide (totally 500) were counted for each concentration and expressed as a percentage (Saxena et al. 2005). CAs in ana-telophase cells were recorded as disturbed ana-telophase, chromosome laggards, stickiness, anaphase bridge and polyploidy.

2.4. Comet assay

Seven root tips (~1 cm) were cut for each experiment and chopped with 600 µl precooled Tris-MgCl₂ buffer (0.5% w/v Triton X-100, 4 mM MgCl₂-6H₂O, 0.2 M Tris, pH 7.5). Samples were centrifuged at 1200 rpm for 7 minutes at 4°C. While the pellet was used to determine DNA damage, the supernatant was used for quantitative analyses. Other steps of comet assay were carried out as reported earlier (Liman et al. 2019).

2.5. Determination of 2-CPY in *A. cepa* root meristem cells

LC-MS/MS (An Agilent 1200 series UPLC equipped with a binary pump system, cooling system, column oven and an auto-sampler) was used for the estimation of total 2-CPY in *A. cepa* root tips. Mass spectrometric detection was performed on an equipped with 6460 Triple Quadrupole LC-MS/MS system. The triple quadrupole mass spectrometer was equipped with electrospray jet stream ionization source system. Ion source is in positive electrospray ionization mode. Multiple reactions monitoring mode were used to operate the MS/MS system. For chromatographic separation of analysts, Zorbax Eclipse plus C18 (2.1×50 mm, 1.8 µ) column was used. The mobile phase was consisted of 0.1% formic acid in water 70% (mobile phase A) and acetonitrile 30% (mobile phase B), at total flow rate of 1.2 ml min⁻¹ with a column temperature of 40°C. The chromatographic separation was achieved using 3.129 min isocratic elution. The following MRM transitions were monitored: m/z 114 → 77.9 and 114 → 51.1

2.6. Statistical analysis

The data were stated as the mean ± standard deviation. The comparison of the group averages was determined by using IBM SPSS Statistics for Windows, version 23 through the One-Way Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan multiple range tests 5%. Pearson correlation test was used to determine the dose response and time response relationship.

3. Results and Discussion

The cyto-genotoxic effects of 2-CPY to *A. cepa* root meristematic cells were determined by Allium and comet assay. Table 2 shows the results of growth inhibition test of 2-CPY on *A. cepa* roots.

Table 2. Effect of 2-CPY on *A. cepa* root length.

Doses (ppm)	Average length (cm) ± SD*	Growth (%)	Decrease (-) in growth (%)
Control	3.81±0.21a	100.00	0
5	2.97±0.16b	77.95	22.05
10	2.72±0.16c	71.39	28.61
25	2.38±0.10d	62.47	37.53
50	1.94±0.12e	50.92	49.08
100	1.35±0.10f	35.43	64.57
200	0.89±0.11g	23.36	76.64
400	0.37±0.10h	12.46	87.54

*Means with the same letter do not differ statistically at the level of 0.05. SD: Standard deviation.

The EC₅₀ of 2-CPY was found to be 50 ppm (50.92%). All concentrations of 2-CPY decreased the mean root elongation statistically, with a dose-dependently ($r = -0.975$ $p = 0.01$). The applied doses of 2-CPY reduced the mean root length by 22.05% (5 ppm) to 87.54% (400 ppm). Inhibition of root growth could be not only related to apical meristematic activity (Webster and Macleod 1996) but also cell elongation during differentiation (Fusconi et al. 2006) or enzyme activation that promote the elongation and loosening of the cell wall in the differentiation process (Silveira et al. 2017). 15 min EC₅₀ of 2-CPY was found as 1.64 mmol l⁻¹ by the Microtox bacterial assay (Wu and Huang 1998). The LD₅₀ of 2-CPY in rabbits after skin application or intraperitoneal injection was found 64 and 48 mg kg⁻¹, respectively (Gehring et al. 1967). LD₅₀ of 2-CPY in mouse after oral application was found 110 mg kg⁻¹ (Shimizu et al. 2000). IC₅₀ of 2-CPY derivatives possessing 1,3,4-oxadiazole moiety was found to vary between 1.61±0.06 and >20 µg ml⁻¹ in gastric cancer cell SGC-7901 (Zheng et al. 2010).

The effect of 2-CPY on MI and mitotic phases in *A. cepa* root meristematic cells is shown in Table 3. All doses of 2-CPY were significantly reduced to MI. The decreased MI for 2-CPY was found statistically significant not only dose dependently for 24 h ($r = -0.968$ $p = 0.01$), for 48 h ($r = -0.974$ $p = 0.01$), for 72 h ($r = -0.933$ $p = 0.01$) and for 96 h ($r = -0.944$ $p = 0.01$) but also time dependently for 25 ppm ($r = -0.989$ $p = 0.01$), for 50 ppm ($r = -0.974$ $p = 0.01$) and for 100 ppm ($r = -0.949$ $p = 0.01$). This inhibition of MI suggests that 2-CPY has a potentially cytotoxic effect. MI values at 100 ppm were found to be lower than MMS, but the decrease in 48 h was only statistically significant. Significant reduction in MI may be due to disturbed cell cycle such as blockage of G₁ phase and suppressing DNA synthesis or inhibition of DNA synthesis at the S phase (Sudhakar et al. 2001; Gupta et al. 2018) or blocking of G₂ phase preventing the cell from entering mitosis (El-Ghamery et al. 2000), or mitotic phase duration changes (Chauhan and Gupta 2005). It also may be due to inhibition of specific proteins of cell cycle remains as possible target site which inhibit DNA polymerase and other enzymes resulting in antimetabolic effect (Hidalgo et al. 1989) or and ROS disturbance homeostasis (Livanos et al. 2012). Unlike our result, 2-CPY did not show any cytotoxic effect in human lymphocytes (Stapleton et al. 2008). While 2-CPY decreased the prophase index statistically (except at 100 ppm 48, 72 and 96 h), it increased the telophase index. The reduction of the prophase index may be due to the blockage of interphase cells of the transition of the prophase (Soliman and Ghoneam 2004). The increasing of telophase index may be due to delay in mitotic cycle accomplishment (Rangaswamy et al. 1981).

2-CPY significantly induced total CAs (disturbed anaphase, chromosome laggards, stickiness, anaphase bridge and polyploidy) in *A. cepa* ana-telophase cells (Table 4 and Figure 2). The concentration (for 24 h $p=0.829$ $r=0.01$, for 48 h $p=0.89$ $r=0.01$, for 72 h $p=0.791$ $r=0.01$, and for 96 h $p=0.882$ $r=0.01$), time dependent (for 25 ppm $r=0.979$ $p=0.01$, for 50 ppm $r=0.934$ $p=0.01$, and for 100 ppm $r=0.929$ $p=0.01$) increase of total CAs described genotoxic potentiality of 2-CPY. But these total CAs were lower than MMS.

Chromosome laggards (4% at 100 ppm for 96 h) were the most common CAs, while polyploidy (0.4% at 25 and 100 ppm for 24 h) was the least common CAs. Disturbed anaphase and chromosome laggards may result from deformation of the spindle structure or degraded microtubules (Evseeva et al. 2005; Kumari et al. 2009; Singh and Roy 2017). Chromosome laggards may also cause micronucleus formation (Leme and Marin-Morales 2009). Stickiness which leads to DNA-DNA or DNA-protein crosslinking may possibly be caused by the

Table 3. Effect of 2-CPY on mitotic and phase index in *A. cepa* root meristematic cells.

Concentration (ppm)	CCN	MI±SD*	Phase index (%)±SD*			
			Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase
Control-24 h	5084	71.54±0.57a	89.30±0.46a	1.90±0.12a	2.37±0.21a	6.43±0.26a
MMS-10	5119	56.83±0.76b	88.04±0.61b	2.86±0.27b	2.58±0.26ab	6.53±0.31a
25	5123	62.15±0.29c	85.39±0.31c	2.54±0.19c	2.67±0.23b	9.39±0.21b
50	5123	58.6±0.35d	84.65±0.37d	2.56±0.23c	2.7±0.14b	10.09±0.21c
100	5081	56.84±0.55b	85.49±0.24c	2.49±0.18c	2.84±0.16b	9.18±0.24b
Control-48 h	5114	70.91±0.51a	88.58±0.24ab	2.40±0.14a	2.65±0.19a	6.37±0.23a
MMS-10	5094	54.26±0.66b	88.25±0.36bc	2.37±0.16ab	2.84±0.13a	6.54±0.28a
25	5076	58.02±0.60c	86.45±0.21d	2.21±0.17bc	2.72±0.17a	8.62±0.16b
50	5107	54.59±0.64b	87.90±0.34c	2.09±0.08c	2.31±0.14b	7.70±0.19c
100	5084	51.6±0.77d	88.83±0.26a	1.82±0.11d	2.01±0.11c	7.33±0.18d
Control-72 h	5098	69.50±0.70a	88.94±0.31a	2.12±0.09a	2.43±0.11a	6.52±0.25a
MMS-10	5085	50.58±0.42b	88.76±0.28a	2.10±0.15a	2.76±0.15b	6.38±0.33a
25	5177	54.27±0.92c	87.94±0.22b	2.09±0.16a	2.38±0.1b	7.59±0.36b
50	5092	50.37±0.83b	88.09±0.13b	2.01±0.09a	2.29±0.21bc	7.62±0.16b
100	5105	48.57±0.77d	88.67±0.40a	1.98±0.17a	2.1±0.2c	7.26±0.33b
Control-96 h	5074	70.77±0.59a	89.00±0.38a	2.23±0.12a	2.53±0.16ab	6.24±0.24a
MMS-10	5083	47.5±0.79b	88.07±0.1b	2.03±0.18ab	2.57±0.2a	7.33±0.31b
25	5087	51.17±0.57c	88.32±0.54bc	1.88±0.18b	2.38±0.2ab	7.41±0.39b
50	5094	48.78±0.53d	88.25±0.28bc	1.97±0.19b	2.25±0.18bc	7.52±0.34b
100	5089	47.35±0.57b	88.74±0.31ac	1.89±0.17b	2.10±0.25c	7.28±0.18b

*Means with the same letter in the same column for each application time do not differ statistically at the level of 0.05. Cell Numbers SD: Standard Deviation.

Table 4. Chromosome aberrations observed on *A. cepa* ana-telophase cells exposed to 2-CPY.

Concentration (ppm)	CCN	Anaphase-Telophase Anomalies %					TA± SD*
		DAT	CL	S	AB	P	
Control-24 h	500	1	0.6	0.8	0.6	0.6	3.60±0.55a
MMS-10 ppm	500	2.4	3.2	2.8	3.4	2	13.8±0.84b
25	500	2.6	2.8	2.6	0.8	0.4	9.20±0.45c
50	500	2.8	2.6	3	1.4	0.8	10.60±0.55d
100	500	2	3.4	3.4	2.2	0.4	11.40±0.89d
Control-48 h	500	0.6	1	0.6	0.8	0.2	3.20±0.45a
MMS-10 ppm	500	2.8	3	3.2	3.2	2.2	14.4±0.89b
25	500	2.6	2.6	2.6	1.8	0.8	10.40±0.55c
50	500	2.8	2.6	2.6	2.4	1.2	11.60±0.55d
100	500	2.6	3	2.8	3	1.6	13.00±0.71e
Control-72 h	500	1.4	1.2	0.6	0.8	0.2	4.20±0.45a
MMS-10 ppm	500	3	3.2	4	3.2	2.6	16.00±0.71b
25	500	2.8	3	3.2	2.4	1.2	12.60±0.55c
50	500	3	2.8	3.2	3.2	1.4	13.60±0.89d
100	500	3.2	3.2	3.4	3.2	1.8	14.8±0.84e
Control-96 h	500	0.6	1.2	0.4	1	0.2	3.40±0.55a
MMS-10 ppm	500	3.6	3.4	4.2	3.6	2.4	17.20±0.45b
25	500	2.4	3.2	3.6	2.6	1.6	13.40±0.55c
50	500	3.4	3.4	3.6	3.2	1.4	15.00±0.71d
100	500	3.4	4	3.8	3.6	1.4	16.4±0.89b

* Means with the same letter in the same column for each application time do not differ statistically at the level of 0.05. SD: Standard Deviation. CCN: Counting Cell Numbers. DAT: Disturbed Anaphase-Telophase. CL: Chromosome Laggards. S: Stickiness. AB: Anaphase Bridge. P: Polyploidy. TA: Total Anomalies.

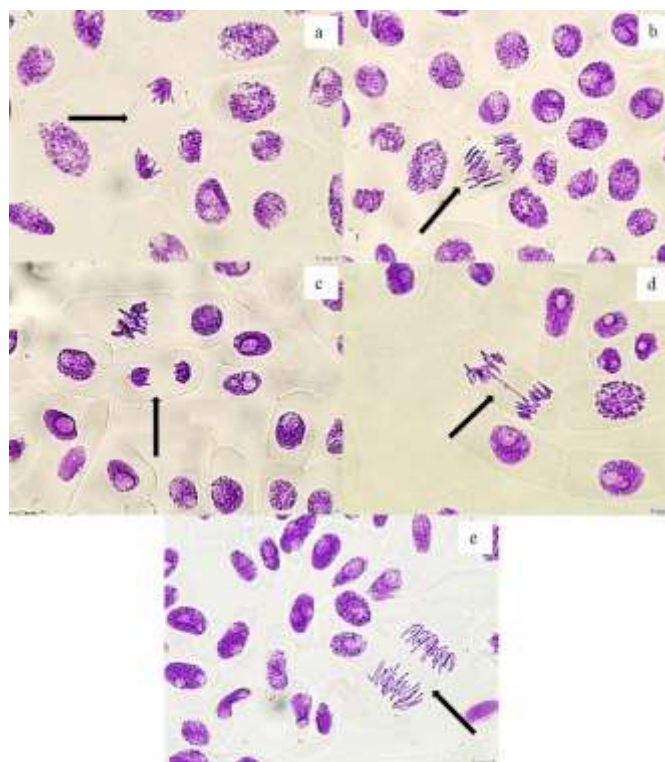


Figure 2. Ana-telophase anomalies induced by 2-CPY in *A. cepa*, a: Disturbed ana-telophase, b: Chromosome Laggards, c: Stickiness, d: Anaphase Bridge, e: Polyploidy.

depolymerization of DNA or partial dissolution of the nucleoproteins or the chromosomal intercalation of the chromatin fibers (Fiskesjö and Levan 1993; Türkoğlu 2015; El-Ghamery and Mousa 2017). Anaphase bridge may occur due to the clastogenic effect of the chemicals such as breakage or fusion of chromosomes, unequal chromatid exchange, dicentric chromosome formation, alteration of the activation of replication enzymes or incomplete adhesion (El-Ghamery et al. 2000; Luo et al. 2004; Bonciu et al. 2018). Polyploidy may occur the cytokinesis process disruption which leads to difficulties in the fragmoplast formation (Fernandes et al. 2007). 2-CPY induced mitotic aneuploidy in *Saccharomyces cerevisiae* (Zimmermann et al. 1986). 2-CPY showed clastogenic effect in the L5178Y mouse lymphoma cells by inducing chromosome aberrations and micronuclei formation with or without metabolic activation (Dearfield et al. 1993). Micronucleus formation was statistically increased in human lymphocyte cultures treated *in vitro* with 2-CPY at 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$ but it was not found genotoxic at or below 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Photo-treatment of 2-CPY also produced genotoxic products at 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$ (Vlastos et al. 2010). But, 2-CPY did not show any cytotoxic and clastogenic effects in African Green monkey kidney cell lines in the dose range from 400 to 3200 $\mu\text{g ml}^{-1}$ (Anuszewska and Kozirowska 1995). Frequencies of micronucleated normochromatic erythrocytes did not change in mice after

exposed to 2-CPY (10 to 1000 ppm) in drinking water for 3 months (Roberts 2017).

The comet assay results are shown in Table 5. 2-CPY induced DNA damage not only dose dependently (for 24 h $p=0.938$ $r=0.01$, for 48 h $p=0.89$ $r=0.01$, for 72 h $p=0.897$ $r=0.01$, and for 96 h $p=0.977$ $r=0.01$) but also time dependently (for 25 ppm $r=0.85$ $p=0.01$, for 50 ppm $r=0.896$ $p=0.01$, and for 100 ppm $r=0.934$ $p=0.01$). The DNA damage caused by 2-CPY ranged from 100.67 \pm 3.06 to 148.67 \pm 1.57. But these values were lower than MMS. 2-CPY was found to be mutagenic in Ames test system with metabolic activation (Claxton et al. 1987; Roberts 2017). The reactive oxygen species (ROS) produced in *Salmonella typhimurium* treated with 2-CPY may cause DNA damage and CAs (Chlopkiwicz et al. 1993).

Quantitative analysis of 2-CPY in *A. cepa* roots by LC-MS/MS is shown Table 6. The amount of 2-CPY was increased depending on both duration (for 25 ppm $r=0.923$ $p=0.01$, for 50 ppm $r=0.908$ $p=0.01$ and for 100 ppm $r=0.948$ $p=0.001$) and dose (for 24 h $r=0.886$ $p=0.01$, for 48 h $r=0.977$ $p=0.01$, for 72 h $r=0.984$ $p=0.01$ and for 96 h $r=0.984$ $p=0.01$). The lowest amount of 2-CPY was obtained at 25 ppm 24 h (0.109 \pm 0.006 ppb), while the highest amount of 2-CPY was obtained at 100 ppm in 96 h (0.109 \pm 0.006 ppb).

Table 5. DNA damage induced by 2-CPY on *A. cepa* roots.

Compounds	Concentration (ppm)	DNA Damage (Arbitrary Unit \pm SD) [*]			
		24 h	48h	72 h	96 h
Negative control	-	4.33 \pm 0.58a	3.67 \pm 0.58a	6.33 \pm 0.58a	4.67 \pm 1.15a
MMS	10	146.33 \pm 2.31b	151.33 \pm 1.53b	155 \pm 1.73b	158.67 \pm 2.52b
	25	100.67 \pm 3.06c	127 \pm 2.65c	129.67 \pm 2.08c	132.33 \pm 1.15c
2-Chloropyridine	50	107.33 \pm 2.08d	130.67 \pm 1.53c	135.67 \pm 3.21d	139.33 \pm 2.08d
	100	130.67 \pm 2.89e	137.67 \pm 3.21d	140 \pm 2e	148.67 \pm 1.53e

* Means with the same letter in the same column do not differ statistically at the level of 0.05. SD: Standard Deviation.

Table 6. The amount of 2-CPY in *A. cepa* root meristem cells.

Compounds	Concentration (ppm)	Amount (ppb ±SD)*			
		24 h	48h	72 h	96 h
Negative control	-	-	-	-	-
MMS	10	-	-	-	-
	25	0.109±0.006a	0.138±0.005a	0.148±0.007a	0.164±0.01a
2-Chloropyridine	50	0.121±0.005b	0.187±0.004b	0.196±0.008b	0.215±0.006b
	100	0.129±0.002c	0.227±0.013c	0.253±0.009c	0.291±0.007c

*Means with the same letter in the same columns do not differ statistically at the level of 0.05; ppb: parts per billion; SD: Standard Deviation.

4. Conclusion

2-CPY induced cytotoxicity by reduction in root growth and MI, and genotoxicity by increasing CAs and DNA damage to *A. cepa* roots. For this reason, it is necessary to be careful when using 2-CPY and necessary to carry out further molecular toxicological experiments included in the cyto-genotoxicity of 2-CPY on plants.

References

- Anuszewska EL, Koziorowska JH (1995) Role of pyridine N-oxide in the cytotoxicity and genotoxicity of chloropyridines. *Toxicology in vitro* 9(2): 91-94.
- Bonciu E, Firbas P, Fontanetti CS, Wusheng J, Karaismailoğlu MC, Liu D, Schiff S, et al (2018) An evaluation for the standardization of the *Allium cepa* test as cytotoxicity and genotoxicity assay. *Caryologia* 71(3): 191-209.
- Chauhan LKS, Gupta SK (2005) Combined cytogenetic and ultrastructural effects of substituted urea herbicides and synthetic pyrethroid insecticide on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 82(1): 27-35.
- Chlopkiewicz B, Wojtowicz M, Marczevska J, Prokopczyk D, Koziorowska J (1993) Contribution of N-oxidation and OH radicals to mutagenesis of 2-chloropyridine in *Salmonella typhimurium*. *Acta Biochimica Polonica* 40(1): 57-59.
- Cığerci İH, Liman R, Özgül E, Konuk M (2015) Genotoxicity of indium tin oxide by *Allium* and Comet tests. *Cytotechnology* 67(1): 157-163.
- Claxton LD, Dearfield KL, Spanggord RJ, Riccio ES, Mortelmans K (1987) Comparative mutagenicity of halogenated pyridines in the *Salmonella typhimurium*/mammalian microsome test. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 176(2): 185-198.
- Cortés-Eslava J, Gómez-Arroyo S, Risueño MC, Testillano PS (2018) The effects of organophosphorus insecticides and heavy metals on DNA damage and programmed cell death in two plant models. *Environmental Pollution* 240: 77-86.
- Dearfield KL, Harrington-Brock K, Doerr CL, Parker L, Moore MM (1993) Genotoxicity of three pyridine compounds to L5178Y mouse lymphoma cells. *Mutation Research Letters* 301(1): 57-63.
- El-Ghamery AA, El-Nahas AL, Mansour MM (2000) The action of atrazine herbicide as an indicator of cell division on chromosomes and nucleic acid content in root meristems of *Allium cepa* and *Vicia faba*. *Cytologia* 65: 277-287.
- El-Ghamery AA, Mousa MA (2017) Investigation on the effect of benzyladenine on the germination, radicle growth and meristematic cells of *Nigella sativa* L. and *Allium cepa* L. *Annals of Agricultural Sciences* 62(1): 11-21.
- Evseeva TI, Stanislav A, Geras'kin I, Shuktomova I (2005) Genotoxicity and toxicity assay of water sampled from a radium production industry storage cell territory by means of Allium-Test. *Journal of Environmental Radioactivity* 68: 235-248.
- Fernandes TCC, Mazzeo DEC, Marin-Morales MA (2007) Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 88: 252-259.
- Fiskesjö G (1985) The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas* 102(1): 99-112.
- Fiskesjö G, Levan A (1993) Evaluation of the first ten MEIC chemicals in the *Allium* test. *Atla* 21: 139-149.
- Fiskesjö G (1988) The *Allium* test—an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions. *Mutation Research* 197: 243-260.
- Fusconi A, Repetto O, Bona E, Massa N, Gallo C, Dumas-Gaudot E, Berta G (2006) Effect of cadmium on meristem activity and nucleus ploidy in roots of *Pisum sativum* L. cv. Frisson seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 58: 253-260.
- Gehring PJ, Torkelson TR, Oyen F (1967) A comparison of the lethality of chlorinated pyridines and a study of the acute toxicity of 2-chloropyridine. *Toxicology and Applied Pharmacology* 11(2): 361-371.
- Goe GL (1982) Pyridine and pyridine derivatives. In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed. (M. Grayson and D. Eckroth, Eds.), Vol. 19, p. 470. John Wiley and Sons, New York.
- Grant WF (1982) Chromosome aberration assays in *Allium*. A report of the U.S. environmental protection agency gene-tox program. *Mutation Research* 99: 273-291.
- Guardiola A, Ventura F, Matia L, Caixach J, and Rivera J (1991) Gas chromatographic-mass spectrometric characterization of volatile organic compounds in Barcelona tap water. *Journal of Chromatography* 562: 481-492.
- Gupta K, Mishra K, Srivastava S, Kumar A (2018) Cytotoxic Assessment of Chromium and Arsenic Using Chromosomal Behavior of Root Meristem in *Allium cepa* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 100(6): 803-808.
- Hendricks AJ, Maas-Diepeveen JL, Noordsij A, Van der Gaag MA (1994) Monitoring response of XAD-concentrated water in the Rhine delta: A major part of the toxic compounds remains unidentified. *Water Research* 28: 581-598.
- Hidalgo A, Gonzales-Reyes JA, Navas P, Garcia-Herdugo G (1989) Abnormal mitosis and growth inhibition in *Allium cepa* roots induced by prophan and chlorprophan. *Cytobiologie* 57: 7-14.
- Jiang Z, Qin R, Zhang H, Zou J, Shi Q, Wang J, Liu D, et al (2014) Determination of Pb genotoxic effects in *Allium cepa* root cells by fluorescent probe, microtubular immunofluorescence and comet assay. *Plant and Soil* 383(1-2): 357-372.
- Kumari M, Mukherjee A, Chandrasekaran N (2009) Genotoxicity of silver nanoparticles in *Allium cepa*. *Science of the Total Environment* 407: 5243-5246.
- Küçük D, Liman R (2018) Cytogenetic and genotoxic effects of 2-chlorophenol on *Allium cepa* L. root meristem cells. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 36117-36123.
- Kwasniewska J, Nałęcz-Jawecki G, Skrzypczak A, Plaza GA, Matejczyk M (2012) An assessment of the genotoxic effects of

- landfill leachates using bacterial and plant tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 75: 55-62.
- Leme DM, Marin-Morales MA (2009) *Allium cepa* test in environmental monitoring: a review on its application. *Mutation Research-Reviews in Mutation Research* 682(1): 71-81.
- Liman R, Cigerci IH, Akyl D, Eren Y, Konuk M (2011) Determination of genotoxicity of fenaminosulf by *Allium* and Comet Tests. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 99: 61-64.
- Liman R, Cigerci IH, Öztürk NS (2015) Determination of genotoxic effects of Imazethapyr herbicide in *Allium cepa* root cells by mitotic activity, chromosome aberration, and comet assay. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 118: 38-42.
- Liman R, Acikbas Y, Cigerci IH (2019) Cytotoxicity and genotoxicity of cerium oxide micro and nanoparticles by *Allium* and Comet tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 168: 408-414.
- Livanos P, Galatis B, Quader H, Apostolakis P (2012) Disturbance of reactive oxygen species homeostasis induces a typical tubulin polymer formation and affects mitosis in root-tip cells of *Triticum turgidum* and *Arabidopsis thaliana*. *Cytoskeleton (Hoboken)* 69: 1-21.
- Luo LZ, Werner KM, Gollin SM and Saunders WS (2004) Cigarette smoke induces anaphase bridges and genomic imbalances in normal cells. *Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 554(1): 375-385.
- Ma TH, Cabrera GL, Owens E (2005) Genotoxic agents detected by plant bioassays. *Reviews on Environmental Health* 20(1): 1-14.
- Melcher RG, Bouyoucos SA (1990) Membrane interface for automatic extraction and liquid chromatographic determination of trace organics in aqueous streams. *Process Control and Quality* 1: 63-74.
- Palmieri MJ, Andrade-Vieira LF, Trento MVC, Eleutério MWF, Luber J, Davide LC et al (2016) Cytogenotoxic effects of spent pot liner (SPL) and its main components on human leukocytes and meristematic cells of *Allium cepa*. *Water Air and Soil Pollution* 227: 1-10.
- Rangaswamy V, Shanthamurthy KB, Arekal GD (1981) Cytological effects of industrial effluent on somatic cells of *Allium cepa*. In: Manna GK, Sinha V (eds) *Perspective of cytology and genetics*. Hind Asia Publication Delhi 3: 303-308.
- Rank J, Nielsen MH (1994) Evaluation of the *Allium* anaphase-telophase test in relation to genotoxicity screening of industrial wastewater. *Mutation Research-Environmental Mutagenesis and Related Subjects* 312(1): 17-24.
- Roberts GK (2017) NTP Technical Report on the Toxicity Studies of o-Chloropyridine (CAS NO. 109-09-1) Administered Dermal and in Drinking Water to F344/N Rats and B6C3F1/N Mice, National Toxicology Program Toxicity Report Series Number 83: 1-133.
- Rodriguez-Ruiz A, Asensio V, Zaldibar B, Soto M, Marigómez I (2014) Toxicity assessment through multiple endpoint bioassays in soils posing environmental risk according to regulatory screening values. *Environmental Science and Pollution Research* 21(16): 9689-708.
- Saxena PN, Chauhan LKS, Gupta SK (2005) Cytogenetic effects of commercial formulation of cypermethrin in root meristem cells of *Allium sativum*: spectroscopic basis of chromosome damage. *Toxicology* 216(2-3): 244-252.
- Seth CS, Misra V, Chauhan LKS, Singh RR (2008) Genotoxicity of cadmium on root meristem cells of *Allium cepa*: cytogenetic and Comet assay approach. *Ecotoxicology and Environmental safety* 71(3): 711-716.
- Shimizu S, Watanabe N, Kataoka T, Shoji T, Abe N, Morishita S, Ichimura H (2000) Pyridine and Pyridine Derivatives. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. doi:10.1002/14356007.a22_399.
- Silveira GL, Lima MGF, dos Reis GB, Palmieri MJ, Andrade-Vieira LF (2017) Toxic effects of environmental pollutants: Comparative investigation using *Allium cepa* L. and *Lactuca sativa* L. *Chemosphere* 178: 359-367.
- Singh D, Roy BK (2017) Evaluation of malathion-induced cytogenetical effects and oxidative stress in plants using *Allium* test. *Acta Physiologiae Plantarum* 39(4): 92-102.
- Skoutelis C, Antonopoulou M, Konstantinou I, Vlastos D, Papadaki M (2017) Photodegradation of 2-chloropyridine in aqueous solution: Reaction pathways and genotoxicity of intermediate products. *Journal of Hazardous Materials* 321: 753-763.
- Soliman MI, Ghoneam GT (2004) The mutagenic potentialities of some herbicides using *Vicia faba* as a biological system. *Biotechnology* 3: 140-154.
- Stapleton DR, Vlastos D, Skoutelis CG, Papadaki MI (2008) Photolytic and photocatalytic diminution and preliminary genotoxicity studies of 2-chloropyridine. *Journal of Advanced Oxidation Technologies* 11(3): 486-500.
- Sudhakar R, Gowda N, Venu G (2001) Mitotic abnormalities induced by silk dyeing industry effluents in the cells of *Allium cepa*. *Cytologia* 66: 235-239.
- Teixeira RDO, Camparoto ML, Mantovani MS, Vicentini VEP (2003) Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., *in vitro* and *in vivo* assays. *Genetics and Molecular Biology* 26(4): 551-555.
- Türkoğlu Ş (2012) Determination of genotoxic effects of chlorfenvinphos and fenbuconazole in *Allium cepa* root cells by mitotic activity, chromosome aberration, DNA content, and comet assay. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 103(3): 224-230.
- Türkoğlu Ş (2015) Evaluation of genotoxic effects of five flavour enhancers (glutamates) on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Toxicology and Industrial Health* 31(9): 792-801.
- Ventura L, Giovannini A, Savio M, Donà M, Macovei A, Buttafava A, Balestrazzi A, et al (2013) Single cell gel electrophoresis (comet) assay with plants: research on DNA repair and ecogenotoxicity testing. *Chemosphere* 92(1): 1-9.
- Verma S, Srivastava A (2018) Morphotoxicity and cytogenotoxicity of pendimethalin in the test plant *Allium cepa* L., A biomarker based study. *Chemosphere* 206: 248-254.
- Vlastos D, Skoutelis CG, Theodoridis IT, Stapleton DR, Papadaki MI (2010) Genotoxicity study of photolytically treated 2-chloropyridine aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials* 177(1-3): 892-898.
- Webster PL, Macleod RD (1996) The root apical meristem and its magrin. In: Waishel Y, Eshel A, Kafkafi U (Eds.) *Plant roots. The hidden half* (second ed.), Marcel Dekker, New York, pp. 51-76.
- Wu CH, Huang HJ (1998) Toxicity and anaerobic biodegradability of pyridine and its derivatives under sulfidogenic conditions. *Chemosphere* 36(10): 2345-2357.
- Zheng QZ, Zhang XM, Xu Y, Cheng K, Jiao QC, Zhu HL (2010) Synthesis, biological evaluation, and molecular docking studies of 2-chloropyridine derivatives possessing 1, 3, 4-oxadiazole moiety as potential antitumor agents. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 18(22): 7836-7841.
- Zimmermann FK, Henning JH, Scheel I, Oehler M (1986) Genetic and anti-tubulin effects induced by pyridine derivatives. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 163(1): 23-31.



Insights into herbicide resistance: Bioinformatics analyses of AHAS (acetohydroxyacid synthase) genes in tomato and potato

Herbisit dayanıklılığını anlamak: Domates ve patatesteki AHAS (asetohidroksiasit sentetaz) genlerinin biyoinformatik analizleri

Fırat KURT

Mus Alparslan University, Department of Plant Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Mus, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): F. Kurt, e-mail (e-posta): f.kurt@alparslan.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 01 May 2019
Received in revised form 05 July 2019
Accepted 11 July 2019

Keywords:

Acetohydroxyacid synthase
Acetolactate synthase
Herbicide resistance
Mutation

ABSTRACT

The identification of enzymes' mutable sites is important to the development of herbicide resistant crops and for weed control practices. The objective of this study was to provide insights into mutable residues causing resistance to the acetohydroxyacid synthase enzyme (AHAS, EC 2.2.1.6) inhibitor herbicides in the tomato (SIAHAS) and potato (StAHAS) through bioinformatics approaches. The results showed AHAS proteins investigated in this study were highly conserved but differed in length. Mutation analyses showed that Lys541 and Val542 in SIAHAS were mutable sites for preservation of the enzyme activity. While Ala, Phe, Arg, and Val residues were found to be substitutable with Lys541, Ile was exchangeable for Val542. Similarly, Ile124, Met266, and Leu272 in StAHAS were identified as protein stabilizing residues. In this respect, Lys and Arg were substitutable residues for Ile124, whereas Leu was for Met266 and Ala, Pro and Ser were suitable residues for Leu272 regarding enzyme stabilization. The docking analyses displayed that the best binding affinities were obtained for Ser387, Arg235, and His341 for chlorosulfuron (CS) and Phe11, Ala40, and His341 have the highest binding score for imazaquin (IQ) in SIAHAS. As for StAHAS, Lys232, Asn123, and Arg53 residues were found to bind with CS whereas Lys405, Lys489, and Arg268 amino acids were identified as sites where IQ bound. His341 and Gln478 were binding residues for both CS and IQ in SIAHAS whereas both ligands were found to bind with Val61 and Arg366 in StAHAS. Arg366 was identified as a binding site in SIAHAS for IQ as well.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 01 Mayıs 2018
Düzeltilme tarihi 05 Temmuz 2019
Kabul tarihi 11 Temmuz 2019

Anahtar Kelimeler:

Asetohidroksiasit sentetaz
Asetolaktat sentetaz
Herbisit dayanıklılığı
Mutasyon

ÖZ

Enzimlerin mutasyon bölgelerinin belirlenmesi herbisitlere dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi ve yabancı ot kontrol uygulamalarının başarısı için önemlidir. Bu çalışma domates (SIAHAS) ve patatesteki (StAHAS) asetohidroksiasit sentetaz (AHAS, EC 2.2.1.6) enzimlerine herbisit dayanıklılığını sağlayacak mutasyon bölgelerinin biyoinformatik yöntemlerle belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. AHAS proteinleri evrimsel olarak yüksek oranda korunmasına rağmen bu proteinlerin uzunlukları farklılık göstermektedir. SIAHAS'ta Lys541 ve Val542 amino asitleri (aa) enzim aktivitesi için önem taşımaktadır ve Lys541 Ala, Phe, Arg, ve Val aa ile yer değiştirebilirken; Ile sadece Val542 ile yer değiştirebilir aa olarak bulunmuştur. Benzer şekilde StAHAS'ta Ile124, Met266 ve Leu272 stabilizasyonu sağlayıcı aa olarak bulunmuştur. Lys ve Arg, Ile124 ile değişebilir aa olarak saptanırken; Leu, Met266 ile ve Ala, Pro ve Ser ise Leu272 ile enzim stabilizasyonunu sağlayıcı yer değiştirebilir aa olarak bulunmuştur. SIAHAS'taki kenetlenme analizlerine göre klorosülfuron (CS) için Ser387, Arg235 ve His341; imazakin (IQ) içinse Phe11, Ala40 ve His341 en yüksek bağlanma sonuçlarını vermiştir. StAHAS'ta ise Lys232, Asn123 ve Arg53'ün CS ile bağlandığı; Lys405, Lys489 ve Arg268 ise IQ ile bağlanabilecek aa'ler olduğu tespit edilmiştir. His341 ve Gln478'in CS ve IQ ile SIAHAS'ta; Val61 ve Arg366'nın ise StAHAS'ta sırasıyla her iki ligand ile bağ yapabildiği görülmüştür. Bunun yanısıra Arg366 SIAHAS'ta IQ ligantının bağlanabileceği aa olarak bulunmuştur.

1. Introduction

Weed control in crop cultivation has been achieved using herbicides since the 1940s (Busi et al. 2013). Herbicide families, known as group B (Lee et al. 2011), such as sulfonyleureas (SU) triazolopyrimidines (TP), pyrimidinyl-thiobenzoates (PTB), sulfonfylaminocarbonyl-triazolinones (SCT) and imidazolinones (IMI) were reported to inhibit acetohydroxyacid synthase enzyme (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) (Duggleby and Pang 2000; Lee et al. 2011; Yaqoob et al. 2016). The respective enzymes AHAS and ALS are used judiciously as they involve different anabolic or catabolic roles in different organisms and may not be used interchangeably. AHAS generally catalyses the first step reactions of synthesis of leucine (Leu), valine (Val) and isoleucine (Ile) whereas ALS involves pathways in which 2-acetolactate is synthesized in species such as *Klebsiella pneumoniae* (Duggleby et al. 2008). However, AHAS or ALS is controlled by a single nuclear gene and transported to the chloroplasts after expression. AHAS expression levels generally were dependent on developmental and growth stages of plants and modulated constitutively. Additionally, AHAS enzymes were reported to be act more in meristematic tissues compared to other tissues. The regulation of balance of intracellular amino acid supply relies on BCA synthesis, modulated by AHAS, and BCA intermediates play important role in many metabolic pathways (Duggleby and Pang 2000).

The BCA synthesis is modulated by a common pathway in which the end products: Leu, Ile, and Val, are suppressed through feed-back inhibition during plant growth and development (Stidham 1991). On the other hand, AHAS inhibiting herbicides also can suppress the enzyme (Pang et al. 2002) by blocking substrate access channels in the enzyme. During blockade of these channels, while a part of the herbicide is fixed in the entrance of channel, the rest of it was pushed into the channel. Thus, the herbicides block AHAS substrates to access active site and suppress the enzyme activity (Pang et al. 2003). As a result of this mechanism, the AHAS inhibiting herbicides cause amino acid starvation of Leu, Ile, and Val and leads to the death of plants (Yu and Powles 2014).

The inhibitor herbicides are reported be used intensively in weed control since 1980s because of their wide-weed control spectrum, low mammalian toxicity (Lee et al. 2011; Zhang et al. 2017a), low use rates, high margins of crop safety and soil residue activity (Lee et al. 2011). However, upon intensive usage of these herbicides, some weeds have evolved resistance against inhibitor herbicides (Yu et al. 2010) through mutations of the AHAS gene which resulted in reduction of enzyme sensitivity (Pandolfo et al. 2016) or through rapid detoxification metabolism, also known as metabolic resistance (Tranel and Wright 2002). In order for a mutation to be effective against AHAS inhibiting herbicides, the mutations should occur where inhibitor substrates (i.e., herbicides) contact the enzyme (Pang et al. 2003).

AHAS herbicide mutations were generally identified as one or more point mutations (Bernasconi et al. 1995), leading to single amino acid substitutions in different points of polypeptide chain, thereby conferring resistance to herbicides (Tranel and Wright 2002). Point mutations were classified as target-site resistance mutations (TSR) (Yu and Powles 2014). Apart from target-site resistance mechanisms, some weeds can also impede enzyme inhibitors, partly or completely, to access their target organs (non-target site resistance mechanism-

NTSR). Thus, either herbicidal inhibitors never reach the organs, or the transported inhibitors were below the lethal amount, i. e. not phytotoxic (Li et al. 2013). In this respect Ala122, Pro197, Trp574, Ser653 (Lee et al. 2011; Yaqoob et al. 2016), Ala205, Asp376, Arg377, Ser654 and Ser 627 (numbering refers to *Arabidopsis*) (Jimenez et al. 2016) were reported as most common amino acid substitutions endowing resistance against AHAS-inhibiting herbicides (Lee et al. 2011; Yaqoob et al. 2016; Jimenez et al. 2016). Furthermore, amino acid substitutions and their positions were reported to alter the level of weed resistance against commercial AHAS inhibitors and their types. Consequently modified AHAS enzyme(s), as a result of substitutions, were grouped as SU and TP resistant, IMI and PTB resistant, and SU, IMI, TP, and PTB resistant (Tranel and Wright 2002). The mutations in the AHAS enzyme also contributed to develop new herbicide resistant crops using different molecular and in vitro methods (Piao et al. 2017). Therefore, in this study, we aimed at providing insights into amino acid substitutions in the AHAS enzyme, causing resistance to AHAS inhibitor herbicides in the tomato (*Solanum lycopersicum*) and potato (*Solanum tuberosum*).

2. Material and methods

2.1. Retrieved AHAS sequence and analyses

The reviewed AHAS genes in *Arabidopsis* (AT3G48560.1) and rice (LOC_Os02g30630.2) were retrieved from the UniProtKB database (uniprot.org/) and both genes were blasted against protein sequences in *S. tuberosum* and *S. lycopersicum* in Phytozome v12.1.4 (phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html; Goodstein et al. 2012). The identification of protein domains of investigated species were examined in the Pfam 31.0 database (<http://pfam.xfam.org/>; Finn et al. 2016). The physio-chemical features of amino acids were obtained from the ProtParam server (<http://web.expasy.org/protparam/>; Gasteiger et al. 2005). Subcellular localization (SL) of the AHAS proteins was predicted using the CELLO server (<http://cello.life.nctu.edu.tw/>; Yu et al. 2006). Further, the MEME server was employed for search of conserved motifs in the AHAS proteins with six motifs and in a range of 6-50 motif width (memesuite.org/tools/meme; Bailey et al. 2009).

2.2. Phylogenetic and conserved motif analysis

AHAS enzymes of *Brassica rapa* (turnip), *Gossypium raimondii* (diploid cotton), *Medicago truncatula* (barrel clover), *Glycine max* (soybean), *Trifolium pretense* (red clover), *Brachypodium distachyon* (purple false brome), *Zea mays* (maize), *Setaria italica* (foxtail millet), *Panicum hallii* (panicgrass) and *Sorghum bicolor* (silage sorghum) were added to the phylogenetic tree with AHAS genes in *Arabidopsis*, rice, tomato, and potato to distinguish if there was a separation among dicot and monocot plants. A total of 14 AHAS sequences were aligned using the Bioedit V7.0.5 with the Clustal W method (Hall 1999). The tree and its distance matrix were constructed using the maximum likelihood (ML) method with 1000 bootstrap replicates (Jones et al. 1992) in MEGA 7 (Kumar et al. 2016).

2.3. 3D modelling of AHAS proteins

The Phyre² server was used at intensive mode for prediction of 3D proteins structures (sbg.bio.ic.ac.uk/phyre2/; Kelley et al. 2015). The predicted 3D structure of AtAHAS, OsAHAS, SlAHAS and StAHAS were validated using the Vadar server

(<http://vadar.wishartlab.com>; Willard et al. 2003). CLICK server (<http://cospi.iiserpune.ac.in/click/>; Nguyen et al. 2011) was employed for pairwise superimposition of AtAHAS, OsAHAS, SIAHAS and StAHAS protein structures. The comparison of investigated species was done based on overlap values.

2.4. Mutagenesis analyses

The StAHAS and SIAHAS enzymes were subjected to mutagenesis and docking analyses. Pdp files of investigated species were uploaded to the HotSpot Wizard (<https://loschmidt.chemi.muni.cz/hotspotwizard/>; Bendl et al. 2016) to find, point mutations, amino acids and their positions, which changed the enzyme properties. The degenerate codons were selected among those whose side chains directed towards either pockets or tunnels and the codon library was constructed using these codons with 10% minimal frequency from *S. tuberosum* and *S. lycopersicum* codon tables. Later, the prediction of protein stability of the enzymes in case of target site mutations was made by the CUPSAT server (<http://cupsat.tu-bs.de>; Parthiban et al. 2006) using pdp files of both species.

2.5. Docking procedure

Two ligands, Chlorosulfuron (CS) and Imazaquin (IQ) to represent sulfonylurea herbicides and Imidazolinone, respectively, were used in the docking procedure. Before docking, the ligands were optimized using AM1 base, set up in GAMESS-US software (Schmidt et al. 1993). Later, hydrogen (H) atoms were added to the proteins for docking analysis and StAHAS and SIAHAS proteins were docked using AutoDock 4.0 with the Lamarican genetic algorithm (Morris et al. 2009). The results were visualized on MGL Tools 1.5.6 software (Sanner 1999).

3. Results and discussion

3.1. Sequence analyses of AHAS genes and proteins

Relying on genome wide analysis in *Arabidopsis*, the identified AHAS genes in *Arabidopsis* (AtAHAS), rice (OsAHAS), tomato (SIAHAS) and potato (StAHAS) were presented in Table 1. All proteins were composed of three multiple domains: N-terminal TPP binding domain (PF02776), central domain (PF00205) and the C-terminal TPP binding domain of thiamine pyrophosphate enzyme (PF02775). Isoelectric points (*pI*) of the proteins were slightly acidic and

varied between 6.1-6.5. Putative AHAS proteins molecular weights ranged from 69.39 to 72.58 kDa. AHAS encoding genes of the investigated species were located on the third chromosomes except for OsAHAS. All AHAS genes had three exons with open reading frames ranging from 1935 bp to 2013 bp. The AHAS proteins were found to be localized putatively in either chloroplast or mitochondria.

3.2. Conserved motif analyses of AHAS enzymes

The AHAS gene in *Arabidopsis* was blasted on selected 10 plant species from monocots and dicots. The alignment analysis showed that the AHAS proteins had highly well conserved residues across the species differing in length. On account of additions and deletions in non-conserved regions of the enzyme in various species, both the length of the enzyme and the positions of the conserved residues in the enzyme were reported to have been altered (Tranel and Wright 2002). To find the most conserved six motifs, a motif analysis was conducted using the MEME tool. As a result, five out of six motifs were found related to thiamine pyrophosphate (TPP). Motif 3 (ITGQVPRRMIGTDAFQETPIVEVTRISITKHNLYLVMDEVDP RVIREAFFL), motif 4 (DLLLAFGVRFDDRVTKLEAFASRAKIVHIDIDSAEIGK NKQPHVSIACD), and motif 5 (PRKGADILVEALEREVTDVFAYPGGASMEIHQALTRS NIIRNVLPRHEQ) were identified as N-terminal thiamine pyrophosphate (TPP) binding domain while motif 1 (DGSFIMNVQELATIKVENLPVKIMLLNNQHLGMVVQW EDRFYKANRAHTY) was the C-terminal TPP binding domain. Further, motif 6 (CLQSSDELRRFVELTGIPVASTLMGLGAFPTGDELSLQMLGMHGTVYANY), was determined as the central domain. Motif 2 (FKTFGEAIPQYAIQVDELDTNGNAIISTGVGQHQMWAA QYYKYKKPRQW) was not associated with the domain structure in the Pfam database (Fig. 1). TPP was stated to be most important factor of all three co-factors of catalytic subunit of AHAS in which C2 atoms constitute the centre of active site and initiate catalysis (Duggleby et al. 2008). The presence of two highly conserved residues of the enzyme was reported as GDG and NN. These residues were found in motif 1 by not including the first G residue. GDG residues were suggested to be located at the N terminal end of α -helix and function in occurrence with the β -turn- $\alpha\beta$ structural motif. Regarding the NN residues at the C terminal end, it was assumed to be bonded with the nitrogen atoms of thiamine in TPP (Hawkins et al. 1989). However, Trp, as a substrate recognition site of AHAS,

Table 1. The some selected features of AHAS proteins of *Arabidopsis*, rice, potato, and tomato.

Transcript ID (Phytozome)	Species	ORF (bp)	Chr no	Exon no	Protein Length (aa)	Domain family	Mol. wt. (kDa)	<i>pI</i>	SL
AT3G48560.1	<i>Arabidopsis</i>	2013	3	3	670	PF00205 PF02775 PF02776	72.58502	6.20	C
LOC_Os02g30630.2	<i>Oryza sativa</i>	1935	2	3	644	PF00205 PF02775 PF02776	69.39271	6.48	M
PGSC0003DMT400084507	<i>Solanum tuberosum</i>	1980	3	3	659	PF00205 PF02775 PF02776	71.97261	6.30	M
Solyc03g044330.1.1	<i>Solanum lycopersicum</i>	1980	3	3	659	PF00205 PF02775 PF02776	71.91252	6.16	M and C

ORF: Open Reading Frame, *pI*: Isoelectric point, SL: Subcellular Localization, C: Chloroplast, M: Mitochondria.

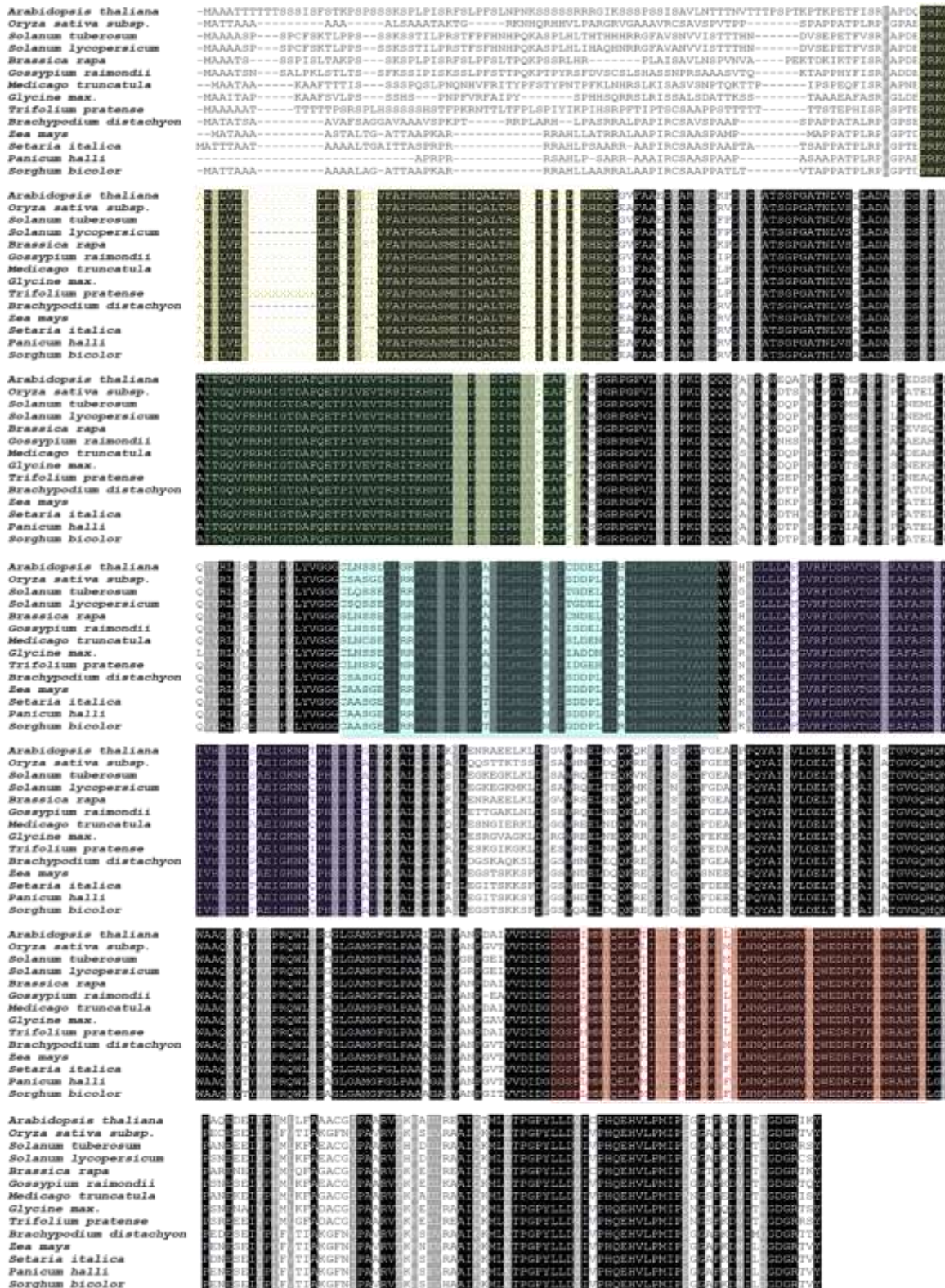


Figure 1. Conserved motifs of AHAS proteins of *Arabidopsis*, rice, tomato and potato. The yellow, light see green, green, purple and red stand for motif 5, motif 3, motif 6, motif 4, and motif 1 respectively. Since motif 2 was not associated with domain structure in the Pfam database, it was not shown. Similar and identical amino acids were shown in grey and black colours, respectively. Trp was found in motif 1, shown inside red rectangular area.

was found in motif 1 as conserved residue in all AHAS proteins (Fig. 1). In parallel to this, the residues (GDGSFIMNVQELATIRVENLPVKVLLNN), to a greater extent and similar to motif 1, were defined as a co-factor or TPP binding domain. Moreover, His and Glu residues at the end of motif 5 were identified as catalytic glutamate (Duggleby and Pang 2000). The binding of glutamate to TPP via hydrogen bonds when TPP binds to AHAS, was suggested to be one of the important conserved features of AHAS (Duggleby et al. 2008). The AHAS proteins of cocklebur and corn mutants were also reported to have highly conserved residues to a large extent, similar to all motifs found in this study (shown as black and grey shading in Fig. 1) (Bernasconi et al. 1995). All these findings considered, the identical amino acids in conserved regions were highly involved in herbicide resistance, catalysis, substrate specificity, FAD and Mg⁺² bindings.

3.3. Phylogenetic analyses

The AHAS protein sequences were used to construct a phylogenetic tree (Fig. 2). The results showed that the AHAS proteins in different species divided into two main groups as group A and group B, which are consisted of three subgroups (A1, A2 and A3) and two subgroups (B1 and B2) respectively. Dicot species were separated from monocots with 100 % bootstrap values and an orthologous homology was observed between them. The highest bootstrap values were found between SIAHAS and StAHAS, AtAHAS and Brassica at 100%. The members of Leguminosae and Gramineae families were clustered under A2 (92 %) and B2 (88 %) subgroups respectively. These findings agreed with those of Shimizu et al. (2011), suggesting that monocot and dicot separation was clearly observed among species.

3.4. 3D modelling of AtAHAS, OsAHAS, SIAHAS, and StAHAS

The Phyre² server was employed for protein homology and analogy of, SIAHAS, and StAHAS. AtAHAS, whose crystal

structure is known, was also included in the analysis to make a better comparison with OsHAS, SIAHAS and StAHAS. The validation of models was made through Ramachandran plot analysis and the secondary structure of models was calculated using the VADAR server. The secondary structure of AHAS proteins contained 34-37% α -helices, 20-22% β -strands, 40-45% coils, and 16-19% turns. Furthermore, based on a Ramachandran plot analysis, 97-98% amino acids of all the proteins were situated in core/allowed regions indicating that the models were good. These results were similar to those of Yaqoob et al. (2016), who stated that α -helices and β -strands are cover considerable part of AHAS proteins of *Arabidopsis* and rice with a 93% model probability validation for rice. To analyze model similarities and dissimilarities 3D models were superimposed on each other as pairs. The highest overlap values were obtained from pairwise superimpositions of AT3G48560.1-PGSC0003DMT400084507, LOC_Os02g30630.2 -PGSC0003DMT400084507 and LOC_Os02g30630.2 -Solyc03g044330.1.1 by 91.81%, 90.68%, and 90.06% respectively. The least structurally similar protein models were obtained from AT3G48560.1-LOC_Os02g30630.2, PGSC0003DMT400084507-Solyc03g044330.1.1, and AT3G48560.1- Solyc03g044330.1.1 pairwise superimpositions by 89.91%, 88.62%, and 88.32% respectively (Fig. 3). According to these results, the greatest similarity was found between AtAHAS and StAHAS, followed by those of OsAHAS and StAHAS. In our conserved motif and phylogenetic analyses we found that a considerable portion of the AHAS protein sequences were alike and SIAHAS and StAHAS were clustered under the same subgroup. However, this pattern was not confirmed by our protein homology analysis. This may stem from aggregation states of AHAS proteins giving rise to specific properties to the enzymes (Singh et al. 1991).

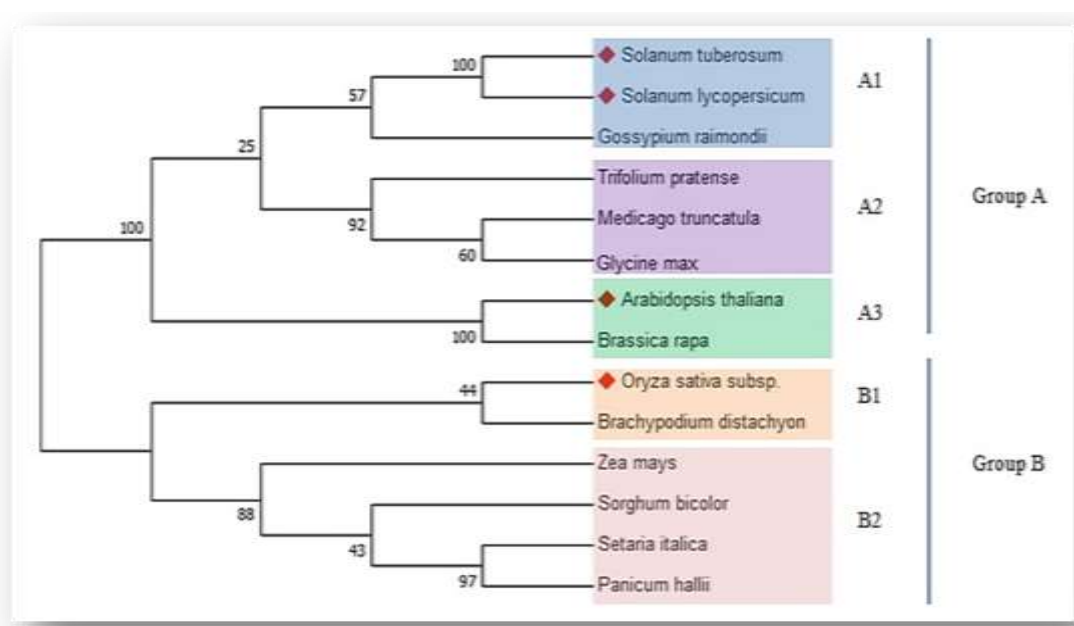


Figure 2. Phylogenetic tree of AHAS proteins of selected and investigated species. MEGA7 software was used for construction of the tree with maximum likelihood (ML) method with 1000 bootstrap replicates.

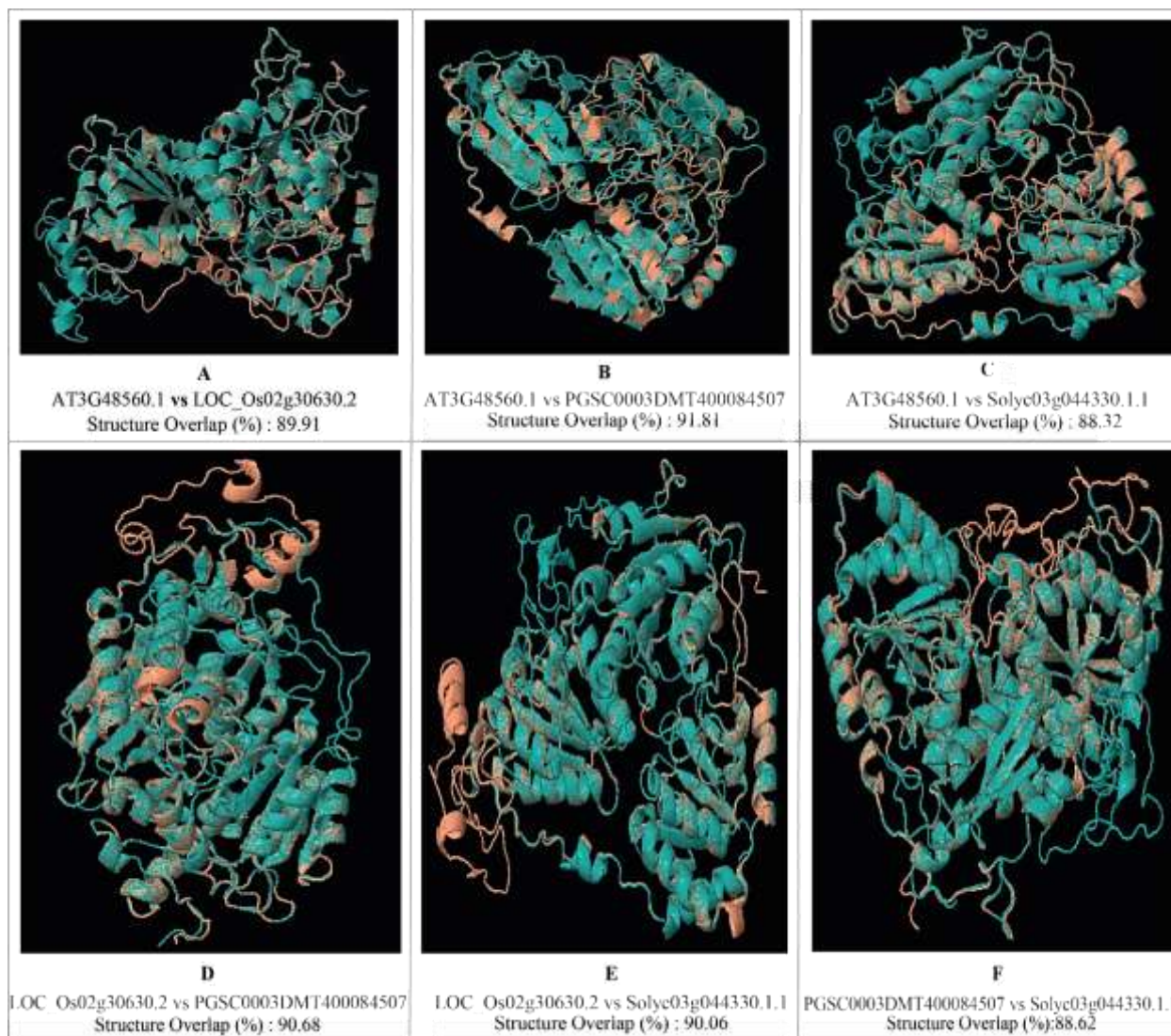


Figure 3. Pairwise superimposition of AHAS proteins of *Arabidopsis* (AT3G48560.1), rice (LOC_Os02g30630.2), potato (PGSC0003DMT400084507), and tomato (Solyc03g044330.1.1).

3.5. Mutation and docking analyses of StAHAS and SlAHAS

Some weeds naturally developed resistance to AHAS inhibiting herbicides through gene mutations (Piao et al. 2017). Fifty-four different species were reported to have resistance against AHAS inhibiting herbicides in various degrees through amino acid substitution at different codon positions (Menegat et al. 2016). The AHAS mutants can be developed by using different techniques such as chemical or site directed mutagenesis and clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR) (Piao et al. 2017). To find suitable substitutions for any enzyme requires tiresome and costly screening processes of large sequences of protein libraries, supported by directed evolution experiments (Bendl et al. 2016). To address these concerns, problem mutation analyses of SlAHAS and StAHAS were conducted by means of computational tools. First of all, the positions of catalytically important amino acids in AHAS sequences, called hot spots were predicted and degenerate codons for these amino acids were identified using the HotSpot Wizard server. For this

process, SlAHAS and StAHAS pdp files were uploaded to the HotSpot Wizard for the calculations and 48 pockets with 6 tunnels for StAHAS, and 51 pockets and 3 tunnels for SlAHAS were identified (see Fig. 4).

In addition to this, nine hot spots were detected in both SlAHAS and StAHAS. However, Lys592, Ile531, Gly578, Asp579, Glu595, and Gly598 residues in SlAHAS were excluded from the analysis as Asn123, Gln258 and Asn274 residues were not included in StAHAS since the side chains of these hot spots were not oriented towards tunnels or pockets. After identification of suitable and non-suitable degenerate codons for the detected hot spots, the only suitable residues were further analyzed via the CUPSAT server to ensure if they provide protein stability in case of substitution. As a result, Lys and Arg in StAHAS were identified as protein stabilizing residues for Ile124, while Leu was detected for Met266 and Ala; with Pro and Ser distinguished for Leu272 (Table 2). Similarly, Ala, Phe, Arg, and Val were mutable residues for Lys541, whereas Ile was distinguished for Val542 with regards to preservation of enzyme activity.

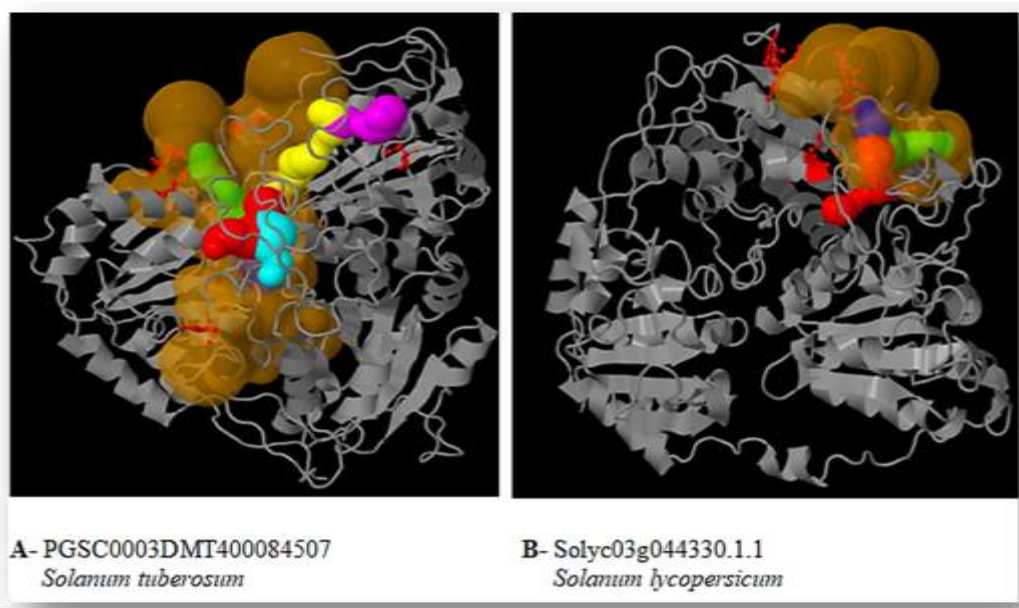


Figure 4. The predicted results of HotSpot Wizard for *S. tuberosum* (StAHAS) (panel A) and *S. lycopersicum* (SlAHAS) (panel B). One pocket and 6 tunnels for *S. tuberosum* and one pocket and three tunnels for *S. lycopersicum* were displayed in the panel A and B respectively. The same colour palette was used for the coloration of pockets and tunnels. Pocket one was shown in orange and the first, second and third tunnels were in purple, green, and red respectively on both panels. The fourth, fifth and sixth tunnels were displayed in cyan, yellow, and magenta respectively in panel A. The selected hot spot residues were shown with red balls and sticks in both panels.

Table 2. Mutable positions and residues for stability of AHAS proteins in investigated species.

Species	Hot Spots ^a	Mutability Grade ^a	Stabilizing Suitable Degenerate Codons ^b	Destabilizing Suitable Degenerate Codons ^b
<i>S. tuberosum</i> (StAHAS)	Ile124	8 (high)	Lys, Arg	Ser and Thr
	Met266	9 (high)	Leu	Ile, Lys, Asn, Arg and Val
	Leu272	9 (high)	Ala, Pro, Ser	Glu, and Lys
<i>S. lycopersicum</i> (SlAHAS)	Lys541	7 (high)	Ala, Phe, Arg, and Val	His and Lys
	Val542	7 (high)	Ile	Ala and Cys

^aHotSpot Wizard Server was used for calculation of mutability score and identification of the most suitable degenerate codons. The residues numbers belong to StAHAS and SlAHAS and degenerate codons were searched in *S. lycopersicum* and *L. lycopersicum* respectively.

^bPrediction of suitable degenerative codons were made on CUPSAT server.

Note: Numbering of residues in StAHAS and SlAHAS refer to the *S. tuberosum* and *S. lycopersicum* respectively.

As indicated before, the docking analyses were conducted using CS and IQ ligands for StAHAS and SlAHAS (Fig. 5). Of nine conformations, predicted by AutoDock4, the minimum binding affinities were found as -7.18 (Ser387) and -7.03 (Arg235) kcal mol⁻¹ for SlAHAS and CS ligand (Fig. 5a). Negative and minimum binding affinity indicates stronger binding affinity (Spratt and Greenwood 2000). Consequently, CS can be suggested as a good ligand candidate for SlAHAS. The free binding energy of CS ligand to amino acids in SlAHAS, from minimum to maximum, can be listed as Ser387, Arg235, His341, Asp364, Gly234, Phe76, Ile404, Gly297, Gly497, and Gln478 (Fig. 5a). As for IQ ligand and SlAHAS, the minimum binding affinity conformations were obtained as -8.06 and -7.98 kcal mol⁻¹ (Fig. 5b). The putative contact amino acids for IQ in SlAHAS were ordered, from the lowest to the highest binding affinity, as Phe11, Ala40, His341, Arg366, Gln478, Ser175, and Arg235 (Fig. 5b). Collectively, His341 and Gln478 seemed to be mutable residues for both CS and IQ in SlAHAS.

Similarly the lowest binding affinity for CS was found as -8.17 and -7.11 kcal mol⁻¹ for StAHAS (Fig. 5c). In this respect Lys232, Asn123, Arg53, Ser41, Val61, Met502, Val560, Met502, and Arg366 in StAHAS were residues to bind to CS through H binding in terms of increased free binding energy

(Fig. 5c). Furthermore, the minimum binding affinity of IQ ligand was observed as -6.67 and -6.47 kcal mol⁻¹ for Lys405 and Lys489 in StAHAS (Fig. 5d). All residues binding to IQ through H bounds were listed, from minimum to maximum, as Lys405, Lys489, Arg268, Ser387, Asn589, Val61, Arg491, Asn467, Lys488, and Arg366 in terms of binding affinity. On the whole, Val61 and Arg366 of StAHAS were found to be mutable sites for both ligands. Interestingly, Arg366 was observed as a mutable site in SlAHAS for IQ as well.

Mutable residues in AHAS endowing herbicide resistance were reviewed by various studies (Tranel and Wright 2002; McCourt et al. 2005; Duggleby et al. 2008; Vila-Aiub et al. 2009; Yu and Powles 2014). The most studied amino acid mutations depending on inhibitor herbicides were Pro-197, Asp-376, Trp-574 (Yu et al. 2010; Pandolfo et al. 2016; Li et al. 2013; Zhang et al. 2017a). Additionally, Ser653 (Lee et al. 2011), Ala122 (Li et al. 2013), Ala205 and Ser264 (Brosnan et al. 2016) mutations were investigated in various plants. Specifically, in weeds Zhang et al. (2017a) reported that Pro197Leu or Pro197His or Asp376Glu or Trp574Leu mutations in *Descurainia sophia* L. gives resistance to tribenuron-methyl. Moreover, Pro197Arg mutation in AHAS of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik (Shepherd's purse) resulted in resistance against tribenuron-methyl and

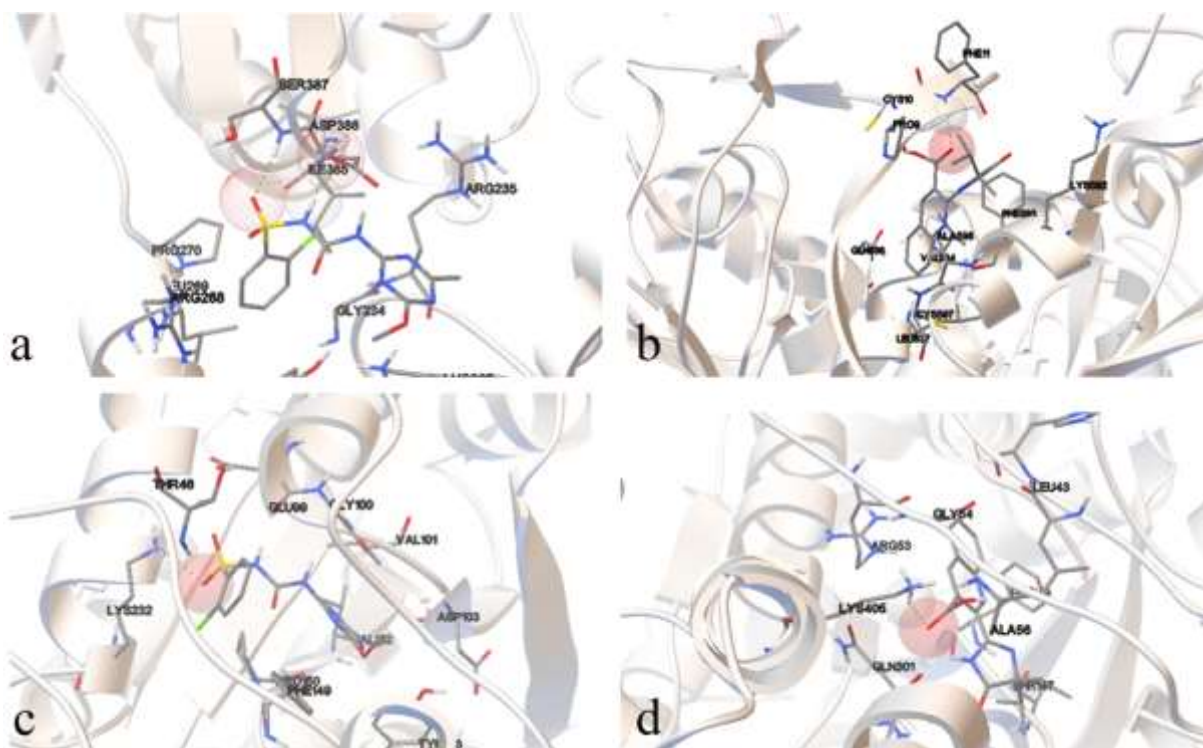


Figure 5. The docking results of AHAS enzymes with CS and IQ were shown in panel a, b, c and d. The result of docking CS ligand with SIAHAS. The H binding between Ser387 and CS was shown with red spheres (binding affinity was $-7.18 \text{ kcal mol}^{-1}$) (a). The docking analysis of IQ ligand with SIAHAS. H binding between Phe11 and IQ was displayed with red region (the binding affinity was $-8.06 \text{ kcal mol}^{-1}$) (b). The docking interaction of CS ligand with StAHAS. Lys232 was bind to CS ligand through H binding represented with red sphere (binding affinity was $-8.17 \text{ kcal mol}^{-1}$) (c). Docking of StAHAS with IQ ligand. The red sphere shows H binding of Lys405 with IQ. (The binding affinity was $-6.67 \text{ kcal mol}^{-1}$) (d).

flucarbazone-Na. This mutation also rendered Shepherd's purse moderately resistant to florasulam; low resistant to pyriproxyfen sodium and pyroxulam, and sensitive to imazethapyr (Zhang et al. 2017b). Similarly, Pro-197 mutation caused two biotops (R2 and R3) of wind bent grass (*Apera spica-venti L.*) to be resistant ALS herbicides and two other biotops (R4 and R6) to be resistant to both ALS and *acetyl-CoA carboxylase* (Accase) inhibiting molecules (Adamczewski and Matysiak 2012).

Our results have no similarity with the results of these respective studies. This can be explained below. Initially, IMIs and SUs have no structural similarity and have no similarity to substrates of the enzyme. Therefore, they act in independent sites of the AHAS. Secondly, SUs and IMIs have different inhibition capacities. Generally, SUs inhibition capacities are 100 times stronger than IMIs since these ligands interact with neighbouring residues by making many the same contacts (Duggleby et al. 2008). Therefore, it can be proposed that the effect of mutations differs depending on the mutation and its neighboring amino acids.

Mutations in the AHAS gene may lead to alteration of feedback regulation, emerging or disappearing or evolving cross resistance, change in the enzyme's catalytic activity, fitness cost, and pleiotropic effects (Vila-Aiub et al. 2009). The mutable residues, endowing cross or specific resistance in AHAS, were suggested to be non-conserved sites for all herbicides and show variation depending on sites where herbicides make contact with substrate access channels (Thompson and Tar'an 2014). Contrary to this, a more probable assumption was put forward concerning the sites by stating that residues in the AHAS genes across the species were highly conserved, since they may have a key role in enzyme activity.

Otherwise, AHAS activities cannot be maintained in herbicide resistant plants (McCourt et al. 2006). In this respect, the enzyme inhibition was assumed to be associated with different but overlapping residues in which inhibitor herbicides act (Duggleby et al. 2008). In general, it can be suggested that mutable residues in these different but overlapping sites of the enzyme may influence the enzyme's properties, functions and activity.

4. Conclusion

In this research, we sought to develop further insights into putative mutable sites of AHAS enzymes in the tomato and potato. The predicted sites may give herbicide resistance to the investigated species. However, it should be understood that the mutation of any residues in AHAS may carry a fitness cost, negative or positive pleiotropic effects, and specific or cross resistance to herbicides. The most important approach in mutation studies should be rested on natural mutagenesis residues observed in different species since such mutations are not lethal although they may have pleiotropic effects, or resistance costs. Also, sensitivity of the AHAS enzyme to herbicides is mostly specific. Namely, mutations endowing resistance to SUs may not bring out resistance for IMIs. Thus, herbicide resistance studies should be conducted according to types of herbicides. To conclude, the results of our study may contribute to studies which would improve herbicide resistance of tomato and potato plants.

References

- Adamczewski K, Maysiak K (2012) The mechanism of resistance to ALS-inhibiting herbicides in biotypes of wind bent grass (*Apera spica-venti* L.) with cross and multiple resistance. *Polish Journal of Agronomy* 10: 3–8.
- Bailey TL, Mikael Bode'n B, Buske FA, Frith M, Grant CE, Clementi L, Ren J, Li WW, Noble WS (2009) MEME SUITE: tools for motif discovery and searching. *Nucleic Acids Research* 37: 202–208.
- Bendl J, Stourac J, Sebestova E, Vavra O, Musil M, Brezovsky J, Damborsky J (2016) HotSpot Wizard 2.0: automated design of site-specific mutations and smart libraries in protein engineering. *Nucleic Acids Research* 44(W1): W479–W487.
- Bernasconi P, Woodworth AR, Rosen BA, Subramanian MV, Siehl DL (1995) A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. *The Journal of Biological Chemistry* 270(29): 17381–17385.
- Brosnan JT, Vargas JJ, Breeden GK, Grier L, Aponte RA, Tresch S, Laforest M (2016) A new amino acid substitution (Ala-205-Phe) in acetolactate synthase (ALS) confers broad spectrum resistance to ALS-inhibiting herbicides. *Planta* 243: 149–159.
- Busi R, Vila-Ajub MM, Beckie HJ, Gaines TA, Goggin DE, Kaundun SS, Lacoste M, Neve P, Nissen SJ, Norsworthy JK, Renton M, Shaner DL, Tranel PJ, Wright T, Yu Q, Powles SB (2013) Herbicide-resistant weeds: from research and knowledge to future needs. *Evolutionary Applications* 6(8): 1218–1221.
- Duggleby RG, Pang SS (2000) Acetohydroxyacid synthase. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 33(1): 1–36.
- Duggleby RG, McCourt JA, Guddat LW (2008) Structure and mechanism of inhibition of plant acetohydroxyacid synthase. *Plant Physiology and Biochemistry* 46: 309–24.
- Finn RD, Coghill P, Eberhardt RY, Eddy SR, Mistry J, Mitchell AL, Potter SC, Punta M, Qureshi M, Sangrador-Vegas A, Salazar GA, Tate J, Bateman A (2016) The Pfam protein families database: towards a more sustainable future. *Nucleic Acids Research. Database Issue* 44: D279–D285.
- Gasteiger E, Hoogland C, Gattiker A, Duvaud S, Wilkins MR, Appel RD, Bairoch A (2005) Protein identification and analysis tools on the ExPASy server. In: Walker JM (ed) *The Proteomics Protocols Handbook*, Louisville: Humana, pp. 571–607.
- Goodstein DM, Shu S, Howson R, Neupane R, Hayes RD, Fazo J, Rokhsar DS (2012) Phytozome: a comparative platform for green plant genomics. *Nucleic Acids Research* 40: 1178–1186.
- Hall TA (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hawkins CF, Borges A, Perham RN (1989) A common structural motif in thiamin pyrophosphate-binding enzymes. *Federation of European Biochemical Societies* 255(1): 77–82.
- Jimenez F, Rojano-Delgado AM, Fernandez PT, Rodriguez-Suarez CR, Atienza SG, De Parado R (2016) Physiological, biochemical and molecular characterization of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in wheat. *Physiologia Plantarum* 158: 2–10.
- Jones DT, Taylor WR, Thornton JM (1992) The rapid generation of mutation data matrices from protein sequences. *Computer Applications in the Biosciences* 8: 275–282.
- Kelley LA, Mezulis S, Yates CM, Wass MN, Sternberg MJ (2015) The Phyre2 web portal for protein modeling, prediction and analysis. *Nature Protocols* 10(6): 845–858.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K (2016) MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution* 33: 1870–1874.
- Lee H, Rustgi S, Kumar N, Burke I, Yeniz JP, Gill KS, von Wettstein D, Ulrich SE (2011) Single nucleotide mutation in the barley acetohydroxy acid synthase (AHAS) gene confers resistance to imidazolinone herbicides. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 108(21): 890–13.
- Li M, Yu Q, Han H, Vila-Aiub M, Powles SB (2013) ALS herbicide resistance mutations in *Raphanus raphanistrum*: evaluation of pleiotropic effects on vegetative growth and ALS activity. *Pest Management Science* 69: 689–695.
- McCourt JA, Pang SS, Guddat LW, Duggleby RG (2005) Elucidating the specificity of binding of sulfonylurea herbicides to acetohydroxyacid synthase. *Biochemistry* 44(7): 2330–8.
- McCourt JA, Pang SS, King-Scott J, Guddat LW, Duggleby RG (2006) Herbicide-binding sites revealed in the structure of plant acetohydroxyacid synthase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States (PNAS)* 103(3): 569–573.
- Menegat A, Bailly GC, Aponte R, Heinrich GMT, Sievernich B, Gerhards R (2016) Acetohydroxyacid synthase (AHAS) amino acid substitution Asp376Glu in *Lolium perenne*: effect on herbicide efficacy and plant growth. *Journal of Plant Diseases and Production* 123: 145–153.
- Morris GM, Huey R, Lindstrom W, Sanner MF, Belew RK, Goodsell DS, Olson AJ (2009) AutoDock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry* 30: 2785–2791.
- Nguyen MN, Tan KP, Madhusudhan, MS (2011) CLICK-topology-independent comparison of biomolecular 3D structures. *Nucleic Acids Research* 39: W24–W28.
- Pandolfo CE, Presotto A, Moreno F, Dossou I, Migasso JP, Sakima E, Cantamutto M (2016) Broad resistance to acetohydroxyacid-synthase-inhibiting herbicides in feral radish (*Raphanus sativus* L.) populations from Argentina. *Pest Management Science* 72(2): 354–61.
- Pang SS, Duggleby RG, Guddat LW (2002) Crystal structure of yeast acetohydroxyacid synthase: A target for herbicidal inhibitors. *Journal of Molecular Biology* 317: 249–262.
- Pang SS, Guddat, LW, Duggleby RG (2003) Molecular basis of sulfonylurea herbicide inhibition of acetohydroxyacid synthase. *Journal of Molecular Biology* 278: 7639–7644.
- Parthiban V, Gromiha MM, Schomburg D (2006) CUPSAT: prediction of protein stability upon point mutations. *Nucleic Acids Research* 34: W239–42.
- Piao Z, Wang W, Wei Y, Zonta F, Wan C, Bai J, Wu S, Wang X, Fang J (2017) Characterization of an acetohydroxy acid synthase mutant conferring tolerance to imidazolinone herbicides in rice (*Oryza sativa*). *Planta* 247(3): 693–703.
- Sanner MF (1999) Python: a programming language for software integration and development. *Journal of Molecular Graphics and Modelling* 17(1): 57–61.
- Schmidt MW, Baldrige KK, Boatz JA, Elbert ST, Gordon MS, Jensen JH, Koseki S, Matsunaga N, Nguyen KA, Su SJ, Windus TL, Dupuis M, Montgomery JA (1993) General atomic and molecular electronic structure system. *Journal of Computational Chemistry* 14: 1347–1363.
- Shimizu M, Kawai K, Kaku K, Shimizu T, Kobayashi S (2011) Application of mutated acetolactate synthase genes for herbicide resistance to crop improvement. *Herbicides, Theory and Applications*, Prof. Marcelo Larramendy (Ed.), ISBN: 978-953-307-975-2, InTech.
- Singh BK, Lumanglas A, Wang BS (1991) Production of a monocot-specific monoclonal antibody against acetohydroxyacid synthase and its use in the purification and characterization of the enzyme. *Proceedings National Academy of Sciences of United States of America (PNAS)* 88(11): 4572–4576.
- Spratt BG, Greenwood BM (2000) Prevention of pneumococcal disease by vaccination: does serotype replacement matter? *Lancet* 356: 1210–1211.

- Stidham MA (1991) Herbicides that inhibit acetohydroxyacid synthase. *Weed Science* 39(3): 428-34.
- Thompson C, Tar'an B (2014) Genetic characterization of the *acetohydroxyacid synthase* (AHAS) gene responsible for resistance to imidazolinone in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 127: 1583–1591.
- Tranel PJ, Wright TR (2002) Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned? *Weed Science* 50: 700–712.
- Vila-Aiub, MM, Neve P, Powles SB (2009) Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. *New Phytologist* 184(4): 751-67.
- Willard L, Ranjan A, Zhang H, Monzavi, H, Boyko RF, Sykes BD, Wishart DS (2003) VADAR: a web server for quantitative evaluation of protein structure quality. *Nucleic Acids Research* 31(13): 3316–3319.
- Yaqoob U, Kaul T, Nawchoo IA (2016) In-silico analysis, structural modelling and phylogenetic analysis of acetohydroxyacid synthase gene of *Oryza sativa*. *Medicinal and Aromatic Plants (Los Angel)* 5: 272.
- Yu CS, Chen YC, Lu CH, Hwang JK (2006) Prediction of protein subcellular localization. *Proteins* 64: 643–651.
- Yu Q, Han H, Vila-Aiub, MM, Powles SB (2010) AHAS herbicide resistance endowing mutations: effect on AHAS functionality and plant growth. *Journal of Experimental Botany* 61(14): 3925–3934.
- Yu Q, Powles SB (2014) Resistance to AHAS inhibitor herbicides: current understanding. *Pest Management Science* 70(9): 1340-50.
- Zhang Y, Xu Y, Wang S, Li X, Zheng M (2017a) Resistance mutations of Pro197, Asp376 and Trp574 in the acetohydroxyacid synthase (AHAS) affect pigments, growths, and competitiveness of *Descurainia sophia* L.. *Scientific Reports* 7, 16380.
- Zhang L, Li W, Guo W, Wu C, Wang H, Liu W, Wang J (2017b) Herbicides cross resistance of a tribenuron-methyl resistant *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. population in wheat field. *Chilean Journal of Agricultural Research* 77(1): 65-70.



Trakya bölgesi canavar otlarının (*Orobanche cumana* Wallr.) ayçiçeğinin gelişimi üzerine bazı etkilerinin belirlenmesi

Determination of some effects of broomrapes (*Orobanche cumana* Wallr.) in Thrace region on the development of sunflower

Fatih ÜDER¹, Sefer DEMİRBAŞ²

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): S. Demirbaş, e-posta (*e-mail*): sdemirbas@nku.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): fatihuder@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Mayıs 2019
Düzeltilme tarihi 18 Haziran 2019
Kabul tarihi 27 Haziran 2019

Anahtar Kelimeler:

Orobans
Bitki gelişimi
Spesifik yaprak alanı
Ayçiçeği

ÖZ

Canavar otu (*Orobanche cumana* Wallr.) parazit bitkisi fotosentez yeteneğinden yoksun olmasından dolayı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) üretim alanlarında enfeksiyon seviyesine bağlı olarak ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, canavar otuna dayanıklı (LG5582) ve duyarlı (Özdemirbey) ayçiçeği çeşitlerinin 2003-2016 yılları arasında Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illerinin ayçiçeği üretimi yapılan bazı tarlalarından toplanmış canavar otu enfeksiyonundan ne derecede etkilendikleri belirlenmiştir. Öncelikle, toplanan canavar otu tohumlarının *in vitro* ortamda çimlenme kabiliyetleri belirlenmiştir. Sonrasında *in vivo* bitki yetiştirme ortamında canavar otu fidelerinin toprak yüzeyine çıktığı gün ayçiçeği bitkilerinden örneklemeler yapılarak kök/gövde uzunluğu, kök/gövde yaş ağırlığı, kök/gövde kuru ağırlığı, spesifik yaprak alanı (SLA) ve canavar otu enfeksiyon seviyesi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, duyarlı ayçiçeği çeşidinde en yüksek hasarın 2016 yılında toplanan canavar otu tohumlarından kaynaklandığı, 2003 yılında toplanan tohumlarının geçen süre zarfında hala çimlenebiliyor ve duyarlı ayçiçeği çeşidinde enfeksiyon yaratabiliyor olduğu, ayçiçeği bitkilerinin gelişimleri incelendiğinde enfeksiyon seviyesinde meydana gelen artışın kök uzunluğu, gövde yaş/kuru ağırlığında artışa SLA değerinde ise azalmaya neden olduğu. Ayçiçeği fidelerinin gövde uzunluğu ve kök yaş/kuru ağırlığında meydan gelen değişimlerin ise enfeksiyon ile ilişkilendirilemeyeceğini saptanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 17 May 2019
Received in revised form 18 June 2019
Accepted 27 June 2019

Keywords:

Broomrape
Plant growth
Specific leaf area
Sunflower

ABSTRACT

Broomrape parasitic plants (*Orobanche cumana* Wallr.) lack the ability of photosynthesis to cause severe yield losses due to infection level in sunflower (*Helianthus annuus* L.) production areas. In this study, it was tried to determine the extent to which broomrape resistant (LG5582) and sensitive (Özdemirbey) sunflower varieties were affected by broomrape infection collected from some fields of sunflower production in Tekirdağ, Kırklareli and Edirne provinces between 2003 and 2016. Firstly, germination ability of the collected broomrape seeds was determined *in vitro* condition. Then, the level of the broomrape infection and root/shoot length, fresh root/shoot weight, dry root/shoot weight, specific leaf area (SLA) was determined by the sampling of sunflower plants on the day of the broomrape seedlings' emerging the soil surface *in vivo* condition. According to the results, it was determined that the highest damage in sensitive sunflower variety was from the seeds of broomrape collected in 2016; the seeds collected in 2003 were still germinated and could cause infection in sensitive sunflower; the increase in infection level caused an increase in the root length and shoot weight/dry weight and a decrease in SLA level when the growth of sunflower plants were examined. And also, it was determined that changes in shoot length and root fresh/dry weight of sunflower seedlings could not be related to infection.

1. Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Avrupa, ABD, Arjantin, Hindistan ve Çin'de yetiştirilebilen önemli bir yağ bitkisidir (Prasad ve ark. 2017). FAO'nun 2017 yılı ayçiçeği üretim verileri incelendiğinde Dünya genelinde 27 milyon hektardan daha fazla tarım arazisinde üretim yapılırken ülkemizde bu alan yaklaşık 780 bin hektardır (FAO 2019). Rusya, Ukrayna, Bulgaristan, Türkiye, İspanya gibi ayçiçeği üretimi yapan ülkelerde verim ve kaliteyi etkileyen başlıca sınırlayıcı faktörlerden birisi olarak canavar otu (*Orobanche* spp.) parazit bitkisi kabul edilmektedir (Evcı ve ark. 2011; Kaya 2014a). Fotosentez yapabilme kabiliyeti olmayan ve tam parazit bitkiler arasında yer alan ayçiçeği canavar otu bitkisi (*Orobanche cumana* Wallr.) konukçusunun su, mineral ve karbon kaynaklarını kullanarak bitkide hasara neden olur (Nickrent ve ark. 1998; Takagi ve ark. 2009). Yaşam döngüsünün büyük bir kısmını toprak altında geçiren canavar otlarının toprak üstüne çıktuktan kısa bir süre sonra oluşturduğu bitki başına yaklaşık 500.000 tohumun 15-20 yıl boyunca çimlenmeden toprak altında canlı kalabildiği bilinmektedir. Bu durum, canavar otuna karşı yapılan mücadele yöntemlerinin önündeki en büyük engel olarak göze çarpmaktadır (Habimana ve ark. 2014). Mücadele yöntemlerin önündeki bir diğer engel ise *O. cumana* bitkisinin dayanıklı ayçiçeği çeşitlerine karşı geliştirmiş olduğu yeni ırk oluşturabilme potansiyelidir. Dünya genelinde toplam sekiz *O. cumana* ırkının (A-H) olduğu (Velasco ve ark. 2007; Timko ve Scholes 2013), bunlardan F (Akhtouch ve ark. 2002), G ve H ırklarının en ciddi seviyede hasar oluşturduğu ifade edilmektedir (Kaya 2014a, 2014b; Molinero-Ruiz ve ark. 2015). Ülkemizde yayılış gösteren *O. cumana* bitkilerinin ırkları hakkında literatürde bir bilgiye rastlanmasa da Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illerinde toplanan *O. cumana* bitkileri arasında genetik farklılığın olduğu belirlenmiş (Bilgen ve ark. 2019), ancak bu bitkilerin ayçiçeğinde yarattığı hasar hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Konukçu bitkilerde canavar otuna karşı dayanıklılık; kaloz ve süberin gibi bileşiklerin birikimi, konukçu hücre duvarında proteinlerin çapraz bağlanması, fenolik bileşiklerin birikimi, lignifikasyon ve nekrozlaşma, zehirli fitoaleksinlerin salgılanması ve antioksidan savunma sistemi ile ilişkilendirilmektedir (Goldwasser ve ark. 1999; Pérez-de-Luque ve ark. 2005; Demirbaş ve Acar 2008, 2017; Yoder ve Scholes 2010).

Canavar otunun ayçiçeğinde meydana getirdiği enfeksiyon seviyesinin ayçiçeğinin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilediği ile ilgili birçok kaynak gösterilebilir. Bu çalışma, farklı yıllarda ve farklı bölgelerden toplanmış uygun depolama koşullarında saklanmış canavar otu tohumlarının duyarlı ve dayanıklı ayçiçeği çeşitlerinin gelişimi üzerindeki etkisinin gösterildiği, meydana gelen enfeksiyon seviyesi ile büyüme parametrelerindeki değişim arasındaki korelasyon ortaya konduğu ilk çalışmadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitkisel Materyal

Trakya bölgesinin farklı illerinden (Tekirdağ, Kırklareli, Edirne) farklı zamanlarda (2003-2016) toplanan (Çizelge 1) *Orobanche cumana* Wallr. bitkisine ait tohumlar ve canavar otuna dayanıklı (LG 5582) ve duyarlı (Özdemirbey) olduğu bilinen ayçiçeği tohumları kullanılmıştır.

Çizelge 1. *O. cumana* tohumlarının toplandığı bölgeler ve yıllar.

Table 1. The regions and collected years of *O. cumana* seeds.

Bölge	Toplanma Yılı	Kod
1 Lüleburgaz-Kırklareli	2013	LK2013
2 Sofuhalil-Kırklareli	2013	SK2013
3 Avarız-Edirne	2003	AE2003
4 Sarıdanışment (Lalapaşa)-Edirne	2013	LE2013
5 Muratlı-Tekirdağ	2013	MT2013
6 Hayrabolu-Tekirdağ	2016	HT2016

2.2. Canavar otu tohumlarının çimlenme kabiliyetlerinin belirlenmesi

O. cumana tohumlarının Petri kaplarında çimlenme seviyelerinin belirlenmesi Demirbaş ve ark. (2013)'e göre gerçekleştirilmiştir. Bir hafta süresince nemli ve 22±2°C ortamda stratifikasyon için bekleyen tohumlara çimlenebilmeleri için 1 ppm GR24 uygulanmıştır. Uygulamadan 6 gün sonra stereo mikroskop altında tohum sayımı yapılarak tohumların çimlenme oranları (%) belirlenmiştir.

2.3. Bitkilerin yetiştirilmesi ve örnekleme

O. cumana bitkilerinin yetiştirilmesi için; her bir popülasyona ait 100 mg *O. cumana* tohumu perlit ve torf (1:1) içeren saksılara (1.5 l) eklenmiş ve tohumların saksıda homojen bir şekilde karışması sağlanmıştır. Ayçiçeği tohumları ise nemli kurutma kâğıdı içeren Petri kaplarında çimlendirilmiş ve 3 günlük fideler önceden hazırlanan saksılara, her bir saksıda 3 adet ayçiçeği fidesi olacak şekilde aktarılmıştır. Bitkiler bitki büyütme odasında 25±2°C sıcaklıkta, 16 saat fotoperiyotta, 36 gün süresince yetiştirilmiştir. Bitkiler herhangi bir gübreleme işlemi yapılmaksızın haftada bir kez sulanmıştır. Ayçiçeği bitkilerinden canavar otlarının toprak yüzeyine çıktığı 36. günde kök, gövde ve yaprak örnekleme gerçekleştirilmiştir.

2.4. Canavar otu enfeksiyon seviyesinin belirlenmesi

Ayçiçeğinde meydana gelen enfeksiyon seviyesi, ayçiçeği köklerine yapışan canavar otu fidelerinin toprağa çıktığı gün sonlandırılmış (36. gün) ve her gruptan 5 ayçiçeği fidesinin kökleri kontrol edilerek bitki başına düşen canavar otu fidesi (Şekil 1) sayılarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Ayçiçeği köklerine yapışan canavar otu fideleri.

Figure 1. Broomrape seedlings penetrating to sunflower roots.

2.5. Ayçiçeği fidelerine ait büyüme parametreleri

Ayçiçeği bitkilerinin kök ve gövde uzunluğu kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüştür (cm). Kök ve gövde yaş ağırlığı için fideler kök tacından kesilerek terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlendikten sonra kuru ağırlık değerlerinin belirlenmesi için bitkilerin kök ve gövde kısımları 70°C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları hassas terazide (g) belirlenmiştir.

2.6. Spesifik yaprak alanı (SLA)

Spesifik yaprak alanı için ayçiçeği fidelerinin alttan ikinci yaprakları kullanılmıştır. Bu yaprakların fotoğrafları çekildikten sonra 48 saat 70 °C'de etüvde kurutulmuş ve hassas terazide (mg) tartılmışlardır. Yaprak fotoğrafları Image J görüntü işleme programı kullanılarak yaprak yüzey alanı cm² olarak belirlenmiştir. Spesifik yaprak alanı ise cm² mg⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Wilson ve ark. 1999).

2.7. İstatistiksel analiz

Bu çalışma, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) ile SPSS 18 paket programı ile incelenmiştir. Ortalama değerler arasındaki farkların istatistiksel önemlilikleri P≤0.05 düzeyinde LSD (Least Significant Difference-En Küçük Önemli Fark) testi ile belirlenmiştir. Enfeksiyon seviyesi ve her bir büyüme parametresi arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon katsayıları değerlendirilerek iki değişken arasında ters veya doğru orantılı bir ilişki olup olmadığı saptanmıştır.

3. Bulgular

Ayçiçeği fidelerinde meydana gelen enfeksiyon seviyesinin belirlenmesinden önce farklı zaman ve farklı bölgelerden toplanan canavar otu tohumlarının çimlenme kabiliyetleri belirlenmiştir. Petri kabında yapılan çalışmada, AE2003, MT2013, LK2013, HT2016 ve LE2013 bölgelerinden toplanan canavar otu tohumlarının çimlenme seviyeleri sırasıyla %15.5; %46.0; %58.3; %58.9 ve %71.2 olarak belirlenmiştir. SK2013 bölgesinden toplanan tohumlarda ise çimlenme gözlenmemiştir (Çizelge 2).

Canavar otu fidelerinin toprak yüzeyine çıktığı anda canavar otlarının duyarlı ve dayanıklı ayçiçeğinde yaratmış olduğu enfeksiyon seviyesinde ve ayçiçeği bitkilerinin gelişiminde farklı düzeyde değişimler meydana gelmiştir. Dayanıklı olan çeşitte farklı bölgelerden toplanan canavar otu tohumlarının hiçbirinin ayçiçeğinde enfeksiyon yaratmamasına karşın,

SK2013 grubu hariç diğer bölgelerden toplanan tohumların duyarlı çeşitte enfeksiyon yarattığı ve en yüksek enfeksiyonun HT2016 grubunda %32.4 oranında meydana geldiği saptanmıştır. Enfeksiyon seviyesi sıralaması yapıldığında, yüksekten düşüğe doğru LE2013 (18.2), LK2013 (11.0), MT2013 (11.0) ve AE2003 (7.6) şeklinde bir sıralama olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Canavar otu enfeksiyonunun kontrol bitkilerine kıyasla ortalama kök uzunluğunda duyarlı çeşitte %6.29; dayanıklı çeşitte ise %4.54 oranında bir azalmaya neden olmasına rağmen bu azalmaların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Şekil 2.a).

Her iki çeşidin gövde uzunluğunun kontrole oranla tüm gruplarda azaldığı, en yüksek seviyedeki azalmanın duyarlı çeşitte %13.31 oranı ile HT2016'da azaldığı, dayanıklı çeşitte ise en yüksek baskının LE2013'de %16.97 oranında olduğu belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm bölge ortalamaları değerlendirildiğinde ise gövde uzunluğunun kontrole oranla duyarlı çeşitte %6.93 dayanıklı çeşitte %11.69 oranında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2.b).

Kök yaş ağırlığının kontrole oranla her iki çeşitte de azaldığı, bu azalmanın duyarlı çeşitte LK2013'de %77.01 oranında dayanıklı çeşitte AE2003'de %80.39 oranında olduğu belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm bölge ortalamaları değerlendirildiğinde kök yaş ağırlığının kontrole oranla duyarlı çeşitte %57.70 dayanıklı çeşitte ise %54.78 oranında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2.c).

Duyarlı çeşidin gövde yaş ağırlığının kontrole oranla LE2013 ve MT2013'de sırasıyla %5 ve %43.02 artmasına rağmen AE2003, HT2016 ve LK2013'de sırasıyla %17.85, %18.91 ve %27.85 azaldığı dayanıklı çeşitte ise HT2016 ve MT2013'de sırasıyla %17.08 ve %18.52 arttığı, AE2003, LK2013 ve LE2013'de ise sırasıyla %14.84, %31.67 ve %51.22 oranında azaldığı belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm bölge ortalamaları değerlendirildiğinde gövde yaş ağırlığının kontrole oranla duyarlı çeşitte %3.32 dayanıklı çeşitte ise %12.43 oranında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2.d).

Her iki ayçiçeği çeşidinin kök kuru ağırlığının kontrole oranla MT2013 hariç diğer gruplarda azaldığı, %70'in üzerinde azalmanın HT2016, LK2013 ve AE2003 gruplarında olduğu belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm bölge ortalamaları değerlendirildiğinde kök kuru ağırlığının kontrole oranla her iki çeşitte de %50'nin üzerinde azalma yarattığı belirlenmiştir (Şekil 2.e).

Duyarlı çeşidin gövde kuru ağırlığının kontrole oranla MT2013'de %49.85 arttığı diğer gruplarda ise azalma olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı çeşidin ise düşüğe olsa HT2016'de

Çizelge 2. Farklı bölgelere ait canavar otu tohumlarının çimlenme seviyeleri (%).

Table 2. Germination levels (%) of broomrape seeds belonged different regions.

	SK2013	AE2003	MT2013	LK2013	LE2013	HT2016
Çimlenme (%)	0±0.00a	15.5±0.70b	46.0±1.59c	58.3±3.15d	71.2±3.22e	58.9±4.32d

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir.
Results are given as mean ± std error.

Çizelge 3. Canavar otu enfeksiyon seviyesi (adet / ayçiçeği).

Table 3. Broomrape infection level (number / sunflower).

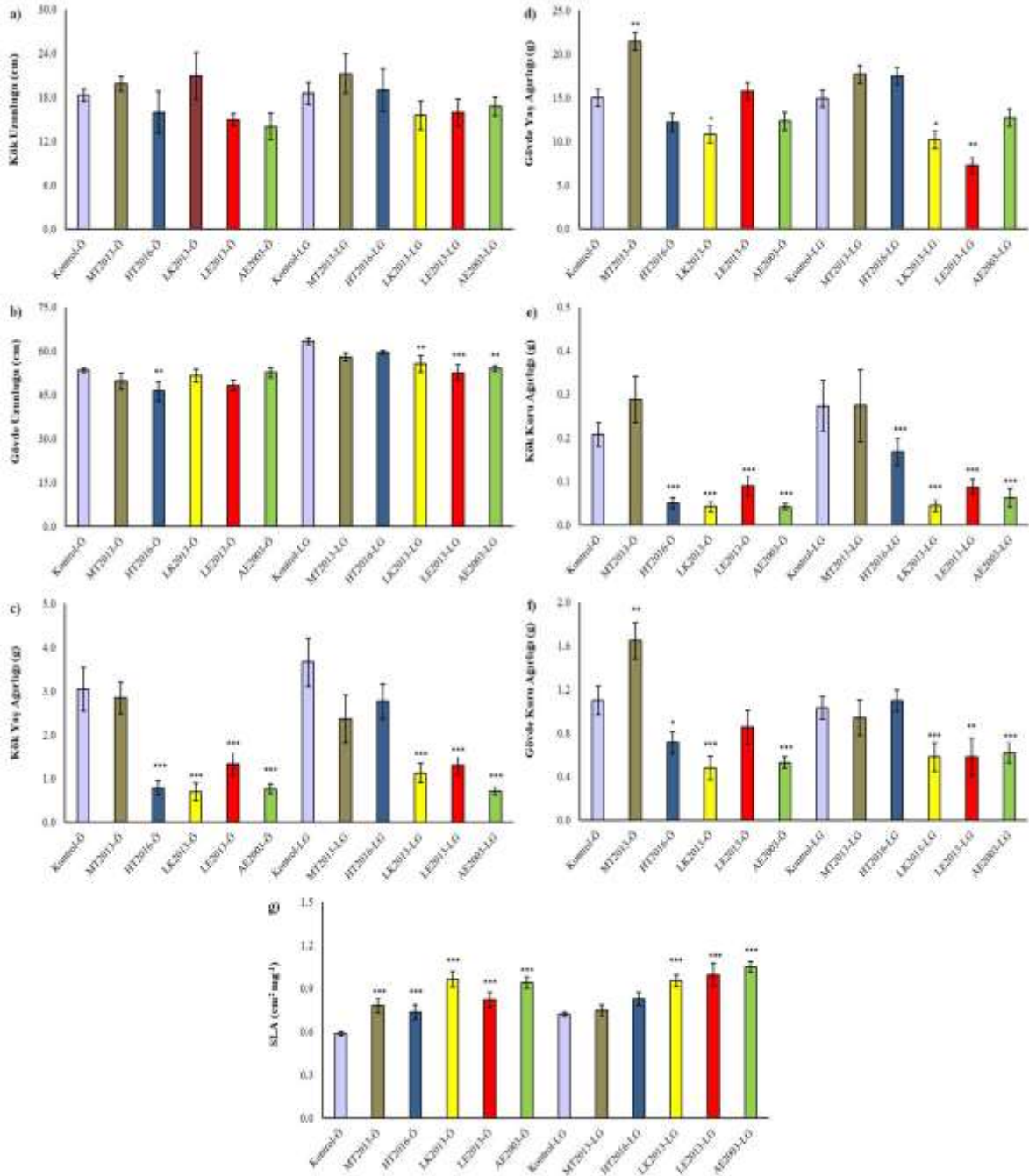
	SK2013	AE2003	MT2013	LK2013	LE2013	HT2016
Enfeksiyon seviyesi (adet/ayçiçeği)	0±0.00a	7.6±2.16ab	11.0±1.58ab	11.0±2.17ab	18.2±1.93b	32.4±6.89c

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-c) ortalamalar arasındaki anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.
Results are given as mean ± std error. The letters next to the results (a-c) mean the level of significance between the averages.

arttığı diğer gruplarda azaldığı belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm bölge ortalamaları değerlendirildiğinde her iki çeşitte de yaklaşık %25 oranında gövde kuru ağırlığının azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2.f).

Duyarlı ve dayanıklı çeşidin SLA değerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, kontrole oranla tüm gruplarda artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek artış duyarlı

çeşit için LK2013'de %64.10 oranında olduğu dayanıklı çeşitte ise bu oran AE2003'de %45.47 olduğu belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyonunun tüm grup ortalamaları kıyaslandığında duyarlı çeşitte %51.79 oranında, dayanıklı çeşitte ise %31.72 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.g).

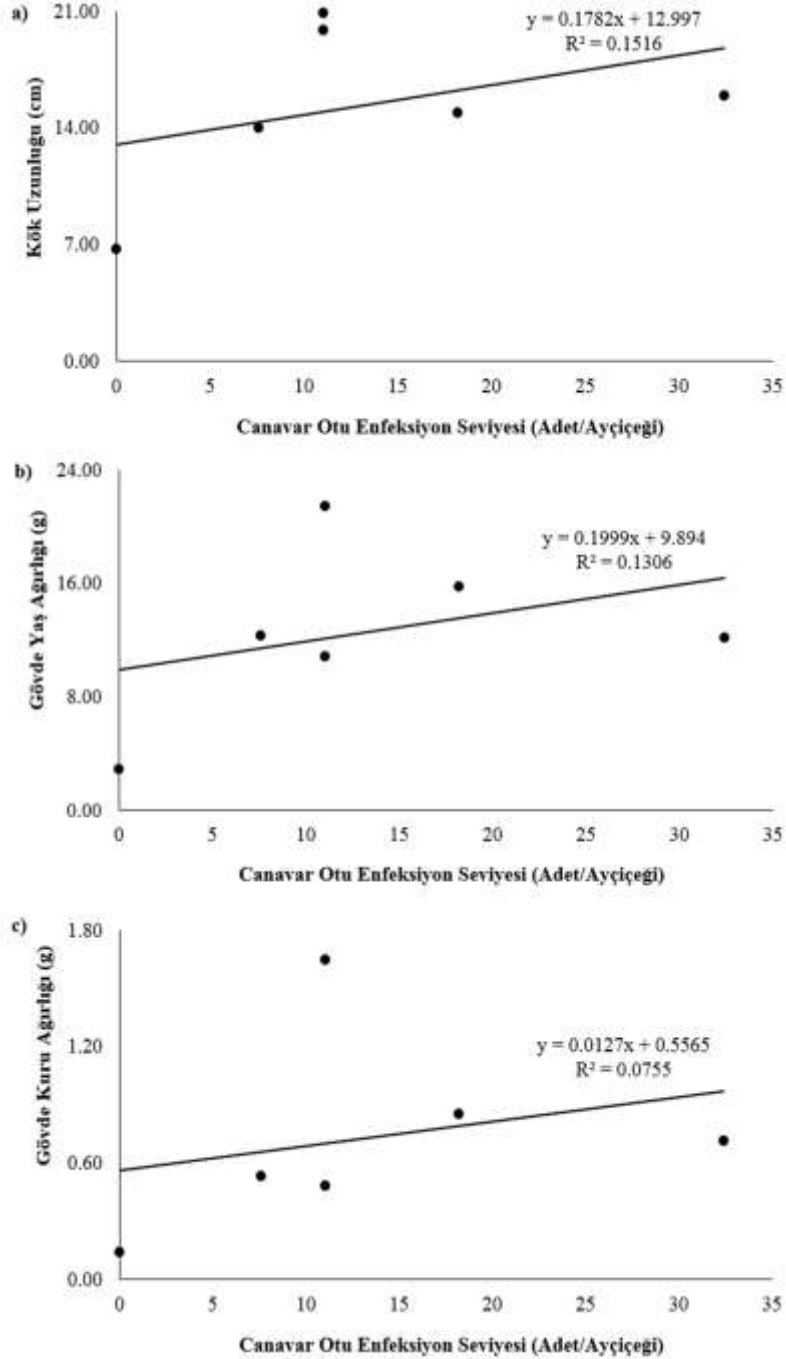


Şekil 2. Farklı bölgelere ait canavar otlarının duyarlı (Özdemirbey) ve dayanıklı (LG5582) ayçiçeği çeşitlerinin (a) kök ve (b) gövde uzunluğu (cm), (c) kök ve (d) gövde yaş ağırlığı (g), (e) kök ve (f) gövde kuru ağırlığı (g) ile (g) SLA değerinde (cm² mg⁻¹) meydana getirdiği değişimler. Her iki çeşit kendi kontrol bitkilerine göre değerlendirilmiş ve sütunlar üzerinde bulunan yıldızlar istatistiksel olarak önemlilik düzeyini ifade etmektedir (*: P≤0.05; **: P≤0.01; ***: P≤0.001).

Figure 2. Sensitive (Özdemirbey) and resistant (LG5582) sunflower varieties belonging to different regions (a) root and (b) shoot length (cm), (c) root and (d) shoot weight (g), (e) and (f) shoot dry weight (g) and (g) changes in SLA value (cm² mg⁻¹). Both varieties were evaluated according to their control plants and the stars on the columns were statistically significant (*: P≤0.05; **: P≤0.01; ***: P≤0.001).

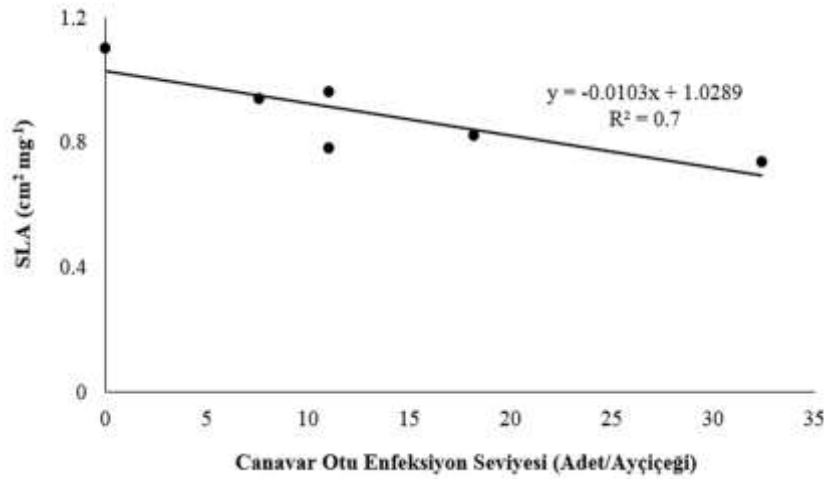
Canavar otu enfeksiyon seviyesinde meydana gelen artışın kök uzunluğu (Şekil 3.a), gövde yaş (Şekil 3.b) ve kuru ağırlığını (Şekil 3.c) arttırdığı belirlenmiştir. Canavar otu enfeksiyon seviyesi ile artış gösteren parametreler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayı modeline göre, kök uzunluğu (R^2 : 0.1516) ve gövde yaş ağırlığı (R^2 : 0.1306) ile zayıf, gövde kuru ağırlığı (R^2 : 0.0755) ile çok zayıf düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

Canavar otu enfeksiyon seviyesi arttıkça SLA değerinde azalmanın meydana geldiği, enfeksiyon seviyesi ile ilişkisi değerlendirildiğinde Pearson korelasyon katsayı modeline göre, SLA (R^2 : 0.7) ile arasındaki ilişkinin yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Canavar otu enfeksiyon seviyesi ile artış gösteren parametreler (a) kök uzunluğu (b) gövde yaş (c) gövde kuru ağırlığı.

Figure 3. Parameters showing increases with the level of broomrape infection (a) root length (b) shoot wet (c) dry weight.



Şekil 4. Canavar otu enfeksiyon seviyesi ile SLA değeri arasındaki ilişki.

Figure 4. Relationship between broomrape infection level and SLA value.

4. Tartışma ve Sonuç

Canavar otu türlerinin konukçusu olduğu bitkilerin büyümesine baskılayıcı etkisinin olduğu bilinmesine rağmen (Barker ve ark. 1996; Dale ve Press 1998; Lins ve ark. 2007; Demirbas ve Acar 2008, 2017; Yang ve ark. 2017), Trakya'nın farklı illerinden (Tekirdağ, Kırklareli, Edirne) farklı zamanlarda (2003-2016) toplanan canavar otu tohumlarının duyarlı ve dayanıklı ayçiçeği çeşitlerinde neden olduğu enfeksiyon seviyesi ve büyüme parametreleri arasındaki ilişki ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, duyarlı ayçiçeği çeşidinde en yüksek hasar yaratan grubun HT2016 olması, toplanma yılı da dikkate alındığında bu bölgeden toplanmış olan canavar otlarının yeni bir ırk olabileceğini düşündürmektedir. 2003 yılında toplanan AE2003 grubu canavar otu tohumlarının geçen süre zarfında hala çimlenebiliyor ve duyarlı ayçiçeği çeşidinde enfeksiyon yaratabiliyor olması da bir diğer önemli bulgudur. Canavar otu enfeksiyonu altında ayçiçeği bitkilerinin gelişimleri incelendiğinde enfeksiyon seviyesinde meydana gelen artışın kök uzunluğu, gövde yaş/kuru ağırlığında artışa neden olmakla beraber, SLA değerini azalttığı saptanmıştır. Ayçiçeği fidelerinin gövde uzunluğu ve kök yaş/kuru ağırlığında meydana gelen değişimlerin ise enfeksiyon ile ilişkilendirilemeyeceğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, ülkemiz için önemli bir endüstri bitkisi olan ayçiçeğinin, canavar otu gibi dayanıklılık mekanizmasını yeni oluşturduğu ırklarla aşabilen parazit bitkilere karşı daha dayanıklı ayçiçeği çeşitlerinin geliştirildiği ıslah çalışmalarında fizyolojik parametrelerin daha etkin olarak kullanılması çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Özdemirbey çeşidine ait ayçiçeği tohumları ve farklı bölgelerden toplanan canavar otu tohumlarının sağlanmasındaki yardımlarından dolayı Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden Dr. Göksel EVCİ'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akhtouch B, Muñoz-Ruz J, Melero-Vara J, Fernández-Martínez J, Domínguez J (2002) Inheritance of resistance to race F of broomrape in sunflower lines of different origins. *Plant Breeding* 121(3): 266–268.

Barker ER, Press MC, Scholes JD, Quick WP (1996) Interactions between the parasitic angiosperm *Orobanche aegyptiaca* and its tomato host: growth and biomass allocation. *New Phytol* 133: 637–642.

Bilgen BB, Barut AK, Demirbaş S (2019) Genetic characterization of *Orobanche cumana* populations from the thrace region of Turkey using microsatellite markers. *Turkish Journal of Botany* 43(1): 38–47.

Dale H, Press MC (1998) Elevated atmospheric CO₂ influences the interaction between the parasitic angiosperm *Orobanche minor* and its host *Trifolium repens*. *New Phytol* 140: 65–73.

Demirbas S, Acar O (2008) Superoxide dismutase and peroxidase activities from antioxidative enzymes in *Helianthus annuus* L. roots during *Orobanche cumana* Wallr. penetration. *Fresenius Environmental Bulletin* 17(8a): 1038–1044.

Demirbas S, Vlachonassios KE, Acar O, Kaldis A (2013) The effect of salt stress on *Arabidopsis thaliana* and *Phelipanche ramosa* interaction. *Weed Research* 53(6): 452–460.

Demirbas S, Acar O (2017) Physiological and biochemical defense reactions of *Arabidopsis thaliana* to *Phelipanche ramosa* infection and salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin* 26(3): 2268–2275.

Evcı G, Sezer N, Pekcan V, Yılmaz MI, Kaya Y (2011) Broomrape control in sunflower production in Turkey. *Basic Articles* 314: 111–117.

FAO (2019) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim 10 Ocak 2019.

Goldwasser Y, Hershenhorn J, Plakhine D, Kleifeld Y, Rubin B (1999) Biochemical factors involved in vetch resistance to *Orobanche aegyptiaca*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 54(3): 87–96.

Habimana S, Nduwumuremyi A, Chinama RJD (2014) Management of *Orobanche* in field crops- A Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 14(1): 43–62.

Kaya Y (2014a) Current situation of sunflower broomrape around the world. In: *Current Situation of Sunflower Broomrape around the World, Proceedings of the Third International Symposium on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, 3–6 June, Cordoba, Spain. Paris, France: International Sunflower Association, pp. 9–18.

Kaya Y (2014b) The situation of broomrape infestation, control methods in sunflower production areas in Turkey. In: *Current Situation of Sunflower Broomrape around the World, Proceedings of the Third International Symposium on Broomrape (Orobanche spp.) in Sunflower*, 3–6 June, Cordoba, Spain. Paris, France: International Sunflower Association, pp. 55.

- Lins RD, Colquhoun JB, Mallory-Smith CA (2007) Effect of small broomrape (*Orobancha minor*) on red clover growth and dry matter partitioning. *Weed Sci.* 55: 517–520.
- Molinero-Ruiz L, Delavault P, Perez-Vich B, Pacureau-Joita M, Bulos M, Altieri E, Dominguez J (2015) History of the race structure of *Orobancha cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: a review. *Span J Agric Res.* 13: 4.
- Nickrent DL, Duff JR, Colwell AE, Wolfe AD, Young ND, Steiner KE, dePamphilis CW (1998) Molecular phylogenetic and evolutionary studies of parasitic plants. *Molecular Systematics of Plants II DNA Sequencing*, Ed: Soltis DE, Soltis PS, Doyle JJ, Springer Science Business Media, New York, ABD, pp. 211-241.
- Pérez-de-Luque A, Jorrín J, Cubero JI, Rubiales D (2005) *Orobancha crenata* resistance and avoidance in pea (*Pisum* spp.) operate at different developmental stages of the parasite. *Weed Research* 45(5): 379-387.
- Prasad MSL, Sujatha M, Alivelu K, Sujatha K (2017) Sources of resistance to *Alternaria* leaf blight in sunflower pre-breeding lines derived from interspecific crosses and wild *Helianthus* species. *Crop Protection* 92: 70-78.
- Takagi K, Okazawa A, Wada Y, Mongkolchaiyaphruek A, Fukusaki E, Yoneyama K, Takeuchi Y, Kobayashi A (2009) Unique phytochrome responses of the holoparasitic plant *Orobancha minor*. *New Phytologist* 182(4): 965-74.
- Timko MP, Scholes JD (2013) Host reaction to attack by root parasitic plants. In: Joel DM, Gressel J, Musselman LJ, editors. *Parasitic Orobanchaceae*. New York, NY, USA: Springer, pp. 115-141.
- Velasco L, Perez-Vich B, Jan CC, Fernandez-Martinez JM (2007) Inheritance of resistance to broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.) race F in sunflower line derived from wild sunflower species. *Plant Breeding* 126: 67-71.
- Wilson PJ, Thompson KEN, Hodgson JG (1999) Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *The New Phytologist* 143(1): 155-162.
- Yang C, Xu L, Zhang N, Islam F, Song W, Hu L, Zhou W (2017) iTRAQ-based proteomics of sunflower cultivars differing in resistance to parasitic weed *Orobancha cumana*. *Proteomics* 17(13-14): 13–14.
- Yoder JI, Scholes JD (2010) Host plant resistance to parasitic weeds; recent progress and bottlenecks. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 478-484.



The response of sugar beet to different irrigation levels and foliar application of micronutrients under drip irrigation system

Şeker pancarı bitkisinin damla sulama sistemi ile uygulanan farklı sulama seviyelerine ve mikrobesein elementlerine karşı tepkisi

Selçuk ÖZBAY^{id}, Murat YILDIRIM^{id}

Canakkale Onsekiz Mart University, Agricultural Faculty, Irrigation and Farm Structures Department, Canakkale, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Yıldırım, e-mail (e-posta): myildirim@comu.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): selcukozbay43@hotmail.com

ARTICLE INFO

Received 21 January 2019
Received in revised form 29 March 2019
Accepted 10 April 2019

Keywords:

Sugar beet
Drip irrigation
Water stress
Foliar
Micronutrients

ABSTRACT

The present study was conducted to evaluate the response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cv. esperanza to different water levels and foliar application of micronutrients in 2016. Three irrigation regimes were applied; well watered (D_{1.00}), moderate stress (D_{0.66}), and severe stress (D_{0.33}). In each irrigation treatment, there were two different applications as being foliar application of mixed micronutrients and not. The degree of water deficit had significant effects on the growth, root and sugar yield. Decreasing amount of water from D_{1.00} treatment to D_{0.33} treatment restricted sugar beet development, and caused plants to be small. The amount of irrigation water and evapotranspiration in the full irrigation treatment were 867 mm and 894 mm, respectively. Therefore, compensating full water requirement and foliar application of micronutrients had a significant effect on the root (13 899 kg da⁻¹) and sugar yield (2 246 kg da⁻¹). It is concluded that full water requirement of sugar beet should be met throughout the entire growing season, but if water scarcity exists water may be saved just only in the ripening period to get an economical yield since during the establishment and vegetative periods of sugar beet was more sensitive to limited water supply.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 21 Ocak 2019
Düzeltilme tarihi 29 Mart 2019
Kabul tarihi 10 Nisan 2019

Anahtar Kelimeler:

Şeker pancarı
Damla sulama
Su stresi
Yaprak
Mikro besin elementleri

ÖZ

Bu çalışmada, farklı sulama seviyelerinde yaprak gübresinin uygulandığı ve uygulanmadığı konularda şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) cv. esperanza bitkisinin gelişimi, kök ve şeker verimi üzerine etkilerini belirlemek için 2016 yılında yürütülmüştür. Bu çalışmada üç farklı sulama seviyesi uygulanmış olup bunlar; tam sulama (D_{1.00}), orta stres (D_{0.66}) ve aşırı stres (D_{0.33}) konularından oluşmuştur. Su kısıtına ek olarak, her bir sulama uygulamasında, mikrobesein maddelerini içeren yaprak gübresinin uygulandığı ve uygulanmadığı konular mevcuttur. Uygulanan su kısıtının şiddeti; bitki gelişimini, kök ve şeker verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Tam sulama konusunda (D_{1.00}) aşırı su stresinin yaşandığı (D_{0.33}) konuya doğru azalan sulama suyu miktarı şeker pancarı gelişimini sınırlamış ve bitkilerin küçük kalmasına neden olmuştur. Tam sulama konusunda sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi sırasıyla 867 mm ve 894 mm olmuştur. Öyleki, sulama suyu ihtiyacının tam karşılanması ve yapraklara mikrobesein maddelerinin uygulanması kök (13 899 kg da⁻¹) ve şeker (2 246 kg da⁻¹) verimi üzerine önemli bir etki yapmıştır. Sonuç olarak, tüm gelişim dönemi süresince, şeker pancarının su ihtiyacı tam karşılanmalıdır, fakat su kısıtı söz konusu ise ekonomik bir verim almak için olgunlaşma döneminde su kısıtına gidilebilir çünkü şeker pancarının çimlenme ve vejetatif gelişim dönemlerinde kısıtlı sulama suyuna karşı çok hassas olduğu gözlenmiştir.

1. Introduction

The world population is now 7 billion and is expected to reach 10 billion by mid-century (Cleland 2013). Agriculture sector needs to produce more crop per drop to feed the growing world population (Howell 2001). Irrigation in the Mediterranean is of vital importance for food safety, employment and

economic development (Faber et al. 2016). Water is the most important natural factor for the productivity of any plants (Yıldırım 2010) and irrigation is an efficient way of regulating the availability of water in the root zone during the periods when the required amount of water for crops is not sufficiently met by

the rainfall. [Tognetti et al. \(2003\)](#), drip irrigation system is advisable particularly in the Mediterranean agro-ecosystems for using less energy and water consumption and also storing nutrients in the root zone. Therefore, the primary goal of irrigation management is to use the available water in the root zone efficiently through managing and controlling the soil moisture around the root zone of the plants. Nutrient management is another issue to be considered for high yields with desired quality attributes ([Masri and Hamza 2015](#)).

Stoma closure seems to be the main factor for decreasing in the photosynthetic rates of plants under mild drought conditions ([Chaves et al. 2002](#)). Sugar beet has quite high water requirements ([Fabeiro et al. 2003](#)). Drought stress in England caused a serious yield loss in sugar beet production ([Richter et al. 2001](#)). [Jaggard et al. \(1998\)](#) reported that drought in climate has recently been an important constraint in the cultivation of sugar beet. Drought stress is one of the most important environmental factors affecting sugar beet yield and quality ([Pidgeon et al. 2001](#)). When encountered in drought stress during the growing period of sugar beet, it should be solved with alternative irrigation practices ([Tognetti et al. 2003](#)). It is estimated that in the future, the effect of water scarcity will be more severe ([Suheri 2007](#)). [Mousavi et al. \(2013\)](#) reported that some micronutrients such as Zn, Fe, B and Mn had an important metabolic role in plant growth so that those elements increase crop yield. [Draycott and Christenson \(2003\)](#) reported that sugar beet was very responsive when the soil availability of B, Mn and Fe fertilizers were low.

[Sahin et al. \(2014\)](#) reported that water use of sugar beet need to be determined in terms of sustainable production strategy in arid and semi-arid regions. [Kiziloglu et al. \(2006\)](#) found deficit irrigation, especially in semi-arid regions, was the major cause of yield loss in both root and leaf yield, also in sugar content. [Albayrak \(2010\)](#) reported that drip irrigation system had a crucial effect on root yield of sugar beet as compared with both sprinkler and furrow irrigation methods. [Ozbay and Yıldırım \(2018\)](#) drip irrigation has a significant effect on the yield of sugar beet to get an economical yield. [Dragovic \(2000\)](#) and [Mahmoodi et al. \(2008\)](#) recommended that the critical moisture level for sugar beet in soil to commence irrigation was when soil moisture was depleted 30% from field capacity. [Ertas \(1984\)](#) and [Ayla \(1986\)](#) reported that water deficit should not exceed 40-45 % of the full water requirement. [Masri et al. \(2015\)](#) reported that sugar beet can be grown with the restricted amount of irrigation water in areas where irrigation water is scarce. [Urbano and Arroyo \(2000\)](#)

said water deficit in some phenological periods of sugar beet did not cause significant yield loss and quality of sugar beet. [Jaggard et al. \(1998\)](#) reported that sugar beet was a crop that can tolerate moderate water stress. On the other hand, [Tognetti et al. \(2003\)](#) reported that the highest sucrose content and yield of sugar beet was obtained when full water requirement of it was compensated and it was obtained by drip irrigation system ([Hosseinpour et al. 2006](#)). As seen, research results are a little bit confusing since some researchers reported that water stress had no significant effect on the yield and quality of sugar beet, while others indicated that the highest sugar content and yield of it were obtained when full water requirement was met for the entire growing season.

Sugar beet plants in the present experiment were exposed to three irrigation regimes by drip irrigation system. In the control treatment, there was no water stress, though the full evapotranspiration demands of sugar beet were supplied throughout the year. Reduced plant size, leaf area, and leaf area index (LAI) are a major mechanism for moderating water use and reducing injury under drought stress ([Mitchell et al. 1998](#)). Therefore, under most arid land conditions, the maximization of soil moisture use is a crucial component of drought resistance ([Blum 2005](#)). Improving water use efficiency (WUE) is necessary for securing environmental sustainability of food production ([Medrano et al. 2015](#)). Therefore, the aim of this study was to determine physiological changes, water use efficiency and the effect of foliar application of micronutrients on the yield under different irrigation levels by drip irrigation system.

2. Materials and Methods

Experimental site and soil description: The field experiment was carried out in a farmland in Altıntaş, Kutahya-Turkey in 2016. Altıntaş is located in the 39°41'N latitudes and 29°38'E longitudes west of Turkey and elevation is 1 010 m. Experimental soils had 50% clay, 24% silt, and 26% sand, soil bulk density was 1.83 g cm⁻³, infiltration rate was 5.22 mm h⁻¹, field capacity was 46.3% and permanent wilting point was 35.6%.

Climate parameters; temperature, relative humidity, wind speed, rainfall and evaporation from Class-A pan from sowing to harvest for both long term and during the experiment are presented in [Table 1](#). As seen in the table, rainfall amount

Table 1. Some climate parameters of site from sowing to harvest (2016).

Climate parameters*		April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.
The long-term climatic fluctuation of Kutahya during 1990-2015	Mean Temperature (°C)	9.9	14.5	18.1	20.7	20.6	16.6	11.8
	Max. Temperature (°C)	28.1	30.9	33.5	36.7	36.5	33.5	28.6
	Min. Temperature (°C)	-4.6	0.84	3.7	6.0	5.5	1.6	-4.2
	R. humidity (%)	63.6	63.6	61.0	57.5	57.8	61.5	67.3
	Wind Speed (m s ⁻¹)	1.81	1.46	1.40	1.47	1.38	1.23	1.18
	Sunshine intensity (cal cm ⁻²)	93.9	107.7	119.5	98.4	111.4	88.5	61.7
	Sunshine hours (h)	5.88	7.35	9.10	10.1	9.42	7.44	5.0
2016	Mean Temperature (°C)	21.7	21.0	27.9	30.4	29.9	25.3	19.9
	Max. Temperature (°C)	29.6	29.6	34.2	38.0	36.2	32.2	28.2
	Min. Temperature (°C)	-0.6	4.5	6.5	10.7	10.9	4.1	0.6
	R. humidity (%)	57.9	68.7	59.5	56.8	64.5	66.0	69.6
	Wind Speed (m s ⁻¹)	1.6	1.6	1.9	1.9	1.7	1.4	1.3
	Rainfall (mm)	28.8	55.6	53.1	2.7	20.6	38.2	3.2
	Evaporation (mm)		110.7	195.7	235.5	171.8	113.2	71.1

*data measured at 2 m.

(202.2 mm), during the crop growing period, was not enough to get an economical yield from sugar beet, that's why, irrigation is a necessity to ensure uniformity in sugar beet growth. The sowing date was in April 16 and harvest date was 20 October in 2016. Sowing pattern in drip irrigation system was 45x20 cm. Buffer strips between plots were 2 m. The distance between emitters along the drip line was 0.33 m and the discharge of an emitter was 4 l h⁻¹ under the running pressure of 1.5 atm.

The experimental design was a randomized complete block design with three replicates. Each plot in all treatments took the same amount of fertilizer; 137.6 kg N ha⁻¹, 184 kg P ha⁻¹ were applied and N was applied at three times, first at planting then on the 15 days later after sowing and 20 days later after second application. Foliar spray of micronutrients was applied once 40 days later and twice 75 days later after sowing. Mixture of micronutrients contained humic acid (organic matter 15%, humic and fulvic acid 15%, water soluble K₂O (0.03%) 2 l ha⁻¹, 20-20-20 TE (NPK) 2.5 kg ha⁻¹, and micronutrients (0.8% B, 1.5% Cu, %5 Fe, %3 Mn, 0.2% Mo, %4 Zn) 0.5 kg ha⁻¹. In each control treatment, there was no application of micronutrients.

Irrigation treatments: In this experiment, the amount of irrigation water by using long time climatic data for the site was used to determine reference evapotranspiration by using Penman-Monteith equation and plant properties (K_c taken from [Ilbeyi \(2001\)](#)) to estimate the actual evapotranspiration (ET_a), then irrigation time and amounts to be applied were estimated by using soil properties (field capacity and permanent wilting point etc.). Irrigation was commenced according to irrigation schedule determined by irrigation programme and adjusted according to the amount of rainfall if existed. Three different irrigation levels were adjusted, in the full irrigation treatment soil moisture was intended to refill the root zone up to field capacity when 40% of soil moisture was depleted by crops and full evapotranspiration (ET) was compensated in this full irrigation treatment (D_{1.00}). In the deficit treatments, the water applied averaged 66% of the ET (D_{0.66}) and 33% of the ET (D_{0.33}). All treatments took same amount of water for 20 days after sowing to establish root development, then irrigation water was applied according to treatments. Water Use Efficiency (WUE) (kg m⁻³) ([Hillel and Guron 1975](#)) was estimated as

$$WUE = Y/ET$$

Where; Y is yield (kg ha⁻¹) and ET is evapotranspiration (mm).

Leaf area index (LAI): Three plant samples from each plot were selected randomly for leaf area measurement on August. The green leaves were separated and leaf area was determined using a CI-202 portable laser area meter in cm². The Leaf Area Index (LAI) was determined by the following equation ([Kar and Kumar 2007](#)).

$$LAI = \frac{\text{Measured leaf area of 3 plants}}{\text{Ground area covered by 3 plants}}$$

Sugar yield: Sugar analysis was done in Kutahya Sugar Factory. Sucrose content (%) was measured with a polarimeter after extraction of sugar from the pulp with lead acetate ([Carruthers and Oldfield \(1960\)](#)). Sugar yield (kg da⁻¹) (1 decare (da)= 1000 m²) was determined according to the equation given by [Suheri \(2007\)](#).

$$SY = \frac{SC}{100} \cdot \text{Root yield (kg da}^{-1}\text{)}$$

Where; SY: Sugar yield (kg da⁻¹), SC: Sugar content (%)

Fresh and dry weights (root and leaf) were determined separately by weighing. After that, they were all oven-dried at about 70°C till reaching to a constant weight to determine the dry weight of whole plants in each treatment. Crop development parameters in each stage had been observed for the whole growing period. Representative three samples in the center rows from each plot were used to measure the quantitative and qualitative parameters, including root yield and sugar content. Sugar beet was harvested by hand on Oct. 20th (183 days old). Harvested roots for each sub-plot were weighed and adjusted to kg per da. Total soluble solids were determined on a blended composite using a portable hand-held refractometer.

Statistical analysis: Data on yield and quality parameters were analyzed using ANOVA and means were separated by Duncan's multiple range test at the probability level of 1% and 5%.

3. Results and Discussion

Irrigation water, evapotranspiration and yield: The irrigation amounts (I), evapotranspiration (ET), water use efficiency (WUE), root yield, sugar content, sugar yield and total soluble solid parameters are given in [Table 2](#).

Water applications commenced after sowing and continued until one month before harvest date. The total amount of water applied fluctuated from 286 mm in the severe stress treatment (D_{0.33}) to 867 mm in the full water application (D_{1.00}). Water use efficiency declined as the applied water decreased according to the irrigation treatments. In this case, the lowest WUE was obtained from the treatment to which the least water was applied (D_{0.33}), while the highest came from the treatment of D_{1.00}. If we take the full irrigation treatment as a reference, when micronutrients were applied, averagely yields were 50.3% and 71.9% less in the D_{0.66}, D_{0.33}, and also when not applied, those values were 48.6% and 67.5% less in the D_{0.66}, D_{0.33}, respectively. Therefore, it is clear that foliar application of micronutrients resulted in around 5% increase in yield when full water requirement of sugar beet was met. Therefore, the most important factor affecting sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cv. esperanza yield is the amount of irrigation water applied during the whole growing period.

Table 2. Irrigation depth (I), Evapotranspiration (ET), Water Use Efficiency (WUE), Yield (Y), Sugar Content (SC), Sugar Yield (SY), Total Soluble Solids (TSS).

Irrigation Treatments	Micronutrients application	I (mm)	ET (mm)	WUE kg m ⁻³	Y (kg da ⁻¹)	SC (%)	SY (kg da ⁻¹)	TSS Brix (20°C)
D _{1.00}	With foliar spray of micronutrients	867	894	15.2	13899	16.16	2246	17.2
	Without foliar spray of micronutrients				13216	16.66	2201	16.7
D _{0.66}	With foliar spray of micronutrients	572	599	11.4	6913	18.23	1260	21.8
	Without foliar spray of micronutrients				6794	16.62	1129	20.2
D _{0.33}	With foliar spray of micronutrients	286	313	13.1	3909	19.23	751	22.3
	Without foliar spray of micronutrients				4292	18.97	814	16.7

In the full irrigation ($D_{1.00}$) treatment: The peaks of WUE, yield and sugar content were obtained from the $D_{1.00}$ treatment. The amount of irrigation water and evapotranspiration for the full irrigation treatment were 867 mm and 894 mm respectively. These values were very close to the values given in literature. Katerji and Mastrorilli (2009) reported evapotranspiration values of sugar beet as between 731 and 836 mm and Fabeiro et al. (2003) as between 690 and 897 mm. Jensen and Eerie (1971) obtained the highest root yield (57360 kg ha^{-1}), sugar content (17.2%) and yield (9870 kg ha^{-1}) by applying irrigation water as 1281 mm and evapotranspiration as 1468 mm.

In the present study, the establishment period lasted 38 days and in which period the amount of water applied was 127 mm, hence this amount of water applied in this period was so important for the later development stages of sugar beet and averagely plants' root and leaf weights reached to 51.9 g and 114.9 g, respectively (Fig. 1a). The second period, the vegetative and yield formation period, lasted 92 days, in which period the applied water (553.2 mm) increased the weight of tuber rapidly, especially affected its weight increment towards the end of this development period. The fluctuations of fresh and dry weights for both root and leaf in the full irrigation

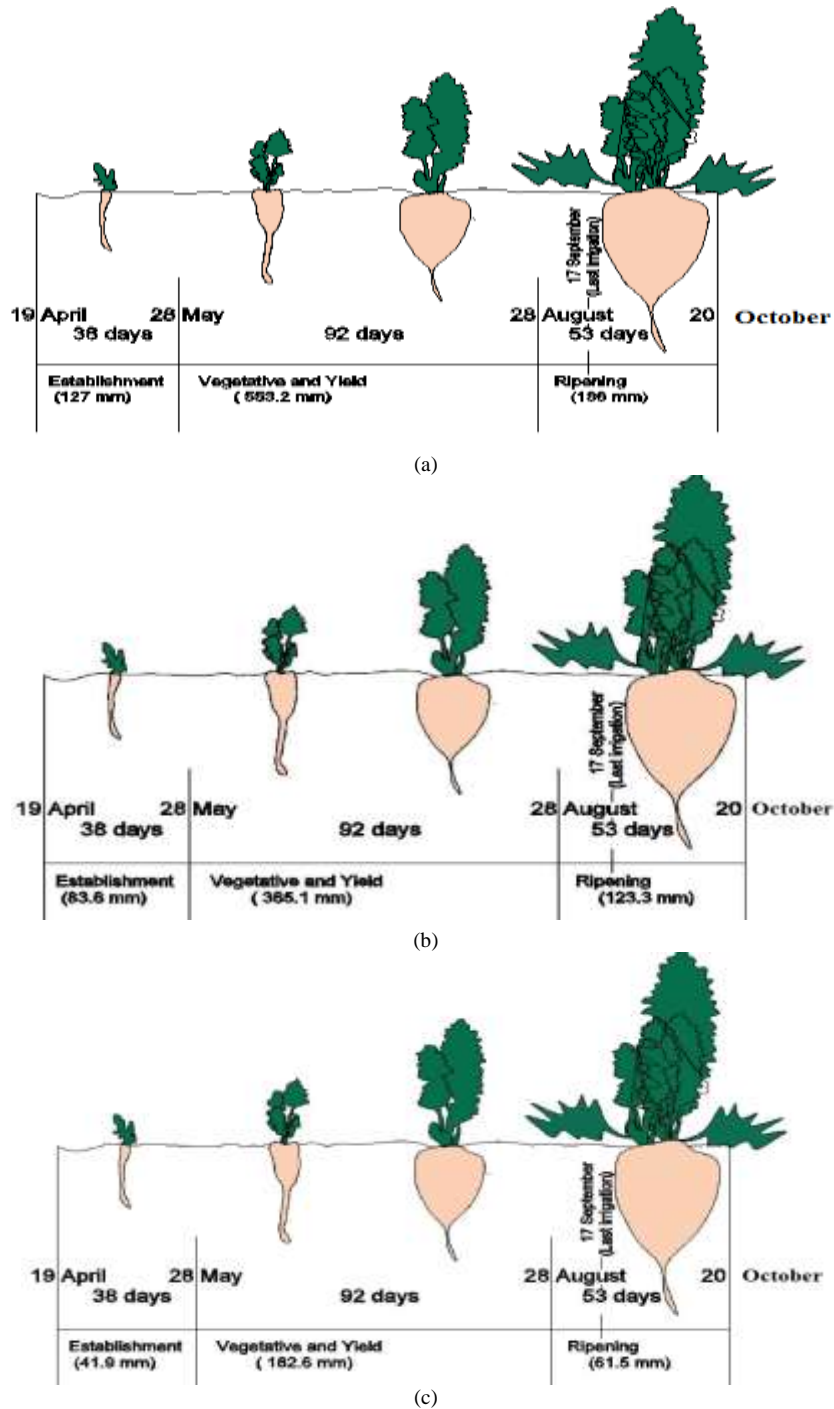


Figure 1. Growing periods of sugar beet and applied water in the treatments of (a) $D_{1.00}$, (b) $D_{0.66}$, and (c) $D_{0.33}$.

treatment (D_{1.00}) throughout the entire growing season were compiled and given in Figure 2a. The tuber and leaf weights reached to 1 276.4 g and 509.2 g, respectively. In the ripening period, applying irrigation water of 186.8 mm provided tuber weight reached to 1351.6 g, while leaf weight decreased to 329.8 g due to leaf senescence. Hence, the applied water of 867 mm in the whole growing period caused sugar beet to gain weight up to 1 351.6 g. It was observed that leaf and tuber development of sugar beet indicated a steady development till June 6 in the establishment period, but after June 6, a rapid growth, especially in the root development, was observed and continued to the date

of August 28, and then exhibited a low increase. Meanwhile, leaf weight increased up to 509.2 g till August 28, then after that day dropped to 204.6 g at harvest time due to leaf senescence. When full water requirement of sugar beet was compensated by drip irrigation system, the tuber weight reached to 1 358.8 g, of which almost 68.5% was water and 31.5% was dry matter, at the same time leaves consisted of 88.5% water and 11.5% dry matter. Therefore, the most important factor affecting sugar beet growth and yield is the amount of irrigation water applied during the whole development period.

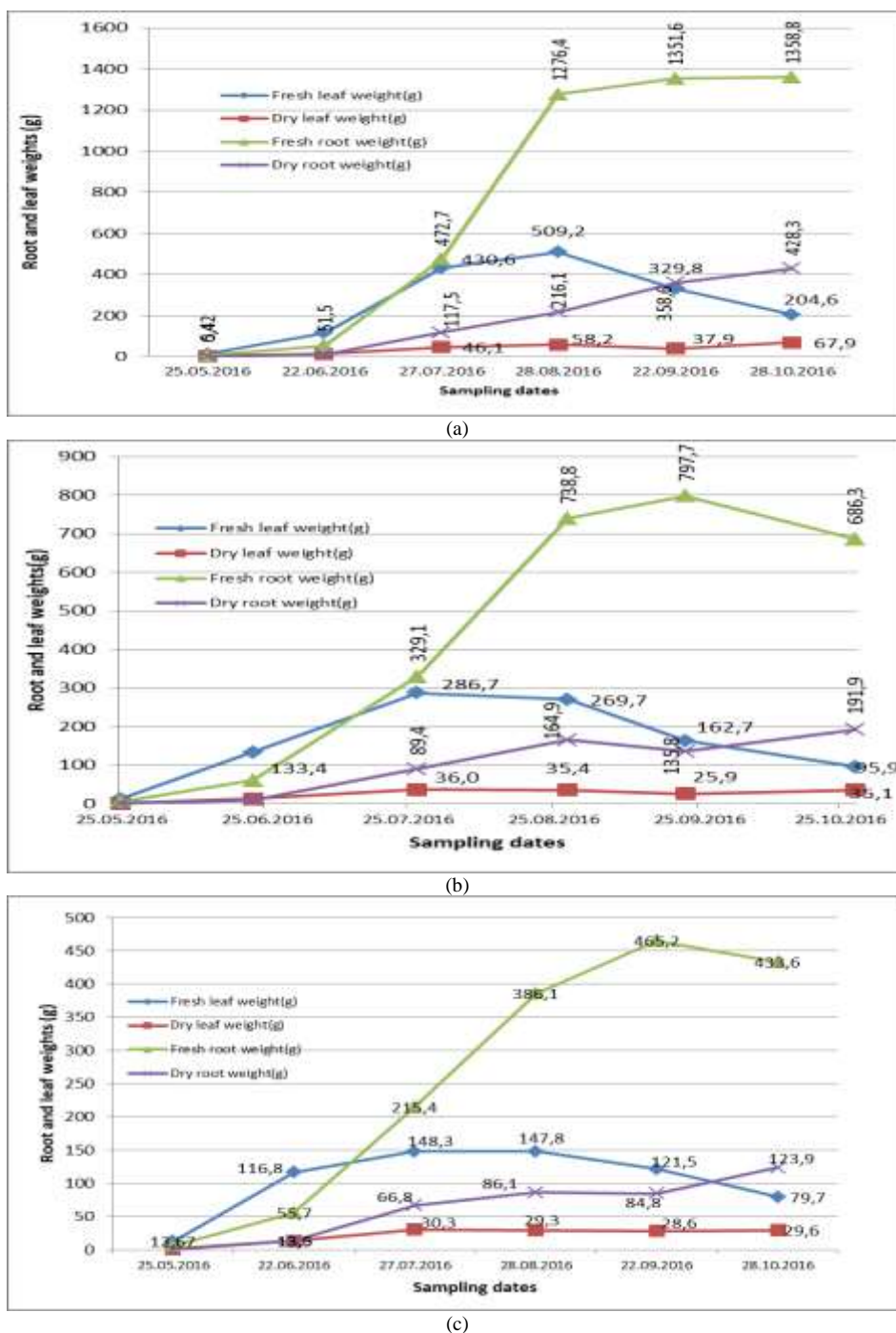


Figure 2. Changes in the weight of root and leaf of sugar beet during crop-growing season under different irrigation levels (a) D_{1.00}, (b) D_{0.66}, and (c) D_{0.33}.

In the moderate deficit irrigation ($D_{0.66}$) treatment: In the present experiment, a 34% reduction in irrigation water in the $D_{0.66}$ treatment reduced yield averagely by up to 6 854 kg da⁻¹. It is evident from the current results that a deficit irrigation treatment was not a suitable irrigation strategy for sugar beet since the results obtained from deficit irrigation of 30% by Şahin et al. (2014) indicating significant yield reduction when deficit irrigation was applied. The amount of water applied and evapotranspiration were 572 mm and 599 mm, respectively (Fig. 1b). In the establishment period applying irrigation water of 83.6 mm allowed the tuber and leaves to reach the weights of 60.5 g and 133.4g respectively, and totally was 193.9 g (Fig. 2b). In the vegetative and yield formation period caused these weights to reach 738.8 g and 269.7 g, respectively. In the ripening period, the applied water was 123 mm and irrigation was terminated on September 17, almost one month ago before harvest. At the harvesting time, the tuber weight decreased to 686.3 g, while there was no reduction in tuber weight in the full irrigation treatment at harvesting time. Therefore, a reduction of irrigation water as 295 mm in the moderate deficit irrigation ($D_{0.66}$) caused a serious yield reduction of 49%.

The fluctuations in fresh and dry weights in the moderate deficit irrigation treatment ($D_{0.66}$) are presented in Figure 2b. In a similar manner, the rapid growth of tuber and leaves were observed in the vegetative and yield formation period, while it was very slow in the establishment period. When the sugar beet had completed its development, the tuber and leaf weights reached to 738.8 g and 269.7 g and also the average weights of them were 65.8% and 71.6% less respectively rather than those of that obtained from the full irrigation treatment. In the present study, a 34% reduction in irrigation water in the $D_{0.66}$ treatment reduced the yield by up to 6854 kg da⁻¹. Water deficit of more than 30% had a negative effect on the root and sugar yields. Regarding quality and yield, the full water requirement of sugar beet need to be met for the whole growing period, and also foliar application of micronutrients caused a slight increase in yield. As seen in Fig. 2b, all development stages of sugar beet in all treatments indicated the similar manner, that is, a rapid growth of the tuber and leaves of sugar beet was observed after June 25. Therefore, it is extremely important to meet the full water requirement of sugar beet for getting high root and sugar yield.

In the severe stress ($D_{0.33}$) irrigation treatment: In the severe stress, a 67% reduction in irrigation water reduced the yield to 4 100 kg da⁻¹, since the amount of water applied was 286 mm. In the establishment period, the application of irrigation water as 41.9 mm caused the tuber and leaf weights to be 55.7 g and 116.8 g, respectively (Fig. 1c). In the second period, the tuber and leaf developments were so weak that they reached to 386.1 g and 147.8 g, respectively, since the amount of water applied has been very low as 182.6 mm for the development periods of 92 days in the vegetative and yield formation period. When the sugar beet completed its development, the tuber and leaf weights reached to 465.2 g and 121.5 g, respectively. These weights, respectively, were 65.8% and 71.6% less than the weights obtained from the full irrigation treatment. In the severe stress treatment ($D_{0.33}$) the yield was very low to get an economical profit. All treatments exhibited same development results on the tube and leaf until June 22, after that a rapid growth on the tuber was observed (Fig. 2c). That's why, the present study indicated that compensating full water requirement of sugar beet during the vegetative and ripening period is so important for root and sugar yield.

Therefore, evapotranspiration was high throughout the vegetative period, if water requirement does not meet at that

period, plants develop stress and when the roots could not take up water at the time they need it, stress development could not be prevented. Hence, water deficit during the middle development stage seems to have a significant effect on the root and sugar yield. The present results correlated well with the findings of Doorenbos and Kassam (1979), who reported that light irrigations were preferred during the emergence period since early over-watering may retard leaf development, and water deficits in the vegetative and yield formation period tend to affect sugar yields more strongly. In the present study, the amount of water applied in the highest ($D_{1.00}$) and the lowest ($D_{0.33}$) treatments indicated that the weight of the tuber was very close to each other in the establishment period. However, the present study indicated that meeting full water demand of sugar beet, especially during the vegetative development period, is the key point of an irrigation strategy. If water scarcity exists, the amount of irrigation water may be dropped to 680 mm for the establishment and vegetative periods, however, a lesser amount will cause severe drought stress on sugar beet yield.

Changes in sugar yield with and without foliar spraying of micronutrients under different irrigation levels: The changes in sugar content against three different water levels under the foliar spraying of micronutrients and not are presented in Figure 3a-3b. In general, sugar beet is very sensitive to water deficits, especially at the time of vegetative and yield formation periods. When available water resources are limited as being in the treatment of $D_{0.33}$ and $D_{0.66}$, root yield considerably decreased and also a little bit decrement occurred in sugar yield, as seen in Figure 3b, when foliar application of micronutrients were not applied. The treatment that full water requirement was compensated and leaf fertilizer was applied caused sugar beet to give the highest sugar yield. However, sugar yield was reduced slightly when only leaf fertilizer was not applied. The rate of reduction in sugar yield was more pronounced in the water deficit of 36% ($D_{0.33}$). This clearly indicates that the efficiency of some cultural activities such as fertilization increases when full water requirement of sugar beet were compensated for the whole growing season. Therefore, the amount of water applied resulted in a significant effect on the yield. Sugar content with foliar spraying of micronutrients was 25.8 kg da⁻¹ per the amount of water of 10 mm, but it decreased to 23.9 kg da⁻¹ (7.4%) when leaf fertilizer was not applied. Singh et al. (2001) reported that tuber dry matter in potato plant increased from 3.8% to 25.1% when the amount of CO₂ was enriched. According to Chaves et al. (2002), stomal closure seems to be the main cause of the decrease in the photosynthetic rate under mild drought conditions. In the experiment, sugar yield significantly decreased in both two deficit irrigation treatments, even foliar spraying of micronutrients was done. It clearly indicates that severe water stress caused stomal closure, which significantly reduces root and sugar yield of sugar beet. Therefore, some cultural activities in field such as fertilization and foliar application of micronutrients in the treatments of both severe ($D_{0.33}$) and moderate water stress ($D_{0.66}$) have resulted in a little bit increment in yield but not as much as the effect of irrigation.

Measurements of plant development parameters for the whole growing season are given in Table 3. Parameters related to development, such as fresh root and leaf weights and LAI, indicated that plant development was negatively affected as the amount of water decreased from 867 mm to 286 mm. In addition to the amount of irrigation, leaf fertilization has a positive effect on the root development which makes the sugar yield high, when full water requirement of sugar beet was compensated for the

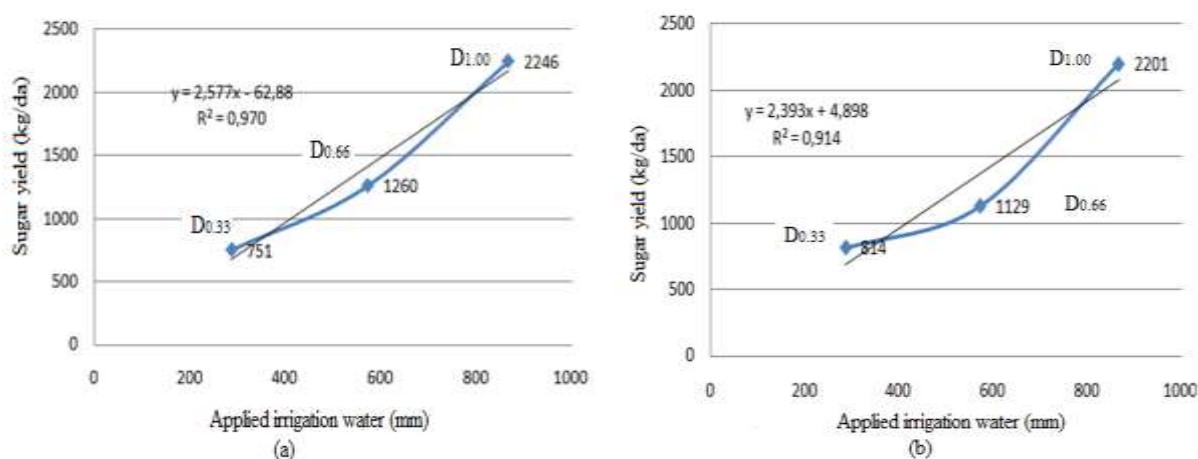


Figure 3. Changes in sugar yield (a) with foliar spraying of micronutrients(b) without foliar spraying of micronutrients.

Table 3. Effects of different water levels and the application of leaf fertilizer on sugar beet development.

Treatments		Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Root height (cm)	Root dia. (cm)	Leaf area (cm ²)	LAI
*With foliar application of micronutrient	D _{1.00}	1695.0 ^a	408.9 ^a	141.7 ^a	48.13 ^a	28.0	13.7 ^a	3089.3 ^a	3.40
	D _{0.66}	698.4 ^b	149.6 ^b	53.0 ^b	23.37 ^b	22.0	10.7 ^b	2014.7 ^b	2.22
	D _{0.33}	394.9 ^c	115.8 ^b	66.7 ^b	17.73 ^b	22.3	8.0 ^c	1797.9 ^b	1.98
*Without foliar application of micronutrient	D _{1.00}	1313.0 ^a	384.1 ^a	204.6 ^a	69.8 ^a	27.4	13.2 ^a	3554.6 ^a	3.91
	D _{0.66}	686.3 ^b	222.6 ^b	95.8 ^b	36.7 ^b	25.2	10.7 ^b	2025.3 ^b	2.23
	D _{0.33}	433.6 ^b	123.2 ^b	79.7 ^b	31.1 ^b	26.6	8.54 ^c	1683.7 ^b	1.85

Differences between values signed with the same small letters are non-significant ($p \leq 0.05$). *Duncan test was performed separately for two subjects to see the effect of the different water levels when applied and not applied of micronutrients.

whole growing season. The highest root weight and sugar yield in the D_{1.00} treatment with foliar application of micronutrients were 1695 g plant⁻¹ and 2246 kg da⁻¹, respectively. This situation may be attributed to, firstly the amount of irrigation water and secondly the application of fertilization. If the full irrigation treatment was taken as a reference, yields were 49% less in the D_{0.66} and 70% less in the D_{0.33} treatments when leaf fertilization was done. The weight of root and leaves decreased in the water stress treatments, even with or without foliar application of micronutrients. [Rassam et al. \(2015\)](#) reported that foliar application of the micronutrients increased the quantity and quality of sugar beet with three times application of micronutrients mixture as 2 l ha⁻¹. Sugar beet growth depends significantly on the amount of water and especially a water deficit of 34% marks the critical level, above which plant development is severely affected. Yield in the D_{0.66} treatment was also considered low as compared with the D_{1.00} treatment, which indicating that even water deficit of 34% inhibited plant development parameters in terms of root weight, diameter, LAI and so on. Therefore, compensating the full water requirement of sugar beet has a significant effect, first on the growth and root yield and also sugar content is able to be increased by the foliar application of micronutrients.

4. Conclusion

The present study indicated that meeting full water demand of sugar beet, especially during the vegetative development period is the key point of an irrigation strategy. Drip irrigation has a crucial importance on the yield of sugar beet to get an economical yield. Hence, it is clear that drip irrigation increases the efficiency of irrigation water and fertilization.

The highest yield was obtained when the full water requirement of sugar beet was compensated for the whole growing period so that foliar application of micronutrients has also a certain amount of increase in sugar yield when the full water requirement of it was compensated. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cv. esperanza has not high tolerance to water deficit, especially deficit irrigation more than 34% of ET has very significant negative effects on vegetative development and sugar yield. Furthermore, water stress considerably affects the fresh and dry weights of root and leaves.

[Stegmen and Bauer \(1997\)](#) reported that vegetative growth was particularly sensitive to internal water deficits and the loss of turgor pressure. Therefore, sugar beet is very sensitive in the initial and crop development stages, the application of water as 680.2 mm by drip irrigation system makes sugar beet cells to become turgid in these periods, hence, this amount of irrigation water prevents the loss of root and sugar yield. If water scarcity exists, water as 186.8 mm need to be saved in the ripening period for preventing more root and sugar yield loss. Thus, it appears that crop is more sensitive to moderate water deficits. The effect of reduced water supply over the total growing period decreased the efficiency of the foliar application of micronutrients.

Present findings were well agree with [Doorenbos and Kassam \(1979\)](#) reported that light irrigations were preferred during emergence period and over-watering in emergence period may retard leaf development and also water restriction should be avoided in vegetative and yield formation periods since affecting sugar yields more strongly. Therefore, drip irrigation system in the experiment increased the yield of sugar beet and application of micronutrients with foliar spraying provided an increment in the root and sugar yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cv.

esperanza The highest root yield was obtained from the full irrigation treatment with foliar application of micronutrients. Hence, these results can be considered as a strategy for the management in sugar beet irrigated by drip irrigation system.

Acknowledgment

Authors are grateful to Scientific Program of Canakkale Onsekiz Mart University (BAP) for the financial support provided Research Project Reference No: FYL-2017-1226.

References

- Albayrak M, Gunes E, Gulcubuk B (2010) The effects of irrigation methods on input use and productivities of sugar beet in Central Anatolia, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 5: 188-195.
- Ayla Ç (1986) Ankara Koşullarında Kısıntılı Su Uygulaması İle Şekerpancarının Su-Verim İlişkisi. *Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Blum A (2005) Drought resistance, water-use efficiency and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* 56, 1159-1168.
- Carruthers A, Oldfield JFT (1960) Methods for the assessment of beet quality. *Intrl.Sugar J.* 63: 137-139.
- Chaves MM, Pereira JS, Maroco J, Rodrigues ML, Ricardo CPP, Osorio ML (2002) How plants cope with water stress in the field, photosynthesis and growth, *Annals of Botany* Vol. 89. pp. 907-916.
- Cleland J (2013) World population growth; past, present and future, *Environ Research Econ* 55: 543-554.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) *Yield Response to Water*, FAO Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 143.
- Dragovic S (2000) *Irrigation*. Edit. Research Institute Of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia, 179.
- Draycott AP, Christenson DR (2003) *Nutrients for Sugar Beet Production*. CABI Publishing, Cambridge, MA. pp. 242.
- Ertas MR (1984) Konya Ovası Koşullarında Sulama Suyu Miktarında Yapılan Kısıntının Şekerpancarı Verimine Etkileri, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Genel Yayın No: 100, Rapor Serisi No: 82.
- Fabeiro C, SantaOlalla M, Lopez R, Dominguez A (2003) Production and Quality of Sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) Cultivated Under Controlled Deficit Irrigation Condition In Semi-Arid Climate. *Agric. Water Manage* 62: 215-227.
- Faber M, Shi S, Bloh WV, Bondeau A, Cramer W (2016) Mediterranean irrigation under climate change: more efficient irrigation needed to compensate for increases in irrigation water requirements. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 20: 953-973.
- Hillel D, Guron Y (1975) Relation between evapotranspiration rate and maize yield. *Water Res.* 9: 743-748.
- Hosseinpour M, Sorooshzadeh A, Aghaalkhani M, Khoramian M, Taleghani DF (2006) Evaluation Of Quantity And Quality Of Sugar beet Under Drip And Furrow Irrigation Methods in North of Khuzestan. *J. Sugar beet* 22(1): 39-57.
- Howell T (2001) Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Argon Journal* 93: 281-289.
- İlbeyi A (2001) Türkiye'de Bitki Su Tüketimleri Tahmininde Kullanılacak Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, s. 179, Ankara (In Turkish).
- Jaggard K W, Dewar AM, Pidgeon JD (1998) The relative effects of drought stress and virus yellows on the yield of sugar beet in the UK, 1980-95. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 130: 337-343.
- Jensen ME, Erie LJ (1971) Irrigation and water management. In: *Advances in sugar beet production: Principle and practices*. (Eds. R.T. Johnson, G.E. Rush, G.I. Hawkes). Iowa State University Press, pp. 189-222.
- Kar G, Kumar A (2007) Effect of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural Water Management* 94: 109-116.
- Katerji N, Mastrorilli M (2009) The effect of soil texture on the water use efficiency of irrigated crops: results of a multi-year experiment carried out in the Mediterranean region. *Euro J. Agron.* 30: 95-100.
- Kiziloglu FM, Sahin U, Angin I, Anapali O (2006) The Effect Of Deficit Irrigation On Water-Yield Relationship Of Sugar beet (*Betavulgaris* L.) Under Cool Season And Semi-Arid Climatic Conditions. *International Sugar Journal* 108: 90-94.
- Masri MI, Hamza M (2015) Influence of foliar application with micronutrients on productivity of three sugar beet cultivars under drip irrigation in sandysoils. *World Journal of Agricultural Sciences* 11(2): 55-61.
- Masri MI, Ramadan BSB, El-Shafai AMA, El-Kady MS (2015) Effect of water stress and fertilization on yield and quality of sugar beet under drip and sprinkler irrigation systems in sandy soil. *International Journal of Agriculture Sciences*, ISSN 2167-0447. Vol. 5(3), pp. 414-425.
- Mahmoodi R, Maralian H, Aghabarati A (2008) Effects of limited irrigation on root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), *African Journal of Biotechnology* Vol. 7(24), pp. 4475-4478.
- Mitchell JH, Siamhan D, Wamala MH, Risimeri JB, Chinyamakobvu E, Henderson SA, Fukai S (1998) The use of seedling leaf death score for evaluation of drought resistance of rice. *Field Crops Research* 55: 129-139. doi: 10.1016/S0378-4290(97)00074.
- Medrano H, Tomás M, Martorell S, Flexas J, Hernández E, Rosselló J, Poub A, Escalona JM, Bota J (2015) From leaf to whole-plant water use efficiency (WUE) in complex canopies: Limitations of leaf WUE as a selection target. *The Crop Journal* 3: 220-228.
- Mousavi SR, Galavi M, Rezaei M (2013) Zinc(Zn) importance for crop production-Areview. *Intel. J. Agron. Plant Production* 4(1): 64-68.
- Ozbay S, Yıldırım M (2018) Root yield and quality of sugar beet under drip and sprinkler irrigation with foliar application of micronutrients, *COMU J. Agric. Faculty* 6(1): 105-114.
- Pidgeon JD, Werker AR, Jaggard KW, Richter GM, Lister DH, Jones PD (2001) Climatic impact on the productivity of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe, 1961-1995, *Agric. For. Meteorol.* 109: 27-37.
- Rassam G, Dashhti M, Dadkhah A, Yazdi KA (2015) Root yield and quality of sugar beet in relation to foliar application of micronutrients. *Annals of West University of Timişoara, ser. Biology XVIII(2)*: 87-94.
- Richter GM, Jaggard KW, Mitchell RAC (2001) Modelling Radiation Interception and Radiation Use Efficiency for Sugar Beet under Variable Climatic Stress, *Agric. For. Meteorol.* 109: 13-25.
- Sahin U, Ors S, Kiziloglu FM, Kuslu Y (2014) Evaluation Of Water Use And Yield Responses Of Drip-Irrigated Sugar beet With Different Irrigation Techniques. *Chilean Journal Of Agricultural Research* 74(3): 302-310.
- Singh B, Minhas JS, Kumar D (2001) Growth, photosynthetic rate and yield responses of potato plants to root zone carbon dioxide enrichment. *J.Indian Potato Assoc.* 28(1): 129-131.
- Stegmen EC, Bauer A (1997) Sugar beet response to water stress in sandy soils, *Transactions of the ASAE*, pp. 469-474.
- Suheri S (2007) Farklı Gelişme Safhalarında Uygulanan Farklı Sulama Seviyelerinin Şeker Pancarı Verimi Üzerine Etkileri, *T.C.Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı*, Konya 2007.

- Tognetti R, Palladino M, Minnocci A, Delfino S, Alvino A (2003) The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agric. Water Manage.* 60(2): 135-155.
- Urbano P, Arroyo JM (2000) Repercusión de la dosificación y frecuencia del riego en el aprovechamiento del agua y en la mejora del rendimiento. Un ejemplo en el cultivo de la remolacha azucarera. II Symposium nacional. Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 536-541.
- Yıldırım M (2010) Water management in coastal areas with low quality irrigation water for pepper growth. *Journal of Coastal Research* 25(5): 869-878.



Farklı sulama seviyelerinin rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) bitkisinde verim ve verim unsurları ile su kullanımına etkisi

Effect of different irrigation levels on yield, yield components and water use in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)

Furkan COBAN¹, Hakan ÖZER¹, Üstün ŞAHİN², Selda ÖRS², Gül YILDIZ³

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum

³Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı, Erzurum

Sorumlu yazar (Corresponding author): F. Coban, e-posta (e-mail): furkan.coban@atauni.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): haozer@atauni.edu.tr, ussahin@atauni.edu.tr, seldaors@atauni.edu.tr, gul.yildiz@dap.gov.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 03 Mayıs 2019
Kabul tarihi 22 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Rezene
Su kısıtı
Tohum verimi
Verim unsurları

ÖZ

Kısıtlı sulama, sınırlı su kaynaklarına sahip kurak ve yarı kurak bölgelerde su tasarrufu sağlamak için uygulanan genel bir stratejidir. Bu araştırma 2014 yılında Erzurum ekolojik koşullarında farklı sulama miktarlarının bitki boyu, dal sayısı, şemsiye sayısı, 1000 meyve ağırlığı ve rezene tohum verimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada dört farklı sulama suyu seviyesi (%100, 80, 60 ve 40) uygulanmıştır. Sulama miktarları A sınıfı kap buharlaşması dikkate alınarak belirlenmiştir. Uygulamalar, üç tekerrürlü şansa bağlı deneme desenine göre düzenlenmiştir. İncelenen parametrelerde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Genel olarak, artan su kısıtı seviyeleri, tohum verimini düşürmüştür ve en yüksek verim, en yüksek su seviyesinin uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Su kaynaklarının verimli kullanılması açısından buharlaşmanın %80 düzeyinde sulamanın daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 02 March 2019
Received in revised form 03 May 2019
Accepted 22 May 2019

Keywords:

Fennel
Water deficit
Seed yield
Yield components

ABSTRACT

Deficit irrigation is a general strategy applied for the saving of water in arid and semi-arid regions with limited water resources. This research was carried out in 2014 in Erzurum ecological conditions in order to determine the impacts of different irrigations quantities on the plant height, the number of branches, the number of umbrella, 1000-fruit weight and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). The study included four different irrigation levels (100%, 80, 60 and 40). Different irrigation levels were adjusted considering the evaporation from a Class A pan located at experiment field. Treatments were arranged in a randomized complete block design with three replicates. Significant differences have been observed in the parameters investigated. In general, the increasing water shortage levels have reduced seed yield and the highest yield was obtained from the plots where the highest water level is applied. In terms of the efficient use of water resources, it was concluded that irrigation application would be more appropriate for 80% of the evaporation.

1. Giriş

Rezene (*Foeniculum vulgare*) dünya çapında önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Umbelliferae familyasına dâhil olan rezene doğal olarak Akdeniz iklim kuşağının bitkisi olmasına rağmen, birçok bölgede ortaya çıkmış ve kültüre alınmıştır (Damjanović ve ark. 2005). Rezene Türkiye’de kuzey, güney ve batı bölgelerinde doğal olarak yetişen bir baharat ve ilaç bitkisidir (Özkan 1999).

Ülkemizde bölgelere göre “meyane, rezane, razıyane” gibi adlarla da tanınan rezene (Karaca 1998), tıbbi ve aromatik bitki

olarak eski çağlardan beri bilinmektedir. Genellikle salatalarda, ekmekte, çeşitli likörlerde ve peynirlerde kullanılır (Damjanović ve ark. 2005). Sebze veya çesni olarak tüketiminin yanı sıra sıvı ekstraktları (kök ve tohum) şekerleme endüstrisinde ve alkolsüz içeceklerde de kullanılmaktadır (Miraldi 1999; Arabacı ve Bayram 2005).

Rezenenin esas kullanılan kısmı kurutulmuş tohumlarıdır. İlaç ve baharat sanayisinde kullanımının yanı sıra bitkisel çay olarak da tüketilmektedir. Halk arasında mide rahatsızlıklarında

gaz söktürücü olarak kullanılmaktadır. Ayrıca süt artıcı etkisi sayesinde kadınlar tarafından yaprağı oldukça sık tüketilmektedir (Kaur ve Arora 2010).

Sınırlı su kaynaklarına sahip kurak ve yarı kurak bölgelerde kısıntılı sulama, su tasarrufu için uygulanan genel bir stratejidir. Su eksikliği koşullarında biyokütle üretiminde bir düşüş ile verimde bir azalma ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, kısıntılı sulama uygulamalarının birçok bitkide su verimliliğini ve ayrıca çiftçilerin net gelirini artırdığı bilinmektedir (Feres ve Soriano 2007). Kısıntılı sulama uygulamaları bitkisel üretim yanında ürün kalitesini de önemli düzeylerde etkileyebilmektedir. Askari ve Ehsanzadeh (2015) ve Chiyaneh ve ark. (2016) su kısıntısının rezene fizyolojisine yönelik parametreler üzerinde önemli değişimler sağladığını gözlemlemişlerdir. Nourimand ve ark. (2012) rezene bitki ağırlıklarında kuraklık stresi altında önemli azalmalar belirlemişlerdir.

Sıcaklık, bitkisel üretiminde en önemli iklim faktörlerinden biridir. Fotosentez, solunum, transpirasyon, bitki fenolojisi ve sonuçta verim sıcaklık ile önemli derecede etkilenebilir (White ve Howden 2010; Hasanuzzaman ve ark. 2013). Sıcaklık ve fotosentez arasında pozitif bir ilişki vardır (Hasanuzzaman ve ark. 2013). Dolayısıyla fotosentez, yüksekliğin artması ile birlikte genellikle sıcaklığın azaldığı yüksek rakımlı bölgelerde önemli seviyelerde etkilenebilir. Ayrıca, kuraklık stresi de fotosentezde önemli düşümlere neden olmaktadır (Askari ve Ehsanzadeh 2015).

Yüksek rakımlı bölgelerde sıcaklık düşmekte, vejetasyon periyodu kısalmakta ve bu durum bitkinin verimi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Rezenede sulama çalışması çok fazla olmamakla birlikte yapılan çalışmalarda genelde rezenenin ihtiyaçlarına uygun sıcaklığın yeterli olduğu düşük rakımlı alanlarda yapılmıştır.

Genel olarak, bitkilerde su stresi verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir. Aynı zamanda yüksek rakımlarda bitki fizyolojisinde de önemli değişimler olabilmektedir. Bu çalışma farklı sulama seviyelerinin yüksek rakımlı yarı-kurak bir bölgede rezene bitkisine uygulanması ve verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait deneme alanında 2014 yılında yaklaşık 1800 m yükseltide yürütülmüştür. Denemede Burdur ilinden temin edilen rezene popülasyonu kullanılmıştır. Çalışmada A sınıfı buharlaşma kabından oluşan kümülatif buharlaşma değerlerinin (50±15 mm) dört farklı bitki-kap katsayısıyla (Kcp) (1,0; 0,80; 0,60; 0,40) düzeltilmesiyle elde edilen miktarlardaki su, farklı sulama suyu düzeyleri olarak rezene bitkisine uygulanmıştır. A sınıfı kabın kurulması ve işletilmesinde Allen ve ark. (1998)'daki yaklaşımlar dikkate alınmıştır.

Erzurum'da yaz ayları oldukça serin geçmektedir. Uzun yıllar ve denemenin yapıldığı yıla ait mayıs-ekim ayları arasındaki bitki gelişme periyoduna ait sıcaklık ortalamaları sırası ile 14.2 ve 16.1C° olmuştur. Deneme yılında en yüksek sıcaklık ağustos (22.2C°) ayında, en düşük sıcaklık ise ekim (9.2C°) ayında kaydedilmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca 270 mm yağış ölçülmüş ve bu yağış miktarı 25 yıllık ortalamanın (208.7 mm) üzerinde olmuştur. Yağışın önemli bir miktarı (109.4 mm) rezene bitkisinin çimlenme periyodu olan Mayıs ayında gerçekleşmiştir.

Uzun yıllar ortalamasına göre mayıs-ekim dönemindeki aylık ortalama nispi nem %57.5, denemenin yürütüldüğü ayların ortalamasında ise nispi nem %52.4 olmuştur. Nispi nem değeri, deneme yılının mayıs ayından (%65.4) ağustos ayına (%37.2) kadar azalmış, eylül (%48.3) ve ekim aylarında (%68.9) tekrar artmıştır.

Drenaj problemi olmayan deneme sahası toprakları US toprak sınıflamasına göre Aridisol'dur (Soil Survey Staff 1992). Denemeler öncesi 60 cm derinliği temsilen alınan örneklerde Klute (1986) ve Page ve ark. (1982) belirtilen yöntemler kullanılarak bazı temel toprak özellikler belirlenmiştir. Tın bünyeli toprağın pH ve elektriksel iletkenlik değeri ile organik madde, CaCO₃, toplam N, P₂O₅ ve K₂O içerikleri için ortalama değerler sırasıyla 7.50, 1.21 dS m⁻¹, %0.60, %1.42, %0.07, 6.80 kg da⁻¹ ve 23.6 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Deneme "Şansa Bağlı Tam Bloklar Deneme" deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 5 m uzunluğunda, 1.2 m genişliğinde 4 sıradan oluşmuştur. Parseller arasında 0,8 m, bloklar arasında 2 m aralık bırakılmıştır. Ekim işlemi 6 mayıs tarihinde dekara 2.5 kg tohum kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada gübre olarak amonyum sülfat (%21) ve triple süperfosfat (%46 P₂O₅) kullanılmıştır. Parsellere dekara 5 kg da⁻¹ P₂O₅ hesabıyla fosforlu gübre ve 7 kg da⁻¹ azot dozları serpmeye olarak verilip, ekim öncesi diskaro ile toprağa karıştırılmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca yabancı otlarla çapalamayla, hastalık ve zararlılarla ilaçlama yapılarak mücadele edilmiştir.

Sulama suyunun uygulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi kontrol ünitesi ve boru hatlarından oluşturulmuştur. İki bitki sırasına bir yerleştirilmiş olan lateral borular 16 mm'lik PE malzemeden olup, damlatıcı aralığı 25 cm olarak seçilmiştir. Damlatıcılar in-line tipli 1 atm'lik işletme basıncında 4.8 l h⁻¹ debi sağlamaktadır. Sulama suyu olarak tuzluluk ve sodyumluluk problemi olmayan (pH: 7.45, elektriksel iletkenlik; 0.295 dS m⁻¹, sodyum adsorbsiyon oranı; 0.48) havuzda dinlendirilmiş yer altı suyu kullanılmıştır. Parsellere uygulanan su sayaçla ölçülerek kayıt altına alınmıştır.

Konulara uygulanacak sulama suyu aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Ertek 2011).

$$d = Epan \times Kcp \times P$$

$$P = Wb / Ws$$

Burada; d: sulama suyu miktarı (mm), Epan: iki sulama arasında kümülatif A sınıfı kap buharlaşması (mm), Kcp: bitki-kap katsayısı, P: bitki örtü oranı, Wb: bitki örtü genişliği (cm) ve Ws: bitki sıra aralığıdır (cm). Kcp katsayıları S₁, S₂, S₃ ve S₄ sulama konuları için sırasıyla 1.0, 0.80, 0.60 ve 0.40 olarak alınmıştır. Bitki örtü oranı minimum 0.30 alınmış bitki büyümesiyle artırılmış 0.80' de sabitlenmiştir.

Araştırmada gözlem, ölçüm ve değerlendirmeler kenarlardan birer sıra ve ortadaki iki sıranın da uç kısımlarından 25'er cm kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra geriye kalan kısımlarda yapılmıştır. Hasat olgunluğu kriteri olarak meyvelerin henüz yeni kahverengileşmeye başladığı dönem esas alınmıştır. Olgunlaşma zamanlarına göre hasat 1 Ekim- 4 Ekim arasında elle yapılmıştır. Daha sonra hasat edilen bitkiler kurutulmaya bırakılmış ve kuruma tamamlandıktan sonra harman edilerek tohumlar çıkarılmıştır. Sulama verimliliğini değerlendirmek için rezenenin tohum verimleri (kg da⁻¹) sulama

suyu miktarına (mm) oranlanarak sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) (kg m^{-3}) hesaplanmıştır (Howell 2001).

Bitki verileri ile IWUE değerleri SPSS paket programı yardımıyla varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş, önemli ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle sınıflandırılmıştır. Ayrıca regresyon tekniği kullanılarak su-verim ilişkileri analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sulama Miktarı

Yetiştirme periyodu (6 Mayıs - 4 Ekim) boyunca deneme alanına yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabında kümülatif buharlaşma miktarı 776.4 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 1). 10 Haziran - 4 Eylül dönemini kapsayan sulama periyodunda S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularına sırasıyla 300.5 mm, 247 mm, 193.5 mm ve 140 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Haziran ayında tüm konulardaki bitkiler eşit su miktarlarıyla sulanmış, bu dönemde toplam 33 mm sulama suyu uygulanmıştır (Şekil 1). S₁, S₂, S₃ ve S₄ konularında sezonluk uygulanan sulama suyu miktarları buharlaşma miktarının sırasıyla %38.7, 31.8, 24.9 ve 18.0' i kadar olmuştur. Solanki ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada rezene bitkisinin su tüketimi yüzey sulamada yaklaşık 800 mm, 1.0, 0.8 ve 0.6 kap katsayılarıyla yapılan damla sulamada 770, 705 ve 555 mm olarak bulunmuştur. Bu yüksek değerlerin çeşit ve bölge farkının etkisinin özel bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülmüştür. Türkiye' de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimi Rehberi (Anonymous 2016) değerleri incelendiğinde ise rezene bitkisi su tüketiminin 400-450 mm arasında değiştiği görülmüştür. Bu bulgulara göre çalışmamızda uygulanan sulama miktarlarının su tüketimi değerlerini aşmadığı anlaşılmıştır.

3.2. Bitki Boyu

Farklı sulama miktarları uygulanarak yetiştirilen rezene bitkisinde ortalama bitki boyları 45.6-58.9 cm arasında değişmiştir (Şekil 2a). En yüksek bitki boyu S₁ uygulanmasında, en düşük ise S₄ uygulamasında elde edilmiştir. Çalışmada sulama miktarları azaldıkça bitki boyunun azaldığı gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak sulama konuları arasındaki fark önemli çıkmasa da S₄ konusu S₁' e göre %22.6'lık bir azalış göstermiş olup pratikte dikkate alınabilir bir değişim olarak değerlendirilebilir. Benzer durum *Foeniculum vulgare* (Zardak ve ark. 2016), *Parthenium argentatum* (Nik ve ark. 2013), *Thymus carmanicus* (Bahreininejad ve ark. 2014), *Salvia officinalis*

(Bettaieb ve ark. 2009), *Mentha pulegium* (Hassanpour ve ark. 2014) gibi bitkilerde görülmüş ve su kısıtı bitki boyunda azalmaya neden olmuştur. Godara ve ark. (2013), daha iyi sulama koşullarının fotosentetik etkiden dolayı daha iyi vejetatif gelişme sağlayacağını ifade etmiştir.

3.3. Dal Sayısı

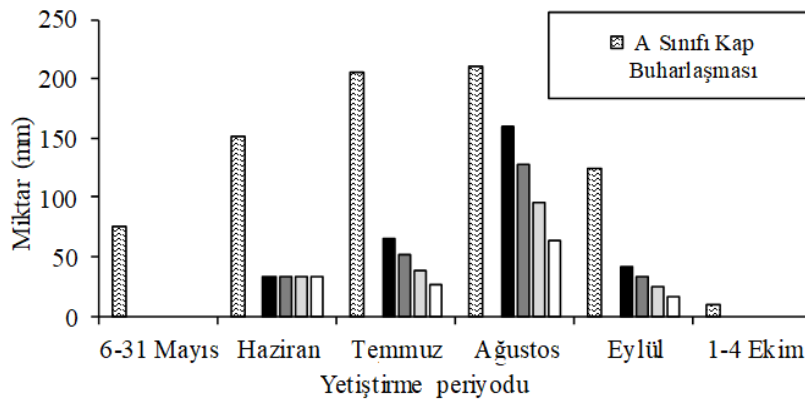
Dal sayısı 5.0-6.5 aralığında değişim göstermiş ve en yüksek dal sayısı en fazla sulanan parsellerden (S₁) elde edilmiştir (Şekil 2b). S₂ uygulaması S₁ uygulamasıyla benzer sonuç sağlamış ve bu iki konu aynı grupta yer alan S₃ ve S₄ uygulamalarından önemli düzeyde ($p < 0.01$) farklı bulunmuştur. Sonuç olarak sulama miktarının azalmasıyla dal sayısı azalış göstermiştir. Nitekim en düşük dal sayısı en az sulanan parsellerden elde edilmiştir. Çalışmamızla uyumlu bir şekilde Ozturk ve ark. (2004), *Melissa officinalis*'de yürütmüş oldukları çalışmada su kısıtı arttıkça dal sayısının azaldığını belirtmişlerdir.

3.4. Şemsiye Sayısı

Rezene bitkisinde şemsiye sayısı sulama miktarlarından önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiş ve 6.7-10.5 arasında değişim göstermiştir (Şekil 2c). En fazla şemsiye sayısı en fazla sulama suyu uygulanan S₁ parsellerinde, en düşük şemsiye sayısı ise en az sulanan S₄ parsellerinden elde edilmiş S₄' e göre %36.2' lik bir azalışa yol açmıştır. Bettaieb ve ark. (2011), kimyonda şemsiye sayısının su kısıtı arttıkça azaldığını fakat sonra ki seviyelerinde kararsız bir eğilim gösterdiğini belirtmiştir. Benzer durum çalışmamızda da gözlemlenmiştir.

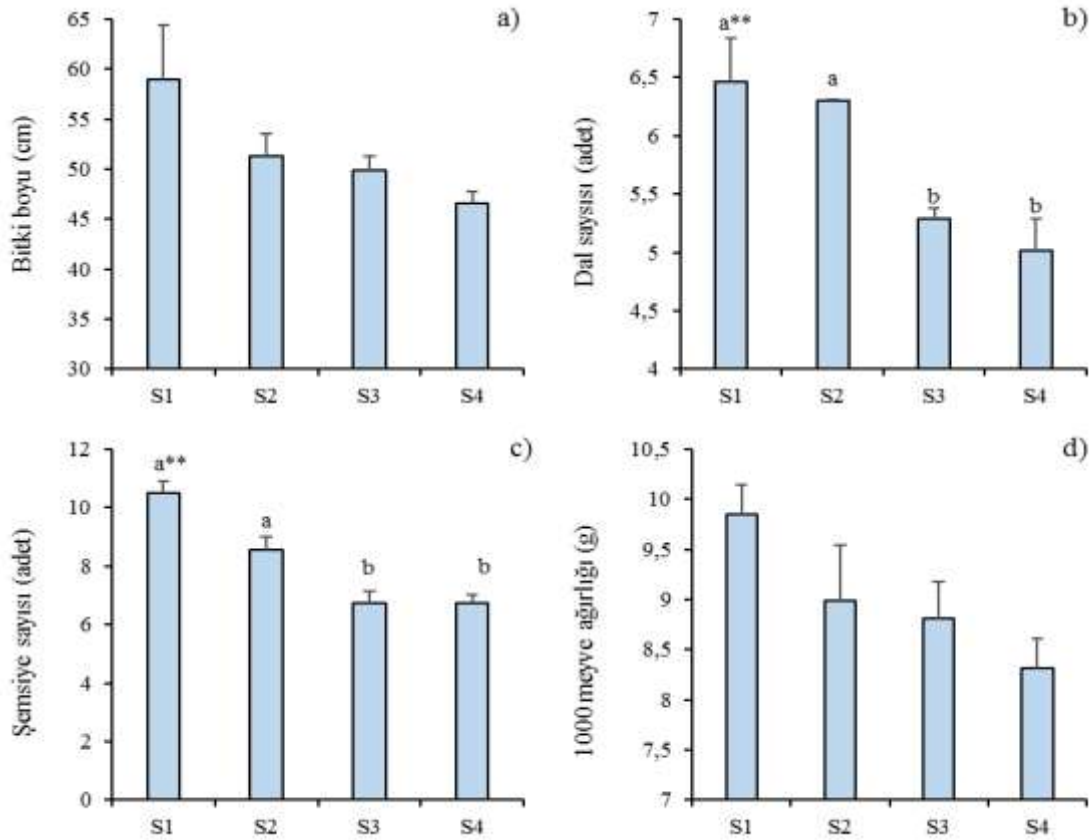
3.5. 1000-meyve ağırlığı

Rezenede farklı su kısıtı uygulamalarının etkisi Şekil 2d' de gösterilmiştir. Bin meyve ağırlığı 8.31 g ile 9.85 g arasında değişmiştir. Sulama miktarı azaldıkça yani kısıt seviyeleri arttıkça bin meyve ağırlığında azalmaların olduğu belirlenmiş ve en yüksek bin meyve ağırlığı en fazla sulanan parsellerden elde edilmiştir. S₄ konusunda azalma miktarı %15.6' ya ulaşmıştır. Askari ve Ehsanzadeh (2015), rezene bitkisinde yürütmüş oldukları çalışmada su kısıtı arttıkça 1000-meyve ağırlığının azaldığı bildirmiştir. Ayrıca diğer bitkiler üzerinde yürütülen su stresi çalışmalarından *Brassica napus* L. bitkisinde bin tane ağırlığının su kısıtı arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Shiranirad ve Zandi 2012; Mirzaei ve ark. 2013). Yukarıda belirtilen çalışmalar çalışmamızla benzerlik göstermiştir.



Şekil 1. Yetiştirme periyodu aylık buharlaşma ve sulama miktarları.

Figure 1. Monthly evaporation and irrigation quantities during the growing season.



Şekil 2. Farklı sulama miktarlarının rezene bitkisinde a) bitki boyu b) dal sayısı c) şemsiye sayısı d) 1000-meyve ağırlığı üzerine etkileri. ** %1 seviyesinde önemlidir.

Figure 2. Effect of different irrigation levels on the a) plant height b) branches plant⁻¹ c) umbrella plant⁻¹ d) 1000-seed weight of fennel plant. ** Significant at the 0.01 level.

3.6. Tohum verimi (kg da⁻¹)

Rezene bitkisi genel olarak tohumu için yetiştirilen ve suya olumlu tepki veren bir bitki olarak bilinmektedir. Çalışmamızda tohum veriminin 22.79 kg da⁻¹ ile 37.34 kg da⁻¹ arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Şekil 3). Tohum verimi sulama miktarlarından çok önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiştir. Azalan sulama miktarları tohum verimini azaltmış dolayısıyla en yüksek tohum verimi en fazla sulamanın yapıldığı parsellerden elde edilmiştir.

En fazla su miktarıyla sulama yapılan parsellerde tohum verimi, en az su miktarıyla sulanan parsellere göre %63.8 daha fazla olmuştur. Uygulanan su miktarı ile tohum verimi arasında önemli ($p < 0.01$) doğrusal ilişki belirlenmiştir (Şekil 4). Benzer olarak, Semiz ve ark. (2012) tuzlu koşullar altında rezene bitkisinde evapotranspirasyon ile verim arasında önemli doğrusal bir ilişki belirlemiştir.

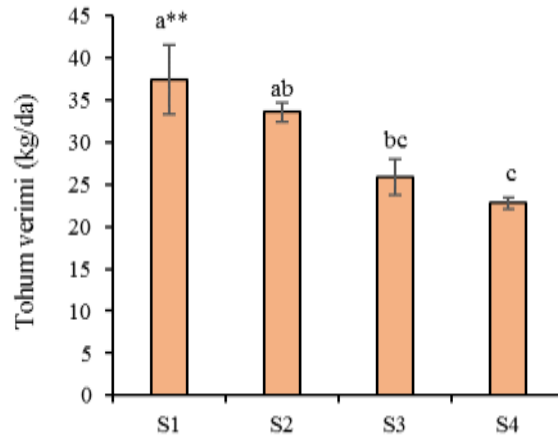
Rezene bitkisinde sulamayla tohum veriminin arttığı önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (Jat ve ark. 2015; Meena ve ark. 2016). Benzer durum, kimyon (Seghatoleslami 2013), kişniş (Aliabadi ve ark. 2008; Angeli ve ark. 2016) ve anason (Aloghareh ve ark. 2013) bitkilerinde de gözlemlenmiştir. Öte yandan Zardak ve ark. (2016), tarafından rezenede yürütülen çalışmada tohum verimi, kuraklık stresi uygulamalarına kararsız bir tepki göstermiş ve en yüksek tohum verimi orta düzeydeki kuraklık uygulamalarından elde edilmiştir. Genel olarak su kısıtı uygulamaları tohum verimi üzerine çiçeklenme döneminde, sapa kalkma dönemine göre daha fazla etki göstermektedir (El

Balla 2013). Benzer durum, meyvelerinden yararlanılan bitki olan rezene içinde geçerlidir. Su stresi, yaprakların gaz alışveriş özellikleri, asimilatların kaynaktan depoya taşınmasında ve kuru maddelerin generatif ve vejetatif bitki organları arasındaki paylaşımındaki bozulmalar nedeniyle tohum verimini azaltıcı etki göstermektedir (Zhou ve ark. 2013). Su stresi fotosentez kapasitesinin azalması, stomaların kapanması ve karbonhidrat miktarının azalması gibi fizyolojik durumlar sonucunda da potansiyel verimi azaltmaktadır (Flexas ve ark. 2013).

3.7. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği

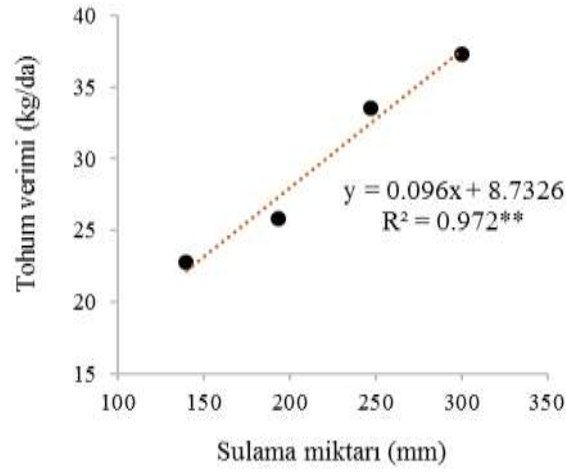
Birim suya karşılık alınan tohum verimi değişimini gösteren sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) S₁ uygulamasında en düşük (0.124 kg m⁻³) ve S₄ uygulamasında en yüksek (0.163 kg m⁻³) olarak belirlenmiş, uygulamalar arasında fark önemli bulunmuştur (Şekil 5). En az sulanan uygulama (S₄) en fazla sulanan uygulamaya göre IWUE' de %31.5' lik bir artış belirlenmiştir. Benzer olarak Hassan ve Ali (2014), kişniş bitkisinde A sınıfı kap buharlaşma değerinin %40'ı düzeyinde damla sulama yöntemiyle sulama suyu uygulamasının en yüksek IWUE değerini verdiğini, en düşük değer ise en fazla sulanan uygulamadan elde edildiğini ifade etmiştir.

Bulgularımıza göre, IWUE değerlerindeki artışın sulama miktarlarının azalmasından kaynaklandığı söylenebilir, çünkü IWUE değerleri ve sulama miktarları arasında, IWUE değerleri ile verim arasındakine kıyasla daha yüksek doğrusal korelasyon elde edilmiştir (Şekil 6).



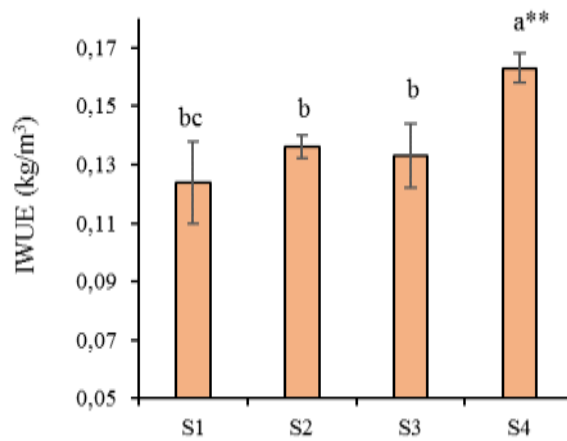
Şekil 3. Farklı sulama miktarlarının rezene bitkisinde tohum verimi üzerine etkileri. ** %1 seviyesinde önemlidir.

Figure 3. Effect of different irrigation levels on the seed yield of fennel plant. ** Significant at the 0.01 level.



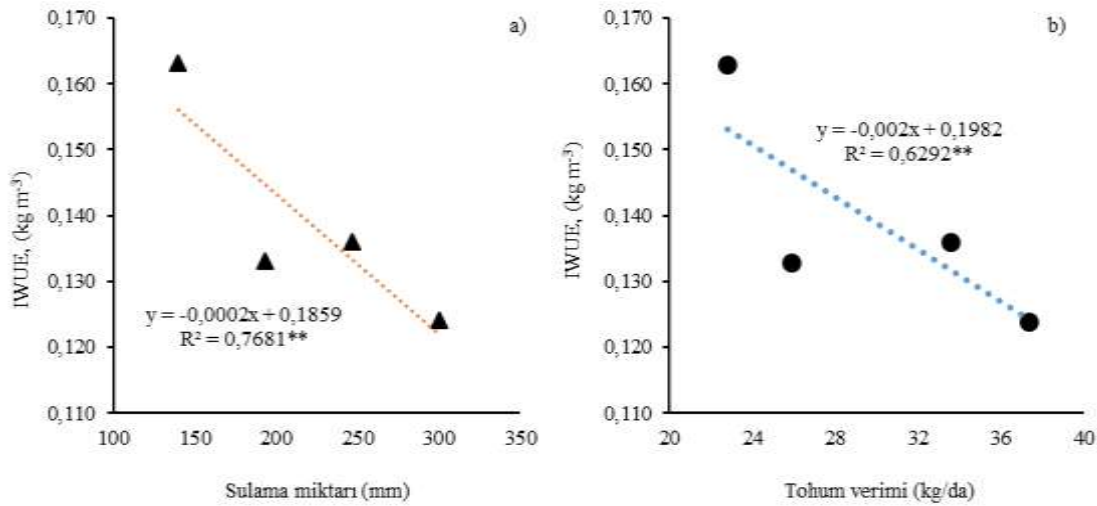
Şekil 4. Sulama miktarı-tohum verimi ilişkisi. ** %1 seviyesinde önemlidir.

Figure 4. Relationship between irrigation quantities and seed yield. ** Significant at the 0.01 level.



Şekil 5. Farklı sulama miktarlarında sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE). ** %1 seviyesinde önemlidir.

Figure 5. Irrigation water use efficiency in different irrigation level. ** Significant at the 0.01 level.



Şekil 6. Sulama suyu kullanım etkinliği ile a) sulama miktarı b) tohum verimi (kg da⁻¹) arasındaki ilişkiler. ** %1 seviyesinde önemlidir.

Figure 6. Relationship between irrigation water use efficiency and a) irrigation quantities b) seed yield. ** Significant at the 0.01 level.

4. Sonuç

Deneme sonuçları incelendiğinde sulama suyunun uygulanma oranlarına bağlı olarak verim değerleri beklenildiği üzere azalmıştır. Bu bağlamda A sınıfı kaptan olan buharlaşma miktarının tamamının ($K_{cp} = 1$) dikkate alınması durumunda verim en yüksek olmuştur. Ancak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinin hâkim olduğu ülkemizde giderek bitki yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama koşulları hâkim olmaktadır. Bu çalışma ile rezene bitkisinin hangi sulama seviyesine kadar ekonomik üretiminin sürdürüleceğini belirlemek adına sonuçlar değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarına bakıldığında en fazla sulamanın yapıldığı S₁ uygulamasında %60 oranında kısıtlı sulama yapılan S₄ uygulamasına göre sulama suyunun etkin kullanımını açısından yaklaşık %53,4 oranında bir tasarruf sağlamıştır. Bunun yanı sıra tohum verimi %38,9 oranında bir azalma göstermiştir. Ancak sulama miktarındaki daha fazla azalma tohum verimi açısından en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Yetiştiricilik yapılan bölgedeki sulama masrafları ve su miktarı göz önüne alındığında bu verim azalması sulama kullanım etkinliğindeki artış ile beraber değerlendirildiğinde ülkemizde pek çok bölgede tercih edilebilecek bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde sulama suyu miktarının kısıt konuları belirlenirken bitkinin strese karşı verdiği verim tepkileri ile sulama uygulamalarının gerek iş gücü gerekse ekonomik parametreleri değerlendirilerek uygun bir kombinasyonla en ekonomik seçeneğin oluşturulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Aliabadi FH, Lebaschi MH, Hamidi A (2008) Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, phosphorus and water stress on quantity and quality characteristics of coriander. *Advances in Natural and Applied Sciences* 2(2): 55-59.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.
- Aloghareh RR, Tahmasebi BK, Safari A, Armand R, Odivi AG (2013) Changes in essential oil content and yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different irrigation regimes.

International Journal of Agriculture and Crop Sciences 6(7): 364-369.

- Anonymous (2016) Türkiye’ de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimi Rehberi. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Angeli KP, Delazari FT, Nick C, Ferreria MG, da Silva DJ (2016) Yield components and water use efficiency in coriander under irrigation and nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 20(5): 415-420.
- Arabacı O, Bayram E (2005) Rezenede (*Foeniculum vulgare* Mill.) Farklı Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Verim ve Bazı Önemli Özellikler Üzerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya, s. 529-534.
- Askari E, Ehsanzadeh P (2015) Drought stress mitigation by foliar application of salicylic acid and their interactive effects on physiological characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum* 37(2): 4.
- Bahreinnejad B, Razmjoo J, Mirza M (2014) Effect of water stress on productivity and essential oil content and composition of *Thymus carmanicus*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 17(5): 717-725.
- Bettaieb I, Zakhama N, Wannas WA, Kchouk ME, Marzouk B (2009) Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae* 120(2): 271-275.
- Bettaieb I, Knioua S, Hamrouni I, Limam F, Marzouk B (2011) Water-deficit impact on fatty acid and essential oil composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) aerial parts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(1): 328-334.
- Chiyaneh ER, Salmasi SZ, Golezani KG, Delazar, A (2016) Physiological responses of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) to water limitation. *Büm/shinâsi-i kishâvarzî* 4:347-355.
- Damjanović B, Lepojević Ž, Živković V, Tolić A (2005) Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO₂: comparison with hydrodistillation. *Food Chemistry* 92(1): 143-49.
- El Balla MMA, Hamid AA, Abdelmageed AHA (2013) Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical Conditions of Sudan. *Agricultural Water Management* 121: 149-157.
- Ertek A (2011) Importance of pan evaporation for irrigation scheduling and proper use of crop-pan coefficient (K_{cp}), crop coefficient (K_c) and pan coefficient (K_p). *African Journal of Agricultural Research*, 6(32): 6706-6718.

- Fereres E, Soriano MA (2007) Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany* 58: 147-159.
- Flexas J, Niinemets Ü, Gallé A, Barbour MM, Centritto M, Diaz-Espejo A, Douthe C, Galmés J, Ribas-Carbo M, Rodriguez PL, Rosselló F (2013) Diffusional conductances to CO₂ as a target for increasing photosynthesis and photosynthetic water-use efficiency. *Photosynthesis Research* 117(1-3): 45-59.
- Godara SR, Verma IM, Gaur JK, Bairwa S, Yadav PK (2013) Effect of different levels of drip irrigation along with various fertigation levels on growth, yield and water use efficiency in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *The Asian Journal of Horticulture* 8: 758-762.
- Hasanuzzaman M, Nahar K, Fujita M (2013) Extreme temperature responses, oxidative stress and antioxidant defense in plants. In: *Abiotic Stress-Plant Responses and Applications in Agriculture*, K. Vahdati and C. Leslie (eds.). InTech. 169-205.
- Hassan FAS, Ali EF (2014) Impact of different water regimes based on class-A pan on growth, yield and oil content of *Coriandrum sativum* L. plant. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 13(2): 155-161.
- Hassanpour H, Khavari-Nejad RA, Niknam V, Razavi K, Najafi F (2014) Effect of penconazole and drought stress on the essential oil composition and gene expression of *Mentha pulegium* L.(Lamiaceae) at flowering stage. *Acta Physiologiae Plantarum* 36(5): 1167-1175.
- Howell T (2001) Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal* 93(2): 281-289.
- Jat ML, Shivran AC, Puniya MM, Boori PK, Ola BL, Verma HP (2015) Effect of drip irrigation scheduling on growth and seed production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under semi-arid agro-climatic condition *International J. Seed Spices* 5(2): 67-73.
- Karaca A (1998) Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) ve Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Bitkilerinde Fenolojik, Morfolojik ve Bazı Teknik Özellikler Üzerinde Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kaur GJ, Arora DS (2010) Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae-Current status. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(2): 087-094.
- Klute A (1986) *Methods of Soil Analysis: Physical and Mineralogical Properties. Part I, Second Edition.* ASA- SSSA Agronomy No: 9, Madison, WI.
- Nik ZB, Mirza M, Ghaffari M (2008) Effect of drought stress on growth and essential oil contents in *Parthenium argentatum* Gray. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 11(4): 423-429.
- Nourimand M, Mohsenzadeh S, da Silva JAT (2012) Physiological responses of fennel seedling to four environmental stresses. *Iranian Journal of Science & Technology A1*: 37-46.
- Meena M, Sagarka BK, Das T, Poonia TC (2016) Effect of drip irrigation and nitrogen levels on growth parameters and yield of drilled rabi fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in Saurashtra region of Gujarat. *Res. Environ. Life Sci* 9(1):97-99.
- Miraldi E (1999) Comparison of the essential oils from ten *Foeniculum vulgare* Miller. samples of fruits of different origin. *Flavour and Fragrance Journal* 14(6): 379-382.
- Mirzaei A, Naseri R, Moghadam A, Esmailpour-Jahromi M (2013) The effects of drought stress on seed yield and some agronomic traits of canola cultivars at different growth stages. *Bulletin Environmental Pharmacology Life Science* 2: 115-121.
- Ozturk A, Unlukara A, Ipek A, Gurbuz B (2004) Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Botany* 36(4): 787-792.
- Özkan F (1999) Tatlı Rezenede Bitki Sıklığının Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Page AL, Miller RH, Keeney DR (1982) *Methods of Soil Analysis: Chemical and Microbiological Properties. Part II, Second Edition.* ASA-SSSA Agronomy No: 9, Madison, WI.
- Seghatoleslami M (2013) Effect of water stress, bio-fertilizer and manure on seed and essential oil yield and some morphological traits of cumin. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(6): 1268-1274.
- Semiz GD, Ünlükara A, Yurtseven E, Suarez DL, Telci İ (2012) Salinity impact on yield, water use, mineral and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences* 18: 177-186.
- Shiranirad AH, Zandi P (2012) The effect of drought stress on qualitative and quantitative traits of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Agriculture* 99: 47-54.
- Soil Survey Staff (1992) *Keys to Soil Taxonomy. Fifth Edition.* SMSS Technical Monograph No: 19, Pocahontas Pres. Inc., Blacksburg.
- Solanki RM, Vasava MS, Gohil BS (2017) Influence of drip irrigation and fertility levels on growth, yield and water use efficiency of drilled rabi fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.). *International Journal of Science, Environment and Technology* 6(3): 1972-1978.
- White DH, Howden SM (2010) Climate and its effects on crop productivity and management. In: *Soils, Plant Growth and Crop Production, Vol-I*, W.H. Verheye (ed.). EOLSS Publishers Co Ltd. pp. 44-78.
- Zardak SG, Dehnavi MM, Salehi A, Gholamhoseini M (2016) Responses of field grown fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to different mycorrhiza species under varying intensities of drought stress. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 5: 16-25.
- Zhou S, Duursma RA, Medlyn BE, Kelly JW, Prentice IC (2013) How should we model plant responses to drought? An analysis of stomatal and non-stomatal responses to water stress. *Agricultural and Forest Meteorology* 182: 204-214.



Adana ilinde maksimum ve minimum sıcaklıkların gidiş analizi

Trend analysis of the maximum and minimum temperature in Adana

Mete ÖZFİDANER¹, Duygu ŞAPOLYO², Fatih TOPALOĞLU²

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): M. Özfidaner, e-posta (*e-mail*): mete.ozfidaner@tarimorman.gov.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): dysapolyo@gmail.com, topaloglu@cu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 07 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 03 Mayıs 2019
Kabul tarihi 27 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Sıcaklık
Mann-Kendall sıra korelasyon testi
Gidiş

ÖZ

Küresel iklim değişikliği yaygın olarak sıcaklık, yağış, buharlaşma, nem, güneşlenme şiddeti, rüzgâr gibi parametreler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilebilmektedir. Bu parametrelerden hava sıcaklığı ve yağış, genellikle iklim değişikliği konusunda diğer parametrelere göre daha fazla öneme sahiptir. Bu çalışmada Adana ilinde aylık maksimum ve minimum sıcaklıklardaki olası gidişin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Adana'da bulunan 17351 (Adana) numaralı istasyona ait 59 yıllık (1960–2018) minimum ve maksimum sıcaklık verilerinin gidişini belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testi uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiği zaman, maksimum sıcaklıklarda 7 defa artış eğilimi belirlenmiştir. Adana istasyonunda önemli artış eğilimi Şubat ve Ağustos ayında görülmüştür. Ayrıca Mayıs-Temmuz ve Kasım aylarında azalma eğilimleri tespit edilmiştir. Yıllık maksimum sıcaklık verilerinde artma eğilimi önemsiz bulunmuştur. Minimum sıcaklık verilerinde ise yıl boyunca artış eğilimleri bulunmuştur. Özellikle yaz ve sonbaharın başlangıcında minimum sıcaklıklarda önemli artışlar belirlenmiştir. Yıllık minimum sıcaklıklarda istasyonda önemli artış gözlemlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 07 March 2019
Received in revised form 03 May 2019
Accepted 27 May 2019

Keywords:

Temperature
Mann-Kendall rank correlation test
Trend

ABSTRACT

Global climate change can be identified as a result of studies on parameters such as temperature, precipitation, evaporation, humidity, sun intensity, and wind. Temperature and precipitation among these parameters are generally more important than the others on climate change. In this study, determination of possible monthly maximum and minimum temperatures in Adana were aimed. For this purpose the non-parametric Mann-Kendall rank correlation test was applied to determine the trends in minimum and maximum temperatures data 59 years between 1960-2018 collected at 17351 numbered station (Adana). When the results obtained in the study were examined, the maximum temperature in the test results were determined in the trends to increase 7 times. Significant upward trends were observed in Adana station in February and August. Also decreasing trend in May-July and October -November were identified. The annual maximum temperature had not significant increasing trend in the data. In the Adana station, the minimum temperature data was found an upward trend throughout the year. Significant increases were determined at minimum temperatures, especially summer and at the early autumn. A significant increase in the station was observed at annual minimum temperatures.

1. Giriş

İlkel toplumdun günümüze kadar her alanda yaşanan gelişim, beraberinde birçok sorunu getirmiştir ve getirmeye devam etmektedir. Nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşmenin sonucu olarak ortaya çıkan, karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınımı gibi insan faaliyetleri; sıcaklığı, yağışları etkilemekte ve küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğal nedenlere bağlı olarak uzun yıllarda yavaş yavaş değişim gösteren iklim, artık günümüzde önemli derecede

hissedilebilecek hızlı bir değişim sürecine girmiştir. Geçtiğimiz son 20-30 yıl, en azından 1400 yılından günümüze kadar ki dönemde karşılaşılan en sıcak yıllar olarak gözükmektedir (Türkeş ve ark. 2002). 19. Yüzyılda hız kazanan sanayi devrimi ile birlikte atmosferdeki konsantrasyonu artan ve sera gazları olarak adlandırılan gazların (karbondioksit, metan, azot oksitler, florokloro karbonlar vb.) yeryüzünden yayılan uzun dalga radyasyonu tutması nedeniyle ortalama yüzeysel hava

sıcaklıklarında belirgin bir artış saptanmıştır. Nitekim geçen yüzyılda 1906 ile 2005 arasında küresel ortalama sıcaklıkta 0.74°C'lik bir artış olduğu belirlenmiştir (IPCC 2007). İklim değişikliği ve küresel ısınma yaygın olarak sıcaklık, yağış, buharlaşma, nem, güneşlenme şiddeti, rüzgâr gibi parametreler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilebilmektedir. Bu parametrelerden hava sıcaklığı ve yağış, iklim değişikliği konusunda diğer parametrelere göre daha fazla öneme sahiptir. Sıcaklık ve yağış parametreleri hakkında elde edilen doğru bilgi, su kaynaklarının optimum kullanımı, sel ve kuraklık kontrolü, iklim değişikliğinin değerlendirilmesi ve etkin su yönetimi için önemli bir başlangıç noktasıdır. Su kaynaklarının, yağış üzerine (Özfidaner 2007; Topaloğlu ve Özfidaner 2012; Özfidaner ve ark. 2015, Özfidaner ve ark. 2016), sıcaklık üzerine (Salinger ve ark. 2001), Özfidaner ve ark. 2015), akım üzerine (Topaloğlu 2006a, b; Topaloğlu ve ark. 2012), tarımsal faaliyetlerdeki ve arazi kullanımındaki (Gebert ve Krug 2006) değişikliklere karşı son derece hassas olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye iklim değişikliğinin olumsuz etkileri açısından "risk grubundaki ülkeler" arasında sayılmaktadır (Yamanoğlu 2006; Anonim 2014).

Türkes ve ark. (2002), çalışmasında iklim değişikliğinde beklenen bir sonucu olarak, geçen on yılda, Akdeniz havzası ve çevresindeki ülkeler için, uzun süreli yüzey hava sıcaklığı değişimleri ve eğilimleri ile Akdeniz havzası boyunca etkili olan atmosfer dolaşımı tipleriyle bağlantılı değişimler ve anomaliler konusunda çok sayıda çalışma yapıldığını belirtmişlerdir. Türkiye için yapılan çalışmaların sonuçlarına göre (Türkes 1995; Türkes ve ark. 1995; Kadioglu 1997; Tayanç ve ark. 1997), Türkiye'nin büyük bir bölümünde, yıllık ve mevsimlik ortalama yüzey hava sıcaklıklarında, özellikle yaz mevsiminde, genel bir azalma (soğuma) eğiliminin olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, Türkiye'nin büyük bir bölümünde, mevsimlik minimum sıcaklık dizilerinde genel bir artma (ısınma) eğilimi ve maksimum sıcaklık dizilerinde -ilkbahar dışında- genel bir azalma eğiliminin belirgin olduğu bulunmuştur (Türkes ve ark. 1996). Ancak, bu durum son 10 yılda, özellikle yılın sıcak döneminde, değişmeye başlamıştır (Erlat 1998, 1999; Türkes 2000). Türkiye ortalama ve maksimum sıcaklıklarda soğuma eğilimleri zayıflamış ve daha az anlamlı hale gelmiştir (Türkes ark. 2002). Karabulut (2012) Doğu Akdeniz de 1965-2008 yılları arası maksimum ve minimum sıcaklıklarda belirgin artışların gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca mevsimsel olarak da önemli artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Efe ve ark. (2015) Türkiye genelinde yaptıkları çalışmada maksimum ve minimum sıcaklıklarda Akdeniz bölgesinde genel olarak azalma eğilimi belirlemişlerdir. Özfidaner ve ark. (2015) çalışmasında Mersin istasyonunda minimum sıcaklıklarda bütün aylar da önemli artış, Silifke istasyonunda ise ilkbahar ve yaz aylarında önemli artış belirlemiştir. Maksimum sıcaklıklarda ise Silifke istasyonunda Mayıs ve Ekim aylarında azalma diğer aylarda artış, Mersin istasyonunun da ise Mart ayında azalma belirlenirken yaz aylarında önemli artış eğilimleri belirlemiştir. Yıllık maksimum ve minimum sıcaklık verilerinde ise iki istasyon içinde önemli artış bulunmuştur.

Dünyada ve Türkiye'de, sıcaklık (Kömüşçü 1998; Yue ve Wang 2002; Türkes 2004; Özfidaner ve ark. 2015), eğilimi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Türkiye sıcaklık gözlemlerinde kullanılan istasyonlarının yeterli sıklıkta kurulmaması, kayıt süresinin istatistiksel çalışmalara imkan verecek ölçüde uzun olmaması, doğal afetler, insan etkisi, gözlem metodu ve verilerin saklanmasıdaki sistematik hatalar gibi birçok faktörün etkisiyle rastgele olma özelliğini kaybederek heterojen özellik

göstermeye başlaması gibi nedenlerden dolayı da sıcaklıklarda zamanla görülebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin de plan, proje ve işletilmesinde göz önüne alınması gerekmektedir. Bu nedenle, bu tür çalışmalara başlamadan önce, verilerin gidiş özelliğinin kontrol edilmesi gereklidir (Topaloğlu 2006a).

Bu çalışma Adana'da aylık maksimum ve minimum sıcaklıklardaki olası gidişin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Adana ilinde bulunan 17351 numaralı istasyona ait 59 yıllık (1960–2018) sıcaklık verisinin gidişini belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testi uygulanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada; Akdeniz bölgesinde bulunan, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen Adana istasyonunun 1960–2018 yılları arasında ölçülen aylık minimum ve maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu kayıt döneminin seçilmesinin temel nedeni, aynı kayıt dönemine sahip en fazla sayıda istasyonun bu yıllar arasında olmasıdır.

2.2. Yöntem

Bir yağış ya da sıcaklık gözlem istasyonunun verileri zaman içinde sürekli artar veya azalırsa serinin bir gidişe sahip olduğu söylenebilir. Yağış yada sıcaklık verilerinin toplanış sırası ile aldığı değerler arasında önemli bir korelasyonun olup olmadığını belirleyen gidiş analizi için geliştirilmiş Spearman, ve Mann-Kendall sıra korelasyon testleri gibi bir çok parametrik olmayan testler mevcuttur (Topaloğlu 2006a). Bu çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan gidişlerin ortaya çıkarılmasında etkili, basit ve dağılımdan bağımsız olan ve sıra istatistiklerine dayanan bir yaklaşım olan Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılmıştır.

2.2.1. Mann-Kendall sıra korelasyon testi

Parametrik olmayan Mann-Kendall istatistik testi hidrometeorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel önemini test etmede oldukça sık kullanılan bir testtir . Bu gidiş testi $i=1, \dots, n-1$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j= i + 1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır. Her bir sıralanmış rakam x_i bir referans noktası olarak kullanılır ve diğer sıralanmış veri grubu x_j ile aşağıdaki denklemde verildiği gibi kıyaslanır.

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases}$$

Mann-Kendall test istatistiği S ise Denklem ile hesap edilebilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i)$$

Denklemden n yıl olarak veri uzunluğudur. S değeri ise $n \geq 8$ olduğunda aşağıda verilen ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir.

$$E[S] = 0$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(i-1)(2i+5)}{18}$$

Burada, t_i değeri i uzunluğundaki bir seride bağlı gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride bağlı gözlem olduğunda kullanılır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise Denklem'te verildiği gibi hesaplanabilmekte ve seride gidiş (trend) yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S < 0 \end{cases}$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği $-z_{\text{tablo}}$, $1-\alpha/2 \leq Z \leq z_{\text{tablo}}$, $1-\alpha/2$ ise kabul edilmektedir. Artı Z değeri akımlarda artışı gösterirken, eksi Z değeri azalışa işaret etmektedir.

3. Bulgular

Akdeniz bölgesinde bulunan ve verileri istatistiksel analize imkan verecek ölçüde yeterli olan sıcaklık gözlem istasyonunun 59 yıllık (1960-2018) aylık maksimum ve minimum sıcaklık verilerindeki gidiş %5 önem düzeyinde Mann-Kendall sıra korelasyon testi ($-1.96 \leq Z \leq 1.96$) ile test edilmiş ve sonuçlar [Çizelge 1](#)'de verilmiştir. Adana sıcaklık gözlem istasyonunun maksimum ve minimum sıcaklık verilerine uygulanan Mann-Kendall sıra korelasyon testi sonucunda maksimum ve minimum sıcaklıklarda artış eğilimleri bulunmuştur.

3.1. Minimum sıcaklıkların Mann-Kendall analiz sonuçları

Adana istasyonunda 1960-2018 yıllarına ait minimum sıcaklık verilerinin gidiş analiz sonuçları [Çizelge 1](#)'de verilmiştir. Minimum sıcaklık verilerinde %5 önem seviyesinde artış eğilimleri görülmektedir. Adana istasyonunda bütün aylar da artış belirlenirken, istatistiksel olarak Mart ve Mayıs-Ekim ayları arasında istatistiki açıdan önemli artışlar belirlenmiştir. Adana istasyonunda Ağustos ayında 0.063°C lik bir artış eğiliminin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıllık ortalama minimum sıcaklık verilerinin analizi sonucunda istatistiksel olarak önemli artışın meydana geldiği [Çizelge 1](#)'den görülmektedir. Yıllık bazda sıcaklıkta 0.037°C artışın olacağı görülmektedir. [Karabulut \(2012\)](#), yılında yaptığı çalışmada 1965-2008 tarihleri arasındaki yıllık minimum sıcaklık değerlerinde %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli artış belirlenmiş ve çalışmamız ile paralel sonuçlar bulmuştur. [Türkeş ve ark. \(2002\)](#), çalışmalarında yıllık minimum sıcaklık değerlerinin Adana istasyonu için istatistiksel olarak önemli artma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşılık [Efe](#)

[ve ark. \(2015\)](#), yaptıkları çalışmada 1950-2013 yılları arasındaki yıllık minimum sıcaklık verilerinde azalma eğilimi tespit etmişlerdir. Yaz sıcaklıkları, ilkbaharda olduğu gibi, artma eğilimi göstermiştir. [Çizelge 1](#) incelendiği zaman görülecektir ki minimum sıcaklıklar da azalma eğilimleri belirlenmemiştir. Buna karşın [Karabulut \(2012\)](#) yaptığı çalışmada Aralık, Şubat ve Kasım ayların da azalma eğilimleri belirlenmiştir. Bu aylardaki farklılığın nedeni incelenen verilerin farklı tarihlerde olmasından dolayı olabilir.

Çizelge 1. Minimum sıcaklıkların Mann-Kendall test analizi sonuçları (1960-2018).

Table 1. Result of the Mann-Kendall test for minimum temperatures (1960-2018).

Aylar	MK testi	Değişim miktarı ($^\circ\text{C}$)
Ocak	0.24 ↑	0.005
Şubat	0.99 ↑	0.018
Mart	3.20* ↑*	0.065
Nisan	1.73 ↑	0.029
Mayıs	2.92* ↑*	0.037
Haziran	3.40* ↑*	0.036
Temmuz	4.52* ↑*	0.054
Ağustos	4.59* ↑*	0.063
Eylül	3.22* ↑*	0.057
Ekim	2.73* ↑*	0.056
Kasım	0.62 ↑	0.016
Aralık	0.94 ↑	0.019
Yıllık	5.20* ↑*	0.037

*: %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

[Şekil 1](#)'de Adana istasyonu yıllık minimum sıcaklık değerlerine uygulanan Mann-Kendall sıra korelasyon merite testi sonucunda (ut) değerleri 1982 yılından itibaren %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak artış olmuş ve bu artışlar kritik değer olan 1.96 değerinin üzerinde 2006 yılından itibaren belirlenmiş olup istatistiksel olarak önemli artışları göstermektedir. [Türkeş ve ark. \(2002\)](#), Adana istasyonu için 1968 yılından itibaren artış eğilimleri belirlenmişlerdir. Bunun nedeni olarak kullandıkları veri aralığının 1930-2000 yılları arasında olmasından kaynaklanmaktadır. [Efe ve ark. \(2015\)](#), çalışmasında Türkiye genelinde yıllık minimum sıcaklıklarda 1992 yılından itibaren artış eğilimi olmasına rağmen 2005 yılından itibaren artış eğiliminin gerçekte başladığı nokta olarak belirlemişlerdir.

3.2. Maksimum sıcaklıkların Mann-Kendall analiz sonuçları

Adana istasyonunda 1960-2018 yıllarına ait maksimum sıcaklık verilerinin gidiş analiz sonuçları [Çizelge 2](#)'de verilmiştir. Maksimum sıcaklık verilerinde %5 önem seviyesinde genel olarak artış eğilimleri görülmektedir. [Çizelge 2](#)'den görüleceği gibi maksimum sıcaklık sonuçlarında minimum sıcaklıklara göre farklılıklar meydana gelmiştir. Adana istasyonunda 7 ay artış 5 ay azalış eğilimi belirlenmiştir Adana istasyonunda Mayıs-Temmuz ve Ekim, Kasım aylarında azalma eğilimleri belirlenmiştir. Maksimum sıcaklık değerlerinde Şubat ve Ağustos ayında istatistiksel olarak önemli artış eğilimi belirlenmiştir. Şubat ayında meydana gelen artma eğilim değeri 0.041°C olarak belirlenirken, Ağustos ayında ise bu değer 0.036°C olarak bulunmuştur. Diğer aylarda ise maksimum sıcaklıklarda artış bulunmuştur. Yıllık maksimum sıcaklık verilerinde ise önemli olmayan azalma görülmüştür.

Çizelge 2. Maksimum sıcaklıkların Mann-Kendall test analizi sonuçları (1960-2018).

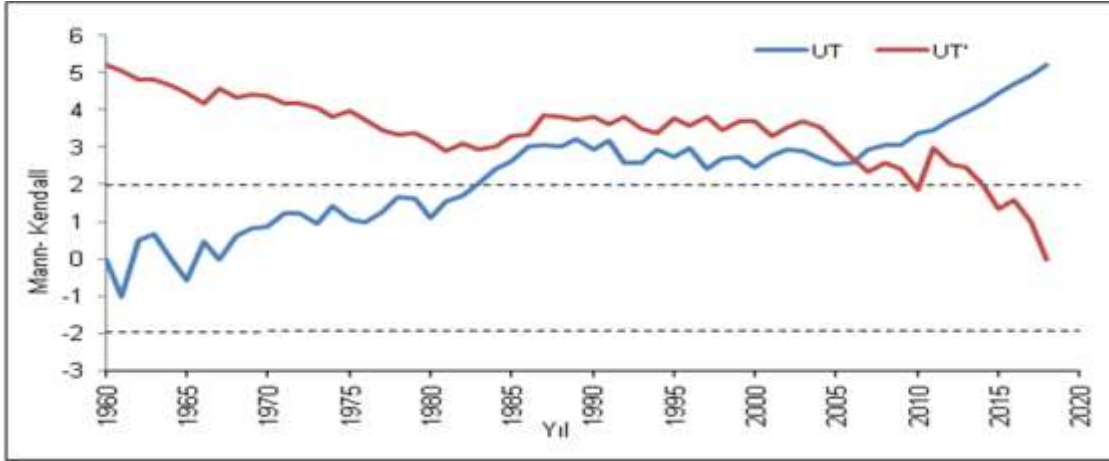
Table 2. Result of the Mann-Kendall test for maximum temperatures (1960-2018).

Aylar	MK Testi	Değişim miktarı (°C)
Ocak	0.67 ↑	0.007
Şubat	2.34 ↑*	0.041
Mart	1.20 ↑	0.022
Nisan	1.79 ↑	0.037
Mayıs	-1.13 ↓	-0.020
Haziran	-0.27 ↓	-0.006
Temmuz	-0.36 ↓	-0.006
Ağustos	2.41 ↑*	0.036
Eylül	0.67 ↑	0.011
Ekim	-0.06 ↓	-0.0001
Kasım	-0.38 ↓	-0.007
Aralık	0.14 ↑	0.0001
Yıllık	-0.48 ↓	-0.003

*: %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

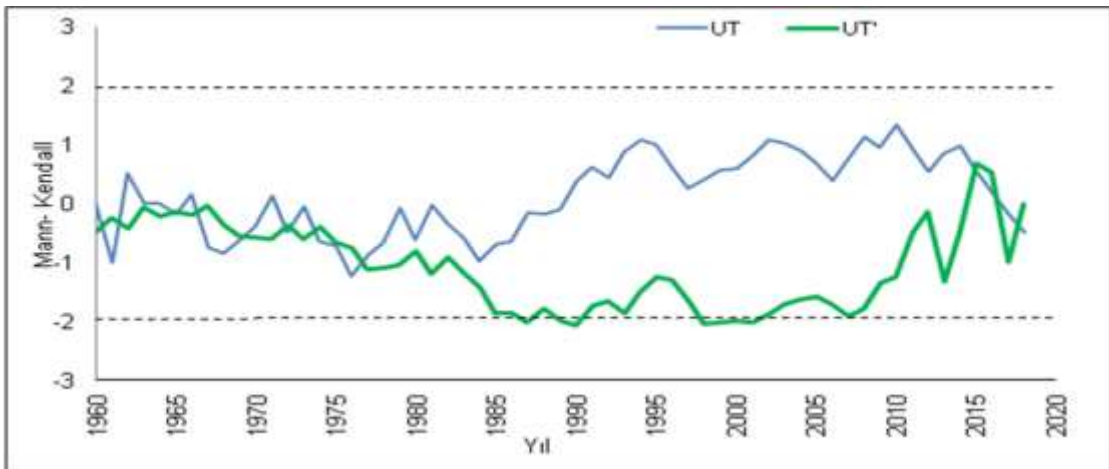
Yıllık bazda meydana gelen değişiklik ise 0.003°C olarak tespit edilmiştir. Karabulut (2012) çalışmasında %5 önem seviyesinde artış belirlerken, %10 önem seviyesinde önemli artış olarak belirlemiştir. Karabulut (2012), çalışmasında Mart ve Haziran ayı için azalma eğilimini, istatistiksel olarak artma eğilimini ise benzer olarak Ağustos ayında tespit etmiştir. Türkeş ve ark. (2002), çalışmalarında 1929-1999 yılları yıllık maksimum sıcaklık verilerinde önemsiz artma eğilimi tespit etmişlerdir.

Şekil 2’de Adana istasyonu yıllık maksimum sıcaklık değerlerine uygulanan Mann-Kendall sıra korelasyon merite test sonucunda (ut) değerleri 1960-1977 arasında azalma eğilimleri görülmüştür. 1977 yılından itibaren yıllık maksimum sıcaklıklarda artma yönünde eğilim söz konusudur. 1977-2014 yılları arasında artış eğilimi istatistiksel olarak önemli olmamak üzere devam etmiştir. 2005 yılından sonra yıllık maksimum sıcaklıklarda azalma yönünde eğilim göstermiştir. Türkeş ve ark. (2002) Adana istasyonu için yıllık maksimum sıcaklıklarda önemsiz artış eğilimleri belirleşmişlerdir. Efe ve ark. (2015), çalışmasında Türkiye genelinde yıllık maksimum sıcaklıklarda 2008 yılından itibaren artış eğiliminin başladığı nokta olarak belirleşmişlerdir.



Şekil 1. Yıllık minimum sıcaklıkların Mann-Kendall istatistiği (--- %5 önem seviyesini temsil etmektedir).

Figure 1. Mann-Kendall statistics of the annual minimum temperatures (-----5% represents the importance level).



Şekil 2. Adana istasyonu yıllık maksimum sıcaklıkların Mann-Kendall istatistiği (--- %5 önem seviyesini temsil etmektedir).

Figure 2. Mann-Kendall statistics of the annual maximum temperatures (-----5% represents the importance level).

4. Sonuç

Adana istasyonunda (1960–2018) yılları arasındaki aylık maksimum ve minimum sıcaklıklardaki gidiş, parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılarak belirlenmiştir. Gidiş analizi sonucunda maksimum sıcaklıklarda 7 defa artış eğilimi belirlenmiştir. Önemli artış eğilimleri Adana istasyonunda Ağustos ve Şubat ayında görülmüştür. Ayrıca Mayıs- Temmuz ve Ekim- Kasım aylarında azalma eğilimleri tespit edilmiştir. Yıllık maksimum sıcaklık verilerinde önemsiz azalma eğilimi bulunmuştur. Minimum sıcaklık verilerinde ise Adana istasyonunda yıl boyunca artış eğilimleri bulunmuştur. Özellikle yaz aylarının başlarında ve sonbaharın başlangıcında minimum sıcaklıklarda önemli artışlar belirlenmiştir. Yıllık minimum sıcaklıklarda Adana istasyonunda önemli artış gözlemlenmiştir. **Türkeş ve ark. (2002)**, Türkiye genelinde minimum sıcaklıklarda önemli artışların olabileceğini belirtmiştir. **Karabulut (2012)**, çalışmasında Adana istasyonu için çalışmamıza paralel sonuçlar ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, şehrsel özelliği gösteren Adana istasyonu gibi yerlerde önemli sıcaklık artışlarına rastlanırken bu istasyonlara komşu olan bazı istasyonlarda dikkate değer sıcaklık değişimlerinin görülmemesi, bu alanların daha çok kır özelliği göstermesiyle alakalı olabilir. Nitekim şehirlerde değişen radyasyon dengesi daha sıcak ortamların oluşmasına dolayısıyla kentsel ısı adalarının meydana gelmesine yol açmaktadır. Şehirlerdeki konutlarda ve sanayide artan enerji tüketimi, yeşil alanların azalması, yüzey neminin azalması, yoğunlaşan trafik, asfalt ve beton gibi yapay yüzeylerin radyasyon dengesini değiştirmesi, iklim elemanlarının alansal ve zamansal dağılımında farklılaşmaların meydana gelmesine yol açmaktadır (**Çiçek ve Doğan 2005**).

Kaynaklar

- Anonim (2014) Ankara Ticaret Odası (ATO) Küresel ısınma kışkacında Türkiye Raporu <http://www.atonet.org.tr/yeni/index.php?p=303&l=1>. Erişim 2016.
- Çiçek İ, Doğan U (2005) Ankara'da şehir ısı adasının incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 3(1): 57- 72.
- Efe B, Toros H, Deniz A (2015) Türkiye geneli yağış ve sıcaklık verilerinde eğilimler ve salınımlar. VII. Atmospheric Science Symposium.
- Erlat E (1998) 1998: Küresel kayıtlardaki en sıcak yaz mı? *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi* 602: 10.
- Erlat E (1999) İzmir'de maksimum sıcaklıklar ve sıcak dalgaları. *Ege Coğrafya Dergisi* 10: 125-148.
- Gebert WA, Krug WR (1996) Streamflow trends in Wisconsin's driftless area. *Water Resources Bulletin* 32(4): 733-744.
- IPCC (2007) Summary for policymakers. In: *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* [Solomon S, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, M Tignor and HL Miller (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom And New York, NY, USA.
- Kadioglu M (1997) Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology* 17: 511-520.
- Karabulut M (2012) Doğu Akdeniz'de ekstrem maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *KSÜ Doğa Bil. Der. Özel Sayı*, 2012 37-44.
- Kömüşçü AÜ (1998) An Analysis of the fluctuations in the long-term annual mean air temperature data of Turkey. *International Journal of Climatology* 18(2): 199-213.
- Özfidaner M (2007) "Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi" Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 73.
- Özfidaner M, Şapolyo D, Topaloğlu F, Baydar A (2015) Mersin ilinde maksimum ve minimum sıcaklıkların gidiş analizi. 12. Kültürteknik Sempozyumu Antalya.
- Özfidaner M, Şapolyo D, Topaloğlu F (2016) İç Anadolu bölgesi yağış verilerinin gidiş analizi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 161-168 2016 doi: 10.17100/nevbittek.33972.
- Salinger MJ, Griffiths GM (2001) Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology* 21: 1437-1452.
- Tayanç M, Karaca M, Yenigün O (1997) Annual and seasonal air temperature trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey. *Journal of Geophysical Research* 102: 1909-1919.
- Topaloğlu F (2006a) Regional trend detection of Turkish river flows. *Nordic Hydrology*, 37 (2): 165-182.
- Topaloğlu F (2006b) Trend detection of streamflow variables in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 15(7): 644-653.
- Topaloğlu F, Özfidaner M (2012) "Regional trends of precipitation in Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin* vol. 21, pp. 2908-2915.
- Topaloglu F, Irvem A, Özfidaner M (2012) Re-evaluation of trends in annual streamflows of turkish rivers for the period 1968-2007. *Fresenius Environmental Bulletin* Vol.21 No.8 pp. 2043-2050.
- Türkeş M (1995) Türkiye'de yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin ve eğilimlerin iklim değişikliği açısından analizi. *Çevre ve Mühendislik Dergisi*, Ankara, 9: 9-15.
- Türkeş M, Sümer UM, Kılıç G (1995) Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climatic variability. *International Journal of Climatology* 15: 557-569.
- Türkeş M, Sümer UM, Kılıç, G (1996) Observed changes in maximum and minimum temperatures in Turkey. *International Journal of Climatology* 16: 463-477.
- Türkeş M (2000) Küresel ısınma: yeni rekorlara doğru. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi* 673: 20-21.
- Türkeş M, Sümer UM, Demir İ (2002) Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı, 11-13 Nisan 2002, İzmir, 89-106.
- Türkeş M, Sümer UM (2004) Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology* 77: 195-227.
- Yamanoğlu GÇ (2006) Türkiye'de küresel ısınmaya yol açan sera gazı emisyonlarındaki artış ile mücadelede iktisadi araçların rolü. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Yue S, Wang CY (2002) Regional streamflow trend detection with consideration of both temporal and spatial correlation. *International Journal of Climatology* 22: 933-946.



Muğla yöresindeki *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerinin ve uçucu yağ oranlarının belirlenmesi

Determination of some agricultural characteristics and essential oil amounts of *Salvia fruticosa* Mill. populations in Muğla province

Sinem ELMAS¹, Olcay ARABACI², Ahmet ZEYBEK¹

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

²Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 09100, Aydın, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Elmas, e-posta (e-mail): sinemelmas@hotmail.com.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): oarabaci@adu.edu.tr, azeybek@mu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Nisan 2019
Düzeltilme tarihi 31 Mayıs 2019
Kabul tarihi 18 Haziran 2019

Anahtar Kelimeler:

Anadolu Adaçayı
Salvia fruticosa Mill.
Muğla
Tarımsal özellikler
Uçucu yağ

ÖZ

Bu çalışma 2017 yılında Muğla yöresinde doğal yayılış gösteren Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerini ve uçucu yağ oranını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bitki materyalimiz (*Salvia fruticosa* Mill.) 2017 yılı Haziran ayında Muğla'nın Menteşe (4), Ula (6), Köyceğiz (1), Marmaris (11), Ortaca (2), Fethiye (2), Dalaman (2) ve Milas (2) ilçelerinden olmak üzere 30 farklı lokasyondan toplanmıştır. Her bir populasyondan 30'ar bitki toplanmıştır. Araştırmamızda populasyonlara ait ortalama bitki boyu 31-109.1 cm, ortalama dal sayısı 4.4-21.1 adet, ortalama yaprak sayısı 10.2-27.2 adet, ortalama yaprak boyu 2.11-6.99 cm, ortalama yaprak eni 0.86-3.07 cm, ortalama gövde çapı 0.26-2.33 cm olarak ölçülmüş, yeşil herba verimi 14.3-133.3 g bitki⁻¹, drog herba verimi 8.47-22.2 g bitki⁻¹ ve drog yaprak verimi 4.37-16.17 g bitki⁻¹ arasında saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda yapraktaki uçucu yağ oranı %0.43-3.85 arasında; sapta uçucu yağ oranı %0.01-0.35 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca toplam uçucu yağ miktarının, yaprak eni ve yaprak boyunun az olduğu populasyonlarda daha yüksek olduğu ve rakımın yüksek olduğu populasyonlarda ise toplam uçucu yağ miktarının daha düşük olduğu saptanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 22 April 2019
Received in revised form 31 May 2019
Accepted 18 June 2019

Keywords:

Anatolian Sage
Salvia fruticosa Mill.
Muğla
Agricultural characteristics
Essential oil

ABSTRACT

The study was carried out in 2017 in order to determine some agricultural characteristics and amount of essential oils of Anatolian Sage (*Salvia fruticosa* Mill.) populations distributed in Muğla province naturally. Plant material (*Salvia fruticosa* Mill.) was collected from 30 different locations which of them districts of Muğla Menteşe (4), Ula (6), Köyceğiz (1), Marmaris (11), Ortaca (2), Fethiye (2), Dalaman (2) and Milas (2). 30 plants were collected from each population. The study, the average plant height of the populations was 31-109.1 cm, the average number of branches was 4.4-21.1, the average number of leaves was 10.2-27.2, the average leaf length was 2.11-6.99 cm, leaf width 0.86-3.07 cm, plant diameter 0.26-2.33 cm, green herba yield 14.3-133.3 g plant⁻¹, drug herba yield 8.47-22.2 g plant⁻¹ and drug leaf yield was determined between 4.37-16.17 g plant⁻¹. The study, it was determined that the amount of essential oil in the leaf is between 0.43 and 3.85% and the amount of essential oil varied between 0.01-0.35%. The study, we determined that the total amount of essential oil was higher in the populations which of them have low leaf width and leaf length and the total amount of essential oil was lower in the high altitudes.

1. Giriş

Lamiaceae familyası, Türkiye florasının önemli ve geniş familyalarından biridir. Dünyada kozmopolit yayılış göstermekte olan Lamiaceae familyası yaklaşık 224 cins, 5600 tür ile temsil edilmektedir (Nakipoğlu 1993; Hickey ve King 1997). Ülkemiz, alternatif tıpta geniş kullanım alanına sahip

Lamiaceae üyeleri bakımından önemli bir gen merkezi durumundadır. Türkiye florasında daha çok Akdeniz bölgesinde yayılış gösteren bu familya ülkemizde 45 cins ve yaklaşık 540 türü ile temsil edilmektedir (Nakipoğlu 1993; Güner ve ark. 2000).

Bunlar içinde *Salvia* cinsi, çok eski zamanlardan beri farmakolojik önemi bilinen adaçayı bitkilerini oluşturur. Yeryüzünde *Salvia* cinsine ait yaklaşık 900 tür bulunmakta; ülkemizde ise 97 tür, 4 alttür ve 8 varyete bulunmaktadır. Türkiye'deki bu türlerin 51 tanesi endemiktir ve endemizim oranı %52.5'tir (İpek ve Gürbüz 2010).

Salvia cinsinin ekonomik açıdan değerli bir türü olan *Salvia fruticosa* Mill. Anadolu'da, elma çalbası, Anadolu adaçayı, boz şalba, elma çalısı, almiya çalbası, elma otu gibi farklı isimlerle bilinmektedir. Dünyada ise Grek adaçayı ve Akdeniz yabani adaçayı olarak bilinen *Salvia fruticosa* Mill.'in Akdeniz Bölgesi, özellikle Batı ve Güney Anadolu ve Yunanistan'da doğal yayılış gösterdiği belirtilmektedir (Baytop 1999; Bayram ve Sönmez 2006).

Salvia fruticosa Mill.'in kurutulmuş yaprakları, bitkisel çay olarak tüketilir veya uçucu yağ üretimi için kullanılır. Yapraklarından 1,8-sineol içeriği zengin, açık sarı renkli veya renksiz "elma yağı" (*Oleum Salviae trilobae*) denilen bir yağ elde edilir. Bu yağın elma yağı olarak adlandırılmasının sebebi, bazı bitki dallarının uç kısmında 2-3 cm çapında elmaya benzeyen yeşilimsi ve kahverengi mazıların olmasıdır (Baydar 2016; Bayram ve Sönmez 2006).

Türkiye'de *Salvia fruticosa* Mill.'in hem iç, hem de dış pazarda ticareti yapılmaktadır. Türkiye'nin yıllık adaçayı ihracatı yıllara göre değişmekle birlikte, 2017 yılında Türkiye'den 7.057 milyon dolar karşılığı 557 ton kuru adaçayı yaprağı ihraç edilirken, 2018 yılında ise 7.181 milyon dolar

karşılığı 428 ton kuru adaçayı yaprağı ihraç edilmiştir. Muğla ili adaçayı yetiştiriciliği ve ihracatında önem arz etmektedir. Muğla'da, 2017 yılı ve 2018 yılında kayıt altına alınmış adaçayı üretim miktarı sırasıyla 17 ton ve 28 tondur (TUIK 2019).

Çalışmamızda, Muğla yöresinde doğal yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerinin ve uçucu yağ miktarlarının belirlenmesi, populasyonlar arası farklılıkların saptanması amaçlanmıştır. Bu sayede farklı kullanım alanları olan ve yüksek tüketim potansiyeline sahip bu bitkinin, işletmelerin ihtiyaç duyduğu istenilen nitelikteki ürünün ıslahı ve yetiştiriciliği için uygun varyetelerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalimiz Muğla yöresinden toplanan *Salvia fruticosa* Mill. bitkisidir. Arazi çalışmaları 2017 yılı Haziran ayında, *Salvia fruticosa* Mill.'in çiçeklenme sonu döneminde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma materyalimiz olan *Salvia fruticosa* Mill. Muğla'nın Menteşe (4), Ula (6), Köyceğiz (1), Marmaris (11), Ortaca (2), Fethiye (2), Dalaman (2) ve Milas (2) ilçelerinden toplamda 30 populasyondan; her bir populasyonu temsil edecek şekilde 30'ar adet toplanmıştır. Alınan örneklerin teşhisi Davis (1982)'e göre belirlenmiş ve laboratuvarında onaylanmıştır. Çizelge 1'de toplama yapılan lokasyonların koordinatları, yönleri, rakımları verilmiştir.

Çizelge 1. *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarının toplandığı lokasyonlar.

Table 1. Locations of collected *Salvia fruticosa* Mill. populations.

Populasyon No	Koordinatlar	Lokasyonlar	Rakım	Baki
1	37°09'02.2"N 28°25'16.5"E	Yeniköy, Yeniköy Mahallesi, Menteşe/Muğla	734	Kuzey
2	37°08'44.7"N 28°25'10.6"E	Yeniköy, Yeniköy Mahallesi, Menteşe/Muğla	772	Güney
3	37°05'38.0"N 28°22'11.1"E	Ula, Muğla	411	Güney
4	37°04'50.6"N 28°26'11.6"E	Ula, Muğla	613	Doğu
5	37°04'49.4"N 28°26'10.6"E	Yeşilova, Yeşilova Mahallesi, Ula/Muğla	147	Güneydoğu
6	37°03'33.0"N 28°26'25.5"E	Yeşilova, Yeşilova Mahallesi, Ula/Muğla	68	Güney
7	37°03'31.0"N 28°26'21.8"E	Elmalı, Elmalı Mahallesi, Ula/Muğla	77	Güneydoğu
8	37°02'52.0"N 28°17'17.1"E	Kuyucak, Kuyucak Mahallesi, Menteşe/Muğla	83	Batı
9	37°02'51.0"N 28°16'05.4"E	Kıran Sahili, Kıran Mahallesi, Menteşe/Muğla	162	Batı
10	37°00'39.4"N 28°20'21.0"E	Gökçe, Gökçe Mahallesi, Ula/Muğla	75	Batı
11	37°00'44.5"N 28°19'28.1"E	Çetibeli, Çetibeli Mahallesi, Marmaris/Muğla	112	Güney
12	36°59'25.4"N 28°17'25.4"E	Çetibeli, Çetibeli Mahallesi, Marmaris/Muğla	295	Doğu
13	36°58'41.6"N 28°16'54.5"E	Çamlıköy, Çamlı Mahallesi, Marmaris/Muğla	65	Doğu
14	36°58'59.1"N 28°15'37.1"E	Çamlıköy, Çamlı Mahallesi, Marmaris/Muğla	5	Kuzey
15	36°58'43.6"N 28°14'54.9"E	Çamlıköy, Çamlı Mahallesi, Marmaris/Muğla	105	Doğu
16	36°58'16.2"N 28°16'09.3"E	Çamlıköy, Çamlı Mahallesi, Marmaris/Muğla	23	Doğu
17	36°55'55.6"N 28°14'12.8"E	Karaca, Karaca Mahallesi, Marmaris/Muğla	248	Güneydoğu
18	36°56'34.1"N 28°13'25.3"E	Karaca, Karaca Mahallesi, Marmaris/Muğla	95	Kuzeydoğu
19	36°53'51.6"N 28°16'04.2"E	Beldibi, Beldibi Mahallesi, Marmaris/Muğla	287	Doğu
20	36°52'44.0"N 28°14'41.8"E	Marmaris, Muğla	259	Güney
21	36°52'22.301"N 28°14'38.323"E	Armutalan, Marmaris/Muğla	183	Güney
22	36°53'37.7"N 28°35'19.5"E	Sultaniye, Köyceğiz/Muğla	26	Doğu
23	36°43'59.4"N 28°40'51.4"E	Sarıgerme, Sarıgerme Mahallesi, Ortaca/Muğla	99	Güney
24	36°43'35.2"N 28°51'39.8"E	Şerefler, Şerefler Mahallesi, Dalaman/Muğla	238	Güneydoğu
25	36°47'36.9"N 28°39'42.7"E	Dalyan, Dalyan Mahallesi, Ortaca/Muğla	3	Güney
26	37°6'17.584"N 27°54'36.224"E	Çakıralan, Çakıralan Mahallesi, Milas/Muğla	290	Batı
27	37°2'37.912"N 27°54'21.589"E	Türkevleri, Türkevleri Mahallesi, Milas/Muğla	43	Batı
28	36°46'18.336"N 28°55'47"E	Göcek, Göcek Mahallesi, Fethiye/Muğla	182	Güneydoğu
29	36°48'35.831"N 28°56'11.49"E	Akarca, Kayadibi Mahallesi, Dalaman/Muğla	256	Kuzeybatı
30	36°45'39.452"N 28°58'23.139"E	Göcek, Göcek Mahallesi, Fethiye/Muğla	199	Güneydoğu

Çalışmamızda; bitki boyu (cm), dal sayısı (adet), yaprak sayısı (adet), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), gövde çapı (cm) ve yeşil herba verimi (g bitki⁻¹), drog herba verimi (g bitki⁻¹), drog yaprak verimi (g bitki⁻¹) ve uçucu yağ oranları (%) belirlenmiştir. Hasat edilen her populasyona ait örneklerde gerekli ölçüm ve tartımlar yapıldıktan sonra oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulmuş örneklerin, yaprak ve sapları ayrıldıktan sonra tartım işlemleri yapılmıştır. Çalışmada uçucu yağ oranlarını belirlemek için su distilasyonu yöntemini kullanılmıştır. Drog yaprakta ve saptaki Neo-Clevenger apereyi ile volümetrik (100 g ml⁻¹) olarak uçucu yağ oranları bulunmuştur ve hava kurusu üzerinden 100 g ml⁻¹ (%) olarak verilmiştir (Wichtl 1971).

İstatistiki değerlendirmede GraphPad Prism 8 programından yararlanılmıştır. Aynı zamanda populasyonlarda incelenen

özellikler arasındaki istatistiksel değerlendirmede Pearson korelasyon testi ve regresyon analizleri GraphPad Prism 8.0 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Alfa değeri 0.05 olarak seçilmiştir ve p değeri 0.05'in altı anlamlı ve p değeri 0.001'in altı çok anlamlı olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda farklı populasyonlardan topladığımız *Salvia fruticosa* Mill. bitkilerine ait ortalama bitki boyu, dal sayısı, yaprak sayısı, yaprak boyu, yaprak eni, gövde çapı ve yeşil herba verimi, drog herba verimi, drog yaprak verimi ile yaprak ve saptaki uçucu yağ oranları ve toplam uçucu yağ miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait bazı morfolojik, agronomik özellikler ile uçucu yağ oranları.

Table 2. Some morphological, agronomic characteristics and essential oil ratios of *Salvia fruticosa* Mill.

Populasyonlar	Bitki Boyu (cm)	Dal Sayısı (adet)	Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Boyu (cm)	Yaprak Eni (cm)	Gövde Çapı (cm)	Yeşil Herba Verimi (g bitki ⁻¹)	Drog Herba Verimi (g bitki ⁻¹)	Drog Yaprak Verimi (g bitki ⁻¹)	Drog Sap Verimi (g bitki ⁻¹)	Yaprakta Uçucu Yağ Oranı (%)	Sapta Uçucu Yağ Oranı (%)	Toplam uçucu Yağ Oranı (%)
1.P	84.8	21.1	11.6	6.99	3.07	1.0	116	11.93	5.73	6.17	0.43	0.01	0.21
2.P	61.2	9.3	10.2	5.45	2.88	0.92	62.3	10.23	6.8	3.43	0.48	0.01	0.32
3.P	32.8	21.1	11.74	3.72	1.7	0.35	14.3	8.6	5.67	2.93	2.82	0.22	1.93
4.P	31	9.8	11.5	4.12	1.73	0.26	22	10.13	5.2	4.93	2.98	0.25	1.65
5.P	69.4	7.5	19	5.93	2.64	0.4	20	14.77	7.7	7.07	2.7	0.13	1.47
6.P	55	8.25	26.5	3.45	1.79	1.98	90.7	15.4	9.43	5.97	3.33	0.2	2.12
7.P	81.5	11	16.6	4.79	2.25	2.33	83.3	10.5	5.53	4.97	2.38	0.15	1.32
8.P	82.8	20.9	16.3	2.83	1.41	1.5	50.7	11.07	5.67	5.4	3.33	0.07	1.74
9.P	90.3	6.3	15.4	5.13	2.47	1.38	81	9.23	5.8	3.43	2.8	0.01	1.76
10.P	90.7	13.6	16.9	5.26	2.63	1.0	48.3	13.27	6.6	6.67	2.75	0.04	1.39
11.P	63.8	6	16.5	4.53	1.87	1.11	27.7	9.93	5.37	4.6	2.52	0.07	1.40
12.P	79.7	6.7	10.7	4.12	1.65	1.03	25	13.8	6.67	7.17	2.15	0.01	1.04
13.P	92.9	17.9	18	2.97	1.29	1.12	35	18.23	8.67	9.53	2.83	0.01	1.35
14.P	100.6	14.2	27.2	5.14	2.52	0.89	28.7	14.7	8.5	6.23	2.58	0.13	1.55
15.P	62.1	7	20.5	3.79	1.80	0.97	40	17.77	10.87	6.87	2.73	0.12	1.72
16.P	75.1	7.4	18.4	3.69	1.83	0.97	25.7	12.57	9.4	3.17	1.58	0.1	1.21
17.P	71.5	7	16.8	4.09	1.80	1.26	24	9.07	5.2	3.87	2.45	0.12	1.46
18.P	61.7	4.4	23.4	5.07	2.52	1.4	59	10.73	6.73	4	3.33	0.15	2.14
19.P	53.8	10.3	20	3.94	1.64	1.05	101.6	17.67	14.27	3.4	3.38	0.35	2.80
20.P	103.4	7.6	21.8	5.66	2.69	0.93	133.3	14.5	9.4	5.1	2.28	0.18	1.54
21.P	109.1	15.7	22.6	4.01	1.99	0.97	38	12.67	7.73	4.93	2.1	0.15	1.34
22.P	86.8	16.3	16.6	3.78	1.59	0.76	31.7	15.53	6.87	8.67	3.85	0.15	1.79
23.P	65.6	15.5	15.4	3.89	1.55	1.11	28	14.77	5.93	8.83	2.9	0.07	1.21
24.P	84.2	14.4	13.2	2.98	1.17	0.7	59	12.5	8.63	3.87	2.9	0.01	2.01
25.P	49.7	10.6	12.4	2.26	1.02	0.76	49.3	12.37	7.43	4.93	2.98	0.01	1.79
26.P	78	4.6	23.2	3.56	1.76	0.99	79.7	22.2	16.17	6.03	2.15	0.1	1.59
27.P	62.5	5.6	19.6	3.07	1.66	0.68	65.3	16.33	11.07	5.27	2.58	0.07	1.77
28.P	40.7	5.4	18.7	3.27	1.50	0.83	81.7	11.43	6.53	4.87	2.93	0.23	1.77
29.P	64.2	14.3	13	2.98	1.2	0.85	50	8.47	4.83	3.6	2.78	0.1	1.63
30.P	44.5	4.51	18.8	2.11	0.86	0.66	33.7	9.67	4.37	5.27	2.83	0.18	1.38
Ortalama	70.98	10.81	17.42	4.09	1.88	1.00	53.5	13.00	7.63	5.37	2.59	0.11	1.55
S.D.	19.81	5.14	4.45	1.11	0.56	0.42	30.06	3.25	2.67	1.69	0.72	0.08	0.49

3.1. Bitki boyu (cm)

Salvia fruticosa Mill. türüne ait populasyonların ortalama bitki boyu en düşük 31 cm ile 4. populasyonda (Ula, Muğla); en yüksek ortalama bitki boyu 109.1 cm ile 21. populasyonda (Armutalan, Marmaris) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların bitki boyu ortalaması 70.98 cm olarak belirlenmiştir. Araştırmada saptanan bitki boyu ortalama sonuçları Karık (2013)'ün Marmara florasındaki *S. fruticosa* Mill.'de yürütmüş olduğu çalışmadaki bitki boyu ortalaması değerlerine ve Kalafatçılar (1996)'ın *Salvia fruticosa* Mill.'de üç sene boyunca yürüttüğü çalışmadaki ortalama bitki boyu değerine paralellik gösterirken, *Salvia fruticosa* Mill.'in klon seleksiyonu yöntemi ile standart çeşit geliştirilmesi üzerine çalışma yürüten Bayram (1999)'ın bitki boyu ortalaması sonuçlarından ve Mossi ve ark. (2011)'nin Brezilya ekolojik koşullarında yetişen *Salvia fruticosa* Mill.'de belirlediği bitki boyu ortalama değerlerinden yüksektir.

3.2. Dal sayısı (adet)

Muğla ilinin farklı lokasyonlarından toplanan *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların ortalama dal sayısı en düşük 4.4 adet ile 18. populasyonda (Karaca, Marmaris) ve en yüksek 21.1 adet ile 1. ve 3. populasyonda (sırasıyla Yeniköy; Ula) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama dal sayısının 10.81 adet olduğu belirlenmiştir. Araştırmada saptanan dal sayısı ortalama değerleri Uysal (2015)'in Antalya'nın farklı lokasyonlarında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. türünde bulunmuş olduğu dal sayısı ortalamasından, Karık (2015)'in Ege ve Batı Akdeniz'in farklı yerlerinden topladığı *Salvia fruticosa* Mill.'deki dal sayısı ortalamasından ve Mossi ve ark. (2011), Brezilya'da yürüttükleri çalışmada *S. fruticosa* Mill.'in dal sayısının ortalamasının daha düşüktür.

3.3. Yaprak sayısı (adet)

Muğla yöresinde *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonlar arasında ortalama yaprak sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli farkların olduğu saptanmıştır. Ortalama yaprak sayısı en düşük 10.2 adet ile 2. populasyonda (Yeniköy, Menteşe); ortalama yaprak sayısı en yüksek 27.2 adet ile 14. populasyonda (Çamlıköy, Marmaris) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama yaprak sayısı 17.42 adet olarak belirlenmiştir.

3.4. Yaprak boyu (cm)

Yürütülen çalışmada *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların ortalama yaprak boyu en düşük 2.11 cm ile 30. populasyonda (Göcek, Fethiye) ve en yüksek 6.99 cm ile 1. populasyonda (Yeniköy, Menteşe) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama yaprak boyu 4.09 cm olarak belirlenmiştir. Araştırmada saptanan yaprak boyu ortalama değerleri Mossi ve ark. (2011)'nin Brezilya'da yürüttükleri çalışmadaki *Salvia fruticosa* Mill.'in yaprak boyu ortalama değerlerine benzerlik gösterirken; Karık (2015)'in Ege ve Batı Akdeniz'in farklı yerlerinden topladığı *Salvia fruticosa* Mill.'deki yaprak boyu ortalamasından yüksek; Dudai ve ark. (1999) *Salvia officinalis* L. ve *Salvia fruticosa* Mill. melezi olan adaçayıda belirlemiş oldukları yaprak boyunun ortalama değerinden ise düşüktür.

3.5. Yaprak eni (cm)

Muğla ilinde 30 farklı lokasyondan toplanan *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların ortalama yaprak eni

en düşük 0.86 cm ile 30. populasyonda (Göcek, Fethiye); ortalama yaprak eni en yüksek 3.07 cm ile 1. populasyonda (Yeniköy, Menteşe) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama yaprak eni 1.88 cm olarak belirlenmiştir. Araştırmamızdaki yaprak eni ortalama değerleri, Mossi ve ark. (2011)'nin Brezilya'da yürüttükleri çalışmada *Salvia fruticosa* Mill.'in yaprak eni ortalamasından daha düşük ve Karık (2015)'in Ege ve Batı Akdeniz'in farklı yerlerinden topladığı *Salvia fruticosa* Mill.'de yaprak eni ortalama değerlerinden daha yüksek, Dudai ve ark. (1999) hibrit adaçayıda saptadığı yaprak eni ortalama değerinden ise düşüktür.

3.6. Gövde çapı (cm)

Çalışmamızda *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların ortalama gövde çapı en düşük 0.26 cm ile 4. populasyonda (Ula, Muğla) ve en yüksek 2.33 cm ile 7. populasyonda (Elmalı, Ula) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama gövde çapı 1 cm olarak belirlenmiştir. Saptanmış olduğumuz gövde çapı ortalama değerleri Karık (2013)'ün Marmara florasındaki *Salvia fruticosa* Mill.'de yürüttüğü çalışmada bulunmuş olduğu gövde çapı ortalama değeri ile benzerlik göstermektedir.

3.7. Yeşil herba verimi (g bitki⁻¹)

Yeşil herba verimi açısından *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların yeşil herba verimi en düşük 14.3 g bitki⁻¹ ile 3. populasyonda (Ula, Muğla); yeşil herba verimi en yüksek 133.3 g bitki⁻¹ ile 20. populasyonda (Marmaris, Muğla) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların yeşil herba verimi 53.5 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uysal (2015), Antalya ilinin farklı lokasyonlarında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. türünde tüm populasyonların genelinde yeşil herba verimi 206.00-6500 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterdiğini; Karık (2015), Ege ve Batı Akdeniz Florasında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında yaptığı çalışmada yeşil herba veriminin 2545.5-4234.4 g bitki⁻¹ olduğunu belirtmiştir.

3.8. Drog herba verimi (g bitki⁻¹)

Doğal yaşam ortamında *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların drog herba verimi en düşük 8.47 g bitki⁻¹ ile 29. populasyonda (Akarca, Dalaman); drog herba verimi en yüksek 22.2 g bitki⁻¹ ile 26. populasyonda (Çakıralan, Milas) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama drog herba verimi 13.0 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Mossi ve ark. (2011), Brezilya'da yürüttükleri çalışmada *Salvia fruticosa* Mill.'nin kuru herba verimini 210 kg da⁻¹; Uysal (2015) Antalya ilinin farklı lokasyonlarında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill.'de kuru herba veriminin 149.24-2288.73 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterdiğini; Karık (2015), Ege ve Batı Akdeniz Florasında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında yapılan çalışmalarda; drog herba veriminin 732-1423.2 g bitki⁻¹ olduğunu belirtmiştir. Araştırmamızda doğal yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında drog herba veriminin önceki çalışmalardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. *Salvia fruticosa* Mill. üzerinde organik gübre uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada Kaplan ve ark. (2009) ise organik gübre uygulamalarının *Salvia fruticosa* Mill. de drog herba veriminde artışı sağladığı bildirilmiştir.

3.9. Drog yaprak verimi (g bitki⁻¹)

Florada yapılan çalışmalarda drog yaprak verimi açısından *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların drog yaprak

verimi en düşük 4.37 g bitki⁻¹ ile 30. populasyonda (Göcek, Fethiye); drog yaprak verimi en yüksek 16.17 g bitki⁻¹ ile 26. populasyonda (Çakıralan, Milas) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama drog yaprak verimi 7.63 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bayram (2001) *Salvia fruticosa* Mill. ile Bornova ekolojik koşullarında yaptığı çalışmasında 161.3 kg da⁻¹ drog yaprak verimi; Karık (2015), Ege ve Batı Akdeniz Florasında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarındaki drog yaprak veriminin 257-587.6 g bitki⁻¹ arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

3.10. Drog sap verimi (g bitki⁻¹)

Doğadan toplanan *Salvia fruticosa* Mill. türüne ait populasyonların drog sap verimi en düşük 2.93 g bitki⁻¹ ile 3. populasyonda (Ula, Muğla); drog sap verimi en yüksek 9.53 g bitki⁻¹ ile 13. populasyonda (Çamlı, Marmaris) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama drog sap verimi 5.75 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir.

3.11. Yaprakta uçucu yağ oranı (%)

Salvia fruticosa Mill. türüne ait populasyonların yapraktaki uçucu yağ oranı en düşük %0.43 ile 1. populasyonda (Yeniköy, Menteşe); yaprakta uçucu yağ oranı en yüksek %3.85 ile 22. populasyonda (Sultaniye, Köyceğiz) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama uçucu yağ oranı %2.6 olarak belirlenmiştir. Araştırmada, populasyonların uçucu yağ oranları (%) arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Marmara Bölgesinde doğal yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında çalışma yürüten Karık (2013), uçucu yağın drog yaprakta %2.0-3.0 arasında değişiklik gösterdiğini, Çiçek ve ark. (2011) Menemen ekolojik koşullarında yürüttüğü çalışmada *Salvia fruticosa* Mill.'de drog yapraktaki uçucu yağ oranının %1.03-5.40 arasında değişiklik gösterdiğini, Karık (2015) Ege ve Batı Akdeniz florasında yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarındaki uçucu yağ oranının drog yaprakta %2.6-4.3 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. *Salvia fruticosa* Mill.'de drog yapraktaki uçucu yağ oranı bakımından farklılıklar olması toplanan bitki materyalinin farklı ekolojilerde yetişmesi, iklim özelliklerinin farklı oluşu, yükselti farklılıkları, toprak çeşidinin farklı olması, farklı genotipe sahip olması ile açıklanabilir.

3.12. Saptaki uçucu yağ oranı (%)

Salvia fruticosa Mill. türüne ait populasyonların saptaki uçucu yağ oranı en düşük %0.01 ile yedi farklı populasyonda (1.p, 2.p, 9.p, 12.p,13.p, 24.p, 25.p) bulunmaktadır. Saptaki uçucu yağ oranı en yüksek %0.35 ile 19. populasyonda (Beldibi, Marmaris) saptanmıştır. Tüm populasyonların saptaki ortalama uçucu yağ oranının %0.1 olduğu belirlenmiştir.

3.13. Toplam uçucu yağ oranı (%)

Toplam uçucu yağ oranı [(Drog yaprak verimi x yapraktaki uçucu yağ oranı) +(Drog sap verimi x saptaki uçucu yağ oranı)] / Drog herba verimi formülüyle saptanmıştır.

Salvia fruticosa Mill. türüne ait populasyonların toplam uçucu yağ oranı en düşük %0.21 ile 1. populasyonda (Yeniköy, Menteşe); toplam uçucu yağ oranı en yüksek %2.8 ile 19. populasyonda (Beldibi, Marmaris) olduğu saptanmıştır. Tüm populasyonların ortalama toplam uçucu yağ oranı %1.55 olarak belirlenmiştir. Bitkideki uçucu yağın oranını ve kalitesini

materyalin toplanma zamanı, bitkinin yaşı, iklimsel, mevsimsel ve coğrafik koşullar, farklı gübre uygulamaları, bitkinin hasat zamanı, kurutma yöntemleri, bitki orijinleri ve distilasyon tekniği gibi pek çok faktör etkilemektedir. Araştırmamızda toplanan *Salvia fruticosa* Mill. doğal yayılış alanlarından toplanmış olup, toprak analizleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Kocabaş ve ark. (2007) ve Kaplan ve ark. (2009) çalışmalarında farklı organik gübre uygulamalarının *Salvia fruticosa* Mill.'de besin maddesi miktarları ile uçucu yağ içeriklerini arttırdığını ve bitki gelişimine olumlu etkilerde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda doğal yayılış gösteren populasyonlardan elde ettiğimiz uçucu yağ oranı ortalaması Kocabaş ve ark. (2007) ve Kaplan ve ark. (2009)'nın çalışmalarında bildirdiği uçucu yağ oranlarından düşüktür. Yapılan çalışmalar bu türün yetiştiriciliğinde organik gübrelemenin dikkate alınması gerekliliğini göstermektedir.

Muğla yöresinde doğal yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. türünde yürütmüş olduğumuz çalışmada yaprak ve saptaki uçucu yağ oranları ile toplam uçucu yağ oranlarının bitki boyu, dal sayısı, yaprak sayısı, yaprak boyu, yaprak eni, gövde çapı, yeşil herba verimi, drog herba verimi ve drog yaprak verimi arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiş ve sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Ayrıca *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında toplam uçucu yağ oranı ile incelenen karakterler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eğrileri ise Şekil 1'de sunulmuştur.

Çizelge 3'te, incelenen karakterler ile yapraktaki, saptaki ve toplam uçucu yağ oranları arasındaki korelasyon değerlerinde pozitif ve negatif değerler olduğu görülmektedir.

Salvia fruticosa Mill. türünde drog yapraktaki uçucu yağ miktarı (%) ile yaprak boyu (cm) ve yaprak eni (cm) arasında önemli ve negatif yönde bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. (sırasıyla r: -0.5067; -0.5286) Yaprak boyu ve yaprak eninin fazla olduğu populasyonlarda (1. ve 2. populasyonlarda olduğu gibi) drog yapraktaki uçucu yağ oranının daha az olduğu söylenebilir.

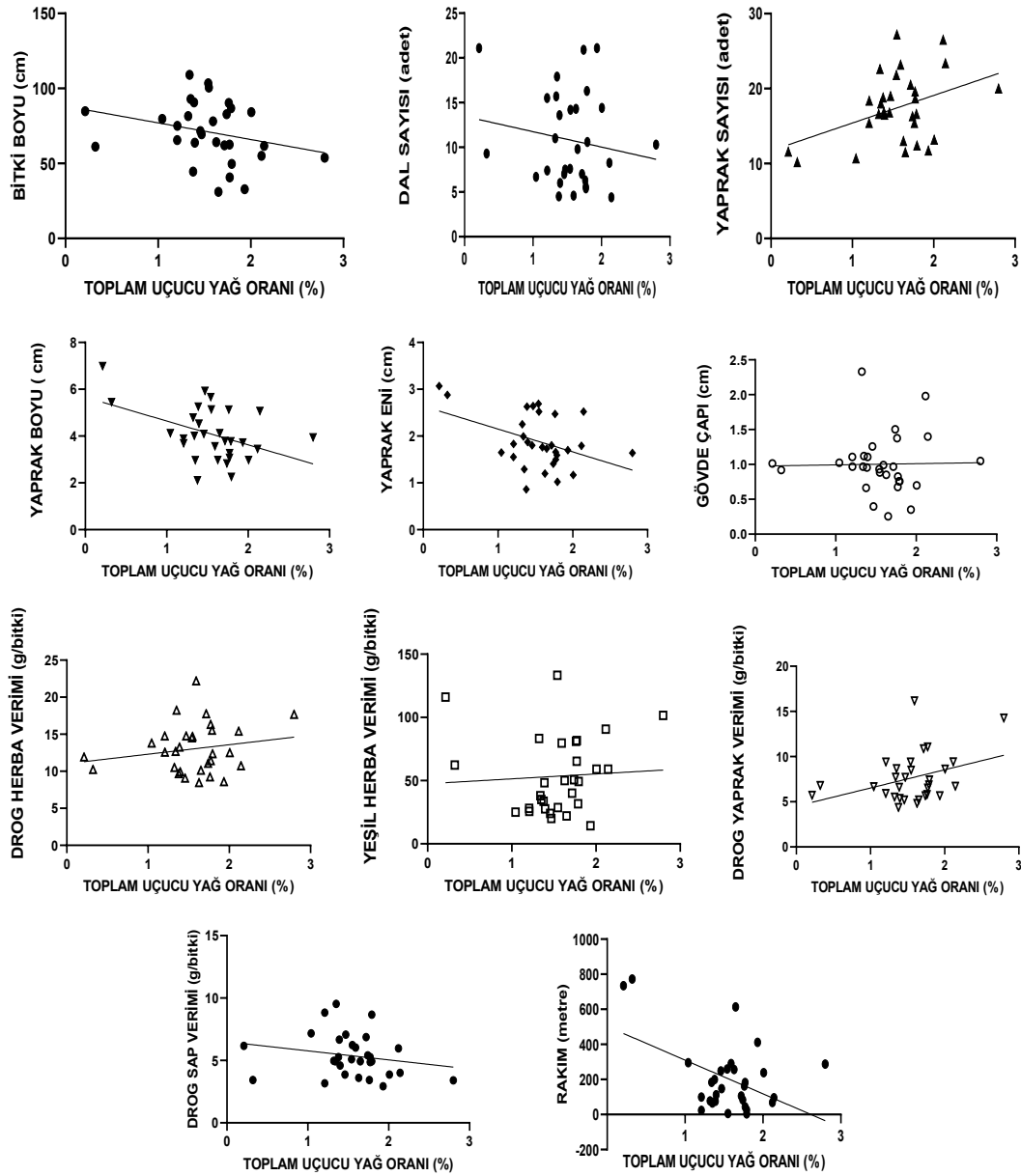
Salvia fruticosa Mill. türünde drog saptaki uçucu yağ miktarı (%) ile bitki boyu (cm) arasında önemli ve negatif yönde bir korelasyon olduğu görülmektedir.(r: -0.4330) Bitki boyunun fazla olduğu populasyonlarda (1.ve 2. populasyonlarda olduğu gibi) drog saptaki uçucu yağ oranının azaldığı görülmektedir. Drog saptaki uçucu yağ oranı (%) ile yaprak sayısı (adet) arasında istatistiki olarak önemli ve pozitif yönde korelasyon göze çarpmaktadır (r: 0.3849).

Toplam uçucu yağ miktarı (%) ile yaprak sayısı (adet) ve drog yaprak verimi (g bitki⁻¹) arasında istatistiki açıdan önemli ve pozitif yönde korelasyon olduğu görülmektedir (sırasıyla r: 0.3979; 0.3627).

Çizelge 3 incelendiğinde toplam uçucu yağ oranı (%) ile yaprak boyu (cm) ve yaprak eni (cm) arasındaki istatistiki bakımdan önemli ve negatif yönde korelasyon görülmektedir (sırasıyla r: -0.4422; -0.4191). Yaprak boyu ve yaprak eni daha fazla olan populasyonlarda, hem yapraktaki uçucu yağ oranı hem de toplam uçucu yağ oranının daha az olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3'te hem yapraktaki hem de toplam uçucu yağ miktarının, rakımın düşük olduğu populasyonlarda daha yüksek olduğu saptanmıştır (sırasıyla r: -0.6170; -0.4728).

Şekil 1'de verilen regresyon eğrilerinde ise incelenen özellikler ile toplam uçucu yağ oranı arasındaki ilişkilerde farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır.



Şekil 1. *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarında toplam uçucu yağ oranı ile incelenen karakterler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eğrileri.

Figure 1. Regression lines in *Salvia fruticosa* Mill. populations showing the relationship between the total essential oil ratio and the characters studied.

Çizelge 3. Doğadan toplanan *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarına ait incelenen özelliklere ilişkin korelasyon değerleri.

Table 3. Correlation values of *Salvia fruticosa* Mill. populations collected from nature.

İncelenen Özellikler	Yaprakta Uçucu Yağ Oranı (%)		Sapta Uçucu Yağ Oranı (%)		Toplam Uçucu Yağ Oranı (%)	
	r	p	r	p	r	p
Bitki Boyu(cm)	-0.2134	0.2576	-0.4330	0.0169*	-0.2696	0.1496
Dal Sayısı(adet)	-0.01965	0.9179	-0.1528	0.4201	-0.1609	0.3957
Yaprak Sayısı (adet)	0.2847	0.1273	0.3849	0.0357*	0.3979	0.0294*
Yaprak Boyu (cm)	-0.5067	0.0043**	-0.09245	0.6270	-0.4422	0.0144*
Yaprak Eni(cm)	-0.5286	0.0027**	-0.1060	0.5772	-0.4191	0.0212*
Gövde Çapı(cm)	0.03038	0.8734	-0.07672	0.6870	0.02009	0.9161
Yeşil Herba Verimi (g bitki ⁻¹)	-0.2020	0.2844	0.1176	0.5362	0.06180	0.7456
Drog Herba Verimi (g bitki ⁻¹)	0.1114	0.5580	0.03856	0.8397	0.1896	0.3155
Drog Yaprak Verimi (g bitki ⁻¹)	0.02267	0.9054	0.1949	0.3020	0.3627	0.0489*
Drog Sap Verimi (g bitki ⁻¹)	0.1789	0.3441	-0.2347	0.2119	-0.2067	0.2731
Rakım (metre)	-0.6170	0.0003**	0.02016*	0.9158	-0.4728	0.0083**

Buna göre *Salvia fruticosa* Mill. türünde bitki boyu (cm), dal sayısı (adet), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm) azaldıkça toplam uçucu yağ miktarının arttığı, yaprak sayısı (adet), drog herba verimi (g bitki⁻¹), yeşil herba verimi (g bitki⁻¹), drog yaprak verimi (g bitki⁻¹) arttıkça toplam uçucu yağ miktarının arttığını söylemek mümkündür.

Çalışmamızda, Muğla yöresinde doğal yayılış gösteren *Salvia fruticosa* Mill. populasyonlarının bazı morfolojik, agronomik özellikleri ve uçucu yağ oranları incelendiğinde populasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Farklı lokasyonlardan toplanan bu türde, genotipik farklılıklar, toplama yapılan saat, bitkinin yaşı, sıcaklık, yağış, ışıklenme süresi ve şiddeti, rakım, bakı, kuraklık, tuzluluk, toprak besin maddeleri ve toprak yapısı gibi pek çok çevresel faktör, populasyonlar arasındaki farklılığın nedeni olarak açıklanabilir.

4. Sonuç

Bu çalışma, Muğla yöresinde doğal yayılış gösteren Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerini ve uçucu yağ oranını belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, verim açısından değerlendirildiğinde yeşil herba veriminde 3. populasyonun (Ula, Muğla), drog herba veriminde 29. populasyonun (Akarca, Dalaman) ve drog yaprak verimi açısından 30. populasyonun (Göcek, Fethiye) en yüksek verime sahip populasyonlar olduğu görülmektedir. Uçucu yağ oranı açısından değerlendirildiğinde ise yapraktaki uçucu yağ oranında 22. populasyonun (Sultaniye, Köyceğiz) ve toplam uçucu yağ oranında ise 19. populasyonun (Beldibi, Marmaris) en yüksek yağ oranına sahip populasyonlar olduğu görülmektedir. Toplam uçucu yağ miktarının, yaprak eni ve yaprak boyunun az olduğu populasyonlarda daha yüksek olduğu ve rakımın yüksek olduğu populasyonlarda ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca incelenen özellikler açısından gerek populasyon içi gerekse populasyonlar arası geniş bir varyasyon görülmektedir.

Salvia fruticosa Mill., kurutulmuş yaprakları bitkisel çay olarak veya uçucu yağ üretimi için doğadan toplanarak kullanılan tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Doğadan toplamanın sürdürülebilir olması için, doğal populasyonların tahrip edilmesi önlenmeli, bitki toplayıcılarının eğitilmeleri, toplamların kontrollü yapılması sağlanmalıdır. Farklı kullanım alanlarına sahip olan ve talebi fazla olan bu tür bitkilerde kültüre alma olanaklarının geliştirilmesi ve genetik çeşitliliğin devamı için gen kaynaklarının korunması gerekmektedir. Kültürü yapılan bitkinin ihtiyaç duyduğu ekolojik koşulların sağlanması ile daha ucuz, kolay ve bol miktarda üretimi sağlanacaktır. Bu sayede istenilen kalite ve standartta ürün yetiştiriciliği ile ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu makale, doktora tez çalışmasından türetilmiş olup, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (Proje no 17/213) desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Baydar H (2016) Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. 5. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta.
- Bayram E, Ceylan A, Geren H (1999) Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) ıslahında geliştirilen klonların agronomik ve kalite özellikleri üzerinde araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 2, Adana, s. 212-217.

- Bayram E (2001) Batı Anadolu florasında yetişen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nda uygun tiplerin seleksiyonu üzerinde araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 25: 351-357.
- Bayram E, Sönmez Ç (2006) Adaçayı Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Bülteni, Yayın Bülteni: 48.
- Baytop T (1999) Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi Geçmişte ve Bugün. 2. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Çiçek F, Tutar M, Sarı AO, Bilgiç A (2011) Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) yapraklarında uçucu yağ oranlarının aylara göre değişimi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 2, Bursa, s. 1287-1290.
- Davis PH (1982) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 7th Edition, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dudai N, Lewinsohn E, Larkov O, Katzir I, Ravid U, Chaimovitch D, Sa'adi D, Putievsky E (1999) Dynamics of Yield Components and Essential Oil Production in a Commercial Hybrid Sage (*Salvia officinalis* L. x *Salvia fruticosa* ev. Neve Ya'ar No: 4). Journal Agriculture Food Chemistry 47: 4341-4345.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC (2000) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 2nd Edition, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Hickey M, King C (1997) Common Families of Flowering Plants. 1st Edition, Cambridge University Press, New York.
- İpek A, Gürbüz B (2010) Türkiye florasında bulunan *Salvia* Türleri ve tehlike durumları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 19(1-2): 30-35.
- Kalafatçılar ÖA (1996) Uçucu Yağ Bitkileri Ekotiplerinin Bazı Morfolojik, Anatomik ve Kalite Kriterleri Üzerinde Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kaplan M, Kocabaş I, Sönmez I, Kalkan H (2009) The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). In: I International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs. Antalya, Türkiye, pp. 147-152.
- Karık Ü (2013) Marmara bölgesindeki Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Populasyonlarının Morfolojik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Kültüre Alınma Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karık Ü (2015) Ege ve Batı Akdeniz Florasındaki Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Populasyonlarının Bazı Verim ve Kalite Özellikleri. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty 12(2): 32-42.
- Kocabaş I, Sönmez İ, Kalkan H, Kaplan M (2007) Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1): 105-110.
- Mossi AJ, Cansian RL, Paroul N, Toniazzo G, Oliveira JV, Pierozan M K, Pauletti G, Rota L, Santos ACA, Serafini LA (2011) Morphological characterisation and agronomical parameters of different species of *Salvia* sp. (Lamiaceae). Brazilian Journal of Biology 71(1): 121-129.
- Nakipoğlu M (1993) Bazı Adaçayı (*Salvia* L.) türleri ve bu türlerin ekonomik önemi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi 6: 45-58.
- TÜİK (2019) Dış Ticaret İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802>. Erişim 09 Nisan 2019.
- Uysal F (2015) Antalya Florasında Bulunan Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Populasyonlarında Seleksiyon Islahı İle Üstün Özelliklere Sahip Genotiplerin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Wichtl M (1971) Die pharmakognostisch-Chemische Analyse. Gehaltsbestimmung von Drogen (und Zubereitungen) mit atherischem Öl: 263-281.



Ağrı ilinde kaz yetiştiriciliğinin incelenmesi

Investigation of goose breeding in Ağrı province

Sezai ALKAN¹, Erhan EREN²

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, ORDU

²Ağrı Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, AĞRI

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Alkan, e-posta (e-mail): sezaialkan61@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): eren.erhan@tarimorman.gov.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Ocak 2019
Düzeltilme tarihi 13 Mart 2019
Kabul tarihi 25 Mart 2019

Anahtar Kelimeler:

Ağrı ili
Kaz yetiştiriciliği
Sosyal yapı
Sorun

ÖZ

Bu araştırma, Ağrı ilinde kaz yetiştiriciliği yapılan işletmelerin genel yapısının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Ağrı ilinin merkezinde ve ilçelerinde kaz yetiştiriciliği yapan 151 aile işletmesinde uygulanan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yetiştiricilerin %49.67'sinin 40-59 yaş arasında, %48.34'ünün ilkökul mezunu ve %56.29'unda ise hane genişliğinin 4-6 kişi arasında olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin %85.43'ü kaz yetiştiriciliği dışında başka hayvancılık faaliyetiyle uğraşmaktadır. Yetiştiricilerin %64.9'u kaz yetiştiriciliğini tüketim alışkanlığı olduğu için yaptığını belirtmiştir. Kaz yetiştiriciliği süresinin işletmelerin %63.58'inde 1-10 yıl arasında değiştiği belirlenmiştir. İşletmelerin %71.52'sinde kazın dışında tavuk yetiştirilmektedir. İşletmelerin sadece %4.64'ünde kaz dışında başka kanatlı hayvan yetiştirilmemektedir. Yetiştiricilerin %73.51'i kaz sayısını arttırmak istediğini belirtmiştir. İşletmelerin %98.68'inde kuluçka makinesi kullanılmamakta ve %49.01'inde ise dezenfeksiyon yapılmamaktadır. Yetiştiricilerin %62.91'i kazları 5-6 yıl süreyle damızlık olarak kullanmaktadır. Yetiştiricilerin %90.73'ü kazları 8-12 aylık yaşta kesmektedir. Yine yetiştiricilerin %84.77'si kaz üretimine devam etmek istediklerini ve karşılaştıkları en önemli sorunun hastalıklardan kaynaklanan kayıplar (%19.86) olduğunu belirtmişlerdir.

ARTICLE INFO

Received 30 January 2019
Received in revised form 13 March 2019
Accepted 25 March 2019

Keywords:

Ağrı province
Goose breeding
Social status
Problem

ABSTRACT

This research was conducted to determine the general structure of the goose breeding enterprises located in Ağrı province. In the study, data obtained from 151 family-owned goose breeding enterprises located in the center and districts of Ağrı province by interviewing were used. According to the results of the research, 49.67% of the breeders were between the ages of 40-59, 48.34% were primary school graduates and 56.29% of the households were between 4-6. 85.43% of the breeders are engaged in animal husbandry activities other than goose breeding. 64.9% of breeders stated that they made goose breeding because it was a habit of consumption. It has been found that 63.58% of enterprises surveyed have been in the market for less than 10 years. 71.52% of enterprises are also grown in chickens in addition to goose. Only 4.64% of enterprises was found not to breed poultry other than goose. 73.51% of the breeders stated that they desire to increase the number of geese that they breed. 98.68% of companies do not use incubators and 49.01% of them do not use disinfection techniques. 62.91% of the breeders keep the geeses for breeding for 5-6 years. 90.73% of the breeders slaughter the geese at the age of 8-12 months. 84.77% of the breeders stated that they want to continue the production of goose and the most important problem they encountered is the animal losses caused by the diseases that was reported to be 19.86%.

*B-1835 proje numarası ile desteklenen Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

1. Giriş

Kaz yetiştiriciliği serbest sistem kanatlı yetiştiriciliğine oldukça uygundur. Aynı zamanda kazların selüloz içeriği yüksek yemlerden ve özellikle meradan faydalanma kabiliyetlerinin yüksek olması, hastalıklara ve dış etkenlere karşı diğer kanatlı türlerine göre daha dayanıklı ve barınak gereksiniminin daha az oluşu gibi nedenlerden dolayı kaz

yetiştiriciliği düşük maliyetli bir üretim şeklidir. Dünyada farklı coğrafyalarda kazanç getirici bir üretim faaliyeti olarak kaz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu yetiştiriciliğin dağılımına baktığımızda iklimi soğuk olan Doğu Güneydoğu Asya ülkeleri ile bazı Doğu Avrupa ülkelerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Boz ve ark. 2014; Taşkın ve ark. 2017).

Dünya toplam kaz eti üretiminin yaklaşık %96'sını Asya kıtası ülkeleri karşılamaktadır. Asyadaki üretimin %99'u ise Çin'e aittir. Avrupa ülkeleri ise kaz eti üretiminde dünya üretiminin yaklaşık %5'ine sahiptir. Türkiye'nin Avrupa kaz eti üretimi içerisindeki payı ise yaklaşık %1'dir. Türkiye kaz eti üretimi yıllar bazında azalma eğilimi göstermektedir (Karabulut ve ark. 2017; FAO 2013).

Türkiye'de kaz yetiştiriciliği, Güney Doğu Anadolu, Batı Karadeniz, İç Ege, Doğu Anadolu Bölgesi, Orta Anadolu, Göller Bölgesi köylerinde ve özellikle Kars, Muş, Erzurum, Ağrı ve Ardahan illerinde yapılmaktadır. Küçük ölçekteki aile işletmelerinin açıkta otlatma şeklinde sürdürdüğü geleneksel üretim yapısı; toplumun belirli kesimlerince oldukça lezzetli bulunan kaz etinin sadece bölgesel ve yöresel ev yemeklerinde kullanılmasına ve ülke genelinde yeterince tanınmamasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra yetiştirilen kazların yumurta veriminin az olması, bazen dömlü yumurta elde edilmesinde sıkıntı yaşanması, kuluçkada karşılaşılan bazı problemler de yetiştiriciliğe olan talebi azaltmaktadır (Boz ve ark. 2014).

2017 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de kaz varlığının (978 384 adet) toplam kanatlı hayvan varlığı (348 143 754 adet) içindeki payı %0.28'dir. Kaz varlığı açısından 2017 yılında Kars (264 161 adet), Muş (98 699 adet), Ardahan (73 651 adet), Kütahya (44 427 adet) ve Samsun (35 652 adet) ilk beşte yer alan illerimizdir (TÜİK 2017). Türkiye'de ilk defa 2005 yılında görülen kuş gribi (*Avian influenza*) salgını, insan ölümleri, bunun devamında kanatlı sektöründe oluşan kriz ve kanatlı et ürünleri tüketiminin azalması sonucunda, 2006 yılı itibarıyla bu türlerin üretiminde bir düşüş meydana gelmiştir. Kuş gribi saptanan bölge ve illerde yapılan imha ve itlaf çalışmaları da bu azalmada büyük ölçüde etkili olmuştur (Boz ve ark. 2014).

2017 yılı TÜİK verilerine göre Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve Ağrı'ya komşu olan Kars (264 161 adet), Ardahan (73 651 adet) ve Muş (98 699 adet) illerinin kaz varlığı göz önüne alındığında, Ağrı'nın bölge illerinden oldukça geride olduğu görülmektedir. Ağrı, 2017 yılı TÜİK verilerine göre 14 026 adet kaz mevcudu ile (Türkiye toplam kaz varlığı içindeki payı %1.43) 15. sırada yer almaktadır. Oysa 2013 yılı TÜİK verilerine göre toplam kaz varlığı içinde ilin payı %4.16 ve kaz sayısı 31 460 adet olarak verilmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde kaz varlığında ciddi bir azalma olduğu görülmektedir (TÜİK 2017). Patnos 5 300 adet, Tutak 2 200 adet ve Doğubayazıt 2 000 adet kaz mevcudu ile Ağrı'da kaz yetiştiriciliğinin en yoğun olarak yapıldığı ilçelerdir (TÜİK 2017).

Kazların en önemli verimleri arasında et, karaciğer ve tüy gelmektedir. Bunların yanı sıra yumurta verimi ve yağı da önemlidir. Kazların yumurta verimi Ocak-Şubat ayında başlar ve Haziran-Temmuz aylarına kadar devam eder. Bu periyot ırklara göre değişmekle birlikte yaklaşık 130 gün sürer. Daha erken yumurta üretimini uyarmak için, yumurta sezonundan önce kazların barındıkları yerde her gün 14-16 saat aydınlatma yapılabilir (Çelik 2007; Boz 2015).

İrklara göre değişmekle birlikte kazlar bir sezonda 15-60 adet yumurta verebilmektedirler. Kazlarda yumurta verimi, ilk yıllarda sonraki yıllara göre daha fazla olup, 10 yaşına kadar verimli olarak kullanılabilir ve yumurtaların ağırlıkları 200 grama kadar çıkabilmektedir (Tilki ve İnal 2004a, b). Kaz yumurtalarının kuluçka süresi ırklara göre 28 ile 35 gün arasında değişir. Kazlarda ortalama dömlülük oranı %60-90, kuluçka randımanı %50-90 arasında değişmektedir (Tilki ve İnal 2004b).

Kazlar kışa girene kadar merada tutulabilir ve yumurta üretim sezonu süresince uygun bir besleme programı uygulanabilir. Beslemede iyi kalitede kaba yem kombinasyonu ve ticari kaz geliştirme yemi (pelet yem) kullanılabilir. Çevre ısı ve kaba yem kalitesine bağlı olarak günlük toplam 115-125 g pelet yem verilebilir. Ticari kaz yeminin bulunmaması halinde tavuk yemleri de kullanılabilir. Yaklaşık olarak yumurta üretiminden 2 ay önce, kazlara uygun bir geliştirme yemi verilmeye başlanmalıdır. Bu yem tek başına dengeli bir pelet yem olabileceği gibi, herhangi bir katkı maddesi içermeyen dengeli bir yem ile dane yemlerin yarı yarıya karışımı şeklinde bir yem de olabilir. Fakat ne kullanılırsa kullanılsın %15.4-18 arasında bir ham protein sağlanmalıdır. Bu iyi bir yumurta üretimi için gereklidir (Çelik 2007).

Tamamen konsantre yemle beslemeye dayalı entansif besleme yönteminde kazlar 10-12 haftada istenilen kesim ağırlığına ulaşırken, meraya dayalı beslemelerde bu süre 20-30 haftaya kadar uzamaktadır. Entansif besi yönteminde kesim süresi kısa olmasına rağmen, besi yeterince ekonomik olmamakta ve daha yağlı bir karkas elde edilmektedir. Besinin daha ekonomik olması, ekstansif beslemeye göre besi süresinin kısaltılması ve daha az yağlı karkas elde edilebilmesi için kaba ve konsantre yemin birlikte olduğu yarı entansif besleme yöntemi önemli bir alternatif olabilir (Arslan ve Tufan 2011).

Bu çalışmada, Ağrı ilinin mevcut kaz varlığı bakımından bölge illerinin gerisinde kalma nedenlerinin araştırılması, il genelinde kaz popülasyonu hakkında daha sağlıklı bilgi oluşturulması, kaz yetiştiriciliği yapan ailelerin sosyo-ekonomik durumları ortaya konulması, işletme yapıları, üretim sistemleri ve yetiştirilen kaz varyetelerinin verim performanslarının incelenerek gelecek çalışmalara kaynak sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini Ağrı ili ve ilçelerinde kaz yetiştiriciliği yapan aile işletmeleri oluşturmuştur. Kazlar *Anatidae* familyasından *Anser* cinsinden ilk evcilleştirilen hayvanlar arasında yer almıştır. Kazların evcilleştirilmesi M.Ö. 3000 yıllarında Mısır'da gerçekleşmiştir. Evcil kazlar çeşitli renk, görünüş ve büyüklüktedir. Dünya'da genellikle evcil kazlar yabani kazlardan daha fazladır. Evcil kazların başlıca iki tipi vardır. Bunlardan ilki; Avrupa orijinli kazlardır ve yabani Greylag kazlarından (*Anser anser*) orijin aldığı sanılmaktadır. İkincisi ise; Asya orijinli kazlar olup yabani Swan kazlarından (*Anser cygnoides*) orijin aldığı kabul edilmektedir (Pingel 2011; Boz 2015). Çekoslovakya Beyazı, Embden, Landes, Pilgrim, Pomeranian, Sentetik Ukrayna, Beyaz Macar ve Beyaz İtalyan kazı Avrupa orijinli kazlara, Çin, Huoyan ve Kuban kazı Asya orijinli kazlara örnek olarak verilebilir (Boz 2015).

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışma evreni ve örnekleme

Çalışmanın evrenini, 2018 yılında Ağrı ilinde Kaz yetiştiriciliği yapan işletmeler oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise, Ağrı ilinin merkezi ve 6 ilçesinden (Patnos, Doğubayazıt, Tutak, Taşlıçay, Diyadin, Hamur) basit tesadüfi örnekleme yoluyla seçilen toplam 151 işletme oluşturmıştır.

Bu çalışmada veri toplama yöntemi olarak yüz yüze görüşme, veri toplama aracı olarak ise araştırma değişkenlerini

ölçmeye yönelik olarak hazırlanmış anket formları kullanılmıştır. Anketlerin uygulanacağı işletmelere 2018 yılının Ocak-Temmuz aylarında ulaşılmış ve anketin açıklaması yaptıktan sonra işletme sahiplerinin soruları sağlıklı bir şekilde cevaplamaları sağlanmıştır. Anket formları, demografik sorunun yanı sıra kaz yetiştiriciliği hakkında bilgi edinmek amacıyla hazırlanmış toplam 44 adet sorudan oluşmuştur.

2.2.2. İstatistik değerlendirme

Anket formları bilgisayar ortamına aktarılarak elde edilen veriler istatistik analiz ile değerlendirilmiştir. Öncelikle, ankete katılanların anket formlarında yer alan tüm sorulara verdikleri cevapların frekans analizi yapılarak hem frekans değerleri (n) hem de % frekans değerleri hesaplanmıştır. Demografik bazı özellikler ile sorulara verilen cevaplar arasındaki ilişkileri inceleyebilmek amacıyla çapraz tablolar oluşturulmuş ve ki-kare testi (Chi-Square test) yapılmıştır. Ki-kare testlerinde; beklenen frekanslar 5'in üzerinde ise Pearson Ki-kare değeri (χ^2), 5'in altında ise Likelihood Ratio ki-kare değeri (LR χ^2) hesaplanmıştır. Anketlerin değerlendirilmesinde SPSS İstatistik Paket Programı kullanılmıştır (Anonim 2008).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yetiştiricilerin bireysel ve hane özelliklerine ilişkin temel bulgular

Araştırma alanı olan Ağrı ili Merkez, Patnos, Doğubayazıt, Tutak, Taşlıçay, Diyadin ve Hamur ilçelerinde yürütülen anket çalışmasında, katılımcıların bireysel özellikleri ile ailelerin sosyo-demografik ve ekonomik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla sorulara verilen cevaplardan frekans tabloları oluşturulmuştur. Anket uygulamasına katılan yetiştiricilerin yaş, eğitim durumları ve hane halkı sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Anketi cevaplandıran katılımcıların %49.67'sinin 40-59, %30.46'sının 60-80 ve %17.88'inin 20-39 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların içinde en az "80 üzeri" yaş aralığında (%1.99) katılımcı olduğu görülmektedir. Kaz yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin devamı açısından genç kesimin teşviki olumlu görülmektedir. Yetiştiricilerin büyük bir kısmının (%48.34) eğitim seviyesi ilkökul düzeyindedir. Hane halkı sayısı bakımından 4-6 birey barındıran ailelerin oranı %56.29 olarak bulunmuştur.

3.2. Kaz Yetiştiriciliğine ilişkin temel bulgular

Katılımcıların %98.68'i kendi arazisi üzerinde yetiştiricilik yapmaktadır. Ankete katılanların %64.90'ı tüketim alışkanlığı olarak, %31.13'ü hem tüketim hem de geçime katkı amaçlı kaz yetiştiriciliği yapmaktadır. Yetiştiricilerin %85.43'ü diğer hayvancılık faaliyetlerinin yanı sıra kaz yetiştiriciliği yapmaktadır. Bölgede kaz yetiştiriciliği büyük oranda diğer hayvancılık faaliyetlerine ek olarak yürütülmektedir. Ayrıca

ailelerin %71.52'si kaz haricinde kanatlı hayvan olarak tavuk yetiştirmektedir. Yetiştiricilerin %63.58'i 1-10 yıldır kaz yetiştiriciliği yaptığını ifade etmiştir. Kaz yetiştiriciliği yapan ailelerin ise %73.51'i kaz varlığını arttırmak istediğini bildirmiştir (Çizelge 2).

Boz ve ark. 2014 tarafından Yozgat ilinde yapılan anket çalışmasında, ankete katılan ailelerin %85.5'inin tüketim alışkanlığı ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla diğer hayvancılık faaliyetlerine ek olarak kaz yetiştiriciliği yaptığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, ailelerin %48'inin 1-10 yıldır, %3'ünün ise 40 yıldan fazla süredir kaz yetiştiriciliği yaptıklarını bildirmişlerdir.

Anket çalışmasında, kazların bakım ve besleme gibi uğraşlarının genelde hanedeki çocuklar ve kadınlar tarafından yapıldığı gözlemlenmiştir. Demir ve ark. (2013) tarafından Ardahan ilinde yapılan anket çalışmasında, kazların bakım ve idaresinde genellikle ev hanımlarının aktif rol aldığı ve ankete katılanların %10.34'ü tarafından kazların çobanlara baktırıldığı bildirilmiştir. Boz ve ark. 2014 ise kazların bakım ve idaresinde bütün aile bireylerinin rol aldığını ancak bayanların daha aktif rol aldıklarını bildirmişlerdir. Diker ve Deniz (2017) Türk kültüründe ve mitolojisinde önemli bir yeri olan kazın, Kars ilinin kültürel ve gastronomik kimliğindeki yerinin araştırılması üzerine yapmış oldukları çalışmada, "kaz çobanlığının" genelde kadınlar arasında yapılan bir meslek olduğunu, ve bu mesleğin imece usulü gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen kazların bakım ve idaresinde ağırlıklı olarak evin kadınlarının ve çocuklarının görev alması, yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Yetiştiriciler, yetiştirdikleri kaz sayısına bağlı olarak değişimle birlikte ortalama 4-6 adet damızlık kaz elde tutmaktadırlar. Kaz yetiştiriciliği genellikle yetiştiricilerin kendi elindeki damızlık materyalden doğal kuluçka yöntemiyle elde ettiği palazlar ile yapılmaktadır. Kendi kaynakları dışında komşulardan da kaz palazı temin edilmektedir. Yörede yetiştiricilerin kaz palazı temin edebilecekleri bir pazar olmayışından dolayı, katılımcılar "hayvan pazarı" seçeneğini işaretlememişlerdir. Demir ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmada, ekstansif olarak yapılan kaz yetiştiriciliğinin, yerli ırklarla ve genellikle doğal kuluçka yöntemi kullanılarak sürdürüldüğünü ve ortalama 5 adet kazın (4 dişi ve 1 erkek) damızlık olarak bir sonraki seneye bırakıldığını bildirmişlerdir. Boz ve ark. (2014) kaz yetiştiriciliğinin, ailelerin kendi elindeki damızlık kaz materyalinden doğal kuluçka yöntemi ile sağladığı palazlar ile sürdürüldüğünü, kendi kaynakları dışında komşudan ve hayvan pazarından da kaz temin edildiğini ve damızlık olarak 1-25 adet kazın elde tutulduğunu bildirmişlerdir. Taşkın ve ark. (2017) Kırşehir ilinde yapmış oldukları çalışmalarında işletmelerin yaklaşık 5 adet dişi ve 1 adet erkek kazı damızlık olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu durum yapılan çalışmada elde edilen bilgilerle paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. İşletmelerin yaş, eğitim durumu ve hane halkı sayısına göre dağılımı.

Table 1. Distribution of enterprises by age, educational status and number of households.

Yaş	(n)	(%)	Eğitim Durumu	(n)	(%)	Hane Halkı Sayısı	(n)	(%)
20-39	27	17.88	Okur/yazar değil	11	7.28	1-3	10	6.62
40-59	75	49.67	İlkokul	73	48.34	4-6	85	56.29
60-80	46	30.46	Ortaokul	42	27.81	≥7	56	37.09
≥80	3	1.99	Lise ve Üzeri	25	16.57	-	-	-
Toplam	151	100.00		151	100.00		151	100.00

Çizelge 2. İşletmelerin yetiştiricilik faaliyetlerine göre dağılımı.**Table 2.** Distribution of enterprises according to breeding activities.

Başka hayvancılık faaliyeti var mı? İşletme Sayısı	Toplam İşletme İçindeki Payı (%)	
Evet	129	85.43
Hayır	22	14.57
Yetiştirme Sebebi		
Geçime Katkı	2	1.32
Tüketim Alışkanlığı	98	64.9
Hobi	1	0.66
Geçim/Tüketim	47	31.13
Tüketim Alışkanlığı/Hobi	2	1.32
Geçime Katkı/Hobi	1	0.66
Yetiştiricilik Süresi		
1-10	96	63.58
11-20	43	28.48
21-30	10	6.62
31-40	2	1.32
Yetiştiriciliği Yapılan Diğer Kanatlı Hayvanlar		
Yok	7	4.64
Ördek	1	0.66
Hindi	1	0.66
Tavuk	108	71.52
Ördek/Tavuk	1	0.66
Hindi/Tavuk	29	19.21
Ördek/Hindi/Tavuk	3	1.99
Cevapsız	1	0.66
Kaz Varlığını Artırma İsteği		
Evet	111	73.51
Hayır	40	26.49

Yetiştiricilik yapılan ailelerde tüy rengine göre ağırlıklı olarak Alaca, Beyaz ve Gri varyeteler kullanılmaktadır. Ancak Alaca varyetenin daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir. **Boz ve ark. (2014)** yetiştiricilik yapılan ailelerde tüy rengine göre Alaca, Beyaz, Gri ve Siyah olarak belirlenen kaz varyetelerinin bulunduğunu, bu varyetelerin tek veya karışık varyeteler olarak yetiştirildiğini, ancak Alaca ve Beyaz varyetenin daha fazla tercih edildiğini bildirmişlerdir. Bu varyetelerin tercih edilme sebebi tamamen görünüş özelliklerine dayandırılmaktadır.

3.3. Kazların barınma ve beslenme özelliklerine ilişkin temel bulgular

Yörede kazlar kapalı alanda barındırılmakta ve kazların tamamı gündüzleri merada otlatılmaktadır. Bu otlatma kazların çobansız olarak mera, otlak, köy alanı ve su kenarlarında otlatılması şeklinde yapılmaktadır. Kaz palazları iklim şartları da göz önünde tutularak 2 veya 3 haftadan itibaren dışarı çıkarılmaktadır ve yetiştiricilerin %86.75'i palazlar için ayrı bir yemleme uygulamaktadır. Yörede kazların kapalı alanda barındırılması ve kaz palazlarının geç yaşta dışarı bırakılması uzun ve sert geçen kış mevsimine dayandırılmaktadır. Yetiştiricilerin tamamı kazlara mera harici ek yemleme uygulamakta ve ek yemlemede ağırlıklı olarak arpa, buğday ve fabrika yemi kullanılmaktadır. **Demir ve ark. (2013)** yetiştiricilerin kazlarını genellikle merada beslediklerini, ek olarak evdeki ekme ve yemek atıklarını verdiklerini, kesim öncesinde ise yetiştiricilerin %88.8'inin kazları arpa ile yoğun besli dönemine aldıklarını bildirmişlerdir. **Boz ve ark. (2014)** ise ek yemlemede kullanılan yem materyallerinin tahıllar (buğday, arpa, mısır), ev atıkları ve diğer hayvanlar için kullanılan

fabrika yemleri (koyun besi yemi, sığır besi yemi) olduğunu bildirmişlerdir. Kazların merada otlatılması ile mera harici ek yemleme uygulamaları yapılan anket çalışmasında üreticilerin vermiş oldukları cevaplarla benzerlik göstermektedir.

Ankete katılanların %50.99'u barınaklarda dezenfeksiyon uygulaması yapıyorken, %49.01'i herhangi bir dezenfeksiyon uygulaması yapmamaktadır (**Çizelge 3**). Bu oran kanatlı hayvan hastalıklarının bulaşması ve yayılması açısından ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Yetiştiricilerin %39.74'ü hastalıklar nedeniyle kayıpların yaşandığını belirtmiştir. **Demir ve ark. (2013)** bu oranı %13 olarak, **Demir ve Aksu Elmalı (2012)** bu oranı %8.74 olarak ve **Boz ve ark. (2014)** %1.5 olarak bildirmişlerdir. Yapılan anket çalışmasında ölüm oranının diğer çalışmalardaki değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Bu durum kötü barındırma şartları, işletmelere kaçak yoldan hastalıklı hayvan girişlerinin olması ve yetiştiricilik yapılan bölgenin göçmen kuşların göç yolu üzerinde yer almasına bağlı olarak yayılan kuş gribi (*Avian influenza*) gibi kanatlı hastalıklarına dayandırılmaktadır. Hastalıklarla mücadele ağırlıklı olarak yetiştiricilerin kendi imkanlarıyla ve serbest veteriner hekim desteğiyle yürütülmektedir. Yetiştiricilerin %78.15'i barınaklarda biriken gübreyi kullanmazken, %21.85'i gübreyi tarlada organik gübre olarak değerlendirmektedir.

Çizelge 3. İşletmelerin kuluçka makinesi kullanımı, dezenfeksiyon uygulama ve gübre kullanımına göre dağılımı.**Table 3.** Distribution of enterprises according to using of incubator, disinfection application and fertilizer.

Kuluçka Makinesi Kullanımı	İşletme Sayısı	Toplam İşletme İçindeki Payı (%)
Evet	2	1.32
Hayır	149	98.68
Dezenfeksiyon Uygulaması		
Evet	77	50.99
Hayır	74	49.01
Hastalıklar nedeniyle kayıplar oluyor mu?		
Evet	60	39.74
Hayır	91	60.26
Kaz Gübresi Kullanımı		
Evet	33	21.85
Hayır	118	78.15

3.4. Kaz eti, kaz yağı ve kaz tüyünün kullanımına ilişkin temel bulgular

Yetiştiricilerin %62.91'i kazlardan elde edilen yağları kullanmakta iken, %37.09'u bu yağları değerlendirmediklerini belirtmişlerdir. Tüylerin yolunmasında ıslatarak yolma (%52.98) ve kuru yolma (47.02) yöntemleri uygulanmaktadır. Ailelerin %1.99'u kazlardan elde edilen tüyleri yastık yorgan yapımında kullanılmaktadır (**Çizelge 4**). **Boz ve ark. (2014)** Yozgat ilinde yapmış oldukları araştırmada yetiştiricilerin %4'ünün kaz yağını değerlendirdiğini, %2.5'lik kısmının ise elde edilen tüyün yastık, yorgan yapımı için kullanıldığını belirtmişlerdir. **Demir ve ark. (2013)** Ardahan ilinde yapmış oldukları çalışmada bir kazdan ortalama 223 g tüy elde edildiğini, yetiştiricilerin ise %92.1'inin kaz tüylerini yastık yorgan yapımında kullandığını, %7'sinin sattıklarını ve %0.9'unun da kullanmadan atıklarını bildirmişlerdir. Yapılan araştırmada kaz yağı kullanım oranı **Boz ve ark. (2014)**'nın elde etmiş oldukları değerden yüksek, kaz tüyü kullanım oranı ise **Demir ve ark. (2013)**'nin elde etmiş oldukları değerden oldukça düşük bulunmuştur.

Çizelge 4. İşletmelerin kaz eti, kaz yağı ve kaz tüyü kullanımına göre dağılımı.

Table 4. Distribution of enterprises according to using of goose meat, goose oil and goose feather.

Kaz Yağı Kullanımı	İşletme Sayısı	Toplam İşletme İçindeki Payı (%)
Evet	95	62.91
Hayır	56	37.09
Tüy Yolma İşlemi		
Kuru Yolma	71	47.02
Islatarak Yolma	80	52.98
Kaz Tüyü Kullanımı		
Evet	3	1.99
Hayır	148	98.01
Kaz Eti Tüketim Durumu		
Aile İhtiyacı	94	62.25
Satış	1	0.66
Aile İhtiyacı ve Satış	56	37.09
Yetiştiriciliğe Devam Etme İsteği		
Evet	128	84.77
Hayır	23	15.23
Yüksek Verimli Irklarla Çalışma İsteği		
Evet	139	92.05
Hayır	12	7.95

Yetiştiricilerin %62.25'i kaz etini aile ihtiyacını karşılamak amacıyla, %0.66'sı sadece satışını yaparak, %37.09'u ise hem aile ihtiyacını karşılamak hem de satışını yapmak suretiyle kaz eti tüketmektedir. Ankete katılanların %86.09'u kaz yetiştiriciliğini karlı bir yetiştiricilik faaliyeti olarak görmektedir. Üreticilerin tamamı, geçimi sağlamak amacıyla yapılacak yetiştiricilikte sürü büyüklüğünün 50 ve yukarı olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Yetiştiricilerin %84.77'si kaz yetiştiriciliğine devam etmeyi düşünmekte ve %92.05'i yüksek verimli irklarla çalışmak istemektedir (Çizelge 4). Taşkın ve ark. (2017) Kırşehir ilinde yapmış oldukları çalışmada kazların piyasaya sunulması ve satışında farklılıklar olduğunu, kazların satışında üreticilerin %40'ının pazarda satmayı, %25'inin tüccara satmayı, %15'inin yakın çevresine satmayı tercih ettiklerini ve %20'sinin ise satış yapmadıklarını belirlemiştir. Satış yapmayan işletmelerin genellikle küçük aile işletmeleri olduğu ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yetiştiricilik yaptıklarını belirtmişlerdir. Demir ve ark. (2013) ise yetiştiricilerle yaptıkları görüşmelerde kazlarını satan yetiştiricilerin kazlarının ortalama %61.53'ünü sattıklarını, geri kalanını ise hane içi tüketimde kullandıklarını belirlemiştir. Kazların satışı veya aile içi tüketimde kullanım oranı işletme büyüklüğüne, işletmenin sahip olduğu kaz varlığına, pazarlama imkanlarına ve bölgenin kaz eti tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Ağrı yöresinde kaz eti genellikle Kasım-Aralık ve Ocak aylarında, kar yağdıktan sonra bulgur pilavı ile birlikte tüketilmektedir. Bunun haricinde kaz etinden tirit, fırında ve tandırda kızartma ve kavurma yapılmaktadır. Ayrıca kaz eti, lahana dolması ile keledoş adı verilen yöresel yemeklerde de kullanılmaktadır.

3.5. Kaz yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar

Yetiştiricilerin %33.11'i "kaz yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?" sorusuna herhangi bir yanıt vermemiştir. Ancak hastalıklar nedeniyle meydana gelen kayıplar neticesinde kaz mevcudunun azalması ve hastalıklarla yeterince mücadele

edilememesi, devlet destek ve teşviklerinin yetersiz olması ile kazların yağma (tarla ve ekinlere zarar verme) eğiliminin fazla olması üreticilerin en çok karşılaştıkları sorunların başında gelmektedir. Bunun yanı sıra, kazların bakım ve idaresinde çalışacak kimsenin olmaması, makine ve ekipman yetersizliği ve yem fiyatlarının pahalı olması da üreticiler tarafından yetiştiricilikte karşılaşılan başlıca sorunlar olarak ifade edilmiştir (Çizelge 5). Boz ve ark. (2014) çalışmalarında kazların ekili tarlalara ve evin etrafında bulunan makine ekipmanlara zarar vermesini, yetiştiricilerin bakım ve beslemedeki bilgi eksikliğini, devlet destek ve teşviklerinin yetersiz oluşunu ve düşük verimli irklarla yetiştiricilik yapılmasını yetiştiricilikte karşılaşılan sorunlar olarak belirlemiştir. Demir ve ark. (2013)'ün çalışmalarında yetiştiriciler kaz yetiştiriciliğinin zorlukları arasında yem fiyatlarının yüksek olmasını, kuluçka veriminin düşük olmasını ve bakımlarının uzun sürmesini göstermişlerdir. Taşkın ve ark. (2017) kaz yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunları; yumurta veriminin düşük olması, yem fiyatlarının yüksek olması, kazların korunaksız zirai alanlara zarar vermesi, bakım gerektirmesi ve yan ürünlerinin satılmaması olarak sıralamıştır. Genel olarak kaz yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar bölge ayrımı gözetmeksizin birbiri ile benzerlikler göstermektedir.

Çizelge 5. İşletmelerde kaz yetiştiriciliğinde karşılaşılan önemli sorunlar.

Table 5. Important problems of enterprises in goose breeding.

Kaz Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Sorunlar	İşletme Sayısı	Toplam İşletme İçindeki Payı (%)
Cevapsız	50	33.11
Bakım ve idarede çalışacak kimse yok	10	6.62
Destek ve teşvikler yetersiz	19	12.58
Hastalıklar nedeniyle kayıplar yaşanıyor, mevcut sayı azalıyor	30	19.86
Kazların otlatılacağı alan yetersiz/Yem fiyatları pahalı	6	3.97
Kuluçka makineleri pahalı, ekipman yetersiz	7	4.63
Yağmacılık eğilimi fazla	20	13.24
Kaz yetiştiricileri birliği yok	1	0.66
Genç çiftçi projesi gibi üreticiyi teşvik edici projeler az	1	0.66
Sürünün başında duracak çoban yok/Yağmacılık eğilimi fazla	7	4.64

4. Sonuç ve Öneriler

Ağrı yöresinde kaz yetiştiriciliği öncelikli olarak eti için yapılmaktadır. Kaz eti bölgede hem aile ihtiyacını karşılamada kullanılmakta hem de satışı yapılarak küçük ölçekli işletmelere ekonomik getiri sağlamaktadır. Bölgede uzun ve sert geçen kış mevsimine bağlı olarak kazlar kapalı alanda barındırılmakta ve kuluçkadan çıkan palazlar mevsim şartlarına göre değişimle birlikte 2-3 haftalık yaştan itibaren açık alana çıkarılmaktadır. Yetiştiricilerin barınaklarda dezenfeksiyon uygulamalarına yeterli düzeyde dikkat göstermemesi kanatlı hayvan hastalıklarının bulaşması ve yayılması açısından ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Yapılan çalışmada yetiştiricilerin %39.74'ü hastalıklar nedeniyle kayıpların yaşandığını belirtmiştir. Bu durum yetiştiricilerin özellikle kaz palazları için uygun bakım ve besleme koşullarını sağlayamamasına, ergin kazlarda ise kötü barındırma şartları ile yetiştiricilik yapılan bölgenin göçmen kuşların göç yolu üzerinde yer almasına bağlı

olarak yayılan kuş gribi (*Avian influenza*) gibi kanatlı hastalıklarına dayandırılmaktadır. Hastalıklar nedeniyle meydana gelen kayıplar, devlet teşvik ve desteklemelerinin yetersiz oluşu, kazların bakım ve idaresinde çalışacak kimsenin olmayışı ve kazların yağmacılık eğiliminin fazla oluşu yetiştiricilikte karşılaşılan başlıca sorunlardır.

Bu çalışmada elde edilen bilgiler anket verilerine dayandığından, yöredeki kazların üretici koşullarındaki gerçek verim düzeyleri ile uygun koşullar altında gerçek verim seviyelerinin ortaya konulması için araştırma çalışmalarının yapılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Bölgede kaz yetiştiriciliği ile uğraşan üreticilerin işletme şartlarının iyileştirilmesi, verim ve kalitenin artırılması, pazarlama yöntemlerinin çeşitlendirilebilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması için ihtiyaç duyulan gereksinimler şu şekilde sıralanabilir.

-Yetiştiricilikle ilgili eğitim seminerleri verilmeli, üreticilerin teknik bilgi eksiklikleri giderilmelidir.

-Birlik veya kooperatif gibi tarımsal amaçlı üretici örgütleri kurularak yetiştiricilerin bu yapılara üye olmak suretiyle örgütlenme sorunu ortadan kaldırılmalıdır.

-Kurulacak üretici örgütleri vasıtasıyla yetiştiricilerin makine-ekipman, kaliteli damızlık kaz, kuluçkalık yumurta ve palaz ihtiyacı karşılanmalıdır. Devletin sağladığı uygun kredi ve destekler ile sözleşmeli yetiştiricilik uygulamaları teşvik edilmelidir.

-Yetiştiriciler kazlarını günün büyük bir kısmında merada otlatmaktadır. Bu sebeple hem büyükbaş-küçükbaş hayvan yetiştiricileri hem de kaz yetiştiriciliği yapan üreticiler için mera ıslah projeleri hayata geçirilmeli, meradaki yem bitkisi çeşitliliği artırılmalıdır.

-Kazların akarsu ve göllere ulaşabileceği bölgelerde yer alan köylerde yaşayanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Akarsu ve göllerin evrensel atıklarla ve tarım ilaçları ile kirletilmesinin önüne geçilmelidir. Özellikle aşırı tarım ilacı kullanımı, kanalizasyon ve hayvan gübresi gibi atıklar ile hastalıklı hayvan leşlerinin akarsuya karıştırılmasının önüne geçilmelidir. Bu sayede bölgede sıkça rastlanan toplu arı ölümleri ile kaz ölümleri büyük ölçüde engellenmiş olacaktır.

-Kazlar hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklı olmasıyla bilinen bir kanatlı türü olmasına rağmen son yıllarda hastalıklar nedeniyle kayıplar meydana gelmektedir. Bu sebeple hastalıklara karşı etkin mücedele sağlanmalı, kaçak hayvan girişlerinin önüne geçilmeli, kamu kurumları ile birlikte hareket edilmelidir.

-Son yıllarda kaz etine olan talep de dikkate alınarak uygun pazar altyapısı oluşturulmalı, hazırlanacak proje ile kaz eti ve diğer yöresel ürünlerin de satışının yapılabileceği yerel halk pazarı kurulmalıdır.

-Kaz eti ve diğer kaz ürünlerinin tanıtımını sağlayacak tanıtıcı gün veya festivaller düzenlenmelidir.

-Ağrı ilinde yetiştirilen kazlardan elde edilen ürünler için coğrafi işaret tescili alınmalı, tesisleşme yönünde atılımlar sağlanmalıdır.

-Uzun vadede kurulacak entegre tesislerde işlenerek paketlenmiş, ambalajlanmış, soğuk hava depolarında muhafaza edilmiş olan kaz eti ve diğer kaz ürünlerinin yurtiçine ve yurtdışına pazarlanması sağlanmalıdır. Ağrı'nın jeopolitik konumu gereği bir sınır ili olması ve İran ile ticaretin büyük bir

kısımının gerçekleştiği Gürbulak Sınır Kapısı'na sahip olması bu ürünlerin yurtdışına satışında önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Teşekkür

Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne sağlamış oldukları maddi destekleri için teşekkür ederiz (Proje No: B-1835).

Kaynaklar

- Anonim (2008) SPSS İstatistik Paket Programı.
- Arslan C, Tufan, T (2011) Yarı entansif şartlarda beslenen yerli Türk kazlarının besi performansı, kesim özellikleri ve bazı kan parametreleri. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 17(3): 487-491.
- Boz MA, Sarıca M, Yamak US (2014) Yozgat ilinde kaz yetiştiriciliği. Tavukçuluk Araştırma Dergisi 11(1): 16-20.
- Boz MA (2015) Doğal ve yapay kuluçka ile elde edilen kazların entansif koşullarda büyüme, kesim ve karkas özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.
- Çelik B (2007) Muş yöresi yerli kazlarında kesim ve karkas özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Afyon.
- Demir P, Aksu Elmalı D (2012) Economical analysis of goose breeding commercially by small family farms. World's Poultry Science Journal 68: 5-10.
- Demir P, Kırmızıbayrak T, Yazıcı K (2013) Kaz yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik önemi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 60: 129-134.
- Diker O, Deniz T (2017) Kars kültürel ve gastronomik kimliğinde kaz. Doğu Coğrafya Dergisi 22(38): 189-204.
- FAO (2013) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>-. Erişim 22 Eylül 2018.
- Karabulut O, Ün H, Çamkerten İ, Garip M, Bulut G (2017) Aksaray yöresi kazlarda kuluçka randımanı üzerine araştırmalar. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi 6(1): 13-22.
- Pingel H (2011) Waterfowl Production for Food Security. Lohmann Information 46(2): 32-42.
- Taşkın A, Karadavut U, Camcı Ö (2017) Kırşehir ilindeki damızlık kaz yetiştiriciliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4(2): 138-144.
- Tilki M, İnal Ş (2004a) Türkiye'de yetiştirilen değişik orjinli kazların verim özellikleri. I. kuluçka özellikleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 28: 149-155.
- Tilki M, İnal Ş (2004b) Türkiye'de yetiştirilen değişik orjinli kazların verim özellikleri. II. büyüme özellikleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 28: 157-163.
- TÜİK (2017) Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002. Erişim 21 Eylül 2018.



Muş ili süt sığırcılığı işletmelerinde ırk tercihi ve etkileyen faktörler

Breed preference and affecting factors on dairy cattle farms in Muş province

Galip BAKIR¹, Mustafa KİBAR²

¹Kahramanmaraş Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46000, Kahramanmaraş

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 42130, Konya

Sorumlu yazar (Corresponding author): G. Bakır, e-posta (e-mail): galipbakir@hotmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): mustafa.kibar@selcuk.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Şubat 2019
Düzeltilme tarihi 07 Mayıs 2019
Kabul tarihi 23 Mayıs 2019

Anahtar Kelimeler:

Muş ili
Süt sığırcılığı
İrk tercihi
Etkili faktörler

ÖZ

Bu araştırma Muş ili ve ilçelerinde süt sığırcılığı işletmelerinde tercih edilen ırkların ve buna etkili faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla şansa bağlı olarak seçilen 346 işletmede anket uygulanmış, elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak çapraz tablolar yapılmış ve faktör-özellik arasındaki ilişkiler ki-kare analizi ile tespit edilmiştir. İşletmelerde ırk tercihinde mevki, hayvan sayısı, işletme tipi ve ırkın etkisi önemli bulunmuştur. Kültür ırkı tercihinde Simental ırkı %74.9 oranıyla ilk sırada yer alırken, bunu %15 oranıyla Esmir ırkı izlemiştir. Mevki bazında Hasköy ve Korkut ilçelerindeki işletmeler en fazla kültür ırkını tercih ederken; Merkez, Bulanık ve Varto ilçelerinde ise melez ırk tercih edilmektedir. İşletmelerde hayvan sayısı artarken, kültür ırkı tercihi düşmekte ve melez ırk tercihinde artış görülmektedir. Eğitim düzeyi arttıkça kültür ırkı içerisinde Simental tercihi azalırken, esmer tercihi yükselmiştir. Süt tipi işletmelerde kültür ırkı tercih oranı %73.2 iken, kombine tipi işletmelerde bu oran %65.2 olarak tespit edilmiştir. Yerli ırk tercihi sadece kombine tipi işletmelerde yapılmıştır. Hayvancılıktan memnun olan ve işi sürdürmek isteyen işletmelerin ırk tercihi en çok kültür ve melez olurken, kültür ırkı içerisinde de Simental en fazla (%76.4) tercih edilen ırk olmuştur. Genel olarak işletmelerin %4'ü yerli, %26.9'u melez ve %69.1'i kültür ırkını tercih etmişlerdir.

ARTICLE INFO

Received 13 February 2019
Received in revised form 07 May 2019
Accepted 23 May 2019

Keywords:

Muş province
Dairy cattle
Breed preference
Effective factors

ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the race preferred of farmers and factors affect in Muş province and its districts. For this purpose, a face-to-face questionnaire was administered to 346 individuals using the random sampling method. The obtained data were cross-tabulated using the SPSS packet program and the relationship between the factor-features was determined by chi-square analysis. The position, number of animals, type of business and the effect of the breed were found to be significant in farms. In the preference of cultured breeds, Simental was in the first place with 74.9%, followed by Brown Swiss with 15%. On the basis of location, Hasköy and Korkut districts prefer cultured breeds the most, whereas the Central, Bulanık and Varto districts prefer crossbreeds. While the number of animal increases in a farm, the preference for culture breeds decreases and the preference for crossbreed increases. As the level of education increased, the preference of Simental in culture breed decreased while the preference of Brown Swiss increased. In the case of milk type enterprises, the preference rate of cultured breeds was 73.2%, whereas it was found as 65.2% in combined type enterprises. The native breed is preferred only in combined type enterprises. The preferences of the enterprises who that satisfied with animal husbandry and want to continue their business are mostly cultures and crossbreeds, whereas highest culture breed preference rate was 76.4%. In general, 4% of the farms preferred local breeds, 26.9% preferred crossbreeds and 69.1% preferred culture breeds.

1. Giriş

Sürdürülebilir bir süt sığırcılığı için hayvanın genetik faktörünün iyi olmasının yanında çevre faktörlerinin de verimi artıracak şekilde düzenlenmesi gereklidir. Genetik faktörlerin içerisinde yüksek süt verimli bir ırk ile çalışmak ilk sırada yer

almaktadır. İşletme sahiplerinin ırk tercihine etkili çevre faktörleri bulunmaktadır. Bunlar içerisinde eğitim durumu, işletmecilerin hayvancılık yaptığı süre, işletmenin bulunduğu mevki, işletmede bulunan hayvan sayısı ve işletmecilerin

hayvancılıktan memnuniyeti gibi faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlerin belirlenmesi, işletmelerde yetiştirilen ırkların tercih nedenlerinin bilinmesi ve bölgeye uygunluğunun değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Bu konuda Türkiye'nin farklı bölgelerinde işletmecilerin ırk tercihini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (Bakır 2002; Tugay 2003; Tugay ve Bakır 2006; Han ve Bakır 2009; Şeker ve ark. 2012). Han ve Bakır (2009) Diyarbakır ili Ergani ilçesinde besi işletmelerinde yapmış olduğu çalışmada melez ırkların tercih edildiğini ve melez ırkı tercih etme oranının eğitim seviyesiyle önemli derecede pozitif ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar işletmecilerin deneyimleri ile ırk tercihleri arasında da farklı ilişkiler tespit etmekle birlikte, tüm deneyim gruplarında melez ırk tercihinin ön plana çıktığını ve bununla beraber yerli ırklarında tercih edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar işletmecilerin yetersiz bakım ve besleme şartlarına, hastalıklara dayanıklı olması ve uzun yürümeye dayanıklı olması sebebiyle yerli ırkları tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Tugay ve Bakır (2006) Giresun yöresindeki yapmış olduğu çalışmada işletmelerde çoğunlukla kültür ve melez ırkların; kültür ırkları içerisinde de Jersey, Esmer ve Siyah Alaca ırklarının daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar işletmecilerin ırk tercihi yaparken ırkın veriminin yüksek olmasına, bakımının kolay olmasına ve ürünlerinin pazarda yer bulması gibi hususlara dikkat ettiklerini tespit etmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalardan da görüldüğü üzere işletmecilerin ırk tercihini etkileyen birçok faktörün olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile Muş ili ve ilçelerinde süt sığırcılığı işletmelerinde tercih edilen ırkların ve buna etkili faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalini, Muş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından elde edilen işletme sayısı dikkate alınarak, Merkez, Bulanık, Malazgirt, Hasköy, Varto ve Korkut olmak üzere 6 ilçede bulunan işletmelerden şansa bağlı olarak seçilen 346 işletmede 2017 yılı Mart ayında yapılan anketlerden elde edilen orijinal veriler oluşturmuştur. Türkvet kaydında hayvan sayısı bir ve iki olarak görülen ancak varlığı şüpheli olan işletmeler (işletmelerin yaklaşık %50'si) ankete dâhil edilmemiştir. Anket çalışmalarında örnek hacminin en az %3 (Yamane 2006) veya %10'un (Cochran 1977; Arıkan 2000) alınması yeterli olacağı bildirilmiş, ancak örnek hacminin birim

sayısı arttıkça ana kitleyi daha iyi temsil etme yeteneğini de yükselteceği bildirilmektedir (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu 2007). Tabakalı örnekleme metodu veya basit tesadüfi örnekleme metodu ile belirlenen örnek sayısı daha az olduğundan bu çalışmada örnek hacmi %3.3 olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilerin SPSS 21.0 paket programı kullanılarak çapraz tabloları yapılmış ve faktör özellik arasındaki ilişkiler Khi-kare analizi ile tespit edilmiştir. (Düzgüneş ve ark. 1983).

3. Bulgular ve Tartışma

İşletmelerde ırk tercihinde mevki, hayvan sayısı, işletme tipi ve ırkın etkisi önemli bulunmuştur. Genel olarak işletmelerin %4'ü yerli, %26.9'u melez ve %69.1'i kültür ırkını tercih etmişlerdir. Kültür ırkı tercihinde Simental ırkı %74.9 oranıyla ilk sırada yer alırken, bunu %15 oranıyla Esmer ırkı izlemiştir (Çizelge 1).

Daş ve ark. (2014) Bingöl ilinde yapmış olduğu çalışma da işletmelerde çoktan aza doğru sırasıyla melez, kültür ve yerli ırkların bulunduğunu tespit etmiştir. Yılmaz ve ark. (2003) Hatay ilinde projersiz süt sığırcılığı işletmelerinde melez ırkların oranını %43.3 olarak yüksek bulmuştur. Van ilinde yapılan araştırmada, işletmelerdeki mevcut sığırların %61.1'ini Sarı Alaca, %33.5'ini Siyah Alaca ve %5.4'ünü Esmer ırkın oluşturduğu ve işletmelerin %8.6'sının Siyah Alaca, %48.2'sinin Simental, %26.3'ünün Esmer, %11.9'unun Simental+Esmer ve %2.3'ünün Siyah Alaca+Esmer ırkı tercih ettikleri bildirilmektedir (Bakır 2002). Muş ilinde yapılan araştırmada işletmelerde yetiştirilen sığır ırklarının %46.9'unun yerli, %37.2'sinin melez ve %15.9'unun ise kültür ırkı olduğu ve kültür ırkı sığırların %70.3'ünün Esmer, %17.2'sinin Simental ve %12.5'inin Siyah Alaca ırkından meydana geldiği bildirilmiştir (Şeker ve ark. 2012). Giresun yöresinde yapılan araştırmada ise işletmelerin %1.6'sının yerli, %25.2'sinin melez %73.2'sinin kültür ırkı sığırları tercih ettiği bildirilmiştir. Yöredeki işletmelerin ırk tercihlerini yaparken genel olarak ırkın veriminin yüksek olması (%67.3), yetiştirme şartları (%16.1), bize yetiyor (%7.8), et verimi yüksek (%4.6), bakımı kolay (%1.1), üretilen ürünü değerlendiremememe (%1.3), pazarlaması kolay (%1.8) gibi kriterleri dikkate aldıkları bildirilmiştir. Yörede yerli ırkı tercih eden işletmelerin %83.3'ü bize yetiyor, kültür ırkı melezini seçen işletmelerin %58.5'i yetiştirme şartlarını ve %24.5'i bize yetiyor, kültür ırkını tercih

Çizelge 1. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin mevkiye göre değişimi.

Table 1. Alteration of race and culture race preference as regards region in farms.

Mevki	Adet	İrk tercihi**			Kültür ırkı tercihi**				Toplam	
		Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental		Esmer+Simental+Alaca
Merkez	Adet	0	35	19	54	8	39	0	0	47
		0.0	64.8	35.2	100.0	17.0	83.0	0.0	0.0	100.0
Malazgirt	Adet	5	65	12	82	19	46	4	7	76
		6.1	79.3	14.6	100.0	25.0	60.5	5.3	9.2	100.0
Bulanık	Adet	9	63	37	109	8	67	15	3	93
		8.3	57.8	33.9	100.0	8.6	72.0	16.1	3.2	100.0
Hasköy	Adet	0	19	2	21	0	21	0	0	21
		0.0	90.5	9.5	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
Korkut	Adet	0	24	0	24	5	19	0	0	24
		0.0	100.0	0.0	100.0	20.8	79.2	0.0	0.0	100.0
Varto	Adet	0	33	23	56	6	38	0	2	46
		0.0	58.9	41.1	100.0	13.0	82.6	0.0	4.3	100.0
Toplam	Adet	14	239	93	346	46	230	19	12	307
		4.0	69.1	26.9	100.0	15.0	74.9	6.2	3.9	100.0

**p<0.01.

edenlerin %90.9'u verimin yüksek olmasını dikkate almışlardır (Tugay ve Bakır 2006).

Mevki bazında Korkut ilçesindeki işletmecilerin tamamı ve Hasköy ilçesindekilerin %90.5'i ise kültür ırkını tercih etmişlerdir. En fazla melez ırkı tercih eden işletmeler Merkez, Bulanık, Varto ilçelerinde bulunmaktadır. Kültür ırkları içinde en fazla tercih edilen ırk Simental olurken, en fazla Esmer tercih eden işletmeler Malazgirt ilçesinde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

İşletmecilerin hayvancılık yaptığı süreler göre ırk tercihi incelendiğinde Kültür ırkını tercih ettikleri (sırasıyla %80.4-%67.7-%59.8-%71.9) belirlenmiştir (Çizelge 2). 10 yıldan az hayvancılık yapan işletmeciler %80.4 oranıyla kültür ırkını tercih etmeleri önemli bir gelişme olarak görülmelidir. 21-30 yıl grubundaki işletmelerde Kültür ırkı tercihi %59.8'e düşerken bu grupta melez tercih oranı %37.9 olarak bulunmuştur. En fazla yerli ırk tercihi 31+ süre grubundaki işletmelerde tespit edilmiştir. Kültür ırkı içerisinde en fazla Simental ırkını 21-30 grubundaki işletmeler tercih ederken, esmer ırkını ise 10 yıldan az deneyimi olan işletmeler tercih etmişlerdir (Çizelge 2).

Hayvan sayısı 9 dan az olan işletmelerin yerli ırkı değil, kültür ırkını tercih ettiği (%71.6) saptanmıştır. Melez ırkı en fazla 41 ve üzeri hayvana sahip işletmelerin (%32.2) tercih ettiği tespit edilmiştir. Esasen hayvan sayısına göre melez ırk tercih eden işletmelerin oranı birbirine yakın olup %21.3 ile

%32.2 arasında değişmektedir. Genel olarak işletmelerde bulunan hayvan sayısına bağlı olarak ırk tercihleri de önemli değişiklik göstermiştir (Çizelge 3).

Van ilinde Bakır (2002) tarafından yapılan araştırmada, işletmelerdeki hayvan sayıları ile işletmecilerin ırk tercihleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Buna göre, işletmelerdeki hayvan sayısının yetiştiricilerin ırk tercihinde etkili bir faktör olduğu ve 1-5 baş kültür ırkı sığırları olan işletmelerde, Siyah Alaca ırkı olan işletmeciler bu ırkın yanında %46.7 oranında Simental, %20.7 oranında Esmer, %15.6 oranında ise Simental+Esmer ırkını tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Simental ırkı olan işletmeler %54 oranında Simental, %28.6 oranında Esmer ırk istemektedirler. Esmer ırkı olan işletmeler %55 oranında yine Esmer ırkı isterken, bunu %35 oranıyla Simental ırkı izlediğini ve 6-10 baş hayvan bulunan gruptaki işletmelerde Siyah Alaca bulunmaması dikkat çekici olduğunu belirtmektedir.

Eğitim durumu ırk tercihinin önemli etkilemiştir. Okuryazar olmayan işletmeciler kültür ırkını %52 oranında ve diğerlerine göre en düşük oranda tercih ederken, yine diğerlerine göre yüksek oranda (%36) melez ırkını tercih etmişlerdir. Kültür ırkı içerisinde en fazla (%95.2) tercih edilen kültür ırkı olan Simental, okuryazar olmayan işletmelerde tespit edilmiştir. Eğitim düzeyi arttıkça Simental tercihi azalırken, esmer ırkı tercihi yükselmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin hayvancılık süresine göre değişimi.

Table 2. Alteration of race and culture race preference as regards experience in farms.

Süre (yıl)		İrk tercihi**				Kültür ırkı tercihi				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
10<	Adet	0	74	18	92	14	59	3	4	80
	%	0.0	80.4	19.6	100.0	17.5	73.8	3.8	5.0	100.0
11-20	Adet	2	67	30	99	14	64	8	2	88
	%	2.0	67.7	30.3	100.0	15.9	72.7	9.1	2.3	100.0
21-30	Adet	2	52	33	87	9	62	3	2	76
	%	2.3	59.8	37.9	100.0	11.8	81.6	3.9	2.6	100.0
31+	Adet	6	41	10	57	5	38	5	4	52
	%	10.5	71.9	17.5	100.0	9.6	73.1	9.6	7.7	100.0
Toplam	Adet	10	234	91	335	42	223	19	12	296
	%	3.0	69.9	27.2	100.0	14.2	75.3	6.4	4.1	100.0

**p<0.01.

Çizelge 3. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin hayvan sayısına göre değişimi.

Table 3. Alteration of race and culture race preference as regards animal number in farms.

Hayvan sayısı (baş)		İrk tercihi*				Kültür ırkı tercihi**				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
9<	Adet	0	58	23	81	13	51	7	0	71
	%	0.0	71.6	28.4	100.0	18.3	71.8	9.9	0.0	100.0
10-20	Adet	7	54	22	83	12	58	4	1	75
	%	8.4	65.1	26.5	100.0	16.0	77.3	5.3	1.3	100.0
21-40	Adet	1	69	19	89	12	64	5	2	83
	%	1.1	77.5	21.3	100.0	14.5	77.1	6.0	2.4	100.0
41>	Adet	6	53	28	87	9	52	2	9	72
	%	6.9	60.9	32.2	100.0	12.5	72.2	2.8	12.5	100.0
Toplam	Adet	14	234	92	340	46	225	18	12	301
	%	4.1	68.8	27.1	100.0	15.3	74.8	6.0	4.0	100.0

*p<0.05. **p<0.01.

Elmaz ve ark. (2014) Burdur ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde yapmış oldukları çalışmada işletmecilerden ilkokul eğitim seviyesinde olanların oranını %93.5 olarak bildirmişlerdir. Köseman ve Şeker (2016) Malatya ilinde sığırcılık işletmelerinde yapmış oldukları çalışmada işletmecilerin eğitim düzeyini üniversite, hayvancılık yaptığı süreyi de 21 yıl ve üzeri olarak bildirmişlerdir. Ergani'de yapılan araştırmada, eğitim düzeyi okuyazar olan ve olmayan işletmeciler yerli ırkı tercih ederken (%48.5), eğitim seviyesi arttıkça melez ırka doğru bir yöneliş olduğu ve buna ait değerlerin ilkokuldan, lise+'ya kadar (%52.6, %75.0 ve %92.3) artan bir eğilim izlediği belirtilmiştir. Eğitim düzeyi ile ırk seçimi arasındaki ilişki önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Han ve Bakır 2009).

İşletme tipi hem ırk ve hem de kültür ırkı tercihinin önemli düzeyde etkilemiştir. Süt tipi işletmelerde kültür ırkı tercih oranı %73.2 iken, kombine tipi işletmelerde bu oran %65.2 olarak tespit edilmiştir. Yerli ırk tercihi sadece kombine tipi işletmelerde yapılmıştır. Simental ırkı tercih oranı süt tipi işletmelerde %80.1 iken, kombine tipi işletmelerde %69.9 olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

Muş ilinde Şeker ve ark. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada ırk seçiminde Muş ilinin karasal iklime sahip olması, yazların sıcak ve kurak, kışların ise oldukça soğuk geçmesinin etkili olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle yetiştiricilerin kombine verimli olan Esmer ve Simental ırklarının tercihinde hem iklim şartlarına uygun ve daha dayanıklı olan, kültür ırkları içerisinde hastalıklara karşı daha dirençli olan hem de bölgenin sığır besiciliği açısından da önemli bir merkez olması dolayısıyla, besi materyali olarak bu ırkların performanslarından memnun olmalarının etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, yetiştiricilerin kültür ırklarını seçimde bilinçli oldukları ve yetiştirme şartlarının uygun olması (%37.5), veriminin yüksek olması (%35.4) ve alışkanlıktan

dolayı (%3.1) yetiştiricilerin bu ırkları tercih ettikleri bildirilmektedir.

Hayvancılıktan memnun olan işletmecilerin %65.8'i kültür ırkını ve %30.2'si melez ırkı tercih etmişlerdir. Yine bu işletmecilerin kültür ırkı tercihi %78.9 Simental ve %12.6 esmer ırk olmuştur (Çizelge 6). İş sürdüren işletmecilerin ırk tercihi en çok kültür ırkı ve melezleri olurken, kültür ırkı tercihinde ise en fazla Simental ırkı (%76.4) olmuştur (Çizelge 7).

İşletmelerde yetiştirilen ırkların işletmecilerin ırk tercihlerine etkisi önemli bulunmuştur. Yerli ırkı bulunan işletmecilerin sadece %40.7'si kültür ırkını tercih ederken, bu oran diğer işletmeciler arasında en düşük orana sahiptir. Melez ırkı tercih edenler içerisinde en yüksek oran, yerli ırk yetiştiren işletmelerde bulunmuştur. Kültür ırkı yetiştiren işletmelerin kültür ırkı tercihi %81.8 olması dikkat çekici bulunmuştur. Bu işletmelerin %18.2'sinin melez ırk tercih etmesi, barınak şartları ve işletmecilerin imkânı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Melez ırk yetiştiren işletmelerin tekrar %30.6 oranında melez ırk tercih etmeleri bu ırktan memnuniyet ve işletme şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yerli ırkı bulunan işletmecilerin kültür ırkları içerisinde %57.7 oranında Simental tercih etmeleri anlamlı olup, bu oran diğer ırk bulunan işletmeler arasında en düşük düzeydedir. Bunun aksine, yerli ırk bulunan işletmelerin esmer ırk tercih oranı ise diğer işletmeler arasında en yüksek düzeyde bulunmuştur (Çizelge 8).

Van ilinde Bakır (2002) tarafından yapılan araştırmada, işletmelerdeki mevcut ırklar ile işletmecilerin ırk tercihleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Buna göre, ilde Siyah Alaca ırkı olan yetiştiricilerin Siyah Alaca tercihi %9.8 iken, Simental isteyenlerin oranı %45.9, Esmer %20.5, Simental+Esmer isteyenlerin oranı %16.4 olarak bulunmuştur. Özellikle Siyah

Çizelge 4. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin eğitim durumuna göre değişimi.

Table 4. Alteration of race and culture race preference as regards educational status in farms.

Eğitim durumu		İrk tercihi*				Kültür ırkı tercihi				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
O. yazar değil	Adet	3	13	9	25	1	20	0	0	21
	%	12.0	52.0	36.0	100.0	4.8	95.2	0.0	0.0	100.0
İlkokul	Adet	7	89	44	140	20	94	8	5	127
	%	5.0	63.6	31.4	100.0	15.7	74.0	6.3	3.9	100.0
Ortaokul	Adet	3	78	25	106	13	65	7	7	92
	%	2.8	73.6	23.6	100.0	14.1	70.7	7.6	7.6	100.0
Lise	Adet	1	57	13	71	12	49	4	0	65
	%	1.4	80.3	18.3	100.0	18.5	75.4	6.2	0.0	100.0
Toplam	Adet	14	237	91	342	46	228	19	12	305
	%	4.1	69.3	26.6	100.0	15.1	74.8	6.2	3.9	100.0

* $p<0.05$.

Çizelge 5. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin işletme tipine göre değişimi.

Table 5. Alteration of race and culture race preference as regards farm kind in farms.

İşletme tipi		İrk tercihi**				Kültür ırkı tercihi**				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
Süt	Adet	0	123	45	168	24	121	4	2	151
	%	0.0	73.2	26.8	100.0	15.9	80.1	2.6	1.3	100.0
Kombine	Adet	14	116	48	178	22	109	15	10	156
	%	7.9	65.2	27.0	100.0	14.1	69.9	9.6	6.4	100.0
Toplam	Adet	14	239	93	346	46	230	19	12	307
	%	4.0	69.1	26.9	100.0	15.0	74.9	6.2	3.9	100.0

** $p<0.01$.

Çizelge 6. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin hayvancılıktan memnuniyete göre değişimi.**Table 6.** Alteration of race and culture race preference as regards satisfaction of farmers in farms.

Memnuniyet		İrk tercihi			Toplam	Kültür ırkı tercihi				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez		Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental+ Alaca	
Evet	Adet	8	133	61	202	22	138	9	6	175
	%	4.0	65.8	30.2	100.0	12.6	78.9	5.1	3.4	100.0
Hayır	Adet	6	105	30	141	24	90	9	6	129
	%	4.3	74.5	21.3	100.0	18.6	69.8	7.0	4.7	100.0
Toplam	Adet	14	238	91	343	46	228	18	12	304
	%	4.1	69.4	26.5	100.0	15.1	75.0	5.9	3.9	100.0

Çizelge 7. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin işi sürdürme durumuna göre değişimi.**Table 7.** Alteration of race and culture race preference as regards status of go on production in farms.

İş sürdürmek		İrk tercihi*			Toplam	Kültür ırkı tercihi*				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez		Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
Evet	Adet	9	209	83	301	35	204	16	12	267
	%	3.0	69.4	27.6	100.0	13.1	76.4	6.0	4.5	100.0
Hayır	Adet	5	29	8	42	11	24	2	0	37
	%	11.9	69.0	19.0	100.0	29.7	64.9	5.4	0.0	100.0
Toplam	Adet	14	238	91	343	46	228	18	12	304
	%	4.1	69.4	26.5	100.0	15.1	75.0	5.9	3.9	100.0

*p<0.05.

Çizelge 8. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin mevcut ırka göre değişimi.**Table 8.** Alteration of race and culture race preference as regards current race in farms.

Mevcut ırk		İrk tercihi**			Toplam	Kültür ırkı tercihi*				Toplam
		Yerli	Kültür	Melez		Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	
Yerli	Adet	7	11	9	27	7	15	1	3	26
	%	25.9	40.7	33.3	100.0	26.9	57.7	3.8	11.5	100.0
Kültür	Adet	0	45	10	55	7	40	1	0	48
	%	0.0	81.8	18.2	100.0	14.6	83.3	2.1	0.0	100.0
Melez	Adet	0	77	34	111	11	81	4	1	97
	%	0.0	69.4	30.6	100.0	11.3	83.5	4.1	1.0	100.0
Yerli+melez	Adet	7	58	26	91	10	53	9	5	77
	%	7.7	63.7	28.6	100.0	13.0	68.8	11.7	6.5	100.0
Kültür+melez	Adet	0	44	13	57	11	37	3	3	54
	%	0.0	77.2	22.8	100.0	20.4	68.5	5.6	5.6	100.0
Toplam	Adet	14	235	92	341	46	226	18	12	302
	%	4.1	68.9	27.0	100.0	15.2	74.8	6.0	4.0	100.0

*p<0.05. ** p<0.01.

Alaca ve Siyah Alaca+Esmer ırklarına olan tercihin düşük oranlarda bulunması, yörede Siyah Alacaya karşı isteksizlik olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ilde bazı işletmelerin hiçbir kültür ırkını istememeleri de dikkat çekicidir. Buna özellikle barınakları yetersiz ve bakım besleme imkânları kıt olan işletmelerde bulunan kültür ırklarının kısa sürede elden çıkmasının neden olduğu söylenebilir. İlçede Esmer ırkı olan işletmelerin %61.5'inin yine Esmer istemeleri, Esmer ırkının ilçedeki işletmelere adaptasyonunun iyi olmasına bağlanabilir. Çünkü ilçedeki işletmelerin tamamına yakını barınak şartları kötü ve bakım besleme imkânları yetersiz küçük işletmelerden oluşmaktadır.

Muş ilinde süt sığırcılığı yapan işletmecilerin hayvancılık yapma sebepleri ile tercih ettikleri ırk arasında önemli bir ilişki bulunmuştur (p<0.05). Buna göre hayvancılığı baba mesleği olduğu ve sevdiği için yapan işletmecilerin yerli ırk tercih ettiği görülmektedir. Hayvancılığı sevdiği için, baba mesleği olduğu için, başka iş olmadığı için ve bunların kombinasyonlarından dolayı bu işi yapan işletmecilerin hepsinin yüksek oranda kültür

ırkı tercih ettikleri görülmektedir. Bu durumun kültür ırklarının veriminin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken husus, bu mesleği babadan alan işletmecilerin, kültür ırklarına verimlerini ortaya çıkarabilecek çevre şartlarını sunacak bilgi ve ekipmana sahip olmadığından dolayı bir hayvan israfının olduğu söylenebilir. Yine tüm işletmecilerin yüksek oranda Simental ırkı tercih ettiği görülmektedir. Bunun da yetiştiriciler arasındaki iletişimden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Çizelge 9).

Ergani'de yapılan çalışmada, hayvancılıktan memnun olma nedeni olarak önde gelen faktör (%81.5) yetiştiricilerin yapacak başka işleri olmamasıdır. Genel eğilimin aksine az oranda da olsa eğitimi lise+ olanlar hayvancılığın karlı olmasını belirtmişlerdir. Deneyimi az ve genç olan yetiştiriciler memnuniyetlerine neden olarak başka işleri olmamasını (%90.9) belirtirken, deneyimi 14+ yıl olanlar (%8.6) hayvancılığı sevdiğini beyan etmişlerdir. Yetiştiricilerin %56.3'ünün hayvancılıktan başka işle uğraşmadıkları, ilave iş yapanların da önde gelen uğraş alanı olarak %32.3 oranıyla süt

Çizelge 9. İşletmelerde ırk ve kültür ırkı tercihinin hayvancılık yapma nedenine göre değişimi.

Table 9. Alteration of race and culture race preference as regards reason of livestock in farms.

Hayvancılık yapma sebebi	İrk tercihi*				Kültür ırkı tercihi					
	Yerli	Kültür	Melez	Toplam	Esmer	Simental	Esmer+Simental	Esmer+Simental +Alaca	Toplam	
Baba mesleği	Adet	1	67	22	90	8	62	7	3	80
	%	1.1	74.4	24.4	100.0	10.0	77.5	8.8	3.8	100.0
Sevmek	Adet	1	27	11	39	7	28	0	0	35
	%	2.6	69.2	28.2	100.0	20.0	80.0	0.0	0.0	100.0
Başka iş yok	Adet	7	111	35	153	24	105	5	7	141
	%	4.6	72.5	22.9	100.0	17.0	74.5	3.5	5.0	100.0
Baba mesleği +sevmek	Adet	3	7	4	14	2	7	2	1	12
	%	21.4	50.0	28.6	100.0	16.7	58.3	16.7	8.3	100.0
Baba mesleği+iş yok	Adet	0	16	10	26	4	12	2	1	19
	%	0.0	61.5	38.5	100.0	21.1	63.2	10.5	5.3	100.0
Sevmek+iş yok	Adet	1	6	3	10	1	7	1	0	9
	%	10.0	60.0	30.0	100.0	11.1	77.8	11.1	0.0	100.0
Toplam	Adet	13	234	85	332	46	221	17	12	296
	%	3.9	70.5	25.6	100.0	15.5	74.7	5.7	4.1	100.0

* p<.0.05.

sığırcılığı yaptıkları belirlenmiştir. En fazla ek iş yapmayanlar %84.6 oranıyla eğitimi lise+ olanlar ve daha çok süt sığırcılığı ile uğraşanlar ise %58.3 oranıyla okuryazar olanlardır (Han ve Bakır 2009). Denli ve ark. (2013) Diyarbakır ili sığırcılık işletmelerinde yapmış oldukları çalışmada işletmecilerin %87'sinin hayvancılıktan başka işle uğraşmadığını ve %20'sinin hayvancılıktan memnun olduğunu bildirmiştir. Tugay (2003) yaptığı çalışmada, yetiştiricilikten memnun olma nedenini, %14 ev ihtiyacı, %1.7 alışkanlık, %9.8 geçime katkı, %73.7 geçim kaynağı, %0.8 başka işi olmadığı şeklinde bildirmektedir. Bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Ildız (1999) Tokat ilindeki işletmelerde sığır varlığının çoğunluğunu Esmer ırkını (%55.23) oluşturduğunu kaydetmiştir. Ancak; Bakır (2002), Van ilindeki işletmelerde mevcut kültür ırkı sığırların, Sarı Alaca (%61.1), Siyah Alaca (%33.5) ve Esmer ırklardan (%5.4) oluştuğunu bildirmiştir.

4. Sonuç

Sonuç olarak, yöredeki işletmelerin favori ırkı Simental olup bunu Esmer ırk izlemektedir. Ancak işletmelerin fiziki şartlarının iyileştirilmesi, bakım ve besleme ile yetiştiricilerin bilgi ve tecrübelerinin artması ile ırk tercihlerinde değişme olacağı da göz ardı edilmemelidir. Bu işletmelerin süt yanında besi de yapmak istedikleri tespit edilmiştir. Süt üretimi yapan işletmeler ise Siyah Alacayı tercih etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasında emeği geçen Muş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün tüm personeline teşekkür ederiz. Bu çalışmanın tek sayfalık İngilizce genişletilmiş özeti Antalya'da 25-27 Ekim 2019 tarihleri arasında düzenlenen 10. Uluslararası Zootečni Kongresinde yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Arıkan R (2000) Araştırma Teknikleri ve Rapor Yazma. Gazi Kitabevi, Ankara, s. 312.
- Bakır G (2002) Van ilindeki Özel Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Tercih Edilen Kültür İrkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 122: 11-20.

Cochran WG (1977) Sampling techniques (3rd Edition). John Wiley&Sons, New York.

Daş A, İnci H, Karakaya E, Şengül AY (2014) Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(3): 421-429.

Denli M, Sessiz A, Tutkun M (2013) Diyarbakır ili sığırcılık işletmelerinin genel yapısal durumu ve bakım-beslenme teknikleri analizi projesi. Dicle Üniversitesi Ziraat Fak. Zootečni Bölümü.

Düzgünes O, Kesici T, Gürbüz F (1983). İstatistik Metodları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. 229, Ankara.

Elmaz Ö, Saatçi M, Özçelik M, Sipahi C (2014) Burdur ili süt sığırcılığı ve özellikleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi.

Han Y, Bakır G (2009) Özel Besi Sığırcılığı İşletmelerinde İrk Tercihleri ve Besi Uygulamaları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 40(2): 35-41.

Ildız F (1999) Tokat ili merkez ilçesinde ithal sığır yetiştiren tarım işletmelerinin yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köseman A, Şeker İ (2016) Malatya İlinde Sığırcılık İşletmelerinin Mevcut Durumu: I. Yapısal Özellikler. F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg. 30(1): 5-12.

Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V (2007) Biyoistatistik. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.

Şeker İ, Tasalı H, Güler H (2012) Muş İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapılan İşletmelerin Yapısal Özellikleri. F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg. 26(1): 09-16.

Tugay A (2003) Giresun yöresindeki süt sığırcılığı işletmelerinin genel değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enst, Van.

Tugay A, Bakır G (2006) Giresun Yöresindeki Özel Süt Sığırcılığı İşletmelerinin İrk Tercihleri ve Barnakların Yapısal Durumu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37(1): 39-47.

Yamane T (2006) Temel örnekleme yöntemleri. Çeviri, Esin, A., Bakır, M.A., Aydın, C, Güzbüzel, E. Literatür Yayınları: 53, İstanbul.

Yılmaz İ, Dağistan E, Koç B, Özel R (2003) Hatay ilinde projeli ve projersiz süt sığırcılığı yapan işletmelerin süt sığırcılığı üretim faaliyetlerinin ve faktör verimliliklerinin analizi. Mediterranean Agricultural Sciences 16(2): 169-178.

YAZIM KURALLARI

Kapsam

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergiye bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri ile toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri ile sınırlı sayıda çağrılı derleme kabul edilmektedir.

Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayımlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak (International Committee of Medical Journal Editors ve Committee on Publication Ethics) zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğünce hazırlanır.

Eser Sunumu

Eserler, online sistem (www.dergipark.gov.tr/mediterranean) kullanılarak dergiye sunulmalıdır. Esere katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmış "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" eser online sisteme yüklenmelidir. Etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgesi makale gönderilirken sisteme yüklenmelidir.

Makale Değerlendirme Süreçleri

Dergiye sunulan makale, Dergi Editörler Kurulunca ön değerlendirmeye tabii tutulur. Kurul, yazım kuralları ve içerik açısından dergide basılabilecek nitelikte bulmadığı makaleyi hakemlere göndermeden iade etme hakkına sahiptir. Dergide basılabilecek nitelikteki makaleler ise incelenmek üzere ait olduğu bilim alanında uzman üç hakeme gönderilir.

Hakemlerin oybirliği veya çoğunlukla basılmaya uygun bulmadığı makale hakkında yazar bilgilendirilir ve esere ait dokümanlar iade edilmez. Makale, hakemler tarafından sunulduğu haliyle basıma uygun bulunmuş ise yazara eserin basıma kabul edildiği bilgisi iletilir.

Hakemler tarafından basıma kabul edilebilir bulunmasına karşın düzeltme önerisi yapılan makale, düzeltmelerin yapılması için hakem önerileriyle birlikte yazara gönderilir. Yazar otuz gün içinde düzeltmeleri yaparak eserin son şeklini bir asıl kopya, düzeltmeler listesi ve "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" ile birlikte Editöre iletmek zorundadır. Yazar(lar)ın kabul etmedikleri önerilerin gerekçelerini bilimsel kanıt ve kaynaklarla düzeltmeler listesinde açıklamaları zorunludur. Editörler Kurulu, hakem raporları ve düzeltmelerle istenilenlere uyulma durumunu dikkate alarak makale hakkında nihai kararını verir ve sonuç yazara iletilir.

Basıma kabul edilmiş makale basılmadan önce sorumlu yazara son defa kontrol edilmek üzere gönderilir. Sorumlu yazar son kontrolleri yapılan makaleyi 10 gün içinde geri göndermek zorundadır. Yazarların hepsi basılan makalelerine www.dergipark.gov.tr/mediterranean adresinden ulaşabilirler.

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES'de makale basımı ücretsizdir.

Makale Hazırlama İlkeleri

Dergiye sunulan eser, kapak sayfası ve makale olmak üzere iki ana bölümden oluşmalıdır.

1. İlk Sayfa: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir.

2. Makale: Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında, solunda, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır.

Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) 16 sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Toplam Çizelge ve Şekil sayısı 8'den fazla olmamalıdır.

Makale Başlığı: Kısa ve kapsayıcı olmalı, on beş kelimeyi geçmemeli ve ilk kelimenin baş harfi büyük olmak üzere küçük harfle ve **koyu** yazılmalıdır. İngilizce başlık aynı biçimde ve bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

Öz: Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir.

Anahtar Sözcükler: Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

Giriş: Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir. *Makale içinde seksiyon başlıkları:* 'Kaynaklar' seksiyonu hariç hepsi numaralandırılmalıdır. Başlığın ilk harfi büyük diğerleri küçük olmalıdır. Ana başlıklar koyu ve alt başlıklar italik olmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler ve güven sınırları gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

Bulgular: Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. Şekil ve çizelgelerdeki tüm verilerin metin içinde tekrarından kaçınılmalı, vurgulayıcı noktalar anlatılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır.

Tartışma ve Sonuç: Bu bölümde elde edilen bulgular, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır. Son olarak ulaşılan nihai sonuç ve varsa öneriler verilmelidir.

Makale düzeninde bölümlerin "Bulgular ve Tartışma" ve/veya "Sonuç" şeklinde düzenlenmesi mümkün ve yazar(lar)a bağlıdır.

Teşekkür: Gerekli ise bu bölümde çalışmaya veya makaleye katkı veren kişiler, destekleyen kurumlar (varsa proje numaralarıyla) belirtilmelidir.

Kaynaklar: Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır: Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere "..... bildirilmektedir (Burton 1947).", iki yazarlı eserlere ".... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).", üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise "..... ortaya konmuştur (Keeve ve ark. 2000)." örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile "... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010)." örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır.

Yazara yapılan atıflar ise “Borton (1947)’a göre ...”, “Sayan ve Karagüzel (2010), ... bildirmektedirler.” ve “Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir.” örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa “... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)” örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

Kaynaklar bölümünde, makalede atfı yapılan tüm basılmış veya basıma kabul edilmiş eserler alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilmeli ve kaynak isimlerinde kısaltma yapılmamalıdır. Kaynak belirtiminde “Anonim” veya “Anonymous” kelimeleri yerine kurum kısaltmaları yoksa tam adı verilmelidir. Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Dergi:

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*’larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

Kitap:

Kaçar B, Katkat V (2006) Bitki Besleme. 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

Kitap bölümü:

Fıratlı Ç (1993) Arı Yetiştirme. (Ed: Ertuğrul M), Hayvan Yetiştirme. Baran Ofset, Ankara, s. 30-34.

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

TÜİK (2005) Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara.

DOI ve internetten alınan bilgi:

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July 2010.

AİB (2010). Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.aib.gov.tr/raporlar/kc/kcsusbitkileri2010.pdf>. Erişim 27 Temmuz 2010.

Tezler:

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren haytılarn (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Tam metin kongre/sempozyum kitabı:

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Karagüzel O, Altan S (1995) Gypsophilada (*Gypsophila paniculata* L. ‘Perfecta’) dikim zamanları ve uzun gün uygulama sürelerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmeye etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt 2, Adana, s. 615-619.

Şekiller ve Çizelgeler: Makalelerde fotoğraf, grafik, şekil, şema ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak adlandırılmalıdır. Tüm şekil ve çizelgeler kendi içlerinde numaralandırılmalı ve makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelge iç yazılarında 8 puntodan büyük punto kullanılmamalıdır. Şekil ve çizelgelerin enleri 8 cm veya 17 cm ve zorunlu ise boyutları en fazla 17x23 cm olmalıdır. Makalelerde fotoğraflar 600 dpi çözünürlükte ve JPG formatında olmalı ve mutlaka sonuçların açıklanmasında bilgilendirici nitelik taşımalarıdır. Yazarlar makalede kullandıkları şekillerin baskı kalitelerini kontrol etmeli ve yüksek kalitede basıma uygun şekiller kullanmalıdırlar. Çizelgelerde dikey çizgi kesinlikle bulunmamalı, istatistiksel önemliliklerin belirtilmesinde mümkün olduğunca *P* değerleri verilmeli veya "*" gibi sembollerin açıklaması mutlaka yapılmalıdır. İstatistiksel karşılaştırmalar için küçük harf kullanılmalı ve açıklamalarda hangi karşılaştırma yönteminin kullanıldığı ve önem düzeyi belirtilmelidir. **Çizelge ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa, öz ve tanımlayıcı olmalı ve Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır.** Şekil ve çizelgelerde kısaltma kullanılmış ise hemen altında kısaltmalar açıklanmalıdır. Parçalardan oluşan şekiller gruplandırılmalı veya yüksek kalitede TIF formatına dönüştürülmelidirler.

Birimler: Makalelerde SI (Système International d’Units) birim sistemi kullanılmalıdır. **Ondalık ayraç olarak nokta kullanılmalıdır** (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmalıdır (örneğin: 5.6 kg/ha değil, 5.6 kg ha⁻¹; 18.9 g/cm³ değil, 18.9 g cm⁻³; 1.8 µmol/s/m² değil, 1.8 µmol s⁻¹ m⁻²).

Kısaltmalar ve Semboller: Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

Latince İsimler ve Kimyasallar: Makale başlığında yer alan Latince isimlerde otör adı kullanılmamalıdır. Öz ve makale metninde ise Latince isim ilk geçtiği yerde otör adıyla verilmeli, daha sonra geçtiği yerlerde uluslararası kabul görmüş kısaltmalar kullanılmalıdır. Örnek: “*Lupinus varius* (L.)...dır.”, “*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.”. Tüm Latince isimler *italic* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu olunmadıkça ticari adlarıyla verilmemelidir.

Formüller: Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı, gerektiğinde numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmeli ve eşitlikler mümkün olduğunca tek satıra (çift sütunda 8 cm) sığdırılmalıdır.

Yazar(lar)a, web sayfasından (www.dergipark.gov.tr/mediterranean) derginin son sayılarını incelemeleri önerilir.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Scope

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is a multidisciplinary platform for the related scientific areas of agriculture and life sciences. Therefore, the journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of invited reviews in agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

General rules

Manuscripts within the scope of MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES can be submitted. The submitted manuscript must be unpublished, must not be simultaneously submitted for publication elsewhere, nor can the copyright be transferred somewhere else. Responsibility for the work published in this journal remains with the author(s). Moreover, the author(s) must comply with the ethical rules of science and scientific publications (International Committee of Medical Journal Editors and Committee on Publication Ethics). The journal is not responsible for these issues. For authors of non-Turkish origin, the Turkish title and abstract of the manuscripts will be translated from English into Turkish by the editorial team of the journal.

Manuscript submission

The manuscripts should be submitted to the journal by using online system: www.dergipark.gov.tr/mediterranean. A copy of the "Copyright Transfer Agreement" signed by all authors who contributed to the manuscript should be submitted by the corresponding author. Those manuscripts requiring an Ethics Committee Report should be supplied a copy of the report by the Ethics Committee.

Review process, proof and publishing

The manuscript submitted to the journal is subject to preliminary assessment by the Editorial Board. The Board has the right to decline the manuscript without initiating the peer review process in the event the manuscript does not meet the journal's criteria.

Manuscripts that meet the basic requirements of the journal are sent to three referees for review by experts in the particular field of science.

If all or a majority of the reviewers do not find the manuscript suitable for publication, the author is informed and documents are not returned.

Should the manuscript as is be found suitable for publication by reviewers; the author is informed of the final decision.

Should the manuscript is found publishable but requires revision as suggested by the review team; the areas where revisions are required are sent to the author with the referee's suggestions. The author is expected to return the corrected manuscript, or a letter of rebuttal within thirty days, including the last revised version of the manuscript, correction list and "Copyright Transfer Agreement" sent to Editor. Should the author(s) do not accept the reasons for the revision, they are required to present scientific evidence and record the sources giving reason for this rejection in the letter of rebuttal. The Editorial Board takes the final decision by taking the referee reports into account and the compliance with the requirements for correction and the authors are notified of the final decision for publication.

Before publishing, the proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author for a final check. The corresponding author is expected to return the corrected final proof within 10 days. All authors can access their article on the web page of the journal (www.dergipark.gov.tr/mediterranean).

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is free of charge.

Manuscript preparation guidelines

Manuscript submitted to the journal should consist of main two parts: the first page and the manuscript.

1. The first page: Should contain the title, names of the author(s) and addresses including the corresponding author's name and full contact details.

2. Manuscript: Manuscripts should be prepared on A4-size paper in 12 point, Times New Roman font, double line spaced, leaving 3cm blank spaces on all four margins of each page. Each page of the manuscript and each line on page should be numbered.

The manuscript should not be longer than **16** pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables). A total of Tables or Figures should not be more than 8 in the manuscript, and must have the following sections:

Title: Must be short and inclusive, not to exceed fifteen words, and the first letter of the first word to be written in uppercase and rest in lowercase letters, in bold.

Abstract: The abstract should not exceed 250 words, and it should summarize the objective of the study, the methods employed and the results.

Keywords: A maximum of five keywords, directly related to the subject matter and not employed in the title, should be recorded directly below the abstract.

Introduction: In this section, the subject of the study should be summarized, previous studies directly related to the study should be evaluated with the current knowledge of the subject, and the issues associated with production of the information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be clearly and explicitly stated. *Section titles within the manuscript:* except for the "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital letters. Main titles should be written in bold and the sub-titles in italics.

Material and methods: In this section, all the materials employed in the study, the methods used, criteria evaluated, sampling methods applied, experimental design with statistical analysis and the confidence limits should be clearly explained.

Results: In this section the findings of the study should be presented clearly and explicitly with the help of figures, tables, and statistical analysis. Duplication of data presented in the Figures and Tables should be avoided, and the most appropriate tool should be employed.

Discussion and Conclusion: The findings of the study should be discussed with the results of previous studies, in terms of their similarity and contrast, and information gap filled by the study should be emphasized. Finally, conclusions and recommendations should be given. The manuscript layout of this section can be entitled "Results and Discussion" and / or "Conclusions" depending on author(s) preference.

For the reviews, the author(s) can make appropriate title arrangements.

Acknowledgement: People who contribute to the manuscript and/or the study and the funding agency (project numbers, if any) must be specified.

References: In the text, "the author's surname and the year" method should be used for identification of references. A reference identified by means of an author's surname should be followed by the date of the reference in parentheses. For identification of references provided by two authors, "and" should be used between the surnames of authors. When there are more than two authors, only the first author's surname should be mentioned, followed by 'et al.'. In the event that an author cited has had two or more works published in the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish between the works. When more than one reference is given at the end of a sentence, the references should be chronologically ordered, those of same date in alphabetical order.

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

References should be listed at the end of the manuscript in alphabetical order in the References section. The original language of reference should be employed and journal's name should not be abbreviated. Authors are fully responsible for the accuracy of the references they provide.

Examples:

Journal:

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinusvarius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinusalbus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

Book:

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

Book chapter:

Van HartenAM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

Institution publications with unknown author name(s):

TSI (2005) Agricultural Structure.T.C. Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No. 1579, Ankara.

DOI and received information from the internet:

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database.http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. Accessed 27 July, 2010.

Theses:

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitexagnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Full-text congress/symposium book:

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Stu* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Figures and tables: In submitted manuscripts all photographs, graphics, figures, diagrams and the like must be named as "Figure", and lists of numerical values as "Table". All figures and tables should be numbered and placed at the end of the manuscript. The font of the letters within Figures and Tables used should be no larger than 8 points. Figure and table widths should be 8 cm or 17 cm and, if necessary, dimensions of up to 17x23 cm. The images should be in JPG format with 600 dpi resolution and should be informative in explaining the results. The authors must check the printing quality of the figures and should use high quality figures suitable for printing. Use of vertical lines in the tables is unacceptable, statistical significance should be stated using *P* values as much as possible, or using the "*" symbols for which description should be given. Small case lettering should be used for statistical groupings, and the statistical comparison method and significance level specified. Table and figure captions and descriptions should be short, concise, and descriptive. Abbreviations should be explained immediately if used within the Figures and tables. Those images composed of pieces should be grouped and converted into high-quality TIF format.

Units: For manuscripts SI (Systeme International d'Units) unit system is used. In units, "/" should not be used and there should be a space between the units (for example: 5.6 kg ha⁻¹, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm⁻³, instead of 18.9 g/cm³; 1.8 µmol s⁻¹ m², instead of 1.8 µmol/s/m²).

Abbreviations and symbols: Abbreviations should not be used in the manuscript title or in the subtitles. The necessary abbreviations at their first mention should be given in parentheses. Universal rules must be followed in the use of abbreviations and symbols.

Latin names and chemicals: The authority should not be used in the manuscript title when Latin names are used. The authority should be given when the Latin names are first used in the abstract and the text. For example: "*Lupinusvarius* (L.) is ...", "*L. varius* ... grown in the." Latin names should be written in italics. The trade mark of chemicals used in the studies should not be given unless it is absolutely necessary to do so.

Formulas: In manuscripts, formulas should be called "Equation", numbered as necessary, the numbers next to the formulas leaning right shown in brackets and the equations should be fitted in a single line (double-column, 8 cm), if possible.

The author (s) is encouraged to visit the web site (www.dergipark.gov.tr/mediterranean) to see the latest issue of the journal.

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

e-ISSN 2528-9675

Dergi Web Sayfası: www.dergipark.gov.tr/mediterranean

Adres:

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07058 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2411

Faks: 0 242 2274564

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

Sunulmuş olan makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları kabul ve taahhüt ederiz:

- Makale MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES Baş Editörlüğüne ulaşıncaya kadar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.
- Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun ve gerektiren hallerde etik izin belgelerinin alınmış olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını taahhüt ederiz.
- Bütün yazarlar makalenin tüm sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere sunulmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve onaylamıştır.
- Makalenin telif hakkından feragat ederek bu hakkı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne devrettiğimizi ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesini makalenin yayımlanabilmesi konusunda yetkili kıldığımızı kabul ederiz.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazar(lar)a aittir.
- Yazar(lar) makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir(ler).
- Yazar(lar)ın satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için makalelerini çoğaltma hakları vardır.

Basıma kabul edilsin veya edilmesin dergiye sunulan makaleler iade edilmez ve esere ait tüm materyaller (fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), dergi editörlüğünce iki yıl süreyle saklanır ve süre bitiminde imha edilirler.

Bu belge, tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yazarların farklı kuruluşlarda bulunması durumunda imzalar farklı formlarda sunulabilir. Ancak bütün imzaların ıslak imza olması zorunludur.

*Yazar(lar)ın Adı ve Soyadı	Adresi	Tarih	İmza

*: Satır sayısı yazar sayısı kadar olmalı, yetersizse artırılmalıdır.

Sunulan eserin basıma kabul edilmemesi halinde bu belge geçersizdir.

İMZALAYINIZ VE ONLİNE SİSTEME YÜKLEYİNİZ.

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

e-ISSN 2528-9675

Journal web page: www.dergipark.gov.tr/mediterranean

Address:

Faculty of Agriculture
Akdeniz University
07058 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2411

Fax: +90 242 2274564

E-mail: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT

Please note that publication of this article **can not** proceed until this signed form is submitted.

Author(s)	
Article title	

Corresponding Author's Contact Information

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

As the author (s) of the article submitted, we hereby accept and agree to the following terms and conditions.

- I/We acknowledge that the Faculty of Agriculture at Akdeniz University does not carry any responsibility until the article arrives at the Bureau of Editor in Chief of the MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES.
- I/We confirm that this article is in compliance with ethical rules, carries the ethical permission documents for the conditions required and will not cause any damage or injury when the materials and methods described herein are used.
- The author(s) here take the full responsibility for the contents of the article.
- The article has not been previously published and has not been submitted for publication elsewhere.
- All the authors have seen, read and approved the article.
- We accept that by disclaiming the copyright of the article, we transfer this right to the Faculty of Agriculture at Akdeniz University and authorize the Faculty of Agriculture at Akdeniz University in respect to publication of the article.

Except for the above issues, the author (s) reserve (s) the following rights

- The author(s) retain (s) all proprietary rights, other than copyright, such as patent rights.
- The author(s) can use the whole article in their books, teachings, oral presentations and conferences.
- The author (s) has/have the right to reprint/reproduce the article for noncommercial personal use and other activities.

Whether accepted for publication or not, articles submitted to the journal are not returned and all the materials (photographs, original figures and tables, and others) is withheld for two years and is destroyed at the end of this period of time.

This document must be signed by all of the authors. If the authors are from different institutions, the signatures can be submitted on separate forms. Nevertheless, all the signatures must be wet signatures.

*Author(s) Name(s)	Address	Date	Signature

*: The number of colon must be equal to the number of authors. If insufficient, it must be increased.

If the submitted article is not accepted for publication, this document is null and void.

PLEASE SIGN THE FORM AND UPLOAD ONLINE SYSTEM.